



С. С. Маглыш В. А. Краўчанка Т. Я. Даўгун

БІЯЛОГІЯ



10

С. С. Маглыш В. А. Краўчанка Т. Я. Даўгун

БІЯЛОГІЯ

Вучэбны дапаможнік для 10 класа
ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі
з беларускай мовай навучання
(з электронным дадаткам для
павышанага ўзроўню)

Пад рэдакцыяй С. С. Маглыш

*Даручана
Міністэрствам адукацыі
Рэспублікі Беларусь*

Мінск «Народная асвета» 2020

Правообладатель Народная асвета

УДК 57(075.3=161.3)

ББК 28я721

М12

Пераклад з рускай мовы *К. І. Чэрнікавай*

Аўтары:

С. С. Маглыш — прадмова, як працаваць з вучэбным дапаможнікам, уводзіны, раздзелы 1, 3—5, слоўнік асноўных тэрмінаў і паняццяў;

В. А. Краўчанка — раздзел 2, слоўнік асноўных тэрмінаў і паняццяў;

Т. Я. Даўгун — раздзелы 6, 7, слоўнік асноўных тэрмінаў і паняццяў

Рэцэнзенты:

кафедра агульнай біялогіі, экалогіі і экалагічнай генетыкі ўстановы адукацыі

«Міжнародны дзяржаўны экалагічны інстытут імя А. Д. Сахарава»

Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (доктар біялагічных навук, прафесар *А. П. Голубеў*); настаўнік біялогіі вышэйшай кваліфікацыйнай катэгорыі дзяржаўнай установы адукацыі «Сярэдняя школа № 165 г. Мінска» *М. К. Калян*

Электронны дадатак для павышанага ўзроўню
размешчаны на рэсурсе profil.adu.by

ISBN 978-985-03-3183-0

© Маглыш С. С., Краўчанка В. А.,
Даўгун Т. Я., 2020

© Чэрнікава К. І., пераклад на беларускую мову, 2020

© Афармленне. УП «Народная асвета»,
2020

Правообладатель Народная асвета

ПРАДМОВА

Дарагія сябры! Вы прыступаеце да вывучэння завяршальнага раздзела школьнага курса біялогіі, прысвечанага агульным біялагічным заканамернасцям, характэрным для жывых сістэм рознага ўзроўню арганізацыі. Гэты раздзел біялогіі вельмі важны для фарміравання правільнага і цэласнага ўяўлення пра законы існавання жыцця на Зямлі.

У межах дадзенага курса вы атрымаеце асновы экалагічных ведаў, а таксама ўяўленне пра размнажэнне і развіццё арганізмаў. Гэта дапаможа вам зразумець законы існавання жывой прыроды на ўзроўні асобных арганізмаў і надарганізменных біялагічных сістэм рознага ўзроўню арганізацыі.

Веды пра ўплыў фактараў асяроддзя на арганізм чалавека, атрыманыя ў межах курса «Біялогія, 10», дапамогуць вам авалодаць навыкамі здоровага спосабу жыцця. Выкарыстоўваючы гэтыя веды ў быццё і ў будучай прафесійнай дзейнасці, вы зможаце прадухіляць ці памяншаць неспрыяльныя ўздзеянні фактараў асяроддзя на свой арганізм, захоўваючы здароўе на доўгія гады.

На пэўных прыкладах вы пазнаёміцеся з экалагічнымі наступствамі гаспадарчай дзейнасці чалавека ў межах біясферы. Шмат якія з гэтых наступстваў могуць стаць глабальнымі экалагічнымі праблемамі. Адна з прычын іх з'яўлення ў большасці выпадкаў — экалагічная недасведчанасць чалавека. Вырашаць гэтыя праблемы давядзецца цяперашняму і будучым пакаленням людзей, а значыць, і вам. Ведаючы і выконваючы законы прыроды, чалавек зможа захаваць раўнавагу ў біясферы і забяспечыць будучыню сваім нашчадкам.

Аўтары

ЯК ПРАЦАВАЦЬ З ВУЧЭБНЫМ ДАПАМОЖНІКАМ

Матэрыял вучэбнага дапаможніка складаецца з сямі раздзелаў, якія падзелены на параграфы. У пачатку кожнага раздзела прыводзіцца кароткі ўступ, які раскрывае сутнасць яго зместу; даецца інфармацыя пра тое, што **Вы даведаецеся** і чаму **Вы навучыцеся**. Заканчваюцца раздзелы рубрыкай **Падвядзём вынікі**, якая ўяўляе сабой кароткі змест раздзела.

Кожны параграф пачынаецца трыма рубрыкамі. Першая рубрыка **Успомніце** дапаможа вам актуалізаваць раней атрыманыя веды і праверыць гатоўнасць да засваення новай тэмы. Другая рубрыка **Як вы думаеце?** змяшчае праблемнае пытанне па тэме, якое патрабуе выказаць ваша ўласнае меркаванне. Адказ можна праверыць пасля прачытання тэксту вучэбнага дапаможніка. У трэцяй рубрыцы **Вы даведаецеся** сфармулявана галоўная ідэя параграфа.

Пасля асноўнага тэксту параграфа прыводзіцца рубрыка **Паўторым галоўнае**. Яна змяшчае кароткія вывады па вивучаемым матэрыяле.

У канцы кожнага параграфа ў рубрыцы **Праверым веды** дадзены ключавыя і больш складаныя пытанні і заданні. Адказы на іх дапамогуць высветліць, наколькі поўна вы засвоілі вивучаемы матэрыял, ці зможаце выкарыстоўваць яго для вырашэння якіх-небудзь канкрэтных задач.

У тэксце параграфаў абавязковыя для засваення тэрміны і паняцці вылучаны шрыфтам — *тлустым курсівам*, а дадатковыя паняцці — *светлым курсівам* і разрадкай.

Тэкст параграфаў забяспечаны малюнкамі, схемамі і табліцамі, якія дадуць вам магчымасць суадносіць вивучаемы тэарэтычны матэрыял з пэўнымі аб'ектамі ці з'явамі прыроды. Дадатковы матэрыял прыведзены ў рубрыцы **Гэта цікава**. У яго ўключана інфармацыя, якая змяшчае факты і звесткі, што пашыраюць уяўленне пра вивучаемы аб'ект ці маюць практычнае значэнне. У канцы вучэбнага дапаможніка змешчаны **Слоўнік асноўных тэрмінаў і паняццяў**.

Матэрыял для павышанага ўзроўню пазначаны сімвалам  і размешчаны на нацыянальным адукацыйным партале (<http://profil.adu.by>).

Спадзяёмся, што дадзены вучэбны дапаможнік будзе вельмі карысны для вас пры вивучэнні адной з найцікавейшых навук — біялогіі. А калі ў будучым вы выбераце адну са спецыяльнасцей, звязаных з біялогіяй, то ён дапаможа добра падрыхтавацца да цэнтралізаванага тэсціравання.

Жадаем поспехаў!

Уводзіны

Жывая прырода на Зямлі вельмі разнастайная і ўяўляе сабой складаную арганізаваную супадпарадкаваную (іерархічную) сістэму, якая складаецца з розных біялагічных сістэм (біясістэм).

Біялагічная сістэма (біясістэма) — біялагічны аб'ект, які складаецца з элементаў, што ўзаемазвязаны і ўзаемадзеюць, і валодае здольнасцю да развіцця, самаўзнаўлення і прыстасавання да асяроддзя. Прыкладам біясістэмы можа служыць любая пакрытанасенная расліна, якая складаецца з узаемазвязаных органаў — караня, сцябла, лістоў, кветак і пладоў. Дзякуючы гэтым структурным элементам расліна можа размнажацца і прыстасоўвацца да жыцця ў наземна-паветраным асяроддзі. Ліставыя, мяшаныя або хвойныя лясы таксама з'яўляюцца прыкладамі біясістэм. Любы лес складаецца з груп арганізмаў (папуляцый) розных відаў раслін, жывёл, грыбоў і мікраарганізмаў. Гэтыя папуляцыі ўзаемадзеюць паміж сабой і забяспечваюць устойлівае існаванне ў дадзеным асяроддзі.



Сучасная біялогія разглядае жыццё на планеце Зямля як сукупнасць супадпарадкаваных біялагічных сістэм, што адрозніваюцца асаблівасцямі будовы і праяўлення ўласцівасцей. Найменшай біялагічнай сістэмай з'яўляецца клетка, якая складаецца з біямалекул. У залежнасці ад ступені складанасці будовы жывой матэрыі вылучаюць: малекулярны, клетачны, арганізмны, папуляцыйна-відавы, біяцэнатычны, біягеацэнатычны і біясферны ўзроўні арганізацыі жыцця.

Першы ўзровень — **малекулярны**. Элементарнымі адзінкамі гэтага ўзроўню з'яўляюцца **біямалекулы**: нуклеінавыя кіслоты, бялкі, тлушчы, вугляводы і іншыя арганічныя злучэнні, што ўступаюць ва ўзаемадзеянне паміж сабой і фарміруюць больш складаныя сістэмы — клеткі. Біямалекулы не з'яўляюцца біясістэмамі, але яны складаюць малекулярны ўзровень арганізацыі жыцця, на якім выяўляюцца такія ўласцівасці жывой матэрыі, як адзінства хімічнага саставу і абмену рэчываў і энергіі. Гэты ўзровень арганізацыі жыцця вывучаюць малекулярная біялогія і біялагічная хімія.

Наступным узроўнем арганізацыі жыцця з'яўляецца **клетачны ўзровень**. Элементарныя адзінкі гэтага ўзроўню — **клеткі**. Іх структурнымі кампанентамі выступаюць плазматычная мембрана, цытаплазма, арганоіды, ядро (у бактэрыі — храмасома), якія складаюцца з узаемазвязаных біямалекул. Клетку як структурную і функцыянальную адзінку жыцця вывучае навука цыталогія.

Арганізмённы ўзровень арганізацыі жыцця складаюць арганізмы (асобіны). *Арганізм* — самы нізкі ўзровень арганізацыі біялагічных сістэм, здольных да аўтаномнага існавання і самаўзнаўлення. Арганізмы бываюць аднаклетачнымі (бактэрыі, пратысты) і мнагаклетачнымі (грыбы, лішайнікі, водарасці, расліны, жывёлы). Раслінныя арганізмы вывучае батаніка, жывёльныя арганізмы — заалогія, мікраарганізмы — мікрабіялогія. Узаемаадносіны арганізмаў розных відаў паміж сабой і з асяроддзем існавання вывучае экалогія.

За арганізмённым узроўнем ідзе **папуляцыйна-відавы ўзровень**. Асобіны аднаго віду, якія жывуць на агульнай тэрыторыі, фарміруюць групу — *папуляцыю*, а ўсе папуляцыі роднасных асобін у сукупнасці складаюць *від*. Папуляцыямі аднаго віду можна лічыць групы соснаў, што растуць у гарадскім парку, сасновым лесе, мяшаным лесе. Групы карасёў, якія жывуць у розных вадаёмах або ў прыбярэжнай і глыбіннай зонах аднаго вадаёма, таксама будуць з'яўляцца прыкладамі папуляцый аднаго віду.

Наступны ўзровень арганізацыі жыцця — **біяцэнатычны**. Элементарнымі адзінкамі гэтага ўзроўню з'яўляюцца *біяцэнозы*. Яны фарміруюцца з папуляцый розных відаў, якія доўга жывуць у адным і тым жа асяроддзі і паміж якімі ўзнікаюць міжвідавныя сувязі і ўзаемаадносіны. Прыкладам біяцэнозу можа быць сукупнасць усіх жыхароў лугу або дубровы, усё насельніцтва возера або сажалкі.

Біягеацэнатычны ўзровень арганізацыі жыцця з'яўляецца яшчэ больш складаным. Ён прадстаўлены біялагічнымі сістэмамі — *біягеацэнозамі*. Яны ўзнікаюць у выніку ўзаемадзеяння біяцэнозаў з асяроддзем пражывання шляхам абмену рэчывам і энергіяй. У якасці прыкладаў біягеацэнозаў можна назваць: луг, балота, хвойны лес, бярозавы гай, дуброву, якія ўяўляюць сабой адзіныя комплексы жывых арганізмаў розных відаў і іх асяроддзя існавання.

Самы высокі ўзровень арганізацыі жыцця — **біясферны**. Сукупнасць усіх біясістэм на планеце Зямля, звязаных бесперапынным кругаваротам рэчываў і патокам энергіі, называюць *біясферай*. Яна ўяўляе сабой глабальную па маштабах і складанасці біялагічную сістэму.

Асаблівае месца ў сістэме біялагічных навук, якія вывучаюць узроўні арганізацыі жыцця, займае навука экалогія. Тэрмін «экалогія» (ад грэч. *oikos* — дом, жыллё, *logos* — навука, вучэнне) увёў нямецкі заолаг-эвалюцыяніст Э. Гекель у 1866 г. Пад экалогіяй ён разумеў навуку пра адносіны арганізмаў з навакольным асяроддзем. Сучасная экалогія — гэта навука, якая вывучае біялагічныя сістэмы рознага ўзроўню арганізацыі (ад арганізма да біясферы) і заканамернасці іх узаемадзеяння паміж сабой і з асяроддзем.

Раздзел 1



Арганізм і асяроддзе

Вы даведаецеся:

- пра агульныя ўласцівасці жывых арганізмаў;
- пра асяроддзе пражывання арганізмаў і разнастайнасць экалагічных фактараў асяроддзя;
- пра агульныя заканамернасці ўздзеяння экалагічных фактараў на арганізм і пра лімітуючыя фактары;
- пра ролю святла, тэмпературы, вільготнасці ў жыцці жывых арганізмаў;
- пра асяроддзі жыцця і разнастайнасць адаптацый арганізмаў да іх.



Вы навучыцеся:

- праводзіць назіранні за жывымі арганізмамі з мэтай высвятлення іх прыстасаванасці да фактараў асяроддзя пражывання;
- распазнаваць тыпы адаптацый жывых арганізмаў да розных фактараў асяроддзя пражывання;
- характарызаваць асяроддзі жыцця і адаптацыі жывых арганізмаў да розных асяроддзяў.



У гэтым раздзеле вы даведаецеся, што асяроддзе пражывання складаецца з розных экалагічных фактараў, для якіх характэрны агульныя заканамернасці ўздзеяння на арганізмы. Вы вывучыце характарыстыку ўласцівасцей і асаблівасці ўздзеяння асобных экалагічных фактараў (святла, тэмпературы, вільготнасці) на арганізмы, у выніку чаго ў іх выпрацаваліся спецыфічныя адаптацыі. Завяршаецца раздзел характарыстыкай экалагічных умоў у асяроддзях жыцця: водным, наземна-паветраным, глебавым і арганізме як асяроддзі жыцця. Вы даведаецеся, што ў кожным асяроддзі ў розных арганізмаў сфарміраваліся падобныя адаптацыі.

§ 1. Агульныя ўласцівасці жывых арганізмаў

- **Успомніце**, па якіх прыметах можна адрозніць жывы арганізм ад аб'екта нежывой прыроды. Як размнажаюцца жывёлы, расліны?
- **Як вы думаеце?** Якія ўласцівасці з'яўляюцца агульнымі для ўсіх арганізмаў?
- **Вы даведаецеся** пра разнастайнасць агульных уласцівасцей жывых арганізмаў, па якіх яны адрозніваюцца ад аб'ектаў нежывой прыроды.

Як вам ужо вядома, жывая прырода на Зямлі вельмі разнастайная і складаецца з біялагічных сістэм рознага ўзроўню арганізацыі. Адным з узроўняў арганізацыі жыцця з'яўляецца арганізмённы ўзровень. З разнастайнасцю арганізмаў вы ўжо пазнаёміліся пры вывучэнні біялогіі ў 7-м і 8-м класах і ведаеце, што яны могуць быць аднаклетачныя, каланіяльныя або мнагаклетачныя. Нягледзячы на разнастайнасць структурнай арганізацыі, жывыя арганізмы валодаюць агульнымі ўласцівасцямі.

Адзінства хімічнага саставу. У жывых арганізмах змяшчаюцца тыя ж хімічныя элементы, што і ў целах нежывой прыроды, але іх суадносіны моцна адрозніваюцца. Ва ўсіх жывых арганізмаў цела пабудавана з аднолькавых арганічных рэчываў: *бялкоў, тлушчаў, вугляводаў і нуклеінавых кіслот*. Іх малекулы складаюцца з чатырох асноўных элементаў — вугляроду, вадароду, кіслароду і азоту, на долю якіх прыпадае 98 % усіх хімічных элементаў арганізма. З неарганічных рэчываў абавязковым кампанентам з'яўляецца вада (30—80 % агульнай масы цела). Мінеральныя солі ў водных растворах дысацыруюць на катыёны металаў (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+}) і аніёны кіслотных астаткаў (I^- , F^- , Cl^- , HCO_3^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}), якія выконваюць жыццёва важныя функцыі.

Клетачная будова. Клетка з'яўляецца структурна-функцыянальнай адзінкай усяго жывога. Клеткі розных арганізмаў маюць падобную будову. Звонку яны пакрыты цытаплазматычнай мембранай, зверху якой можа быць клетачная сценка (расліны, грыбы, некаторыя пратысты, бактэрыі). Змесціва клетак прадстаўлена цытаплазмай, якая змяшчае арганоіды і ядро (у бактэрыі — храмасому). Клеткі большасці мнагаклетачных арганізмаў у залежнасці ад функцыі, будовы і паходжання аб'ядноўваюцца ў тканкі і органы.

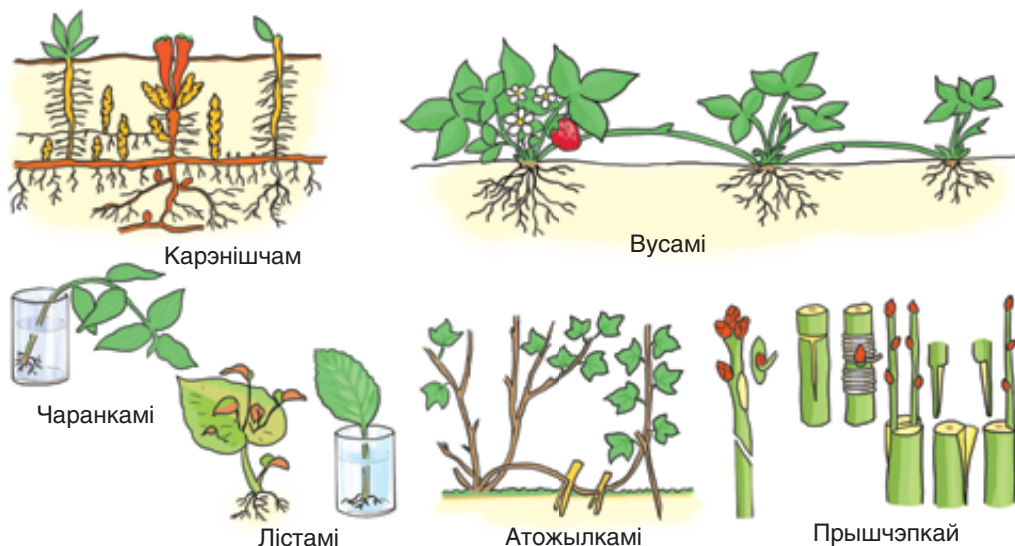
Абмен рэчываў і энергіі. Жывы арганізм — адкрытая ўстойлівая сістэма, праз якую праходзяць патокі рэчываў і энергіі. Пэўныя рэчывы і энергія паступаюць у арганізм з асяроддзя (*харчаванне, дыханне*), іншыя — выдзяляюцца з арганізма ў асяроддзе (*выдзяленне*). У самім арганізме абмен рэчываў і энергіі ўключае два процілеглыя, але ўзаемазвязаныя працэсы. Гэта сінтэз складаных рэчываў з простых з паглынаннем энергіі і расшчапленне складаных рэчываў да больш простых з вылучэннем энергіі. Абодва гэтыя працэсы ў арганізме збалансаваны паміж сабой і забяспечваюць адноснае пастаянства яго хімічнага саставу.

Самарэгуляцыя. Здольнасць жывых арганізмаў падтрымліваць пастаянства свайго хімічнага саставу і фізіялагічных працэсаў ва ўмовах навакольнага асяроддзя, якія бесперапынна змяняюцца, называецца

самарэгуляцыяй. У жывёл самарэгуляцыя ажыццяўляецца дзякуючы дзейнасці нервовай і гумаральнай сістэм. Сігналам для ўключэння той ці іншай рэгуляторнай сістэмы можа быць змяненне ў арганізме паказчыкаў тэмпературы, крывянога ціску, колькасці вады, энергіі, хуткасці абменных працэсаў. Толькі жывыя арганізмы могуць захоўваць пастаяннымі паказчыкі ўнутранага асяроддзя пры змяненні фактараў навакольнага асяроддзя. Так, у цеплакроўных жывёл існуюць шматлікія механізмы падтрымання на пастаянным узроўні тэмпературы цела незалежна ад тэмпературы навакольнага асяроддзя. Гармоны інсулін і глюкагон забяспечваюць пастаянны ўзровень глюкозы ў крыві чалавека незалежна ад колькасці вугляводаў, якія паступаюць з ежай.

У раслін адсутнічае нервовая сістэма, таму гарманальная рэгуляцыя ў іх з'яўляецца найважнейшым фактарам самарэгуляцыі і кіравання ростам і развіццём. Яна ажыццяўляецца з дапамогай фітагармонаў — нізкамалекулярных арганічных рэчываў з высокай фізіялагічнай актыўнасцю. Водны баланс у раслін падтрымліваецца шляхам транспірацыі.

Размнажэнне. Любы від у прыродзе складаецца з асобін, існаванне кожнай з якіх абмежавана ў часе. Рана ці позна жыццё асобна ўзятай асібіны спыніцца, але від не перастае існаваць. Выжыванне віду забяспечваецца з'яўленнем патомства шляхам бясплага (мал. 1) або палавога размнажэння асобін (бацькоў), што існуюць.



Мал.1. Разнастайнасць спосабаў вегетатыўнага размнажэння ў раслін



Млекакормячыя

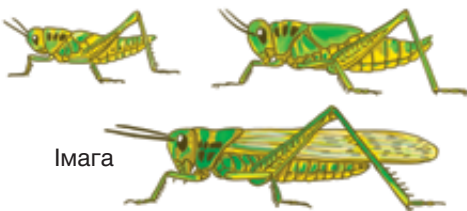


Птушкі



Яйка

Лічынкі



Імага

Насякомыя

Мал. 2. Прыклады росту і развіцця



ня клетак, што суправаджае развіццё арганізма або яго частак. **Развіццё** — гэта якасныя змяненні ў будове і функцыянальнай актыўнасці арганізма. Трэба адрозніваць індывідуальнае і гістарычнае развіццё відаў. У працэсе *індывідуальнага развіцця* арганізмы дадзенага віду паступова і паслядоўна змяняюцца на працягу свайго жыцця. Яны набываюць новыя прыметы і ўласцівасці, а ранейшыя могуць быць згу-

Размнажэнне — уласцівасць арганізмаў нараджаць сабе падобных з захаваннем галоўных прымет віду. Дзякуючы размнажэнню забяспечваецца бесперапыннасць і пераемнасць жыцця на Зямлі. У аснове размнажэння ляжыць самаўзнаўленне новых малекул і структур, абумоўленае спадчынай інфармацыяй, якая знаходзіцца ў храмасомах бацькоўскіх клетак. Самаўзнаўленне цесна звязана са з'явай спадчыннасці. Калі новы арганізм развіваецца на аснове набору храмасом, ідэнтычнага набору адной бацькоўскай асобіны (бясполае размнажэнне), ён будзе яе поўнай копіяй — напрыклад, пры вегетатыўным размнажэнні ў раслін (гл. мал. 1). У арганізма, які змяшчае храмосомы двух бацькоў рознага полу (палавое размнажэнне), акрамя прымет абодвух бацькоў, могуць з'яўляцца новыя прыметы як вынік утварэння новай камбінацыі спадчыннай інфармацыі. Напрыклад, у каравокіх бацькоў можа нарадзіцца дзіця з блакітнымі вачамі.

Рост і развіццё — гэта ўласцівасці арганізмаў, якія рэалізуюцца ў працэсе іх жыцця (мал. 2).

Рост — колькаснае павелічэнне памераў і масы цела шляхам дзялення

блены. У выніку індывідуальнага развіцця ўзнікае новы якасны стан арганізмаў.

У адрозненне ад індывідуальнага развіцця *гістарычнае развіццё* віду суправаджаецца ўтварэннем новых відаў і ўскладненнем жыццёвых форм. У выніку гістарычнага развіцця ўзнікла ўся відавая разнастайнасць жыцця на Зямлі.



■ **Паўторым галоўнае.** Нягледзячы на разнастайнасць структурнай арганізацыі жывых арганізмаў, у іх маюцца агульныя ўласцівасці. Для ўсіх арганізмаў характэрна адзінства хімічнага саставу — цела пабудавана з бялкоў, тлушчаў, вугляводаў і нуклеінавых кіслот. Клетка з'яўляецца структурна-функцыянальнай адзінкай усяго жывога. Жывы арганізм — адкрытая ўстойлівая сістэма (у ёй працякае абмен рэчываў і энергіі), здольная да самарэгуляцыі, размнажэння, росту і развіцця.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Якія арганічныя рэчывы з'яўляюцца асноўнымі кампанентамі цел жывых арганізмаў? 2. Што з'яўляецца структурна-функцыянальнай адзінкай жывых арганізмаў? 3. Чаму ў адных выпадках нашчадкі цалкам падобныя да бацькоў, а ў іншых — прыметна адрозніваюцца? Адказ абгрунтуйце.

Складаныя пытанні. 1. Якія ўласцівасці жывых арганізмаў дазваляць захавацца жыццю на Зямлі ў выпадку рэзкага пацяплення клімату? Адказ абгрунтуйце. 2. Як вы думаеце, ці можа быць развіццё арганізма без росту і наадварот? Адказ аргументуйце канкрэтнымі прыкладамі.



§ 2. Паняцце пра асяроддзе пражывання і пра навакольнае асяроддзе. Фактары асяроддзя і іх класіфікацыя

- **Успомніце**, якія фактары жывой і нежывой прыроды акружаюць раслінны або жывёльны арганізм у іх месцапражываннях.
- **Як вы думаеце?** Па якіх крытэрыях можна падзяліць на групы фактары асяроддзя пражывання арганізма?
- **Вы даведаецеся** пра класіфікацыю фактараў асяроддзя пражывання паводле значнасці для жыцця арганізма і паводле прыроды іх паходжання.

Паняцце пра асяроддзе пражывання і пра навакольнае асяроддзе. Такія паняцці, як «асяроддзе пражывання» і «навакольнае асяроддзе», з пункту гледжання экалагаў не з'яўляюцца раўназначнымі.

Калі гаворка ідзе пра асяроддзе ў шырокім сэнсе слова, то ўжываюць паняцце «навакольнае асяроддзе». **Навакольнае асяроддзе** — сукупнасць усіх умоў, у якіх існуе жыццё на планеце Зямля. Амерыканскі біёлаг П. Эрліх вельмі вобразна ахарактарызаваў навакольнае асяроддзе. Ён пісаў: «Наша навакольнае асяроддзе — адзіная ў сваім родзе “скура” з глебы, вады і газападобнай атмасферы, мінеральных пажыўных рэчываў і жывых арганізмаў, якая пакрывае нічым у астатнім асабліва не паказальную планету».

Аднак такое паняцце не лагічна ўжываць у адносінах да асобна ўзятага арганізма. У гэтым выпадку выкарыстоўваюць тэрмін «асяроддзе пражывання». **Асяроддзе пражывання** — частка прыроды, якая акружае арганізм і з якой ён непасрэдна ўзаемадзейнічае на працягу свайго жыццявага цыкла.

Фактары асяроддзя і іх класіфікацыя. Асяроддзе пражывання кожнага арганізма складанае і зменлівае ў часе і прасторы. Яно ўключае мноства элементаў жывой і нежывой прыроды і элементаў, якія прыносяцца чалавекам і яго гаспадарчай дзейнасцю. У экалогіі гэтыя элементы асяроддзя называюцца *фактарамі*. Усе фактары асяроддзя ў адносінах да арганізма нераўназначныя. Адны з іх уплываюць на яго жыццядзейнасць, а іншыя для яго нейтральныя.



Экалагічныя фактары — уласцівасці і кампаненты асяроддзя пражывання, якія выклікаюць у арганізма прыстасавальныя рэакцыі — адаптацыі. **Адаптацыя** (ад лац. *adaptatio* — прыладжванне, прыстасаванне) — прымета або комплекс прымет, якія забяспечваюць выжыванне і размнажэнне арганізмаў у пэўным асяроддзі пражывання. Напрыклад, абцякальная форма цела рыб палягчае іх перамяшчэнне ў шчыльным водным асяроддзі. У некаторых відаў раслін засушлівых месцаў вада можа запасіцца ў лістах (алоэ) або сцёблах (кактус).

У асяроддзі пражывання экалагічныя фактары адрозніваюцца па значнасці для кожнага арганізма. Напрыклад, атмасферны вуглякіслы газ не ўплывае на жыццядзейнасць жывёл, бо не паглынаецца імі пры дыханні з прычыны больш нізкага парцыяльнага ціску ў альвеолах лёгкіх, чым у крыві. Але ён абавязковы для жыцця раслін, паколькі выкарыстоўваецца пры фотасінтэзе. Такім чынам, для існавання арганізмаў любога віду патрабуюцца пэўныя экалагічныя фактары.

Умовы існавання (жыцця) — комплекс экалагічных фактараў, без якіх арганізм не можа існаваць у дадзеным асяроддзі.

Адсутнасць у асяроддзі пражывання хоць бы аднаго з фактараў гэтага комплексу прыводзіць да гібелі арганізма. Так, да ўмоў існавання расліннага арганізма належыць наяўнасць вады, пэўнай тэмпературы,

святла, вуглякіслага газу, мінеральных рэчываў. У той час як для жывёльнага арганізма абавязковымі з'яўляюцца вада, пэўная тэмпература, кісларод, арганічныя рэчывы.

Усе астатнія экалагічныя фактары не з'яўляюцца жыццёва важнымі для арганізма, хоць і могуць уплываць на яго існаванне. Іх называюць **другараднымі фактарамі**. Напрыклад, для жывёл малекулярны азот не з'яўляецца жыццёва неабходным, бо яны не могуць яго паглынаць. Для існавання раслін неабавязкова наяўнасць арганічных рэчываў, паколькі яны з'яўляюцца аўтатрофамі і здольны сінтэзаваць арганічныя рэчывы з неарганічных з паглынанням сонечнай энергіі.

Экалагічныя фактары разнастайныя. Яны адыгрываюць розную ролю ў жыцці арганізмаў, маюць неаднолькавую прыроду і спецыфіку дзеяння. І хоць экалагічныя фактары ўздзейнічаюць на арганізм як адзіны комплекс, іх класіфікуюць па розных крытэрыях. Гэта палягчае вывучэнне заканамернасцей узаемадзеяння арганізмаў з асяроддзем пражывання.

Разнастайнасць экалагічных фактараў паводле прыроды паходжання ў асяроддзі пражывання дазваляе падзяліць іх на тры вялікія групы: абіятычныя, біятычныя, антрапагенныя. У кожнай з груп можна вылучыць некалькі падгруп фактараў.

Абіятычныя фактары — элементы нежывой прыроды, якія прама ці ўскосна ўплываюць на арганізм і выклікаюць у яго рэакцыю ў адказ. Іх падзяляюць на чатыры падгрупы:

1) **кліматычныя фактары** — усе фактары, якія фарміруюць клімат у дадзеным асяроддзі пражывання (святло, газавы састаў паветра, ападка, тэмпература, вільготнасць паветра, атмасферны ціск, скорасць ветру);

2) **эдафічныя (глебавыя) фактары** (ад грэч. *édaphos* — глеба) — уласцівасці глебы, якія падзяляюцца на фізічныя (вільготнасць, камякаватасць, паветра- і вільгацэпранікальнасць, шчыльнасць) і хімічныя (кіслотнасць, мінеральны састаў, утрыманне арганічнага рэчыва);

3) **араграфічныя фактары (фактары рэльефу)** — асаблівасці характару і спецыфіка рэльефу мясцовасці. Да іх належаць: вышыня над узроўнем мора, шырота, крутасць (вугал нахілу мясцовасці ў адносінах да гарызонту), экспазіцыя (становішча мясцовасці адносна старон свету);

4) **геафізічныя фактары** — фізічныя з'явы прыроды (гравітацыя, магнітнае поле Зямлі, іанізуючае і электрамагнітнае выпраменьванні).

Біятычныя фактары — элементы жывой прыроды, гэта значыць жывыя арганізмы, якія ўплываюць на дадзены арганізм і ў адказ выклікаюць у яго пэўныя рэакцыі. Яныносяць самы разнастайны характар і дзейнічаюць не толькі непасрэдна, але і ўскосна праз элементы

неарганічнай прыроды. Біятычныя фактары падзяляюць на дзве падгрупы:

1) *унутрывідавыя фактары* — уплываючым фактарам з’яўляецца арганізм таго ж віду, што і дадзены арганізм (напрыклад, у лесе высокая бяроза зацяняе маленькую бярозку, у земнаводных пры высокай колькасці буйныя апалонікі выдзяляюць рэчывы, якія запавольваюць развіццё больш дробных апалонікаў);

2) *міжвідавыя фактары* — уплыў на дадзены арганізм робяць асобіны іншых відаў (напрыклад, густая яліна прыгнятае рост травяністых раслін пад яе кронай, клубеньчыкавыя бактэрыі дадаткова забяспечваюць азотам бабовыя расліны). Больш падрабязна дзеянне гэтых фактараў разглядаецца ў раздзеле 5 «Экасістэма — асноўная адзінка біясферы».

Антрапагенныя фактары — разнастайныя віды дзейнасці чалавека, якая ўплывае як на самі арганізмы, так і на іх месцапражыванне. У залежнасці ад спосабу ўздзеяння вылучаюць дзве падгрупы антрапагенных фактараў:

1) *прамыя фактары* — непасрэднае ўздзеянне чалавека на арганізмы (высечка дрэў, скошванне травы, пасадка лесу, адстрэл звяроў і птушак, развядзенне рыбы);

2) *ускосныя фактары* — апасродкаваны ўплыў чалавека на асяроддзе пражывання арганізмаў самім фактам свайго існавання і праз гаспадарчую дзейнасць. Як біялагічная істота чалавек паглынае кісларод і вылучае вуглякіслы газ, выкарыстоўвае харчовыя рэсурсы. Як сацыяльная істота ён уплывае праз сельскую гаспадарку, прамысловасць, транспарт, бытавую дзейнасць.

Наступствы дзеяння антрапагенных фактараў больш падрабязна разглядаюцца ў раздзеле 7 «Чалавек і біясфера».

■ **Паўторам галоўнае.** Навакольнае асяроддзе — сукупнасць усіх умоў, у якіх існуе жыццё на планеце Зямля. Асяроддзе пражывання — частка прыроды, з якой арганізм непасрэдна ўзаемадзейнічае на працягу свайго жыцця. Экалагічныя фактары — уласцівасці і кампаненты асяроддзя пражывання, якія выклікаюць у арганізма прыстасавальныя рэакцыі — адаптацыі. Паводле значнасці для арганізма экалагічныя фактары падзяляюць на ўмовы існавання і другарадныя фактары. Паводле прыроды паходжання фактары дзеляць на тры групы: абіятычныя (кліматычныя, эдафічныя, араграфічныя, геафізічныя), біятычныя (унутрывідавыя, міжвідавыя) і антрапагенныя (прамыя, ускосныя).



? Праварым веды

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняццяў «асяроддзе пражывання» і «ўмовы існавання». 2. Якія з пералічаных ніжэй фактараў з’яўляюцца ўмовамі існавання для раслін, а якія — для жывёл: вада, вецер, святло, вуглякіслы газ, арганічныя рэчывы, мінеральныя рэчывы? 3. На якія групы і падгрупы падзяляюць экалагічныя фактары паводле прыроды іх паходжання? Прывядзіце прыклады фактараў кожнай падгрупы.



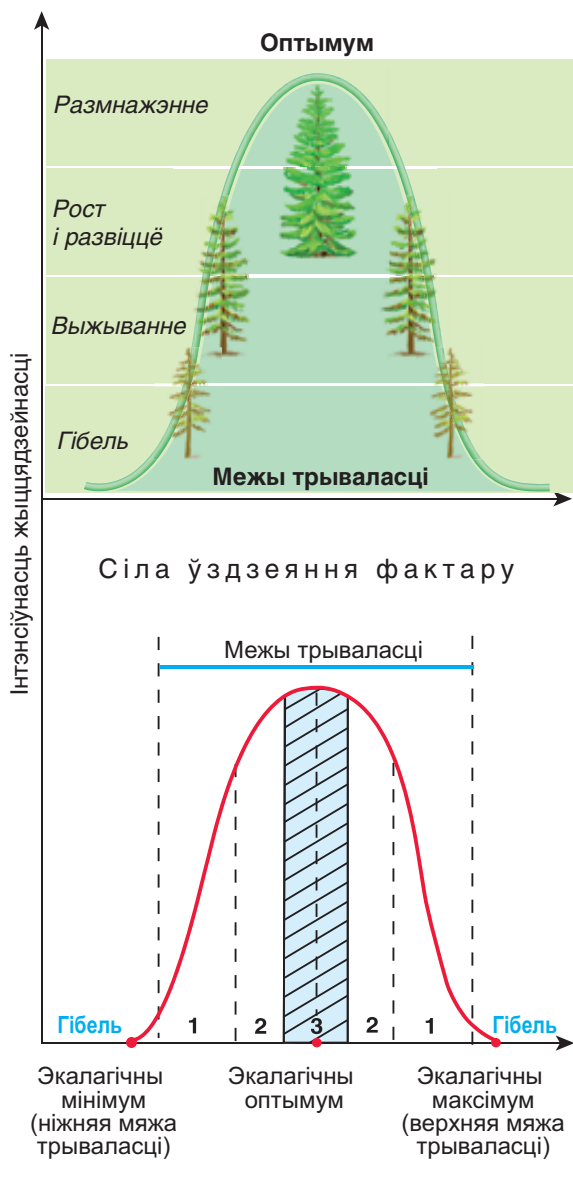
Складаныя пытанні. 1. Складзіце прагноз наступстваў прамога ўздзеяння пералічаных антрапагенных фактараў на арганізмы: высечка лясоў, прамое знішчэнне дзікіх звяроў і птушак, празмернае вылоўліванне рыбы. 2. Выкарыстоўваючы тэкст параграфа, складзіце схему падзелу экалагічных фактараў на групы і падгрупы паводле іх паходжання. Для кожнай падгрупы запішыце прыклады фактараў, выбраўшы іх з прапанаванага пераліку: тэмпература, вышыня мясцовасці, драпежнікі, святло, транспарт, паразіты, электрамагнітнае выпраменьванне, высечка дрэў, мінеральны састаў глебы, раслінаедныя жывёлы, арашэнне засушлівых зямель.

§ 3. Заканамернасці ўздзеяння фактараў асяроддзя на арганізм. Межы трываласці

- **Успомніце**, на якія групы класіфікуюць экалагічныя фактары асяроддзя пражывання паводле іх значнасці для арганізма і паводле паходжання.
- **Як вы думаеце?** Чаму адна і тая ж сіла ўздзеяння экалагічнага фактара для адных арганізмаў спрыяльная, для іншых — неспрыяльная, а для трэціх — згубная?
- **Вы даведаецеся** пра агульныя заканамернасці ўздзеяння экалагічных фактараў асяроддзя пражывання на жыццядзейнасць арганізмаў, пра межы трываласці арганізмаў.

Межы трываласці і зоны ўздзеяння экалагічнага фактара. Чалавек, назіраючы за жыццём арганізмаў у прыродзе, доўгі час не мог атрымаць адказы на шэраг пытанняў, якія цікавілі яго. Чаму перасяленне з аднаго асяроддзя пражывання ў іншае для адных відаў завяршаецца паспяхова, а для іншых — не? Чаму адны віды могуць жыць у вельмі зменлівых умовах асяроддзя, а іншым для жыцця патрабуецца адноснае пастаянства гэтых умоў?

Растлумачыць дадзеныя асаблівасці ўзаемадзеяння арганізмаў з асяроддзем пражывання стала магчыма пасля з’яўлення навукі экалогіі. Экалагічныя веды дазволілі ўстанавіць залежнасць жыццядзейнасці арганізмаў ад сілы ўздзеяння экалагічных фактараў. Любая рэакцыя



Мал. 3. Залежнасць жыццядзейнасці арганізма ад сілы ўздзеяння экалагічнага фактару:

- 1 — зона песімуму;
- 2 — зона нармальнай жыццядзейнасці;
- 3 — зона оптымуму

арганізма ў адказ на дзеянне фактару асяроддзя ў канчатковым выніку адлюстроўваецца на яго жыццядзейнасці. Яна залежыць не толькі ад прыроды фактару, але і ад сілы і працягласці яго ўздзеяння на арганізм, гэта значыць ад дозы фактару.

Нягледзячы на разнастайнасць экалагічных фактараў, быў выяўлены шэраг агульных заканамернасцей у рэакцыях жывых арганізмаў, атрыманых у адказ. Тэарэтычна залежнасць жыццядзейнасці арганізма (яго рэакцыі ў адказ) ад сілы ўздзеяння фактару ў агульным выглядзе можна паказаць купалападобнай крывой (мал. 3). У рэальнай сітуацыі гэта крывая, як правіла, не бывае ідэальна сіметрычнай. Як бачна з графіка, арганізм праяўляе жыццядзейнасць не пры любой сіле ўздзеяння фактару, а ў пэўным дыяпазоне. Гэты дыяпазон абмежаваны мінімальным і максімальным значэннямі сілы ўздзеяння фактару, якія можа перанесці арганізм. Мінімальнае значэнне сілы ўздзеяння фактару, пры якім пачынаецца праяўленне жыццядзейнасці арганізма, называецца *экалагічным мінімумам* або *ніжнім мяжой трываласці*. А

максімальнае значэнне, пры якім жыццядзейнасць арганізма спыняецца, — **экалагічным максімумам** або **верхняй мяжой трываласці**. Розныя віды могуць істотна адрознівацца па гэтых значэннях. У зоне ўмеранага клімату экалагічны мінімум па тэмпературы для дрэвавых раслін ляжыць у вобласці адмоўных тэмператур. Для травяністых раслін (пырнік паўзучы, цімафееўка лугавая, стрэлкі) ён крыху вышэйшы за 0 °С, а для некаторых культурных раслін (агуркі, таматы) ён не ніжэйшы за +10 °С. Такім чынам, для кожнага віду характэрны свае межы трываласці.

Межы трываласці — дыяпазон сілы ўздзеяння фактараў, у якім магчыма жыццядзейнасць арганізма.

Калі сіла ўздзеяння фактараў выходзіць за гэтыя межы, то жыццё арганізма ў дадзеным асяроддзі становіцца немагчымым, і ён гіне. У межах трываласці жыццядзейнасць арганізма моцна вар'іруецца ў залежнасці ад ступені выяўленасці фактараў. Але можна вылучыць тры зоны ўздзеяння фактараў, у якіх арганізм у адказ выяўляе характэрную рэакцыю (гл. мал. 3):

1) **зона песімуму** (ад лац. *pessimum* — прычыняць шкоду), або **зона прыгнечання**, — гэта дыяпазоны (іх два) сілы ўздзеяння фактараў, у межах якіх жыццядзейнасць арганізма зніжана. Пры такой сіле ўздзеяння фактараў немагчымы яго рост і развіццё, але захоўваецца магчымасць для існавання;

2) **зона нармальнай жыццядзейнасці**, або **зона нормы**, — дыяпазоны (іх два) сілы ўздзеяння фактараў, у межах якіх назіраюцца рост і развіццё арганізма. Аднак дадзеная сіла ўздзеяння фактараў неспрыяльна для яго размнажэння;

3) **зона оптымуму** (ад лац. *optimum* — найлепшы) — дыяпазон сілы ўздзеяння фактараў, у межах якога арганізм праяўляе максімальную жыццядзейнасць. Пры такой сіле ўздзеяння фактараў назіраюцца рост, развіццё і размнажэнне арганізма.

Для некаторых відаў арганізмаў у зоне оптымуму можна вылучыць пэўнае значэнне сілы фактараў, найбольш спрыяльнае для жыццядзейнасці. Яго называюць **экалагічным оптымумам**. Аднак часцей за ўсё найлепшыя паказчыкі жыццядзейнасці назіраюцца ў пэўным дыяпазоне сілы ўздзеяння фактараў, гэта значыць у зоне оптымуму.

Такім чынам, заканамернасцямі ўздзеяння фактараў асяроддзя на арганізм з'яўляюцца: экалагічны мінімум, экалагічны максімум, межы трываласці. У межах трываласці можна вылучыць зоны песімуму, нармальнай жыццядзейнасці і оптымуму.

Паняцце пра стэнабіёнтаў і эўрыбіёнтаў. Ва ўсіх відаў арганізмаў у працэсе эвалюцыі выпрацавалася здольнасць успрымаць сілу ўздзеяння фактараў асяроддзя ў тых межах, якія спрыяльна ўплываюць на іх жыццядзейнасць. Віды, якія доўга жылі ў адносна стабільных умовах асяроддзя, страцілі здольнасць вытрымліваць значныя адхіленні фактараў ад іх аптымальных значэнняў. У той жа час віды, якія былі схільныя да істотных ваганняў фактараў, сталі трывалымі ў адносінах да зменлівых умоў асяроддзя. Прыроджаная ўласцівасць відаў прыстасоўвацца да пэўнага дыяпазону змянення фактараў асяроддзя называецца *экалагічнай пластычнасцю* або *экалагічнай валентнасцю*.

У залежнасці ад меж трываласці віды падзяляюць на дзве групы: стэнабіёнты і эўрыбіёнты. **Стэнабіёнты** (ад грэч. *stenos* — вузкі) — віды арганізмаў, якія маюць вузкія межы трываласці. Яны здольныя існаваць на абмежаваных тэрыторыях з адносна пастаяннымі ўмовамі асяроддзя. Да стэнабіёнтаў належаць шмат якія жывёлы акіянічных глыбінь (камбала, скаты), жыхары пячор, вільготных трапічных лясоў (калібры), высакагорных раёнаў, ізаляваных акіянічных астравоў (каала, яхідна, качканос). Стэнабіёнтнасць абмяжоўвае магчымасць рассялення і абумоўлівае лакальнае распаўсюджванне відаў. **Эўрыбіёнты** (ад грэч. *eury* — шырокі) — віды арганізмаў, якія маюць шырокія межы трываласці. Яны могуць засяляць шырокія тэрыторыі і вытрымліваць значныя ваганні фактараў навакольнага асяроддзя. Эўрыбіёнты шырока распаўсюджаны па ўсёй планеце. З раслін да іх можна залічыць яліну, сасну, бярозу, пустазелле (пырнік, дзьмухавец). З жывёльнага царства — сабак, пацукоў, мышэй, вераб'ёў, сініц, галубоў.

► **Гэта цікава.** Рыбы, якія жывуць у вадаёмах пустынь, пераносяць перапады тэмпературы ад +10 да +40 °C. Яны з'яўляюцца эўрыбіёнтамі ў параўнанні з антарктычнымі рыбамі, якія пераносяць дыяпазон тэмператур ўсяго 4 °C (ад -2 да +2 °C). У Беларусі эладэя канадская і сумнік канадскі з'яўляюцца эўрыбіёнтамі па тэмпературным фактары, у выніку чаго яны шырока распаўсюдзіліся па ўсёй тэрыторыі. У той жа час ручаёвая фарэль — стэнабіёнт у адносінах да тэмпературы і канцэнтрацыі кіслароду. Яна не вытрымлівае прыметнага вагання значэнняў гэтых фактараў, таму можа жыць толькі ў пэўных вадаёмах.

З разнастайнасцю стэнабіёнтаў і эўрыбіёнтаў у адносінах да асобных экалагічных фактараў (святло, вільготнасць, тэмпература) вы пазнаёміцеся ў наступных параграфрах дадзенага раздзела, дзе разглядаюцца прыстасаванні арганізмаў да гэтых фактараў.

■ **Паўторым галоўнае.** Усе віды жывых арганізмаў у адносінах да розных экалагічных фактараў маюць пэўныя межы трываласці. Гэтыя межы абмежаваны экалагічным мінімумам і экалагічным максімумам. У межах трываласці вылучаюць зоны оптымуму, нармальнай жыццядзейнасці і песімуму. У залежнасці ад меж трываласці арганізмы падзяляюць на стэнабіёнтаў, якія маюць вузкія межы трываласці, і эўрыбіёнтаў — з шырокімі межамі трываласці.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняццяў «экалагічны мінімум», «экалагічны максімум», «экалагічны оптымум», «межы трываласці». 2. Вызначыце адрозненні паміж стэнабіёнтамі і эўрыбіёнтамі. Пацвердзіце іх прыкладамі. 3. Што такое «экалагічная пластычнасць»? Як яна ўплывае на межы трываласці арганізмаў?



Складаныя пытанні. 1. Выберыце з прапанаваных варыянтаў (25—60 %; 30—75 %; 35—85 %; 60—95 %) межы трываласці ў адносінах да вільготнасці, якія павінен мець арганізм, каб адчуваць сябе найбольш камфортна пры вільготнасці 60 %. 2. У арганізма межы трываласці ў адносінах да тэмпературы складаюць 4—30 °С. Пабудуйце ў адвольным маштабе сіметрычны графік залежнасці жыццядзейнасці арганізма ад тэмпературы, прыняўшы максімальную жыццядзейнасць за 100 %. З дапамогай графіка вызначыце экалагічны оптымум у адносінах да тэмпературы. У якую пару года будзе назірацца размнажэнне дадзенага арганізма ў кліматычных умовах Беларусі? 3. Фермер вырашыў вырошчваць капусту на продаж. Якія экалагічныя ведаў пра капусту і ўмовы асяроддзя яму спатрэбяцца для атрымання максімальнага ўраджаю і росквіту бізнесу?



§3-1

§ 4. Лімітуючыя фактары асяроддзя

- **Успомніце,** як змяняецца жыццядзейнасць арганізма пры змяненні сілы ўздзеяння экалагічнага фактару.
- **Як вы думаеце?** Як вызначыць фактар асяроддзя, ад якога залежыць жыццядзейнасць арганізма пры адначасовым уздзеянні ўсіх экалагічных фактараў?
- **Вы даведаецеся** пра лімітуючы фактар, які вызначае жыццядзейнасць арганізма ў яго асяроддзі пражывання.

Зыходзячы з апісаных раней заканамернасцей уздзеяння фактараў асяроддзя на арганізм, можна прадбачыць рэакцыю арганізма на пэўную сілу ўздзеяння фактару. Аднак у прыродзе ўсе фактары асяроддзя ўздзейнічаюць на арганізм адначасова і з рознай сілай. Прычым сіла ўздзеяння асобнага фактару залежыць ад спалучэння і колькаснага значэння сілы ўздзеяння іншых фактараў.

Узаемадзеянне фактараў асяроддзя. У асяроддзі пражывання экалагічныя фактары не толькі ўплываюць на арганізмы, але і ўзаемадзеінічаюць адзін з адным. Пры гэтым назіраецца ўзмацненне або аслабленне сілы ўздзеяння аднаго фактару пад уплывам іншага.

Высокую тэмпературу лягчэй пераносіць пры нізкай, а не высокай вільготнасці паветра. А пагроза абмаражэння вышэйшая на морозе з моцным ветрам, чым у безветранае надвор'е. Такім чынам, адзін і той жа фактар у спалучэнні з іншымі аказвае неаднолькавае ўздзеянне на арганізм. І наадварот, адзін і той жа экалагічны эфект для арганізма можа быць дасягнуты рознымі шляхамі.

Фактары асяроддзя ўздзейнічаюць на арганізм комплексна, і можа назірацца частковая ўзаемазамыняльнасць уздзеяння аднаго экалагічнага фактару іншым. Але ўзаемная кампенсцыя фактараў мае межы, і цалкам замяніць адзін з неабходных арганізму фактараў іншым немагчыма.

Зялёную расліну нельга вырасціць у поўнай цемнаце нават пры самай высокай канцэнтрацыі вуглякіслага газу. Яна не будзе расці на дыстыляванай (якая не змяшчае мінеральных рэчываў) вадзе пры самых аптымальных светлавым і цеплавым рэжымах. Гэта заканамернасць атрымала назву прынцыпу незаменнасці фактараў: дзеянне аднаго фактару можа быць зменена іншым, але не заменена ім. У прыродным асяроддзі ў выніку ўзаемадзеяння розных фактараў іх уздзеянне на арганізм можа кампенсаватца, падсумоўвацца і ўзаемна ўзмацняцца.

Кампенсцыя фактараў для арганізма назіраецца ў асноўным у межах экасістэмы. Менавіта ў экасістэме ўзмацненне або аслабленне сілы ўздзеяння аднаго фактару можа кампенсаватца недахоп ці лішак сілы ўздзеяння іншага фактару. Напрыклад, для раслін зніжэнне тэмпературы можа часткова кампенсаватца недахоп вільгаці ў глебе. Гэта адбываецца ў выніку аслаблення транспірацыі і памяншэння расходавання вады раслінамі пры нізкай тэмпературы.

Прыкладам простага **падсумоўвання фактараў** з'яўляецца адначасовае неспрыяльнае ўздзеянне на чалавека і жывёл высокай тэмпературы і недахопу вады. Пры недастатковым паступленні вады ў арганізм высокая тэмпература, якая павышае патавыдзяленне, будзе дадаткова паскараць працэс яго абязводжвання на тую колькасць вады, якая выдзяляецца з арганізма ў выніку яе выпарэння.

Экалагічныя фактары могуць **узаемна ўзмацняць** дзеянне адзін аднаго. Прыкладам можа служыць адначасовае неспрыяльнае ўздзеянне на арганізм чалавека радыеактыўнага выпраменьвання і павышанага ўтрымання нітратаў у пітной вадзе. У гэтым выпадку ў некалькі разоў

павялічваецца пагроза здароўю ў параўнанні з уздзеяннем кожнага з гэтых фактараў паасобку.

Ва ўмовах комплекснага ўздзеяння фактараў асяроддзя на арганізм часта бывае цяжка вызначыць, які з фактараў адыгрывае галоўную ролю ў жыцці арганізма ў дадзеным асяроддзі.

Паняцце пра лімітуючыя фактары. Фактары асяроддзя, якія ўплываюць на арганізм, валодаюць рознай сілай уздзеяння. Але арганізм у адзін і той жа момант не можа праяўляць розны ўзровень жыццядзейнасці ў адказ на дзеянне кожнага з гэтых фактараў. Напрыклад, калі для расліны тэмпература знаходзіцца ў зоне оптымуму, асветленасць — у зоне нармальнай жыццядзейнасці, а вільготнасць — у зоне песімуму, набліжаючыся да экалагічнага мінімуму, то дадзеная расліна не будзе расці і развівацца, хоць святла і цяпла дастаткова. Яе жыццядзейнасць будзе абмяжоўваць недахоп вільгаці. Калі выканаць паліванне, то расліна зноў пачне расці. У той жа час, калі пасля дасягнення оптымуму па вільготнасці тэмпература павялічыцца і апынецца ў зоне песімуму, набліжаючыся да экалагічнага максімуму, то рост расліны спыніцца з прычыны лішку цяпла. Такім чынам, у дадзенай сітуацыі жыццядзейнасць расліны прыгнятаецца залішняй дозай экалагічнага фактару.

Лімітуючы (абмежавальны) фактар — фактар, які найбольш адхіліўся ад свайго аптымальнага значэння ў межах трываласці або які выйшаў за гэтыя межы. Ён вызначае ўзровень жыццядзейнасці арганізма ў дадзеным асяроддзі. Паняцце «лімітуючы фактар» ужываецца не толькі ў адносінах да абіятычных фактараў, але і ў адносінах да ўсіх экалагічных фактараў. Нярэдка ў якасці лімітуючага фактару выступаюць канкурэнтныя адносіны (біятычныя фактары) або ўплыў чалавека (антрапагенныя фактары). Калі змяніць сілу ўздзеяння лімітуючага фактару, то жыццядзейнасць арганізма зменіцца. Значыць, выяўленне лімітуючых фактараў можа мець вялікае практычнае значэнне, паколькі дазваляе кіраваць жыццядзейнасцю арганізмаў.



► **Гэта цікава.** Для цеплалюбівых раслін (персік, лімон, апельсін) лімітуючым фактарам з’яўляецца нізкая тэмпература, і яны гінуць пры адмоўнай тэмпературы паветра, нягледзячы на аптымальнае ўтрыманне элементаў жыўлення ў глебе, аптымальную вільготнасць і асветленасць. Фактарам, які абмяжоўвае распаўсюджванне аленьў, з’яўляецца глыбіня снежнага покрыва, што вызначае даступнасць ежы. Кожная гаспадыня ведае, што дрожджы трэба актываваць (на самай справе размножыць), пакідаючы ў цёплай вадзе з дастатковай колькасцю цукру, таму што халодная вада і недахоп вугляводаў для іх з’яўляюцца лімітуючымі фактарамі.

Вызначэнне лімітуючых фактараў дае чалавеку зыходны пункт пры даследаванні складаных сітуацый у гаспадарчай дзейнасці. А таксама дапамагае зразумець шмат якіх з’явы і прынцыпы размеркавання арганізмаў у прыродзе. Асноўную ўвагу трэба надаваць тым фактарам, якія найбольш важныя для арганізма на дадзеным этапе яго жыццёвага цыкла. Тады ўдасца даволі дакладна прадказаць вынік змяненняў асяроддзя.

Каб захаваць знікаючы від у пэўным рэгіёне, трэба высветліць, ці не выходзяць лімітуючыя фактары асяроддзя за межы трываласці яго арганізмаў. Асабліва гэта важна ў перыяд размнажэння і развіцця. Змяняючы сілу ўздзеяння фактараў, якія абмяжоўваюць размнажэнне асобін, можна дамагацца павышэння іх колькасці. Такім спосабам удасца захаваць знікаючы від. Выяўленне лімітуючых фактараў вельмі важна і ў практыцы сельскай гаспадаркі. Так, накіраваўшы асноўныя намаганні на іх ліквідаванне, можна хутка і эфектыўна павялічыць ураджайнасць культурных раслін або прадукцыйнасць свойскай жывёлы.

■ **Паўторам галоўнае.** У прыродзе ўсе фактары асяроддзя ўздзейнічаюць на арганізм як адзіны комплекс. Уздзеянне асобнага фактара залежыць ад спалучэння і колькаснага значэння абсалютнай сілы іншых фактараў. Пры гэтым жыццядзейнасць арганізма вызначае лімітуючы фактар — фактар, які найбольш адхіліўся ад свайго аптымальнага значэння ў параўнанні з іншымі фактарамі асяроддзя. Змяняючы сілу гэтага фактара, можна кіраваць жыццядзейнасцю арганізмаў у прыродзе і гаспадарцы.



? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Што такое кампенсация ўздзеяння фактара на арганізм пад уплывам іншых фактараў асяроддзя? Прывядзіце прыклады. 2. Назавіце фактары, якія могуць узмацняць холад: высокая вільготнасць, слабы вецер, воблачнасць, нізкая вільготнасць, моцны вецер. 3. Як вызначыць лімітуючы фактар? Якое значэнне гэта мае ў прыродзе і гаспадарцы?



Складаныя пытанні. 1. Якое з пералічаных значэнняў тэмпературы (25 °C; 18 °C; 12 °C; 14 °C; 33 °C) будзе абмяжоўваць рост расліны, калі яе межы трываласці да тэмпературы складаюць 12—55 °C? Да якога з дадзеных значэнняў трэба павысіць тэмпературу, каб назіраўся максімальны рост дадзенай расліны? 2. Якія з экалагічных фактараў, на ваш погляд, з найбольшай верагоднасцю могуць стаць лімітуючымі для ўраджайнасці бульбы? Чаму? Як гэта можна выкарыстоўваць у сельскай гаспадарцы? 3. Які фактар будзе лімітуючым для хатніх кветак (напрыклад, архідэі)? Як можна паменшыць яго дзеянне, каб захаваць хатнія расліны, калі вашай сям’і неабходна паехаць у водпуск на 10 дзён?

§ 5. Святло ў жыцці арганізмаў. Фотаперыяд і фотаперыядызм

- **Успомніце**, якую ролю адыгрывае святло ў жыцці раслін.
- **Як вы думаеце?** Навошта патрэбна святло гетэратрофным арганізмам? Ці могуць яны жыць у поўнай цемнаце?
- **Вы даведаецеся** пра значэнне кампанентаў сонечнага святла для жыцця арганізмаў, пра паняцці «фотаперыяд» і «фотаперыядызм», пра адаптацыі да святла ў раслін розных экалагічных груп.

Святло як абіятычны фактар асяроддзя. Адною з умоў існавання жыцця на Зямлі з'яўляецца сонечнае святло, якое трапляе з касмічнай прасторы.

► **Гэта цікава.** Пры праходжанні сонечнай радыяцыі праз атмасферу каля 19 % паглынаецца воблакамі і вадзяной парай, 34 % адбіваецца назад у космас, 47 % дасягае зямной паверхні, з іх 24 % — прамая радыяцыя і 23 % — адбітыя прамяні. Расліны звязваюць у працэсе фотасінтэзу ў сярэднім 1 % сонечнай энергіі, якая трапляе на Зямлю.

У сонечным спектры вылучаюць тры асноўныя кампаненты: ультрафіялетавыя прамяні, бачнае святло і інфрачырвоныя прамяні.

Ультрафіялетавыя прамяні дзейнічаюць на арганізмы неадназначна ў залежнасці ад дозы. Залішняе апраменьванне ультрафіялетам можа прыносіць істотную шкоду здароўю. Усё жывое на Зямлі ахавана ад згубнага ўплыву ультрафіялетавых прамянёў аэрачным слоём зямной атмасферы. Аднак, нягледзячы на ахоўны аэрачны слой, на долю ультрафіялетавых прамянёў прыпадае каля 3 % сонечнага святла, якое дасягае паверхні Зямлі. Ультрафіялетавыя прамяні пашкоджваюць храмасомы, могуць выклікаць заўчаснае старэнне, стаць прычынай развіцця катаракты (памутнення крышталіка). Для людзей са светлай скурай ультрафіялетавыя прамяні з'яўляюцца асноўным фактарам, які прыводзіць да меланомы — самай небяспечнай формы рака скуры.

У той жа час у невялікіх дозах ультрафіялетавыя прамяні стымулююць сінтэз пігменту скуры меланіну і вітаміну D. З курса біялогіі 9-га класа вы ўжо ведаеце, што вітамін D уплывае на абмен кальцыю і фосфару ў арганізме. Гэта ў сваю чаргу ўплывае на рост і развіццё шкілета чалавека.

Бачнае святло найбольш важнае для існавання жыцця на Зямлі. Уся разнастайнасць кліматычных умоў і тэмпературы сушы і верхніх





пластоў воднай паверхні вызначаецца колькасцю паглынутай сонечнай энергіі. Розныя ўчасткі спектра бачнага святла дзейнічаюць на арганізмы па-рознаму. Чырвоныя прамяні робяць цеплавое ўздзеянне. Сінія і фіялетаваыя прамяні змяняюць хуткасць і напрамак некаторых біяхімічных рэакцый. Асабліва вялікае значэнне бачнага святла ў жыцці раслін, якія паглынаюць яго з дапамогай пігментаў і выкарыстоўваюць у працэсе фотасінтэзу.

Святло адыгрывае ролю асноўнага энергетычнага і сігналавага фактара. Для пераважнай большасці арганізмаў бачнае святло з'яўляецца крыніцай цяпла. Дзённым жывёлам бачнае святло дазваляе арыентавацца ў навакольным асяроддзі. Некаторыя начныя віды (совы, пугачы) могуць перамяшчацца нават пры слабай асветленасці.

Інфрачырвоныя прамяні з'яўляюцца крыніцай цеплавой энергіі, якая паглынаецца вадой клетак. На іх долю прыпадае 55 % сонечнага святла, якое дасягае Зямлі. Некаторыя наземныя жывёлы (яшчаркі, змеі) выкарыстоўваюць інфрачырвоныя прамяні для павышэння тэмпературы цела.

Фотаперыяд і фотаперыядызм. Ва ўмераных шыротх цыкл развіцця жывёл і раслін прымеркаваны да сезонаў (пор) года. Сігналам для падрыхтоўкі да змянення сезона служыць працягласць светлавага дня — фотаперыяд, які ў адрозненне ад іншых фактараў заўсёды застаецца пастаянным у пэўным месцы і ў пэўны час. На працягу года даўжыня дня змяняецца строга заканамерна і не схільная да ўздзеяння ваганняў іншых экалагічных фактараў.

Фотаперыяд — даўжыня светлавага дня, якая залежыць ад пары года. Змена сезонаў з'яўляецца вынікам руху Зямлі вакол Сонца і размяшчэння яе восі пад вуглом да плоскасці арбіты. Даўжыня светлавага дня ў вобласці экватара адносна пастаянная на працягу ўсяго года (каля 12 г). Але ва ўмераных і высокіх шыротх фотаперыяд значна адрозніваецца ў розныя поры года. У Паўночным паўшар'і ва ўмераных шыротх самы доўгі дзень — 22 чэрвеня — доўжыцца каля 17 г, а самы кароткі — 22 снежня — каля 7 г. Змяненне фотаперыяду адыгрывае сігнальную ролю як для раслін, так і для жывёл. Яно з'яўляецца пусковым механізмам, што ўключае паслядоўнасць фізіялагічных працэсаў і вызначае іх сезонныя рытмы.



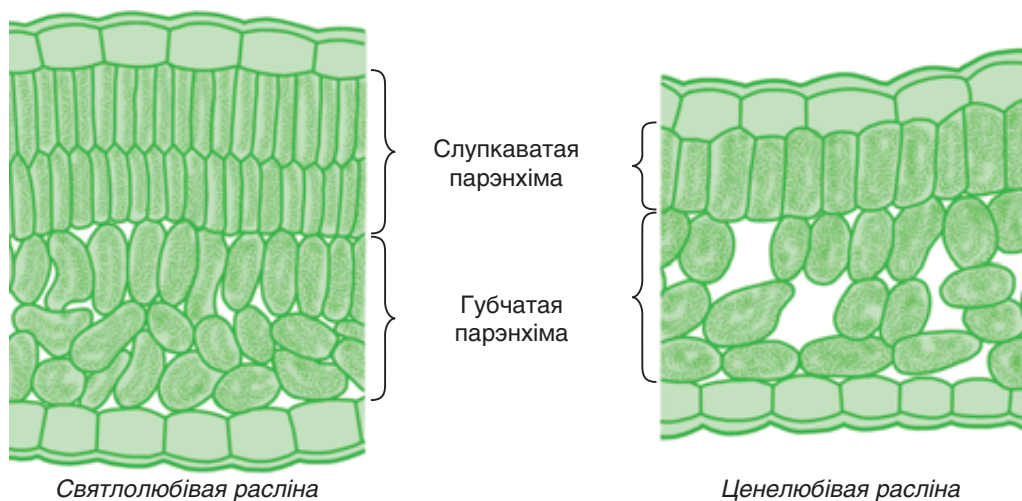
Фотаперыядызм — характэрная рэакцыя жывых арганізмаў на змяненне даўжыні светлавага дня, якая сінхранізуе іх біялагічную актыўнасць з парамі года. Пад фотаперыядычным кантролем знаходзяцца практычна ўсе працэсы жыццядзейнасці, звязаныя з развіццём і размнажэннем арганізмаў. Гэтыя рэакцыі заснаваны не проста на колькасці святла, што атрымліваюць арганізмы, а на заканамерным чаргаванні перыядаў святла і цемнаты, працягласці дня і ночы.

Трэба адзначыць, што арганізмы па-рознаму рэагуюць на змену светлага і цёмнага перыядаў сутак, гэта значыць праяўляюць сутачны фотаперыядызм. Перыяды актыўнасці і спакою настаюць у розны час сутак.

► **Гэта цікава.** Асабліва прыметна гэта залежнасць праяўляецца ў жывёл. Сярод іх можна вылучыць тры групы: дзённыя, начныя і змрочныя. *Дзённыя жывёлы* актыўныя ў светлы час сутак (пчала, ластаўка, заяц). Яны складаюць самую шматлікую групу. Здабыванне ежы ў *начных жывёл* адбываецца ў начны час (прусак, сава, цвыркун, пугач). *Змрочныя жывёлы* актыўныя толькі ў час змяркання (матылёк бражнік, хрушч).

Экалагічныя групы раслін у адносінах да светлавога рэжыму ў асяроддзі пражывання. Паводле разнастайнасці адаптацый і здольнасці расці пры пэўным светлавым рэжыме вылучаюць тры групы раслін: святлолюбівыя, ценелюбівыя і ценевынослівыя.

Святлолюбівыя расліны (расходнік, сланечнік, пшаніца) жывуць на адкрытых тэрыторыях (пустыні, стэпы, высакагорныя лугі, пусткі, абочыны дарог) і паглынаюць шмат сонечнай энергіі. У святлолюбівых раслін ліставыя пласцінкі ў асноўным больш тоўстыя і светлыя, чым у ценелюбівых і ценевынослівых раслін. Яны часцей невялікія, бліскучыя, часам пакрыты воскам або маюць апушэнне. Мякаць ліста добра развіта, асабліва *слупкаватая парэнхіма* (мал. 4), хларапласты дробныя.



Мал. 4. Унутраная будова лістоў раслін розных экалагічных груп

Ценелюбівыя расліны (імхі, папараці, кісліца, бальзамін, медуніца) растуць у моцна зацененых месцах (ніжнія ярусы трапічнага лесу, горныя цясніны, ельнікі, дубровы). У ценелюбівых раслін ліставыя пласцінкі вельмі тонкія, маюць добра развітую *губчатую парэнхіму*, змяшчаюць буйныя хларапласты і шмат міжклетнікаў. Слупкаватая парэнхіма развіта слаба і прадстаўлена, як правіла, адным пластом клетак (гл. мал. 4).

Ценевынослівыя расліны (ляшчына, сыць, трыпутнік, ажына) аддаюць перавагу добрай асветленасці (узлескі, лугі, стэпы), але могуць расці і ў цені. У залежнасці ад ступені ценевынослівасці яны маюць прыстасавальныя асаблівасці, якія збліжаюць іх то са святлолюбівымі, то з ценелюбівымі раслінамі. У ліставых ценевынослівых дрэвавых парод і хмызнякоў (дуб, ліпа, бэз) лісты, размешчаныя на перыферыі кроны, маюць структуру, падобную да структуры лістоў святлолюбівых раслін, і называюцца светлавымі, а ў глыбіні кроны знаходзяцца ценявыя лісты, якія маюць структуру, падобную да структуры лістоў ценелюбівых раслін.

■ **Паўторам галоўнае.** Сонечны спектр складаецца з бачнага святла, ультрафіялетавых і інфрачырвоных прамянёў. Фотаперыяд — даўжыня светлавога дня, якая залежыць ад пары года. Фотаперыядызм — характэрная рэакцыя жывых арганізмаў на змяненні даўжыні светлавога дня. Паводле прымеркаванасці перыядаў актыўнасці і спакою да пэўнага часу сутак жывёл можна падзяліць на дзённых, начных і змрочных. Паводле прыстасаванасці да пэўнага светлавога рэжыму наземныя расліны падзяляюць на святлолюбівыя, ценелюбівыя і ценевынослівыя.



? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Які ўплыў на арганізмы робяць ультрафіялетавыя прамяні? 2. У чым заключаецца энергетычная роля бачнага святла для арганізмаў? 3. Растлумачце паняцці «фотаперыяд» і «фотаперыядызм». 4. З прыведзенага пераліку жывёл выберыце прадстаўнікоў, у якіх перыяд актыўнасці прымеркаваны да начнога часу сутак: пчала, прусак, хрушч, сава, ластаўка, цвыркун, бражнік, заяц.

Складаныя пытанні. 1. Устаноўце адпаведнасць паміж назвамі экалагічных груп раслін і іх прадстаўнікамі. Экалагічныя групы: 1 — ценелюбівыя; 2 — ценевынослівыя. Прадстаўнікі: а) папараць; б) сыць; в) трыпутнік; г) кісліца; д) бальзамін; е) медуніца; ж) ажына; з) бэз. 2. Растлумачце, чаму на птушкафабрыках выкарыстоўваюць дадатковае штучнае асвятленне. 3. Як вы думаеце, чаму на невялікім прагалку растуць некаторыя віды раслін, якія адрозніваюцца ад тых, што сустракаюцца ў навакольным лесе?



§5-1
§5-2

§ 6. Тэмпература як экалагічны фактар. Прыстасаванні раслін і жывёл да розных тэмпературных умоў асяроддзя

- **Успомніце**, якую ролю адыгрывае тэмпература асяроддзя ў жыцці розных арганізмаў.
- **Як вы думаеце?** Чаму пры перамяшчэнні з поўдня на поўнач памеры цела жывёл, як правіла, павялічваюцца, а вышыня раслін памяншаецца?
- **Вы даведаецеся**, чаму тэмпература з'яўляецца адным з лімітуючых фактараў, якія прыстасаванні сфарміраваліся ў жывёл і раслін у адносінах да тэмпературы.



Тэмпература як абіятычны фактар асяроддзя. Адзін з важных лімітуючых фактараў асяроддзя на сушы — тэмпература. Уплыў тэмпературы на большасць арганізмаў праяўляецца ў рэгуляванні біяхімічных і фізіялагічных працэсаў жыццядзейнасці. Тэмпература можа ўплываць на характар паводзін, геаграфічнае размеркаванне арганізмаў.

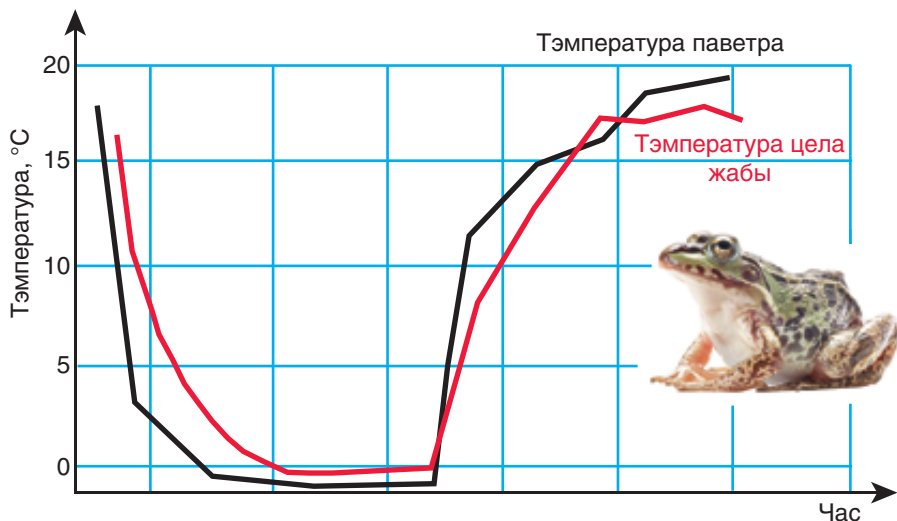
Для тэмпературнага фактару характэрны шырокія геаграфічныя, сезонныя і сутачныя ваганні. Межамі трываласці для любога віду з'яўляюцца тэмпературы, што прыводзяць да незваротнага парушэння працэсаў жыццядзейнасці. Дыяпазон тэмператур, якія пераносяць розныя віды арганізмаў, моцна вар'іруецца. Большасць вегетатыўных форм пракарыёт гіне пры тэмпературы $+60^{\circ}\text{C}$. Аднак маюцца тэрмафільныя бактэрыі, для якіх мінімальная тэмпературная мяжа росту $+60^{\circ}\text{C}$, а максімальная — да $+110^{\circ}\text{C}$ (так званыя экстрэмальныя тэрмафілы). Для большасці эўкарыёт верхняя мяжа тэмпературнага дыяпазону, як правіла, не перавышае $+50^{\circ}\text{C}$.

Паводле здольнасці рэгуляваць тэмпературу цела пры змяненні тэмпературы навакольнага асяроддзя арганізмы падзяляюць на дзве групы: пайкілатэрмныя і гамаятэрмныя.

Пайкілатэрмнымі называюцца арганізмы, тэмпература цела якіх непастаянная і змяняецца адначасова са змяненнем тэмпературы навакольнага асяроддзя (мал. 5, с. 28). Да іх належаць усе бактэрыі, пратысты, грыбы, расліны, беспазваночныя жывёлы, рыбы, земнаводныя і паўзуны. Тэмпература цела пайкілатэрмных арганізмаў звычайна на $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ адрозніваецца ад тэмпературы навакольнага асяроддзя або роўна ёй.



Гамаятэрмнымі называюцца арганізмы, здольныя падтрымліваць адносна пастаянную тэмпературу цела пры змяненні тэмпературы нава-



Мал. 5. Залежнасць тэмпературы цела жабы ад тэмпературы паветра

кольнага асяроддзя. Да іх належаць птушкі і млекакормячыя (у тым ліку і чалавек). Гамаятэрмныя арганізмы здольныя захоўваць актыўнасць у шырокім дыяпазоне тэмператур, таму, як правіла, маюць перавагі ў прасторавым рассяленні ў параўнанні з пайкілатэрмнымі арганізмамі.

Прыстасаванні раслін да розных тэмпературных умоў. Жыццядзейнасць раслін у значнай ступені залежыць ад тэмпературы навакольнага асяроддзя. Паводле патрэбнасці да колькасці цяпла іх падзяляюць на тры групы: 1) цеплалюбівыя; 2) тыя, якія патрабуюць умераных тэмператур; 3) холадаўстойлівыя.

Цеплалюбівыя расліны растуць у трапічным, субтрапічным паясах і ў месцапражываннях умеранага пояса, якія добра праграваюцца. У цеплалюбівых раслін выпрацаваліся разнастайныя адаптацыі да дзеяння высокіх тэмператур.

Пры высокай тэмпературы ў цытаплазме клетак цеплалюбівых раслін павялічваецца ўтрыманне ахоўных рэчываў (арганічных кіслот, солей, слізі). Яны перашкаджаюць разбурэнню цытаплазмы і абясшкоджаюць такія рэчывы, якія ўтвараюцца пад дзеяннем высокай тэмпературы. Эфектыўнай аховай раслін ад перагрэву служыць узмоцненая транспірацыя (выпарэнне вады пры адсутнасці яе дэфіцыту) дзякуючы вялікай колькасці вусцейкаў у лістах.

У раслін пустынь і стэпаў кароткі цыкл развіцця дазваляе пазбягаць дзеяння высокіх тэмператур. Уся вегетацыя ў іх адбываецца ранней вясной, а летнюю спёку яны перажываюць у стане насення або падземных парасткаў. Экалагічную групу травяністых аднагадовых раслін з вельмі кароткім вегетацыйным перыядам называюць *эфемерамі* (напрыклад, крупка, або вяснянка). Існуюць таксама падобныя да эфемераў шматгадовыя расліны — *эфемероіды*, у якіх адмірае толькі надземная частка (цюльпан, падснежнікі). А пры надыходзе спрыяльных умоў іх жыццё аднаўляецца за кошт пажыўных рэчываў, назапашаных у падземнай частцы.

Дзеянне высокіх тэмператур на цеплалюбівыя расліны субтрапічнага і трапічнага паясоў зніжаецца за кошт узмацнення адлюстравання сонечных прамянёў і памяншэння святлопаглынальнай паверхні. Павышэнню адбіцця сонечнага святла спрыяе светлая афарбоўка лістоў, іх бліскучая ці апушаная паверхня. Памяншэнне паглынання святла дасягаецца дзякуючы відазмяненню ліставых пласцінак. Гэта могуць быць калючкі (кактусы), памяншэнне памеру (саксаул), рассечанасць (пальмы), скручванне лістоў (кавыль). Процідзейнічае перагрэву раслін вертыкальнае ў адносінах да сонечных прамянёў размяшчэнне лістоў. Паваротам ліставой пласцінкі можа адбывацца змяненне вугла іх нахілу.

Расліны, якія патрабуюць умераных тэмператур, а таксама **холадаўстойлівыя** расліны, што растуць ва ўмераным і халодным паясах, вымушаны адаптавацца да нізкіх тэмператур.

У холадаўстойлівых раслін пры нізкіх тэмпературах адбываецца запасанне ў цытаплазме клетак пэўных рэчываў, якія зніжаюць тэмпературу замярзання вады. Крайняй мерай у барацьбе з холадам з'яўляецца пераход раслін у стан анабіёзу (абарачальнае прыпыненне жыццёвых працэсаў) з прычыны абязводжвання. Напрыклад, імхі і лішайнікі могуць працяглы час знаходзіцца ў такім стане.

Адаптацыі ў раслін халоднага клімату праяўляюцца ў выглядзе фарміравання *карлікавых* жыццёвых форм (бязроза, вярба). Сустрэкаюцца таксама *целістыя* (сланік кедравы, ядловец туркестанскі) і *падушкападобныя* (высакагорныя і арктычныя расліны-падушкі) жыццёвыя формы (мал. 6, с. 30). Такія расліны менш схільныя да ўздзеяння ветру, лепш накрыты снегам зімой, паўней выкарыстоўваюць цяпло глебы летам.

Ёсць прыстасаванні, якія ахоўваюць расліны як ад высокіх, так і ад нізкіх тэмператур. Імі з'яўляюцца: развіццё тоўстай коркі (вонкавай



Сланік кедравы



Расліны-падушкі

Мал. 6. Жыццёвыя формы раслін халоднага клімату



часткі кары) у дрэў, шматслойнай мёртвай пакрыўнай тканкі ў маладых парасткаў, ахоўнай лускі ў пупышак, трывалай лупіны ў насення.

Прыстасаванні жывёл да розных тэмпературных умоў. Разнастайнасць адаптацый жывёл да неспрыяльных тэмпературных умоў тлумачыцца наяўнасцю розных спосабаў тэрмарэгуляцыі. У пайкілатэрмных жывёл пры пераахладжэнні адбываецца запасанне біялагічных антыфрызаў (рэчываў, якія паніжаюць пункт замярзання вады) у вадкасцях цела. У арктычных і антарктычных рыб павышанае ўтрыманне такіх рэчываў перашкаджае зацвярдзенню іх цела ў халоднай вадзе.

У некаторых пайкілатэрмных жывёл рэгуляцыя цеплаабмену адбываецца дзякуючы асаблівасцям будовы крывяноснай сістэмы.

► **Гэта цікава.** Вялікае значэнне для тэрмарэгуляцыі ў пайкілатэрмных жывёл мае наяўнасць артэрыявенных цеплаабменнікаў. Сасуды, якія выходзяць з мышцаў, цесна дакранаюцца да сасудаў, што ідуць ад скуры. Кроў скуры сагравае кроў мышцаў, і ў глыб цела яна паступае цёплай. Адаўшы сваё цяпло, астуджаная мышачная кроў зноў накіроўваецца да паверхні цела. Пры павелічэнні тэмпературы асяроддзя ў яшчарак, напрыклад, павялічваецца хуткасць току крыві па сасудах.

Для атрымання максімальнай колькасці цяпла ў пайкілатэрмных жывёл выпрацаваліся два тыпы паводзінскіх адаптацый. Гэта актыўны выбар месцаў з найбольш спрыяльным тэмпературным рэжымам і змена пастаў.

► **Гэта цікава.** Актыўны выбар асветленых сонцам месцаў характэрны для паўзуноў і земнаводных. Атрымаўшы неабходную колькасць цяпла, жывёлы перамяшчаюцца ў цень або хаваюцца ў норах і падтрымліваюць тэмпературу за кошт мышачных скарачэнняў. Змена пастаў дазваляе змяняць паверхню цела, якая праграваецца сонцам. Напрыклад, марскія ігуаны на Галапагоскіх астравах у пахмурнае надвор'е прымаюць «распасцёртыя» паставы, усім целам прыціскаючыся да субстрату. Гэта забяспечвае максімальную паверхню абагрэвання. Пры перагрэве яны прымаюць «прыпаднутую» паставу, што вядзе да памяншэння паверхні абагрэвання, і цела абдзімаецца ветрам.

У гамаятэрмных жывёл барацьба з пераахладжэннем ідзе за кошт павышэння інтэнсіўнасці абмену рэчываў. У млекакормячых узмацняецца расшчапленне асобай тлушчавай тканкі (бурага тлушчу). Пры нізкіх тэмпературах у некаторых млекакормячых можа ўзнікаць мышачная дрыготка. Іншыя жывёлы ўпадаюць у зімовую спячку (барсукі, вожыкі).

Памяншэнню страт цяпла ў гамаятэрмных жывёл спрыяе цеплаізаляючае покрыва: у птушак — пёравае, у млекакормячых — валасяное. Захоўвае цяпло і падскурны тлушч (ластаногія, кітападобныя). У млекакормячых з кароткай і рэдкай шэрсцю важную ролю ў тэрмарэгуляцыі адыгрываюць сасудзістыя рэакцыі. Пашырэнне або звужэнне дробных паверхневых сасудаў скуры ўзмацняе ці зніжае цеплааддачу.

Для гамаятэрмных жывёл характэрны таксама адаптыўныя паводзіны. Яны праяўляюцца ў выглядзе выбару месцаў для аховы ад холаду або спёкі, сезонных міграцый. Жывёлы могуць зарывацца ў снег (курапаткі), утвараць цесныя сукупнасці асобін (пінгвіны) для зніжэння энергызатрат на тэрмарэгуляцыю.

Пры высокіх тэмпературах як у пайкілатэрмных, так і ў гамаятэрмных жывёл цеплааддача ўзмацняецца за кошт выпарэння вільгаці з паверхні цела (потавыдзяленне). Вільгаць можа выпарацца праз слізистыя абалонкі ротавай поласці і верхнія дыхальныя шляхі (цеплавая задышка).



§6-2

■ **Пайторым галоўнае.** Тэмпература можа аказваць лімітуючае дзеянне на арганізмы, уплываючы на хуткасць працэсаў жыццядзейнасці. Дыяпазон сцерпных тэмператур у розных відаў моцна вар'іруецца. Паводле здольнасці рэгуляваць тэмпературу цела пры змяненні тэмпературы навакольнага асяроддзя арганізмы падзяляюць на пайкілатэрмных і гамаятэрмных. Паводле патрэбнасці да колькасці цяпла расліны падзяляюць на: цеплалюбівыя; тыя, якія патрабуюць умераных тэмператур; холадаўстойлівыя. Да розных тэмпературных умоў асяроддзя ў раслін і жывёл выпрацаваліся розныя прыстасаванні.



? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Прывядзіце прыклады прыстасаванняў холадаўстойлівых раслін да нізкіх тэмператур. 2. Якія тыпы паводзінскіх адаптацый дазваляюць пайкілатэрмным жывёлам атрымліваць неабходную колькасць цяпла? 3. Ахарактарызуйце прыстасаванні гамаятэрмных жывёл, якія дазваляюць ім падтрымліваць пастаянную тэмпературу цела. 4. Вызначыце, якія з пералічаных жывёл з'яўляюцца пайкілатэрмнымі, а якія — гамаятэрмнымі: жаба, заяц, кіт, акула, змяя, кракадзіл, конь, трытон, алень, воўк.

Складаныя пытанні. 1. Якія адаптацыі да тэмпературы змяняцца ў жывёл умеранага пояса ў сувязі з пацяпленнем клімату? Дайце аргументаваны адказ. 2. Чаму персікі і абрыкосы (цеплалюбівыя расліны) не могуць расці ў тундры, але здольныя плоданасіць, калі растуць у Беларусі? 3. У пустынях жыве лісіца фенек, вушы ў якой значна большыя, чым у лісіцы, якая жыве ў Беларусі. У той жа час у пясца, што жыве ў тундры, вушы меншыя, чым у лісіцы ўмеранага пояса. Як растлумачыць гэту заканамернасць? 4. Чаму расліны тундры менш разнастайныя па памерах, чым расліны трапічных абласцей?

§ 7. Вільготнасць як экалагічны фактар. Прыстасаванні раслін да рознага воднага рэжыму

- **Успомніце**, якую ролю адыгрывае вада ў жыцці раслін.
- **Як вы думаеце?** Якія змяненні будуць назірацца ў раслін, што былі сарваны ў адзін і той жа час, але ў месцазнаходжаннях з розным водным рэжымам: на забалочанай мясцовасці, вільготным лузе і сухадольным лузе? Дайце тлумачэнне.
- **Вы даведаецеся** пра разнастайнасць адаптацый раслін да рознай ступені водазабеспячэння іх асяроддзя пражывання.

Вільготнасць як экалагічны фактар асяроддзя. У наземных умовах вільготнасць часцей за іншыя экалагічныя фактары лімітуе рост і развіццё арганізмаў. Тлумачыцца гэта тым, што вада адыгрывае важную ролю ў іх жыцці. Яна з'яўляецца ўніверсальным растваральнікам, асяроддзем для біяхімічных рэакцый у клетцы. Малекулы вады могуць непасрэдна ўдзельнічаць у абмене рэчываў. З'яўляючыся асноўным структурным кампанентам клетак, вада абумоўлівае іх тургар. У некаторых жывёл (круглыя і кольчатыя чэрві) вада служыць гідрастатычным шкілетам. Валодаючы высокім паверхневым нацяжэннем, вада выконвае транспартную функцыю (перамяшчэнне рэчываў) у арганізме. Дзякуючы высокай удзельнай цеплаёмістасці, цеплаправоднасці і цеплаце параўтварэння вада забяспечвае падтрыманне цеплавога балансу ў арганізме і прадухіляе яго перагрэў.

З курса геаграфіі вы ўжо ведаеце, як моцна адрозніваецца ўвільготненасць наземных месцазнаходжанняў у розных геаграфічных зонах.

Яна залежыць ад гадавой колькасці ападкаў. Маюць значэнне размеркаванне іх па порах года, запас глебавай вільгаці і грунтовых вод.

Недастатковая або залішняя ўвільготненасць асяроддзя — галоўная экалагічная праблема наземных жыхароў. Ступень увільготненасці асяроддзя ўплывае на знешнія аблічча і ўнутраную будову арганізмаў. У сувязі з гэтым вылучаюць розныя экалагічныя групы раслін.

Прыстасаванні раслін да рознага воднага рэжыму. У наземным асяроддзі забяспечанасць месцазнаходжанняў вадой і яе даступнасць вельмі нестабільныя. Выпрацоўка адаптацый да дэфіцыту вільгаці — вядучы напрамак эвалюцыі раслін пры асваенні сушы. Усе наземныя расліны прынята падзяляць на тры групы: гіграфіты, ксерафіты, мезафіты.

Гіграфіты (ад грэч. *hygrós* — вільготны, *phytón* — расліна) — расліны, якія жывуць на моцна ўвільготненых глебах і пры высокай вільготнасці паветра. Прадстаўнікамі гіграфітаў з’яўляюцца: асака, рыс, трыснёг, лотаць балотная, папірус (мал. 7). Яны сустракаюцца ва ўсіх кліматычных зонах. Гіграфіты маюць прыстасаванні для інтэнсіўнай транспірацыі. У іх тонкія ліставыя пласцінкі з адкрытымі ўвесь час вусцейкамі. У некаторых раслін ёсць спецыфічныя «вадзяныя вусцейкі». Праз іх вада выдзяляецца ў кропельна-вадкім стане.

У гіграфітаў слаба развіты механічная тканка, кутыкула і эпідэर्मіс. У мякаці лістоў маюцца буйныя міжклетнікі. У некаторых відаў у каранях і сцёблах магчыма наяўнасць *аэрэнхімы* (ад грэч. *аёр* — паветра, *энхыма* — тканка) — тканкі, якая запасіць паветра (балотныя гіграфіты). Слаба развіта каранёвая сістэма (карані тонкія, часта без каранёвых валаскоў). Гіграфіты не здольныя перанесці нават невялікі недахоп вільгаці ў глебе і хутка вянуць.



Лотаць балотная



Асака вострая

Мал. 7. Гіграфіты

Ксерафіты (ад грэч. *xērós* — сухі, *phytón* — расліна) — расліны, якія прыстасаваліся да жыцця ў засушлівых месцах (стэпы, пустыні, паўпустыні, саванны, высакагор’і). Яны здольныя доўга вытрымліваць недастатковае ўвільгатненне.

У ксерафітаў прыстасаванасць да сухіх месцазнаходжанняў звязана з абмежаваннем затрат вады на транспірацыю. У адных прадстаўнікоў яна суправаджаецца актыўным здабываннем вады пры яе недахопе ў глебе, а ў іншых — здольнасцю запасаць ваду ў тканках і органах на час засухі. У залежнасці ад тыпу адаптацый вылучаюць дзве формы ксерафітаў — сукуленты і склерафіты.

Сукуленты (ад лац. *succulentus* — сакавіты) — шматгадовыя расліны, здольныя запасаць ваду ў сваіх тканках і органах, а затым эканомна яе расходваць. У залежнасці ад таго, у якіх органах запасаецца вада, адрозніваюць тры тыпы сукулентаў: ліставыя, сцябловыя (мал. 8) і каранёвыя.

Сукуленты інтэнсіўна ўсмоктваюць ваду паверхневымі каранямі і запасаць яе ў тканцы вегетатыўных органаў. Глебавая вільгаць з глыбокіх пластоў глебы для іх недаступная. Эпідэрыс у гэтых раслін пакрыты тоўстай кутыкулай. Часта маецца васковы налёт або густое апущэнне. Нешматлікія вусцейкі пагружанага тыпу днём часцей за ўсё закрыты. У сцябловых сукулентаў лісты рэдукаваны да калючак (кактусы). Функцыя фотасінтэзу перайшла да сцябла, якое набыло зялёны колер.

Склерафіты (ад грэч. *sklērós* — цвёрды) — расліны са зніжанай транспірацыяй і здольнасцю актыўна здабываць ваду пры яе недахопе



Ліставыя (алоз)



Сцябловыя (кактусы)

Мал. 8. Сукуленты

ў глебе (палын, кавыль, саксаул, бадзяк, чартапалох) (мал. 9). Яны не запасаць вільгаць на перыяд засухі, а здабываюць яе і эканомна расходуюць. Жывуць склерафіты пераважна ў стэпах і пустынях, засушлівых месцазнаходжаннях умеранай зоны.

Склерафіты маюць сухія цвёрдыя лісты і сцёблы, пакрытыя тоўстай кутыкулай. З прычыны моцнага развіцця механічных тканак пры вадным дэфіцыце ў іх не назіраецца завяданне. Яны могуць пераносіць глыбокае абязводжванне і без прыметнай шкоды губляць 25—75 % ваднага запаса (гіграфіты вянуць пры страце 1—2 % вады).

У выніку высокай канцэнтрацыі рэчываў у клетачным соку ў склерафітаў развіваецца вялікая смактальная сіла, таму іх называюць раслінамі-помпамі. Іх карані ідуць глыбока ў зямлю (у вярблюдай калючкі даўжыня галоўнага караня дасягае 15 м). Некаторыя прадстаўнікі ўтвараюць разгалінаваную паверхневую каранёвую сістэму (стэпавыя злакі).

У перыяды засух транспірацыя памяншаецца за кошт шэрага марфалагічных адаптацый. *Па-першае*, у склерафітаў дробныя, часта ў выглядзе іголак або калючак, лісты. Яны маюць васковы налёт ці апущэнне і вусцейкі пагружанага тыпу. *Па-другое*, клеткі склерафітаў здольныя ўтрымліваць ваду дзякуючы высокай вязкасці цытаплазмы.

Мезафіты (ад грэч. *mésos* — сярэдні) — расліны, якія жывуць ва ўмовах умеранага ўвільгатнення. Яны здольныя пераносіць кароткачасовы недахоп вільгаці. Да іх належыць большасць ліставых дрэвавых раслін. Мезафітамі з'яўляюцца лугавыя і шматлікія лясныя травы, злакі, пустазелле, амаль усе культурныя расліны ўмеранай зоны. Гэта найбольш распаўсюджаная экалагічная група раслін.



Кавыль



Чартапалох

Мал. 9. Склерафіты

У параўнанні з гіграфітамі і ксерафітамі мезафіты маюць адаптыўныя прыметы прамежкавага характару. У іх умерана развіта каранёвая сістэма. На каранях маюцца каранёвыя валаскі, у лістах — невялікая колькасць вусцейкаў. У залежнасці ад забяспечанасці вільгаццю вусцейкі могуць у любы час адкрывацца ці закрывацца.

► **Гэта цікава.** У насенні мезафітаў, якія растуць у стэпах і пустынях, знаходзіцца інгібітар (запавольнік) прарастання. Ён вымываецца толькі пры колькасці ападкаў, дастатковай для вегетацыі. Такое прыстасаванне прадукцыйнае прарастанне насення і гібель праросткаў у перыяд засухі.

■ **Паўторам галоўнае.** Вада ўплывае на хуткасць абмену рэчываў, удзельнічае ў тэрмарэгуляцыі, выконвае транспартную ролю ў арганізме. У адносінах да ўвільготненасці асяроддзя пражывання вылучаюць наступныя групы наземных раслін: гіграфіты, ксерафіты (сукуленты, склерафіты), мезафіты. Яны адрозніваюцца па прыстасаванасці да рознага воднага рэжыму асяроддзя.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Якія групы раслін вылучаюць паводле адносін да вільгаці? 2. Ахарактарызуйце адаптацыі гіграфітаў. Назавіце іх прадстаўнікоў. 3. Якія агульныя і адметныя рысы будовы маюць сукуленты і склерафіты?

Складаныя пытанні. 1. Чаму букет з кветак лотаці балотнай хутка вяне, а хрызантэмы стаяць доўга? 2. Чаму ў сасны звычайнай, якая расце на пясчанай глебе, карань ідзе глыбока ў глебу, а ў сасны, што расце на балоце, каранёвая сістэма паверхневая? 3. Чаму ў стэпах масавае цвіццenne раслін пачынаецца вельмі рана (люты — сакавік) і хутка спыняецца? Дайце аргументаваны адказ.



§7-1

§ 8. Прыстасаванні жывых арганізмаў да сезонных рытмаў умоў асяроддзя пражывання

- **Успомніце,** якія змяненні назіраюцца ў раслін з надыходам халадоў, як змяняюцца паводзіны жывёл з надыходам вясны.
- **Як вы думаеце?** Што з'яўляецца прычынай змяненняў, якія ўзнікаюць у жыццядзейнасці раслін і жывёл пры змене сезонаў?
- **Вы даведаецеся** пра разнастайнасць прыстасаванняў раслін і жывёл да сезонных рытмаў умоў асяроддзя пражывання.

Як вы ўжо ведаеце з § 5, у большасці жывёл і раслін цыкл развіцця прымеркаваны да сезонаў года. Сігналам для падрыхтоўкі да змянення сезона служыць змяненне працягласці светлавога дня — фотаперыяду. Усе расліны і жывёлы, асабліва ўмеранага клімату, эвалюцыйна выпрацавалі механізмы пристасавання да сезонных змяненняў фактараў асяроддзя. Сезонныя з’явы ў прыродзе вывучае навука феналогія.

Прыстасаванні раслін да сезонных рытмаў умоў асяроддзя пражывання. У раслін працэсы росту і развіцця вызначаюцца сезоннымі асаблівасцямі кліматычных фактараў. Вясной пад іх уплывам у раслін актывізуецца фізіялагічныя працэсы, якія прыводзяць да росту і цвіцення, летам — да плоданашэння, восенню — да лістападу (мал. 10). Асноўным прыстасаваннем раслін да зімовых умоў з’яўляецца іх пераход у стан спакою, які характарызуецца спыненнем росту і запаволеннем біялагічных працэсаў. У некаторых раслін да надыходу халадоў фарміруюцца падземныя відазмененыя парасткі, якія змяшчаюць запас пажыўных рэчываў і здольныя пераносіць неспрыяльны перыяд года. Напрыклад, у нарцыса, цюльпана, лілеі ўтвараюцца цыбуліны; у бульбы, тапінамбуру — клубні. З надыходам спрыяльных умоў яны забяспечваюць вегетатыўнае размнажэнне.

Даўжыня светлавога дня, якая змяняецца на працягу года, як гадзіннік, паказвае раслінам лепшы час для пераходу да цвіцення, плоданашэння або для падрыхтоўкі да неспрыяльнага сезона. Важны таксама характар змянення даўжыні светлавога дня (укарочваецца ці падаўжаецца). Напрыклад, у шэрага шматгадовых злакаў пераход да цвіцення стымулюецца падаўжэннем светлавога дня вясной, у іншых



Вясна



Лета



Восень



Зіма

Мал. 10. Сезонныя змяненні ў жыцці раслін

відаў раслін, наадварот, для гэтага патрабуецца яго ўкарочванне. Паводле тыпу фотаперыядычнай рэакцыі наземныя расліны падзяляюць на тры асноўныя групы: караткадзённыя, даўгадзённыя і нейтральныя да даўжыні светлавога дня.

► **Гэта цікава.** *Караткадзённыя расліны* цвітуць ранняй вясной або восенню і маюць патрэбу для гэтага ў кароткай даўжыні светлавога дня (менш за 12 г). Да іх належаць: суніцы, хрызантэмы, рыс, соя, бабы, бурак, бавоўнік, проса. *Даўгадзённыя* расліны цвітуць летам і маюць патрэбу для гэтага ў даўжыні светлавога дня больш за 12 г. Прадстаўнікамі даўгадзённых раслін з'яўляюцца: бульба, жыта, ячмень, авёс, пшаніца, радыска. Расліны, *нейтральныя да даўжыні светлавога дня*, цвітуць незалежна ад яго даўжыні (агурок, сланечнік, кукуруза, тамат, гарох, дзьмухавец).

Такім чынам, рэгулюючы даўжыню светлавога дня ва ўмовах закрытага грунту, можна паскараць або запавольваць надыход перыяду цвіццення ў раслін кароткага ці доўгага светлавога дня ў залежнасці ад пастаўленых мэт.

У розныя сезоны лімітуючае дзеянне на расліны могуць аказваць розныя кліматычныя фактары — святло, тэмпература, вільготнасць. Прыстасаванні да іх недахопу або лішку ў асяроддзі пражывання разглядаліся ў § 5—7.

Прыстасаванні жывёл да сезонных рытмаў умоў асяроддзя пражывання. У жывёл да неспрыяльных сезонных з'яў сфарміраваліся разнастайныя прыстасаванні. Для іх характэрны сезонныя біялагічныя цыклы, у аснове якіх ляжаць складаныя фізіялагічныя механізмы. Так, адны жывёлы запасаць корм, іншыя набіраюць масу, трэція запавольваюць працэсы жыццядзейнасці, чацвёртыя павышаюць узровень цеплаўтварэння. На падрыхтоўку да зімы патрабуецца працяглы час для фізіялагічнай перабудовы арганізма і запасання неабходнага запасу энергетычных рэсурсаў.

У ходзе эвалюцыі жывёлы змаглі выпрацаваць тры асноўныя шляхі прыстасавання да неспрыяльных сезонных умоў асяроддзя: актыўны, пасіўны і пазбяганне неспрыяльных уздзеянняў.

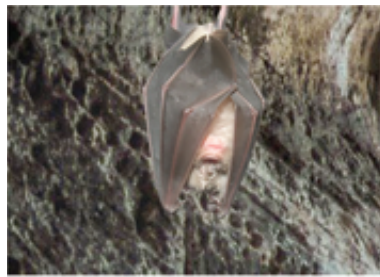
Актыўны шлях прыстасавання арганізмаў да сезонных ваганняў экалагічных фактараў — гэта, па-першае, *цеплакроўнасць* — падтрыманне арганізмам пастаяннай тэмпературы цела за кошт высокай інтэнсіўнасці абмену рэчываў, што дазваляе супрацьстаяць нізкім зімовым тэмпературам. Некаторыя млекакормячыя і птушкі змяняюць вонкавае

покрыва, каб паменшыць цеплааддачу ў зімовых умовах. У іх адбываецца асенняя *лінька* — змена летняга покрыва на больш густое зімовае.

Па-другое, у жывёл з’явіліся прыстасаванні, якія дазваляюць пераносіць недахоп вільгаці. Бурыя мядзведзі, суркі, хамякі да восені здольныя *запасіць буры тлушч*, які зімой расшчапляецца з утварэннем вады. У вярблюдаў запасы такога тлушчу дазваляюць працяглы час знаходзіцца ў пустыні без вады. Дробныя жывёлы — змеі, чарапахі, членістаногія — пры надыходзе засухі здабываюць вільгаць з ежы.

Пасійны шлях прыстасавання арганізмаў да сезонных ваганняў экалагічных фактараў праяўляецца своеасаблівым прыстасаваннем да перанясення неспрыяльных фактараў — спячкай. *Спячка* — гэта стан паніжанай жыццядзейнасці і абмену рэчываў, які настае ў некаторых гаматэрмных жывёл, калі ежа ці вада становяцца маладаступнымі і захаванне высокай інтэнсіўнасці абмену рэчываў немагчыма. У час спячкі адбываецца зніжэнне тэмпературы цела на некалькі градусаў, але звычайна не ніжэй за 10 °С, і тэрмарэгуляцыя не спыняецца. Пры гэтым дыханне становіцца рэдкім, сэрцабіцце запавольваецца, фізіялагічныя працэсы затарможваюцца. Адрозніваюць зімовую і летнюю спячку.

Зімовая спячка — адносна працяглы бесперапынны сон некаторых млекакормячых жывёл (бурыя мядзведзі, кажаны, суркі, барсукі, суслікі, бурундукі, вожыкі) у зімовую пару года (мал. 11). Галоўнай прычынай з’яўляецца недахоп корму. Спячка можа доўжыцца ад некалькіх дзён да многіх месяцаў у залежнасці ад рэгіёна і віду арганізмаў.



Кажан



Суслікі



Вожык



Бурундук

Мал. 11. Прыклады зімай спячкі ў млекакормячых

► **Гэта цікава.** Каала і сумчатых пацукі спяць зімой 6—12 дзён. Суслік спіць да 6 месяцаў у характэрнай паставе — седзячы на задніх канечнасцях, падагнуўшы галаву да брушка і накрывшы сябе хвостом. Вожык скручваецца клубком і засынае. Кажан, захінуўшыся крыламі, у стане спячкі праводзіць да 7 месяцаў (з кастрычніка па красавік), пакуль няма насякомых. Соні ва ўмераным клімаце спяць да 8 месяцаў. Сурок у стане заважанага абмену рэчываў праводзіць сумарна да 9 месяцаў.

Жывёлы, якія ўпадаюць у зімовую спячку, як правіла, не робяць запасаў ежы на зіму. Але яны за цёплую пару года запасаць у сваім целе тлушч, які дазваляе ім існаваць без ежы і вады.

► **Гэта цікава.** Падскурны пласт тлушчу ў мядзведзяў бліжэй да халадоў дасягае таўшчыні ў 7—9 см. Самкі набіраюць масу да 150 кг і больш, самцы — да 300 кг, прычым $\frac{1}{3}$ усёй масы прыпадае на тлушч. У аленьяў таўшчыня тлушчавага пласта дасягае 5—7 см. У барсукоў старыя самцы да зімы набіраюць да 32 кг масы.

Гарачую пару года некаторыя грызуны пераносяць у стане летняй спячкі, якая працягваецца да некалькіх месяцаў. Яна выклікана сезонным дэфіцытам вады.

Для пайкілатэрмных жывёл (насякомых, рыб, земнаводных, паўзуноў) характэрна здранцвенне. *Здранцвенне* — стан рэзка паніжанай жыццядзейнасці, пры якім усе ўнутраныя працэсы запавольваюцца на шмат мацней, чым пры спячцы. Тэмпература цела змяншаецца да значэння тэмпературы навакольнага асяроддзя, сэрцабіцце запавольваецца да 2—3 удараў, а дыханне — да 3—4 удыхаў у мінуту.

Зімовае здранцвенне настае пры недахопе цяпла, вільгаці і ежы ў асяроддзі пражывання. Пазваночныя жывёлы знаходзяць сабе зацішныя месцы (у норах, пад карчамі, у дуплах), насякомыя хаваюцца ў зямлю, пад кару дрэў, забіваюцца ў расколіны пнёў і ўпадаюць у здранцвенне да надыходу вясны.

Летняе здранцвенне ў жыхароў гарачых краін настае пры выгаранні расліннасці і недахопе вільгаці. Напрыклад, стэпавыя чарапахі пры летнім здранцвенні як бы высыхаюць — губляюць шмат вады.

Асаблівым прыстасаваннем да неспрыяльных умоў з'яўляецца *анабіёз* — часовы стан арганізма, пры якім жыццёвыя працэсы запаволены да мінімуму і адсутнічаюць усе бачныя прыметы жыцця. Ён характэрны ў асноўным для спор, сухога насення, пратыстаў, лішайнікаў, круглых чарвей. У такім стане яны здольныя доўга вытрымліваць

вельмі нізкія і высокія тэмпературы, пераносіць адсутнасць вады. Напрыклад, высушанае насенне раслін, споры, а таксама цысты пратыстаў здольныя вытрымліваць тэмпературы ніжэй за -200°C .

Пазбяганне неспрыяльных уздзеянняў — яшчэ адзін шлях прыстасавання арганізмаў да сезонных ваганняў экалагічных фактараў. Асноўным прыкладам з’яўляюцца *міграцыі* — рэгулярныя (паўтараюцца з года ў год) сезонныя перамяшчэнні вялікай колькасці птушак або іншых жывёл з аднаго месцапражывання ў іншае. Найбольш вядомыя міграцыі птушак умераных шырот (жураўлёў, буслоў, лебедзяў, гусей). Міграцыі здзяйсняюць і шмат якія млекакормячыя (паўночныя алені, антылопы гну, кіты), некаторыя паўзуны (марскія чарапахі), насякомыя (матылёк манарх).

► **Гэта цікава.** Птушкі здольныя здзяйсняць вельмі далёкія пералёты. Белыя буслы гняздуюцца ў Еўропе, а зімуюць у Паўднёвай Афрыцы. Гэтыя птушкі двойчы ў год пераадольваюць шлях у 10—15 тыс. км. Самыя далёкія пералёты здзяйсняюць палярныя крачкі. Гэтыя птушкі праводзяць лета ў тундры, дзе выводзяць птушанят, а зімуюць у Паўднёвым паўшар’і. Такім чынам, крачкі два разы ў год пралятаюць больш за 17 тыс. км. Паўночныя алені з надыходам зімы мігрыруюць з тундры ў лесатундру і паўночную тайгу, пераадольваючы адлегласці да 500 км.

Рэзкае і хуткае змяненне ўмоў асяроддзя пражывання можа прывесці да таго, што хуткасць прыстасавальных рэакцый арганізмаў будзе адставаць ад змянення ўмоў асяроддзя, што можа стаць прычынай вымірання віду. Сказанае ў поўнай меры датычыцца і чалавека.

■ **Паўторым галоўнае.** У раслін адаптацыя да змены сезонаў праяўляецца пераходам да наступнай стадыі жыццёвага цыкла. Вясной у іх актыўна працякаюць працэсы росту і развіцця, у большасці адбываецца цвіценне, летам — плоданашэнне, восенню — лістапад (за выключэннем голанасенных). Асноўным прыстасаваннем раслін да зімы з’яўляецца іх пераход у стан спакою. Паводле тыпу фотаперыядычнай рэакцыі наземныя расліны падзяляюць на тры групы: караткадзённыя, даўгадзённыя і нейтральныя да даўжыні светлавога дня. Асноўнымі шляхамі прыстасавання жывёл да неспрыяльных сезонных умоў асяроддзя з’яўляюцца: актыўны шлях (цеплакроўнасць, здольнасць запасіць тлушч); пасіўны шлях (спячка, здранцвенне, анабіёз); пазбяганне неспрыяльных уздзеянняў (міграцыя).



? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Назавіце прычыну надыходу лістападу ў дрэвавых двухдольных раслін. 2. Якія шляхі прыстасавання да сезонных змяненняў умоў асяроддзя выпрацавалі жывёлы? 3. З прыведзенага пераліку жывёл выберыце тых, якія ўпадаюць: 1 — у спячку; 2 — у здранцвенне. Барсук, сурок, жаба, змяя, мядзведзь буры, чарапаха, вожык, яшчарка, трытон, кажан, соня, бурундук, белы амур. Чым адрозніваюцца гэтыя станы?

Складаныя пытанні. 1. Якую ролю адыгрывае кіраванне даўжынёй светлавога дня для цяплічнай гаспадаркі? 2. Чаму астры, вяргіні і хрызантэмы цвітуць восенню, а цюльпаны і півоні — вясной? 3. Падзяліце пералічаныя ніжэй расліны на групы паводле тыпу фотаперыядычнай рэакцыі: авёс, радыска, дзьмухавец, рыс, бульба, проса, агурок, бавоўнік, кукуруза, тамат, сланечнік, соя, пшаніца, гарох. Назавіце, якія з іх не змогуць плоданасіць у нашых кліматычных умовах. Растлумачце чаму. 4. Як вы думаеце, чаму мядзведзь буры ўпадае ў зімовую спячку, а мядзведзь белы зімой актыўны?

§ 9. Паняцце пра асяроддзе жыцця. Воднае асяроддзе жыцця

- **Успомніце**, якія асноўныя асяроддзі жыцця існуюць на Зямлі.
- **Як вы думаеце?** Якія экалагічныя фактары з'яўляюцца лімітуючымі ў водным асяроддзі? Чаму відавая разнастайнасць у водным асяроддзі нашмат меншая, чым у наземна-паветраным?
- **Вы даведаецеся** пра асяроддзе жыцця і пра асаблівасці тэмпературнага, светлавога, газавага і салявага рэжымаў у водным асяроддзі жыцця.

Вам ужо вядома такое паняцце, як «асяроддзе пражывання», якое разглядалася ў § 2. Але ёсць яшчэ і паняцце «асяроддзе жыцця». Неабходна навучыцца іх адрозніваць. Што ж такое «асяроддзе жыцця»?

Асяроддзе жыцця — частка прыроды з асаблівым комплексам фактараў, для існавання ў якой у розных сістэматычных груп арганізмаў сфарміраваліся падобныя адаптацыі.

На Зямлі можна вылучыць чатыры асноўныя асяроддзі жыцця: воднае, наземна-паветранае, глебавае, жывы арганізм.

Воднае асяроддзе займае прыблізна 71 % паверхні зямнога шара. Вада як асноўны кампанент воднага асяроддзя мае шэраг спецыфічных уласцівасцей: вялікая шчыльнасць, павелічэнне ціску з глыбінёй, высокая ўдзельная цеплаёмкасць, моцнае паглыннанне сонечных прамянёў, адносна малое ўтрыманне кіслароду. Асобныя вадаёмы адрозніваюцца па салявым рэжыме, наяўнасці плыней і іншых параметрах.

Усе расліны воднага асяроддзя называюцца **гідрафітамі** (ад грэч. *hýdōr* — вада, *phytón* — расліна). Жывёльныя арганізмы, якія жывуць у водным асяроддзі, называюцца **гідрабіёнтамі** (ад грэч. *hýdōr* — вада, *bíos* — жыццё).

Шчыльнасць вады — фактар, які вызначае ўмовы перамяшчэння водных арганізмаў і ціск на розных глыбінях. Шчыльнасць вады ў 800 разоў большая за шчыльнасць паветранага асяроддзя. Прэсная вада мае максімальную шчыльнасць пры $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. У тоўшчы вады ціск узрастае на 1 атм кожныя 10 м глыбіні. Шмат якія водныя беспазваночныя жывёлы выкарыстоўваюць шчыльнасць вады ў якасці апоры, як умову для лунання ў вадзе. Наяўнасць паверхневага нацяжэння вады дазваляе некаторым водным беспазваночным перамяшчацца па воднай паверхні (вадамеры, вертуны).

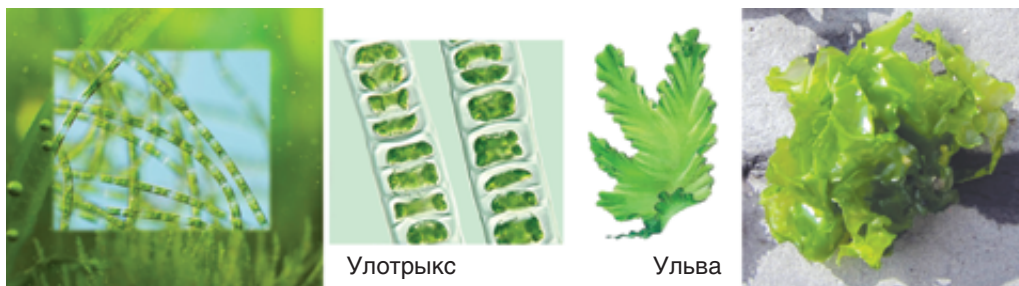
Большасць гідрабіёнтаў з'яўляюцца эўрыбіёнтамі ў адносінах да шчыльнасці асяроддзя і могуць жыць на розных глыбінях (акулы, кіты, марскія касцявыя рыбы). Так, некаторыя віды чарвей могуць жыць як у прыбярэжнай зоне, так і на вялікіх глыбінях. Аднак некаторыя гідрабіёнты жывуць на пэўных глыбінях (камбала, скаты, крабы, ракі) і з'яўляюцца стэнабіёнтамі ў адносінах да шчыльнасці вады.

Тэмпературны рэжым воднага асяроддзя. У вадзе тэмпература змяняецца ў меншай ступені, чым на сушы, з прычыны высокай удзельнай цеплаёмістасці і цеплаправоднасці вады. Павышэнне тэмпературы паветра на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ выклікае павышэнне тэмпературы вады на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. З глыбінёй тэмпература паступова зніжаецца. На вялікіх глыбінях тэмпературны рэжым адносна пастаянны (не вышэй за $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$). У верхніх пластах назіраюцца сутачныя і сезонныя ваганні (ад 0 да $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$). Паколькі ў водным асяроддзі тэмпература змяняецца ў вузкім дыяпазоне, то для большасці гідрабіёнтаў патрабуецца стабільная тэмпература. Для іх згубныя нават невялікія адхіленні тэмпературы, выкліканыя скідам прадпрыемствамі цёплых сцёкавых вод. Гідрабіёнты, здольныя існаваць пры вялікіх ваганнях тэмпературы, сустракаюцца толькі ў мелкіх вадаёмах, дзе з прычыны невялікага аб'ёму вады назіраюцца значныя сутачныя і сезонныя перапады тэмпературы.

Светлавы рэжым воднага асяроддзя. Святла ў вадзе менш, чым у паветры. Частка сонечных прамянёў адлюстроўваецца ад паверхні вады, а частка паглынаецца тоўшчай.

Фотасінтэзуючыя арганізмы ў чыстых водах мораў і акіянаў распаўсюджаны да глыбіні 200 м. У рэках гэты паказчык вагаецца ад 1,0 да 1,5 м і залежыць ад празрыстасці вады. Празрыстасць вады ў рэках і азёрах моцна зніжаецца з прычыны забруджвання суспензаванымі часцінкамі. На глыбіню больш за 1500 м святло практычна не пранікае.

У водным асяроддзі з аўтатрофаў найбольш шырока прадстаўлены водарасці, з якімі вы пазнаёміліся ў курсе біялогіі 7-га класа.



Улотрыкс

Ульва

Мал. 12. Марскія зялёныя водарасці

Зялёныя водарасці змяшчаюць зялёны, аранжавы і жоўты пігменты. Яны здольныя да фотасінтэзу пры дастатковай інтэнсіўнасці сонечнага святла. Таму растуць у мелкіх прэсных вадаёмах або на марскім мелкаводдзі. Да зялёных водарасцей належаць: спірагіра, улотрыкс, ульва (мал. 12).

У бурых водарасцей, акрамя зялёнага, змяшчаюцца буры і жоўты пігменты. Яны здольныя ўлоўліваць менш інтэнсіўнае сонечнае выпраменьванне на глыбіні 40—100 м. Прадстаўнікамі бурых водарасцей з'яўляюцца ламінарыя і фукус, якія растуць толькі ў морах (мал. 13).

Чырвоныя водарасці (парфіра, філафора і інш.) могуць жыць на глыбіні да 200 м (мал. 14). Акрамя зялёнага, яны змяшчаюць чырвоны і сіні пігменты, здольныя ўлоўліваць нават нязначнае святло.

Газавы рэжым воднага асяроддзя. У водным асяроддзі ўтрыманне кіслароду ў 20—30 разоў меншае, чым у паветры, таму ён часта становіцца лімітуючым фактарам. У насычанай кіслародам вадзе пры нізкай тэмпературы ўтрыманне яго складае не менш за 10 мл на 1 л вады.

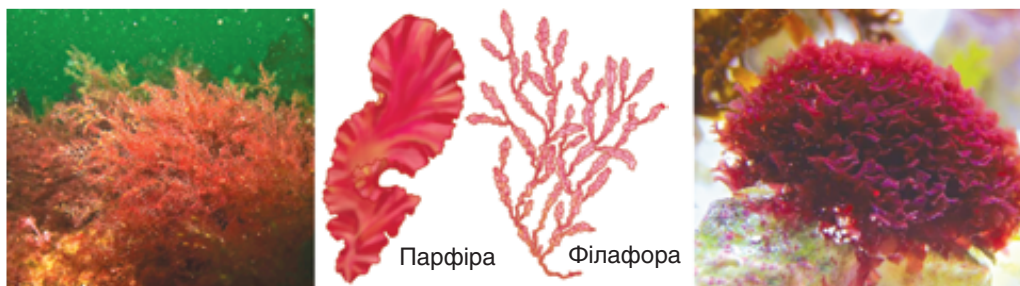
Кісларод паступае ў ваду за кошт фотасінтэзу водных раслін і здольнасці кіслароду паветра растварацца ў вадзе. Верхнія пласты вады багацейшыя на кісларод, чым ніжнія. З павышэннем тэмпературы і салёнасці вады канцэнтрацыя кіслароду памяншаецца. Каля дна вадаёма кісларод можа наогул адсутнічаць з прычыны паглынання доннымі



Ламінарыя

Фукус

Мал. 13. Марскія бурыя водарасці



Мал. 14. Марскія чырвоныя водарасці

адкладамі. Пры дэфіцыце кіслароду назіраюцца заморы (масавая гібель водных арганізмаў). Зімовыя заморы бываюць, калі вада пакрыта льдом. Летнія — калі пры высокай тэмпературы вады памяншаецца растваральнасць кіслароду і павялічваецца яго паглыннанне доннымі адкладамі. Прычынай можа быць і павышэнне канцэнтрацыі таксічных газаў (метану, серавадароду), якія ўтвараюцца пры раскладанні адмерлых арганізмаў. З прычыны зменлівасці канцэнтрацыі кіслароду большасць водных арганізмаў у адносінах да яго — эўрыбіёнты. Але ёсць і стэнабіёнты (фарэль, планарыя, лічынкі аўсянікаў і шыцікаў), якія не пераносяць недахопу кіслароду і з'яўляюцца індикатарамі высокага ўтрымання кіслароду ў вадаёме.

Вуглякіслы газ раствараецца ў вадзе ў 35 разоў лепш за кісларод, і яго канцэнтрацыя ў ёй у 700 разоў вышэйшая, чым у паветры. Марская вада — галоўны рэзервуар вуглякіслага газу на планеце: тут ён запасіцца дзякуючы дыханню водных арганізмаў, раскладанню арганічных рэшткаў. Вуглякіслы газ забяспечвае фотасінтэз водных раслін і выкарыстоўваецца пры ўтварэнні вапнавых шкілетаў беспазваночных жывёл.

Салёны рэжым воднага асяроддзя. Салёнасць вады адыгрывае важную ролю ў жыцці гідрабіёнтаў. Прыродныя воды па ўтрыманні солей падзяляюць на групы, прыведзеныя ў табліцы 1. У Сусветным акіяне салёнасць складае ў сярэднім 35 г/л. Самае высокае ўтрыманне солей у салёных азёрах (да 370 г/л). Тыповыя жыхары прэсных і салёных вод з'яўляюцца стэнабіёнтамі. Яны не пераносяць ваганняў салёнасці вады. Эўрыбіёнтаў параўнальна няшмат (вугор, колюшка, ласось). Яны могуць жыць як у прэснай, так і ў салёнай вадзе.

Табліца 1. Салёнасць прыродных вод

Тып прыродных вод	Утрыманне солей, г/л
Прэсныя	Менш за 0,5
Саланаватыя	0,5—16
Салёныя	Больш за 16

■ **Паўторым галоўнае.** На планеце Зямля вылучаюць чатыры асноўныя асяроддзі жыцця: воднае, наземна-паветранае, глебавае і жывы арганізм. Воднае асяроддзе мае вялікую шчыльнасць, высокую ўдзельную цеплаёмкасць, моцна паглынае сонечныя прамяні, змяшчае адносна малую колькасць кіслароду, але шмат вуглякіслага газу, ціск павялічваецца з глыбінёй. Шчыльнасць вады ў 800 разоў большая за шчыльнасць паветранага асяроддзя. У водным асяроддзі лімітуючым фактарам з'яўляецца кісларод. Тэмпературны рэжым у вадзе адносна пастаянны. Фотасінтэзуючыя арганізмы ў чыстых водах мораў і акіянаў распаўсюджаны да глыбіні 200 м. Па ўтрыманні солей прыродныя воды падзяляюць на тры групы: прэсныя, саланаватыя і салёныя.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняцця «асяроддзе жыцця». Чым гэта паняцце адрозніваецца ад паняцця «асяроддзе пражывання»? Якія асяроддзі жыцця можна вылучыць на планеце Зямля? 2. Да якой глыбіні могуць быць распаўсюджаны фотасінтэзуючыя арганізмы ў морах і акіянах? Чаму? 3. Назавіце састаў пігментаў у водарасцях, якія жывуць на рознай глыбіні мораў і акіянаў. Чым абумоўлена адрозненне саставу?

Складаныя пытанні. 1. Назавіце крыніцы кіслароду і вуглякіслага газу ў вадзе. Утрыманне якога з газаў з'яўляецца лімітуючым фактарам і чаму? 2. Назавіце прычыны зімовых і летніх замораў рыб. Прапануйце план мерапрыемстваў, якія дазваляюць іх прадухіляць.



§ 10. Адаптацыі арганізмаў да жыцця ў вадзе

- **Успомніце,** якія жывёлы і расліны жывуць у водным асяроддзі жыцця.
- **Як вы думаеце?** Дзякуючы якім асаблівасцям будовы водныя жывёлы не тонуць і могуць жыць на рознай глыбіні?
- **Вы даведаецеся** пра экалагічныя групы водных жыхароў і іх адаптацыі да жыцця ў водным асяроддзі.



Для воднага асяроддзя жыцця характэрна вялікая разнастайнасць аўтатрофных і гетэратрофных арганізмаў. Найбольшая разнастайнасць відаў назіраецца ў трапічных і субтрапічных морах на глыбіні, якая не перавышае 200—500 м.

Адаптацыі раслін да жыцця ў вадзе. У салёных водах з мнагаклетачных аўтатрофаў растуць толькі водарасці. Да змянення саставу сонечнага спектра ў залежнасці ад глыбіні яны прыстасаваліся шляхам змянення саставу сваіх пігментаў (гл. § 9).



Мал. 15. Марфалагічная разнастайнасць лістоў стрэлкалісту, які расце на сушы або часткова ці цалкам знаходзіцца ў вадзе

У прэсных вадаёмах у сцёблах раслін слаба развіты механічныя тканкі. Напрыклад, калі выцягнуць з вады гарлачык белы або гарлачык жоўты, то іх сцёблы нікнуць і не здольныя падтрымліваць кветкі ў вертыкальным становішчы. Апорай для іх служыць вада за кошт яе высокай шчыльнасці.

Адаптацыяй да недахопу кіслароду ў вадзе з’яўляецца наяўнасць у органах водных раслін паветраноснай тканкі (аэрэнімы). Мінеральныя рэчывы знаходзяцца ў вадзе ў раствораным стане, таму слаба развіты праводзячыя тканкі і каранёвая сістэма. Карані могуць наогул адсутнічаць (вольфія бескаранёвая) або служыць толькі для замацавання ў субстраце (рагоз, стрэлкаліст, шальнік), таму каранёвых валаскоў на каранях няма. Лісты часцей тонкія і доўгія або моцна рассечаныя. Вусцейкі ў лістоў, якія плаваюць, знаходзяцца на верхнім баку, а ў апушчаных у вадку — адсутнічаюць. Для некаторых раслін, што маюць апушчаныя ў вадку і надводныя лісты (гарлачык, стрэлкаліст), характэрна наяўнасць лістоў рознай формы (мал. 15).

Пылок, плады і насенне водных раслін прыстасаваны да распаўсюджвання вадой. Яны маюць коркавыя вырасты або трывалыя абалонкі, якія прадукцуюць пападанне вады ўнутр і загібаванне.

Адаптацыі жывёл да жыцця ў вадзе. У водным асяроддзі жывёлыны свет багацейшы, чым раслінны. Паколькі жывёлы належаць да гетэратрофаў і сонечнае святло не з’яўляецца для іх умовай існавання, то яны засялілі воднае асяроддзе да самых вялікіх глыбінь. Паводле тыпу адаптацый гідрабіёнтаў падзяляюць на наступныя экалагічныя групы: планктон, нектон, бентас.

Планктон (ад грэч. *planktós* — які лунае, блукае) — арганізмы, якія жывуць у тоўшчы вады і перамяшчаюцца пад уздзеяннем яе цячэння



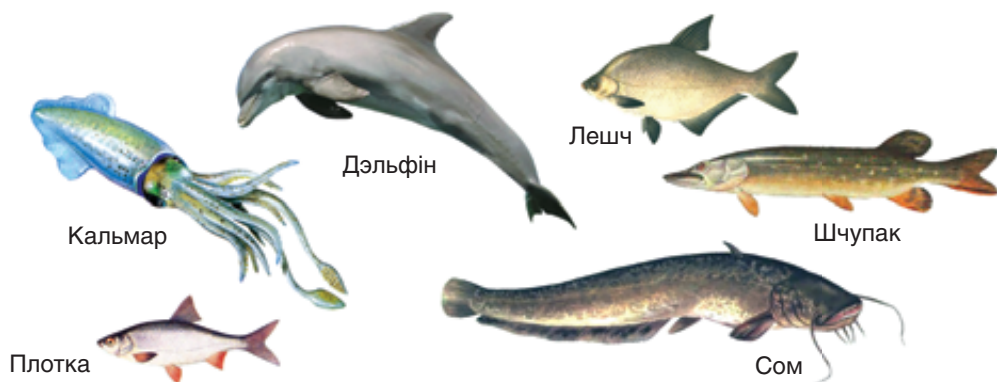
Мал. 16. Прадстаўнікі планктону

(мал. 16). Сюды належаць кішачнаполасцевыя, дробныя ракападобныя, лічынкі некаторых іншых беспазваночных. Усе іх адаптацыі накіраваны на павышэнне плавучасці цела: 1) павелічэнне паверхні цела за кошт сплесквання і падаўжэння формы, развіцця вырастаў і шчацінак; 2) памяншэнне шчыльнасці цела ў сувязі з рэдукцыяй шкілета, наяўнасцю тлушчавых кропель, пузыркоў паветра, слізістых чохлоў.

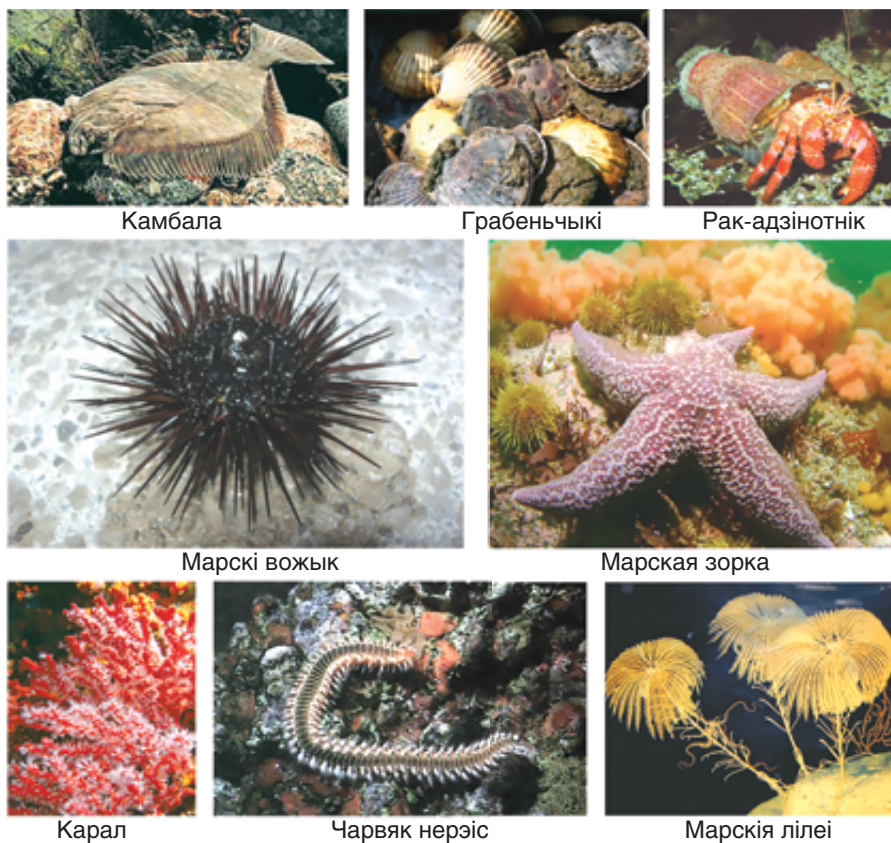
Нектон (ад грэч. *nēktós* — які плавае) — арганізмы, якія жывуць у тоўшчы вады і вядуць актыўны спосаб жыцця. Прадстаўнікамі нектону з'яўляюцца галаваногія малюскі, рыбы, кітападобныя (мал. 17). Супрацьстаяць цяжэнню ім дапамагаюць адаптацыі да актыўнага плавання і памяншэння трэння цела. Актыўнае плаванне дасягаецца за кошт добра развітой мускулатуры. Пры гэтым могуць выкарыстоўвацца энергія выкінутага струменя вады, выгінанне цела, плаўнікі, ласты. Памяншэнню трэння цела спрыяюць: абцякальная форма цела, эластычнасць скурнага покрыва, наяўнасць на скуры лускі і слізі.

Бентас (ад грэч. *bēnthos* — глыбіня) — арганізмы, якія жывуць на дне вадаёма або ў тоўшчы доннага грунту (мал. 18).





Мал. 17. Прадстаўнікі нектону



Мал. 18. Прадстаўнікі бентасу

Для бентасных арганізмаў характэрны адаптацыі, якія накіраваны на памяншэнне плывучасці:

1) пацяжэнне цела за кошт ракавін (малюскі), хіцінізаванай кутыкулы (ракі, крабы, амары, лангусты);

2) замацаванне на донным субстраце з дапамогай органаў фіксацыі (прысоскі ў п'явак, кручкі ў лічынак шыцікаў) або пляскатага цела (скат, камбала). Некаторыя прадстаўнікі закопваюцца ў грунт (многашчацінковыя чэрві).



■ **Паўторым галоўнае.** У салёных водах жывуць толькі водарасці, якія змяшчаюць шырокі спектр фотасінтэтычных пігментаў. У органах раслін, якія растуць у прэсных вадаёмах, маецца паветраносная тканка (аэраэхіма), але слаба развіты механічныя і праводзячыя тканкі. Каранёвая сістэма пазбаўлена каранёвых валаскоў або адсутнічае. Паводле характару адаптацый водных жывёл падзяляюць на тры асноўныя экалагічныя групы: планктон, нектон, бентас.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Назавіце тканкі і органы, якія слаба развіты ў водных раслін. Растлумачце чаму. 2. Размяркуйце пералічаныя расліны на групы: гідрафіты і гіграфіты. Падвей, урэчнік, эладэя, асака, гарлачык, рыс, раска, папірус. 3. З пералічаных жывёл выберыце прадстаўнікоў нектону: кальмар, медуза, камбала, васьміног, крэветка, марскі вожык, сом, дэльфін. 4. Устаноўце адпаведнасць паміж экалагічнымі групамі водных жыхароў і іх прадстаўнікамі. Экалагічныя групы: 1 — планктон; 2 — нектон; 3 — бентас. Прадстаўнікі: шчупак, медуза, камбала, васьміног, краб, дафнія, рак-адзіночнік.



Складаныя пытанні. 1. Апішыце размеркаванне жывых арганізмаў у водным асяроддзі і растлумачце, ад якіх фізічных і хімічных фактараў яно залежыць. 2. Чаму жывёльны свет у водным асяроддзі нашмат багацейшы, чым раслінны? Дайце аргументаваны адказ з улікам морфафізіялагічных асаблівасцей.

§ 11. Наземна-паветранае асяроддзе жыцця. Адаптацыі арганізмаў да жыцця ў наземна-паветраным асяроддзі

- **Успомніце**, чым паветра па ўласцівасцях адрозніваецца ад вады.
- **Як вы думаеце?** Які з фактараў наземна-паветранага асяроддзя жыцця з'яўляецца асноўным лімітуючым фактарам і чаму?
- **Вы даведаецеся** пра асаблівасці ўмоў у наземна-паветраным асяроддзі жыцця і пра адаптацыі арганізмаў да гэтых умоў.

У ходзе эвалюцыі наземна-паветранае асяроддзе жыцця было асвоена на арганізмамі пазней, чым воднае. Адметнымі асаблівасцямі наземна-паветранага асяроддзя з’яўляюцца: высокая інтэнсіўнасць святла, значныя ваганні тэмпературы і вільготнасці паветра, яго нізкая шчыльнасць і ціск, высокае ўтрыманне кіслароду. Пры гэтым назіраецца добра выяўленая залежнасць колькасных значэнняў гэтых фактараў ад геаграфічнага становішча мясцовасці, змены сезонаў і часу сутак.

Газавы рэжым наземна-паветранага асяроддзя. Адным з кампанентаў наземна-паветранага асяроддзя з’яўляецца паветра (сумесь розных газаў). Паветра валодае нізкай шчыльнасцю, таму не можа выконваць функцыю апоры для арганізмаў (за выключэннем лятучых насякомых і птушак). Менавіта нізкая шчыльнасць вызначае нязначнае супраціўленне паветра пры перамяшчэнні арганізмаў па паверхні глебы. У той жа час гэта ўскладняе іх перамяшчэнне ў вертыкальным напрамку. Нізкая шчыльнасць паветра абумоўлівае таксама нізкі ціск на сушы (760 мм рт. сл. = 1 атм). З павелічэннем вышыні над узроўнем мора ціск памяншаецца. На вышыні 5800 м ён роўны толькі палове нармальнага. Нізкі ціск можа абмяжоўваць распаўсюджванне відаў у гарах. Для большасці пазваночных верхняя мяжа жыцця знаходзіцца на вышыні каля 6000 м. Зніжэнне ціску выклікае памяншэнне забяспечанасці кіслародам і абязводжванне арганізмаў жывёл за кошт пачашчэння дыхання. Прыкладна такія ж межы прасоўвання ў горы раслін. Некалькі больш вынослівыя членістаногія (нагахвосткі, кляшчы, павукі), якія могуць сустракацца нават на ледавіках, вышэй за мяжу расліннасці.

Паветра менш, чым вада, перашкаджае пранікненню сонечнага святла, бо мае больш высокую прэзыстасць.

► **Гэта цікава.** Газавы састаў атмасферы з’яўляецца важным кліматычным фактарам. Прыкладна 3—3,5 млрд гадоў назад атмасфера змяшчала азот, аміяк, вадарод, метан і вадзяную пару, а свабодны кісларод у ёй адсутнічаў. Састаў атмасферы ў значнай ступені вызначаўся вулканічнымі газами.

У цяперашні час атмасфера складаецца ў асноўным з азоту, кіслароду і адносна невялікай колькасці аргону і вуглякіслага газу. Усе астатнія газы змяшчаюцца ў атмасферы ў следавых колькасцях.

Кісларод і вуглякіслы газ, як правіла, не з’яўляюцца лімітуючымі фактарамі: кісларод — з прычыны ўвесь час высокага ўтрымання ў паветры, а вуглякіслы газ — з прычыны вялікай хуткасці аднаўлення.

Важнае значэнне для арганізмаў мае адноснае ўтрыманне кіслароду і вуглякіслага газу. Як вы ўжо ведаеце з курса біялогіі 9-га класа, ад іх парцыяльнага ціску залежыць эфектыўнасць газаабмену ў лёгкіх.

Утрыманне вуглякіслага газу можа змяняцца ў асобных участках прыземнага пласта паветра ў даволі значных межах. Напрыклад, пры адсутнасці ветру ў цэнтры вялікіх гарадоў яго канцэнтрацыя ўзрастае ў дзясяткі разоў. Гэта прыводзіць да развіцця гіпаксіі (зніжэння ўтрымання кіслароду ў арганізме) і абвастрэння сардэчна-сасудзістых захворванняў у людзей. Насычэнне паветра вуглякістым газам узнікае ў зонах вулканічнай актыўнасці, каля тэрмальных вод і іншых падземных выхадаў гэтага газу. Нізкае ўтрыманне вуглякіслага газу тармазіць працэс фотасінтэзу. Ва ўмовах закрытага грунту можна павысіць хуткасць фотасінтэзу, штучна павялічваючы канцэнтрацыю вуглякіслага газу. Гэтым прыёмам карыстаюцца ў практыцы цяплічнай і аранжарэйнай гаспадаркі.

Малекулярны азот паветра з прычыны малой хімічнай актыўнасці не даступны для эўкарыёт, але шэраг пракарыёт (клубеньчыкавыя бактэрыі, азотабактар, цыянабактэрыі) валодаюць здольнасцю звязваць яго і ўключаць у біялагічны кругаварот (біялагічная азотфіксацыя).

У якасці прымесей у паветры прысутнічаюць вадзяная пара і розныя забруджвальнікі. За апошнія стагоддзі ў выніку гаспадарчай дзейнасці чалавека іх утрыманне ў атмасферы рэзка павысілася. Сярод забруджвальнікаў паветра найбольш небяспечнымі з'яўляюцца: аксіды азоту і серы, аміяк, фармальдэгід, цяжкія металы, вуглевадароды. Арганізмы, якія жывуць зараз, не прыстасаваны да іх. Па гэтай прычыне забруджванне атмасферы з'яўляецца глабальнай экалагічнай праблемай. Для яе рашэння патрабуецца ажыццяўленне прыродаахоўных мерапрыемстваў на ўзроўні ўсіх дзяржаў зямнога шара.



Мал. 19. Кедр з флагападобнай кронай, размешчанай у адпаведнасці з пераважным напрамкам вятроў

Перамяшчэнне паветра ў гарызантальным напрамку з вобласці высокага атмасфернага ціску ў вобласць больш нізкага — вецер — з'яўляецца адным са значных экалагічных фактараў наземна-паветранага асяроддзя. Вецер можа вы-

клікаць перамяшчэнне пяскоў у пустынях (пясчаныя буры). Ён здольны выдзімаць арганічныя часцінкі глебы на любым рэльефе, зніжаючы ўрадлівасць зямель (ветравая эрозія). Вецер аказвае механічнае ўздзеянне на расліны. Ён здольны выклікаць ветравалы (выварочванне дрэў з каранямі), бураломы (пераломы ствалоў дрэў), дэфармацыю кроны дрэў (мал. 19). Перамяшчэнне паветраных мас істотна ўплывае на размеркаванне ападкаў і тэмпературны рэжым наземна-паветранага асяроддзя.

Водны рэжым наземна-паветранага асяроддзя. З курса геаграфіі вы ведаеце, што наземна-паветранае асяроддзе можа быць як празмерна насычана вільгаццю (зона экватарыяльных лясоў), так і вельмі беднае ёю (пустыні). Ападкі размяркоўваюцца нераўнамерна як па сезонах, так і па геаграфічных зонах. Вільготнасць у асяроддзі вагаецца ў шырокім дыяпазоне. Яна з'яўляецца асноўным лімітуючым фактарам для жывых арганізмаў.

Тэмпературны рэжым наземна-паветранага асяроддзя. Тэмпература ў наземна-паветраным асяроддзі мае выяўленую сутачную і сезонную перыядычнасць. Арганізмы адаптаваліся да яе з моманту выхаду жыцця на сушу. Таму тэмпература радзей, чым вільготнасць, праяўляе сябе як лімітуючы фактар. Аднак у высокіх шыротах лімітуючае дзеянне тэмпературы ўзмацняецца. Жыццядзейнасць большасці арганізмаў абмежавана тэмпературным інтэрвалам ад 0 да +40 °С. Шмат якія наземныя арганізмы здольныя пераносіць адмоўныя тэмпературы ў неактыўным стане.

Паветра, у адрозненне ад воднага асяроддзя, валодае нізкай цеплаправоднасцю і нізкай удзельнай цеплаёмістасцю, што абумоўлівае хуткае награванне і астуджэнне паветраных мас. Таму ў жывых арганізмаў у сувязі з гэтым узніклі адпаведныя адаптацыі.

Адаптацыі раслін да жыцця ў наземна-паветраным асяроддзі. З выхадам раслін на сушу ў іх з'явіліся тканкі. Будову тканак раслін вы вывучалі ў курсе біялогіі 7-га класа. У сувязі з тым што паветра не можа служыць надзейнай апорай, у раслін узніклі *механічныя* тканкі (драўняныя і лубяныя валокны). Шырокі дыяпазон змянення кліматычных фактараў стаў прычынай фарміравання шчыльных *покрыўных* тканак. Знаходжанне вады і пажыўных рэчываў у глебе абумовіла з'яўленне *праводзячых* тканак, фарміраванне караня, сцябла і лістоў. Дзякуючы рухомасці паветра (ветру) у раслін сфарміраваліся прыстасаванні да апылення, распаўсюджвання спор, пладоў і насення.

Адаптацыі жывёл да жыцця ў наземна-паветраным асяроддзі. Жыццё жывёл у залежным стане ў паветры немагчыма з прычыны яго нізкай шчыльнасці. Але шмат якія з відаў (насякомыя, птушкі) прыстасаваліся да актыўнага палёту і працяглага знаходжання ў паветры. Перамяшчэнне паветраных мас у гарызантальным і вертыкальным напрамках выкарыстоўваецца некаторымі дробнымі арганізмамі для пасіўнага перасоўвання. Такім спосабам рассяляюцца пратэсты, павукі, насякомыя. Нізкая шчыльнасць паветра стала прычынай удасканалення ў жывёл у працэсе эвалюцыі вонкавага (членістаногія) і ўнутранага (пазваночныя) шкілетаў. Па гэтай жа прычыне існуюць гранічныя масы і памеры цела наземных жывёл. Самая буйная жывёла сушы з тых, што існуюць зараз, — слон (маса да 5 т) — значна меншая за марскога гіганта — сіняга кіта (да 150 т). Толькі дзякуючы з'яўленню розных тыпаў канечнасцей млекакормячых змаглі засяліць разнастайныя па характары рэльефу ўчасткі сушы.

У жывёл, якія жывуць у засушлівых рэгіёнах, з'явіліся прыстасаванні да здабывання і ўтрымання ў цэле вады. Так, чарапахы слановай запасіць ваду ў мачавым пузыры; шмат якія насякомыя, грызуны і іншыя жывёлы атрымліваюць ваду з ежай; некаторыя млекакормячыя пазбягаюць дэфіцыту вільгаці шляхам адкладу тлушчу, пры акісленні якога ўтвараецца метабалічная вада. За кошт метабалічнай вады жывуць шмат якія насякомыя, што кормяцца сухім кормам, вярблюды, курдзючныя авечкі, тлустахвостыя тушканчыкі.

► **Гэта цікава.** Жаба плоскагаловая лапатніца, або пустынная аўстралійская жаба, у перыяд дажджоў запасіць у вялікіх падскурных «мяшках» і поласцях цела так шмат вады, што раздзімаецца і нагадвае гузаваты тэнісны мяч. Пасля гэтага яна хаваецца пад зямлю. Там, на глыбіні 30—35 см, жаба выдзяляе спецыяльную сліз, якая дадаткова ахоўвае жывёлу ад страты вільгаці. Дзякуючы такім прыстасаванням жаба можа вытрымаць засуху цэлы год і нават больш. Ведаючы гэтыя асаблівасці мясцовых земнаводных, з даўніх часоў абарыгены Аўстраліі, апynuўшыся ў пустыні, адшукваюць іх, каб прагнаць смагу.

Такім чынам, для жыцця ў наземна-паветраным асяроддзі ў жывёл маюцца прыстасаванні: 1) крылы для палёту або канечнасці для перамяшчэння па сушы; 2) вонкавае пакрыва для аховы ад нізкіх ці высокіх тэмператур; 3) вонкавы або ўнутраны шкілет для падтрымання цела ў паветранай прасторы; 4) прыстасаванні для здабывання і ўтрымання ў цэле вады.

■ **Паўторым галоўнае.** У наземна-паветраным асяроддзі паветра мае нізкую шчыльнасць і ціск, высокую празрыстасць і ўтрыманне кіслароду. Вільготнасць у асяроддзі з’яўляецца асноўным лімітуючым фактарам і залежыць ад кліматычнага пояса. У раслін і жывёл да жыцця ў наземна-паветраным асяроддзі выпрацаваліся разнастайныя адаптацыі. У раслін з’явіліся механічныя, покрыўныя і праводзячыя тканкі, сфарміраваліся органы. Наяўнасць ветру прывяла да развіцця ў іх прыстасаванняў для апылення, распаўсюджвання спор, насення і пладоў. У жывёл для перамяшчэння ў паветры сфарміраваліся крылы — прыстасаванні да палёту, а для перамяшчэння па сушы — розныя тыпы канечнасцей. Нізкая шчыльнасць паветра стала прычынай далейшага развіцця вонкавага і ўнутранага шкілетаў. Зменлівасць умоў асяроддзя прывяла да фарміравання ў жывёл ахоўнага покрыва цела.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Ахарактарызуйце ўласцівасці паветра як кампанента наземна-паветранага асяроддзя. 2. Якія фактары наземна-паветранага асяроддзя з’яўляюцца лімітуючымі? Чаму? 3. Назавіце найбольш небяспечныя забруджвальнікі паветра. У чым іх небяспека?

Складаныя пытанні. 1. Абгрунтуйце неабходнасць з’яўлення ў раслін пасля іх выхаду на сушу розных тканак: механічных, покрыўных, праводзячых. 2. Чым абумоўлена неабходнасць з’яўлення ў жывёл, што жывуць у наземна-паветраным асяроддзі, розных тыпаў канечнасцей? Прывядзіце прыклады жывёл з рознымі тыпамі канечнасцей.



§ 12. Глебавае асяроддзе жыцця. Адаптацыі арганізмаў да жыцця ў глебе

- **Успомніце**, што такое глеба, назавіце віды арганізмаў, якія жывуць у глебе.
- **Як вы думаеце?** Якія прыстасаванні да эдафічных экалагічных фактараў павінны мець арганізмы, каб жыць у глебавым асяроддзі?
- **Вы даведаецеся** пра асаблівасці ўмоў глебавага асяроддзя жыцця і пра адаптацыі арганізмаў да іх.

Агульная характарыстыка глебы як асяроддзя жыцця. Глеба — верхні пласт зямной кары, які валодае ўрадлівасцю. Яна ўтварылася ў выніку ўзаемадзеяння кліматычных і біялагічных фактараў з падсцілаючай пародай (пясак, гліна). Глеба таксама з’яўляецца крыніцай мінеральнага жывлення для раслін. У той жа час глеба — гэта асяроддзе жыцця шмат для якіх арганізмаў. Гэта самае маладое асяроддзе жыцця на Зямлі.

З моманту ўзнікнення яна адыгрывае важную ролю ў эвалюцыі арганічнага свету. Для яе характэрны наступныя ўласцівасці: высокая шчыльнасць, водны і тэмпературны рэжымы, аэрацыя (забеспячэнне паветрам), кіслотнасць (рН), засаленасць.

Шчыльнасць глебы павялічваецца з глыбінёй і залежыць ад яе структуры, якая вызначаецца адносным утрыманнем у ёй пяску і гліны. Найбольш спрыяльная для росту раслін глеба, якая змяшчае пясок і гліну прыкладна ў роўных колькасцях. Паводле механічнага саставу больш распаўсюджанымі з’яўляюцца гліністыя (цяжкія), суглінкавыя і пясчаныя (лёгкія) глебы, якія істотна адрозніваюцца па водным і тэмпературным рэжымах.

Водны і тэмпературны рэжымы глебы цесна ўзаемазвязаныя і ўзаемазалежныя. Глебавую вільгаць паводле ступені даступнасці падзяляюць на тры віды: свабодную (гравітацыйную), капілярную і плевачную (гіграскапічную).

► **Гэта цікава.** *Свабодная* вада рухомая, запаўняе шырокія прамежкі паміж часцінкамі, але не ўтрымліваецца ў глебе. Яна здольная прасочвацца ўніз пад дзеяннем сілы цяжару, пакуль не дасягне грунтавых вод. Арганізмы яе лёгка засвойваюць. *Капілярная* вада ўтрымліваецца ў вузкіх глебавых каналах сіламі паверхневага нацяжэння. Яна можа паднімацца да паверхні па порах ад грунтавых вод, лёгка выпараецца, свабодна паглынаецца раслінамі. *Плевачная* вада ў глебе ўтрымліваецца за кошт вадародных сувязей з глебавымі часцінкамі і практычна недаступная для раслін. У гліністых глебах яе ўтрыманне дасягае 15 %, у пясчаных — 5 %. Па меры запасання плевачнай вады яна пераходзіць у капілярную.

Існуе пастаянны абмен паміж глебавымі, грунтавым і паверхневым водамі, які змяняе сваю інтэнсіўнасць і накіраванасць у залежнасці ад клімату, сезона года.

Тэмпературныя ваганні ў глебе згладжаны ў параўнанні з прыземным паветрам і на глыбіні 1—1,5 м ужо не прасочваюцца. Добра ўвільготненыя глебы павольна праграваюцца і павольна астываюць і наадварот. Гэта абумоўлена высокай цеплаёмістасцю вады. Гідратэрмічны рэжым глебы залежыць ад структуры глебы і ўтрымання *гумусу* (арганічнага рэчыва). Гліністыя глебы добра ўтрымліваюць вільгаць, таму горш праграваюцца, але даўжэй захоўваюць цяпло, чым пясчаныя. Цёмны колер гумусу спрыяе лепшаму праграванню глебы, а яго высокая вільгацяёмістасць — утрыманню вады глебай.

Глебавае паветра, таксама як і глебавая вільгаць, знаходзіцца ў порах паміж часцінкамі глебы. Усе поры, свабодныя ад вады, запоўнены

паветрам. Так адбываецца **аэрацыя** (забеспячэнне паветрам) глебы. Порушасць глебы ўзрастае ад глін да суглінкаў і пяскоў. На лёгкіх (пясчаных) глебах аэрацыя лепшая, чым на цяжкіх (гліністых). Паміж глебай і атмасферай адбываецца свабодны газаабмен, у выніку чаго газавы састаў абодвух асяроддзяў мае падобныя параметры. Аднак у паветры глебы з прычыны дыхання арганізмаў, якія жывуць у ёй, змяшчаецца менш кіслароду і больш вуглякіслага газу, чым у атмасферным паветры. Аэрацыя глебы залежыць ад яе вільготнасці і тэмпературы. Павышэнне вільготнасці і тэмпературы глебы пагаршае яе аэрацыю і наадварот. З глыбінёй у глебе павялічваецца ўтрыманне вуглякіслага газу. Названыя фактары з'яўляюцца аднымі з прычын вертыкальнай міграцыі арганізмаў у глебе.

Кіслотнасць глебы выражаецца праз рН глебавага раствору (вадкай фазы глебы) — адмоўны лагарыфм канцэнтрацыі вадародных іонаў.

► **Гэта цікава.** Пры $\text{pH} = 7$ рэакцыя глебавага раствору з'яўляецца нейтральнай; калі яго значэнне ніжэйшае за 7, то глеба кіслая; калі вышэйшая за 7, то шчолачная. Такім чынам, чым ніжэйшае значэнне рН, тым вышэйшая кіслотнасць глебы.

Расліны больш адчувальныя да рН глебы, чым жывёлы. Для кожнага віду раслін існуе аптымальнае значэнне кіслотнасці глебы, пры якім яны развіваюцца найлепшым чынам, таму рН з'яўляецца адным з найбольш важных паказчыкаў якасці ўрадлівасці. Пры неадпаведнасці кіслотнасці глебы патрэбнасцям раслін у іх парушаецца звычайны працэс жыўлення і некаторыя карысныя рэчывы і злучэнні не засвойваюцца ці засвойваюцца вельмі дрэнна, у выніку чаго запавольваецца рост раслін.

Засоленасць глебы характарызуецца ўтрыманнем у яе профілі лёгкарастваральных солей у таксічных для раслін колькасцях ($> 0,25\%$). Засоленыя глебы шырока распаўсюджаны ў зонах сухіх стэпаў і пустынь, сустракаюцца таксама ў лесастэпавай зоне.



► **Гэта цікава.** Засоленыя глебы адрозніваюцца паводле глыбіні залягання солевага гарызонту, хімічнага саставу засалення і ступені засалення. На першай прымеце глебы падзяляюцца на саланцы — солі размешчаны ў глыбокіх пластах глебы (80—150 см) — і саланчакі — яны ўтрымліваюць вялікую колькасць вадарастваральных солей ля самай паверхні (да 30 см) і ў профілі (30—80 см). Паводле хімічнага саставу солей глебы класіфікуюцца зыходзячы з пераважных аніёнаў (напрыклад, хларыдныя, сульфатныя).

Прычынай засалення глеб можа быць няправільны рэжым арашэння ворных зямель у зоне засушлівага клімату.

Адаптацыі арганізмаў да жыцця ў глебавым асяроддзі. У глебе жыве мноства відаў мікраарганізмаў, раслінных і жывёльных арганізмаў. Глебавыя мікраарганізмы (бактэрыі, грыбы, пратысты) удзельнічаюць у глебаўтварэнні, раскладаючы раслінныя і жывёльныя рэшткі.

У жыцці раслін глеба выконвае функцыі замацавання, водазабеспячэння, крыніцы мінеральнага жыўлення. Канцэнтраванне мінеральных рэчываў у глебе прывяло да развіцця ў раслін каранёвай сістэмы і праводзячых тканак. Недахоп вады прыгнятае рост раслін. Прычынай недахопу вады можа быць недастатковая колькасць ападкаў (*фізічная сухасць*, адаптацыі апісаны ў § 7) ці недаступнасць наяўнай вады (*фізіялагічная сухасць*). Фізіялагічна сухімі з'яўляюцца моцназасаленыя глебы. Расліны, якія растуць на такіх глебах, здольныя вылучаць лішак солей праз лісты або запасіць іх.

Жывёлы, якія жывуць у глебе, маюць адносна невялікія памеры цела (лічынкі насякомых, мнаганожкі, дажджавыя чэрві, кляшчы, мядзведкі, нематоды, краты, землярыікі). Для іх характэрны розныя спосабы перамяшчэння ў глебе. Гэта можа быць капанне хадоў і нор, як у мядзведкі і крата (мал. 20). Даждавыя чэрві могуць рассоўваць глебавыя часцінкі і пракладаць хады. Лічынкі насякомых здольныя поўзаць сярод глебавых часцінак.

У сувязі з гэтым у працэсе эвалюцыі ў жывёл выпрацаваліся адпаведныя адаптацыі. У землярыіных арганізмаў з'явіліся капальныя канечнасці. У кольчатых чарвей ёсць гідрастатычны шкілет, а ў насякомых і мнаганожак — кіпцюры. Глебавыя жывёлы маюць кампактнае цела акруглай, чэрвепадобнай формы, здольнае да змянення таўшчыні, з покрывам, якое не намакае або пакрыта сліззю. Жыццё ў глебе як асяроддзі жыцця прывяло да атрафіі ці недаразвіцця органаў зроку.



Мядзведка



Крот



Чарвяк дажджавы

Мал. 20. Жыхары глебы

У крата малюсенькія, недаразвітыя вочы часта схаваны пад складкай скуры. Для аблягчэння перамяшчэння ў вузкіх глебавых хадах шэрсць у кратоў набыла здольнасць укладвацца ў двух напрамках.

Сярод глебавых жыхароў шырока развіта *сапрафагія* — паглынне адмерлых гнілых рэшткаў іншых жывёл і раслін і раскладанне іх да мінеральных рэчываў, дзякуючы чаму адбываецца аднаўленне ўрадлівасці глебы.

■ **Паўторым галоўнае.** Глеба як асяроддзе жыцця мае высокую шчыльнасць, асаблівы гідратэрмічны рэжым, аэрацыю, рэакцыю асяроддзя і засаленасць. У раслін і жывёл да жыцця ў глебавым асяроддзі выпрацаваліся разнастайныя адаптацыі. Для раслін глеба з’яўляецца крыніцай вады і мінеральных рэчываў, якія яны здабываюць з дапамогай каранёвай сістэмы. У глебавых жывёл цела звычайна акруглай, чэрвепадобнай формы, здольнае да змянення таўшчыні, мае покрыва, якое не намакае або пакрыта сліззю. З’явіліся капальныя канечнасці, гідрашкілет, рэдукаваліся вочы.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Пералічыце асаблівасці глебы як асяроддзя жыцця. 2. Ахарактарызуйце тыпы глебавай вільгаці і іх значэнне для арганізмаў. 3. Назавіце тыпы глеб у залежнасці ад значэння pH глебавага раствору.

Складаныя пытанні. 1. Чаму пасля моцнага дажджу на паверхні глебы можна ўбачыць шмат дажджавых чарвей? 2. Растлумачце, чаму павышэнне вільготнасці глебы зніжае хуткасць яе прагравання і аэрацыю, а зніжэнне вільготнасці — наадварот.



§ 13. Жывы арганізм як асяроддзе жыцця. Адаптацыі да жыцця ў іншым арганізме

- **Успомніце,** дзе могуць існаваць арганізмы, акрамя воднага, наземна-паветранага і глебавага асяроддзя жыцця.
- **Як вы думаеце?** Якія прыстасаванні павінны быць у арганізма, каб існаваць у іншым арганізме?
- **Вы даведаецеся** пра асаблівасці адаптацый паразітаў да жыцця ў арганізме гаспадара.

Характэрныя асаблівасці арганізма як асяроддзя жыцця. Адноснае пастаянства ўнутранага асяроддзя аднаго арганізма — гаспадара — дае магчымасць іншаму арганізму — сужыцелю — выкарыстоўваць цела

ў якасці асяроддзя жыцця. *Гаспадар* — арганізм, які з’яўляецца асяроддзем жыцця для іншых арганізмаў. *Сужыцель* — арганізм, які пасяляецца на паверхні або ўнутры цела іншага арганізма. Сужыцель можа быць для гаспадара нейтральным (малыя рыбы ў кішачнай поласці марскіх кішачнаполасцевых жывёл). Ён можа прыносіць гаспадару карысць, забяспечваючы пажыўнымі рэчывамі (азотфіксуючыя клубеньчыкавыя бактэрыі і бабовыя расліны). Але сужыцель можа прыносіць гаспадару шкоду, выкарыстоўваючы яго пажыўныя рэчывы (аскарыда чалавечая і чалавек).

Сужыцеляў больш за ўсё сярод мікраарганізмаў (усе вірусы, некаторыя прадстаўнікі бактэрыяў і грыбоў), пратыстаў (дызентэрыяная амёба, трыхаманада) і мнагаклетачных арганізмаў, якія маюць спрошчаную будову (плоскія і круглыя чэрві, некаторыя насякомыя).

Найбольш часта ў прыродзе сустракаюцца ўзаемаадносіны, калі сужыцель жыве за кошт гаспадара і прыгнятае яго жыццядзейнасць. Гэтыя ўзаемаадносіны называюцца *паразітызмам* (ад грэч. *parásitos* — нахлебнік), а сужыцелі — *паразітамі*. Вучоны-заолаг Я. М. Паўлоўскі даў ім наступнае значэнне: «Паразітамі называюць жывёл, якія жывуць за кошт асобін іншага віду, з’яўляючыся цесна звязанымі з імі ў сваім жыццёвым цыкле на большай або меншай яго працягласці».

Ва ўнутраным асяроддзі гаспадара паразіт атрымлівае шэраг пераваг:

1) багацце лёгкадаступнай для засваення ежы, якая не патрабуе перабудовы працэсаў стрававання. Напрыклад, клетачны сок раслін, кроў жывёл, змесціва іх стрававальнага тракту, што ўжо прайшло ферментатыўную апрацоўку;

2) наяўнасць аховы ад непасрэднага ўздзеяння абіятычных і біятычных фактараў навакольнага асяроддзя. Усе ўзаемадзеянні са складанымі і зменлівымі навакольнымі ўмовамі і ворагамі бярэ на сябе арганізм гаспадара;

3) адносна стабільнасць умоў існавання. Унутранае асяроддзе арганізма па шэрагу фізіка-хімічных фактараў мае высокую ступень пастаянства.

У той жа час арганізм як асяроддзе жыцця стварае для паразітаў некаторыя экалагічныя цяжкасці:

- 1) абмежаванасць асяроддзя ў часе і прасторы;
- 2) цяжкасць распаўсюджвання ад адной асобіны гаспадара да іншай;
- 3) складанасці ў забеспячэнні кіслародам;
- 4) ахоўныя рэакцыі арганізма гаспадара.

Як перавагі, так і экалагічныя цяжкасці жыцця ў іншым арганізме з'явіліся прычынай фарміравання ў паразітаў разнастайных адаптацый, якія дазваляюць паразітам эфектыўна размнажацца і праціваць.

Адаптацыі да жыцця ў іншым арганізме. Паразіты могуць пасяляцца на паверхні цела гаспадара (*эктапаразіты* — вошы, блохі, кляшчы, клопы) або ўнутры яго (*эндапаразіты* — малярыйны плазмодый, аскарыда, воласагалоў, бычыны цэпень). У эктапаразітаў большая частка цела знаходзіцца па-за гаспадаром (у кантакце з навакольным асяроддзем) і толькі органы харчавання ўкараняюцца ў яго жывыя тканкі. У эндапаразітаў у працэсе эвалюцыі выпрацаваўся шэраг прыстасаванняў да жыцця ў целе іншага арганізма.

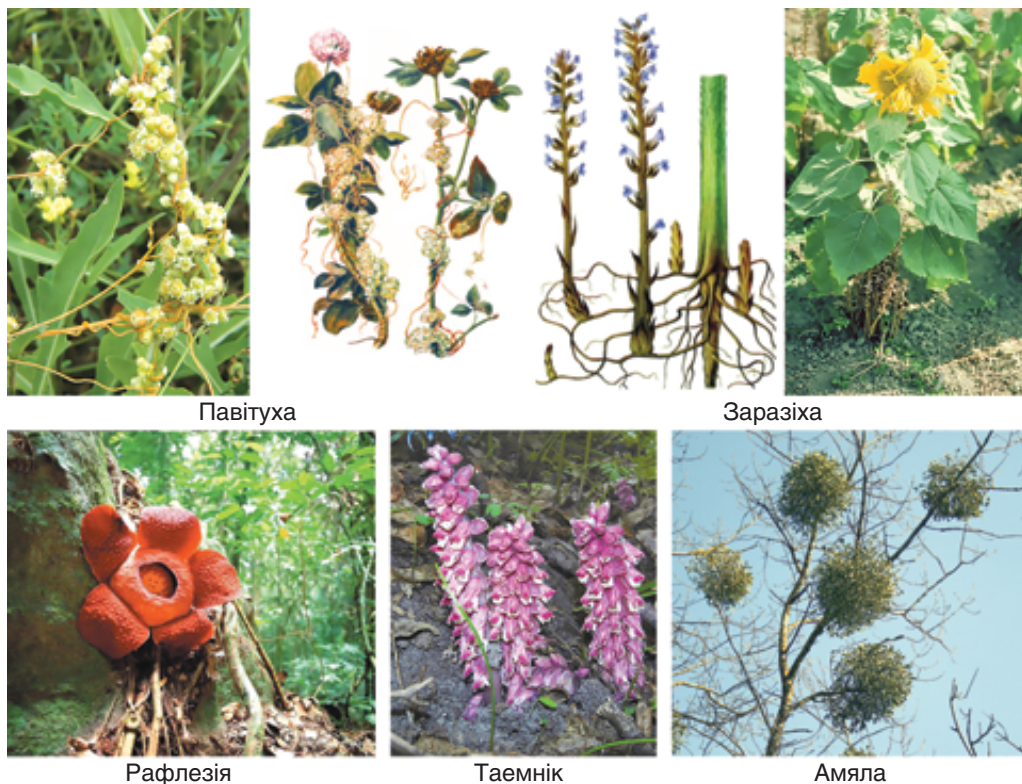
1. Малыя памеры цела. Абмежаванасць памераў асяроддзя пражывання паразітаў кампенсуецца малымі памерамі цела. Паразіт заўсёды меншы за гаспадара (аскарыда і чалавек; пчоначны смактун і карова; трыхаманада і чалавек). Выключэннем з'яўляецца бычыны цэпень, даўжыня якога складае ад 4 да 10 м, а асноўным гаспадаром з'яўляецца чалавек. Малыя памеры цела паразіта дазваляюць яму пасяліцца ў арганізме гаспадара і карміцца за яго кошт, не выклікаючы хуткай гібелі.

2. Спрашчэнне знешняй і ўнутранай будовы. Паколькі ўмовы пражывання паразітаў пастаянныя і аптымальныя, у іх няма неабходнасці мець складаную будову і выпрацоўваць складаныя механізмы адаптацыі. У сувязі з гэтым адбываецца спрашчэнне або рэдукцыя асобных сістэм органаў.

Абмежаванасць памераў асяроддзя пражывання паразітаў з'явілася прычынай спрашчэння іх знешняй будовы. Напрыклад, у паразітычных чарвей адсутнічаюць органы перамяшчэння. Яны маларухомыя. У асобных прадстаўнікоў маюцца толькі органы фіксацыі, якія дазваляюць ім замацавацца ў арганізме гаспадара (кручкі, прысоскі).

Багацце лёгкадаступнай ежы прывяло ў паразітаў да спрашчэння сістэмы стрававання. Напрыклад, у пчоначнага смактуна стрававальная сістэма спрошчана, а ў стужачных чарвей і зусім страчана. Усмоктванне пажыўных рэчываў у апошніх адбываецца ўсёй паверхняй цела.

У паразітычных раслін жыўленне сокамі гаспадара прывяло да рэдукцыі сістэмы фотасінтэзу і страты хларафілу. Сярод раслін сустракаюцца поўныя паразіты і паўпаразіты. Паразіты не змяшчаюць хларафіл, напрыклад павітуха, заразіха, рафлезія, таемнік. Паўпаразіты (амяла)



Мал. 21. Расліны-паразіты і паўпаразіты

маюць хларапласты і бяруць ад расліны-гаспадара толькі мінеральныя рэчывы і ваду (мал. 21).

Складанасці ў забеспячэнні кіслародам прывялі ў паразітаў да рэдукцыі дыхальнай сістэмы і пераходу да анаэробнага дыхання. Паколькі іх энергетычныя затраты невялікія, а запасы ежы невычэрпныя, то такі спосаб дыхання апраўданы.

У адрозненне ад арганізмаў, якія живуць свабодна і ўзаемадзеінічаюць з навакольным асяроддзем, паразіты пераклалі цяжар рэгуляцыі адносін з асяроддзем на гаспадара. Гэта прывяло да спрашчэння будовы іх нервовай сістэмы і рэдукцыі органаў пачуццяў. Адпала і неабходнасць выпрацоўкі прыстасаванняў для актыўнай і пасіўнай абароны ад ворагаў.

3. Ахоўнае покрыва цела. Большасць паразітаў жыве ў стрававальным тракце і адчувае на сабе ўздзеянне ферментаў стрававальных сокаў. Для аховы ад ператраўлівання ў іх сфарміравалася спецыфічнае по-

крыва цела. Напрыклад, у смактуноў цела пакрыта пластом слізі, а ў аскарыды чалавечай на паверхні цела маецца шматслойная кутыкула.

4. Высокая пладавітасць. Цяжкасці ў распаўсюджванні ў паразітаў кампенсуюцца павышэннем здольнасці да размнажэння. Высокая пладавітасць у паразітаў атрымала назву «закону вялікага ліку яйкаў».

Прагрэсіўнае развіццё палавой сістэмы забяспечвае высокія рэпрадуктыўныя магчымасці віду. Гэтаму таксама спрыяюць *партэнагенез* (размнажэнне без апладнення), чаргаванне палавога і беспалага пакаленняў. Узнікненне *гермафрадытызму* (сумяшчэнне ў адным арганізме мужчынскай і жаночай палавых сістэм) з'яўляецца свайго роду двайной гарантыяй паспяховага апладнення і атрымання патомства.

Ахова аплодненых як шматслойнымі абалонкамі і забеспячэнне зародка харчаваннем павялічваюць выжывальнасць патомства. Развіццё прыстасаванняў для выхаду лічынак з яйка і цела гаспадара ў знешняе асяроддзе і іх пранікненне ў арганізм новага гаспадара спрыяюць рассяленню.

5. Змена гаспадароў у жыццёвым цыкле. У паразітаў, як правіла, у жыццёвым цыкле назіраецца змена гаспадароў. У асноўным гаспадары жыве дарослая асобіна, а ў прамежкавым — лічынкавая стадыя. Напрыклад, лічынкі бычынага цэпеня развіваюцца ў цэле каровы, а дарослыя асобіны паразітуюць у цэле чалавека. Дзякуючы гэтаму не дапускаецца назапашванне ў адным арганізме-гаспадары вялікай колькасці паразітаў, што магло б прывесці да хуткай гібелі гаспадара, а таксама адсутнічае канкурэнцыя паміж лічынкамі паразіта і дарослай асобінай, што павышае іх жыццяздольнасць.

■ **Паўторым галоўнае.** Узаемаадносіны, калі адзін арганізм (паразіт) жыве за кошт іншага (гаспадара), называюцца паразітызмам. Паразіт, які выкарыстоўвае гаспадара як асяроддзе жыцця, атрымлівае шэраг пераваг, але пры гэтым зведвае пэўныя экалагічныя цяжкасці. Асноўныя адаптацыі да паразітызму: малыя памеры цела, спрашчэнне знешняй і ўнутранай будовы, ахоўнае покрыва цела, высокая пладавітасць, змена гаспадароў у жыццёвым цыкле.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Якія ўзаемаадносіны паміж арганізмамі называюцца паразітызмам? 2. Пералічыце перавагі арганізма як асяроддзя жыцця ў параўнанні з іншымі асяроддзямі жыцця. 3. За кошт якіх асаблівасцей размнажэння паразітаў дасягаецца іх высокая пладавітасць?



Складаныя пытанні. 1. Для кожнай групы паразітаў пералічыце іх прадстаўнікоў. Групы паразітаў: 1 — паразіты раслін; 2 — паразіты жывёл. Прадстаўнікі: павітуха, воласагалоў, бычыны цэпень, заразіха, рафлезія, аскарыда, таемнік, малярыйны плазмодый. **2.** Ці заўсёды арганізм, які жыве ў іншым арганізме, негатыўна ўплывае на яго жыццядзейнасць? Прывядзіце прыклады і дайце аргументаваны адказ.

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ



Вывучыўшы раздзел «Арганізм і асяроддзе», вы даведаліся, што жывыя арганізмы маюць агульныя ўласцівасці: адзінства хімічнага саставу, клетачная будова, абмен рэчываў і энергіі, самарэгуляцыя, размнажэнне, рост і развіццё.

Асяроддзе пражывання любога арганізма ўключае экалагічныя фактары. Паводле прыроды паходжання экалагічныя фактары падзяляюць на: абіятычныя (кліматычныя, эдафічныя, араграфічныя, геафізічныя), біятычныя (унутрыўдавыя, міжвідавыя) і антрапагенныя (прамыя, ускосныя). Арганізмы ў адносінах да розных экалагічных фактараў маюць пэўныя межы трываласці, абмежаваныя экалагічным мінімумам і экалагічным максімумам. У межах трываласці вылучаюць зоны оптымуму, нармальнай жыццядзейнасці і песімуму. У залежнасці ад меж трываласці арганізмы дзеляць на стэнабіёнты і эўрыбіёнты.



Жыццядзейнасць арганізма вызначае экалагічны фактар, які найбольш адхіліўся ад свайго аптымальнага значэння ў параўнанні з іншымі фактарамі асяроддзя, — лімітуючы фактар. Змяняючы сілу гэтага фактару, можна кіраваць жыццядзейнасцю арганізма ў прыродзе і гаспадарцы. У адносінах да экалагічных фактараў асяроддзя (святла, тэмпературы і вільготнасці) у арганізмаў выпрацаваліся разнастайныя адаптацыі. Паводле характару адаптацый да пэўнага экалагічнага фактару арганізмы падзяляюць на экалагічныя групы.

Частка прыроды з асаблівым комплексам фактараў, для існавання ў якой у розных сістэматычных груп арганізмаў сфарміраваліся падобныя адаптацыі, называецца асяроддзем жыцця. На планеце Зямля вылучаюць чатыры асноўныя асяроддзі жыцця: воднае, наземна-паветранае, глебавае і іншы арганізм. У водным асяроддзі лімітуючым фактарам з'яўляецца кісларод, у наземна-паветраным асяроддзі — вільготнасць. Глеба як асяроддзе жыцця мае высокую шчыльнасць, асаблівы гідратэрмічны рэжым і аэрацыю. Узаемаадносіны, калі адзін арганізм жыве за кошт іншага і прыгнятае яго жыццядзейнасць, называюцца паразітызмам.



Раздзел 2

Чалавек у навакольным асяроддзі



Вы даведаецеся:

- пра адаптацыю чалавека да тэмпературных змяненняў;
- пра асноўныя інфекцыйныя захворванні і іх прафілактыку;
- пра ядавітыя грыбы, расліны, жывёл і меры прафілактыкі атручэнняў пры кантакце з імі;
- пра гаючыя ўласцівасці раслін;
- пра ўплыў антрапагеннага забруджвання навакольнага асяроддзя на здароўе чалавека;
- пра кампаненты ежы і іх функцыі ў арганізме чалавека;
- пра асноўныя харчовыя дабаўкі і іх ролю ў харчаванні чалавека;
- пра сертыфікацыю, захоўванне і транспарціроўку харчовай прадукцыі.



Вы навучыцеся:

- характарызаваць узаемасувязь арганізма чалавека з навакольным асяроддзем, залежнасць яго здароўя ад стану навакольнага асяроддзя;
- прымяняць і абгрунтоўваць меры прафілактыкі інфекцыйных захворванняў;
- апісваць наступствы забруджвання навакольнага асяроддзя бытавымі і прамысловымі адходамі, ядахімікатамі, цяжкімі металамі;
- абгрунтоўваць меры па памяншэнні забруджвання навакольнага асяроддзя бытавымі адходамі;
- выкарыстоўваць веды пра экалагічныя фактары для прадукілення або памяншэння эфекту неспрыяльных уздзеянняў фактараў асяроддзя на арганізм чалавека і яго здароўе.

У дадзеным раздзеле вы вывучыце механізм адаптацыі чалавека да тэмпературных ваганняў навакольнага асяроддзя. Набудзеце веды пра прычыны, сімптомы і прафілактыку інфекцыйных захворванняў. Пазнаёміцеся з ядавітымі грыбамі, раслінамі і жывёламі, а таксама з лекавымі раслінамі.

Разгледзіце пытанне пра хімічныя рэчывы, якія забруджваюць навакольнае асяроддзе і выклікаюць захворванні чалавека. Даведаецеся пра асаблівасці адмоўнага ўздзеяння на чалавечы арганізм электрамагнітнага выпраменьвання, шуму і вібрацыі.



§13-1

Завяршаецца раздзел разглядам пытанніў пра харчаванне як асноўную біялагічную патрэбнасць чалавека. Вы даведаецеся пра асноўныя кампаненты ежы, пра тое, для чаго патрэбны харчовыя дабаўкі, як ажыццяўляецца кантроль за якасцю харчовай прадукцыі і якія існуюць правілы яе транспарціроўкі і захоўвання.

§ 14. Адаптацыя чалавека да змянення тэмпературных умоў

- **Успомніце**, як ажыццяўляецца тэрмарэгуляцыя жыццядзейнасці арганізма чалавека.
- **Як вы думаеце?** Чаму чалавеку складана адаптавацца да змянення тэмпературных умоў?
- **Вы даведаецеся** пра ўплыў на арганізм чалавека тэмпературных ваганняў і пра механізмы адаптацыі да іх.

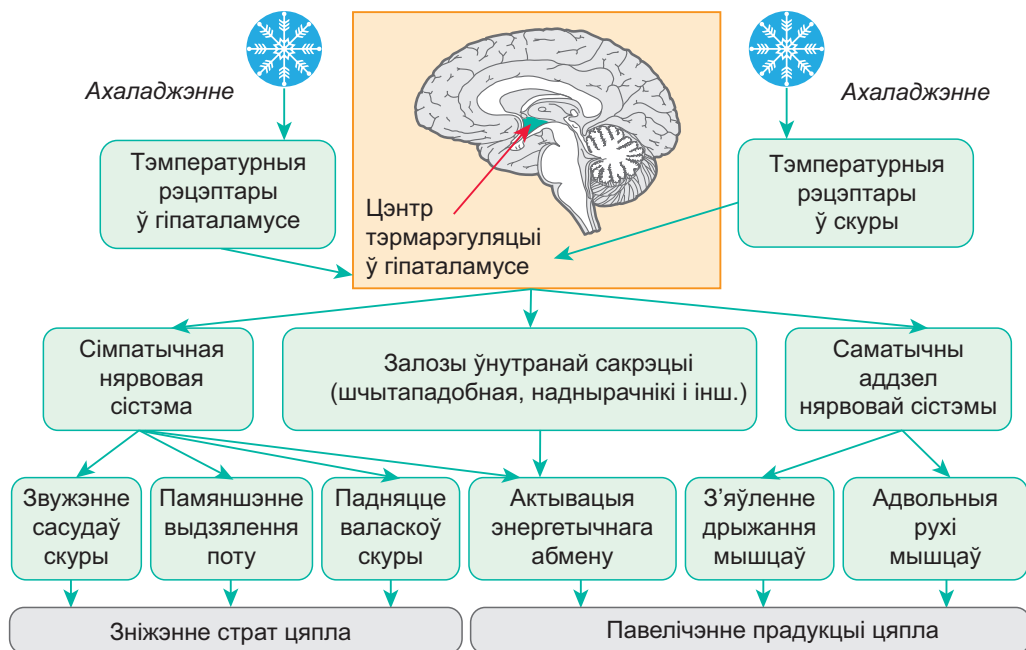
Уплыў на арганізм чалавека тэмпературных ваганняў. Сярод мноства абіятычных фактараў, якія ўплываюць на чалавека, значную ролю адыгрывае тэмпература. На чалавека робіць уздзеянне не толькі фактычная тэмпература паветра, але і яе сярэднясутачная зменлівасць. Так, змяненне сярэднясутачнай тэмпературы паветра на 1—2 °C лічыцца слабым, на 3—4 °C — умераным, больш чым на 4 °C — рэзкім.

Пры працяглым і моцным уздзеянні нізкіх тэмператур змяняецца абмен рэчываў, звужаюцца сасуды пальцаў рук і ног, скуры твару, адбываецца мясцовае і агульнае ахаладжэнне арганізма (магчыма нават абмаражэнне), змяншаецца працаздольнасць чалавека, узнікаюць прастудныя захворванні.

Пры ўздзеянні на арганізм высокай тэмпературы паніжаецца крыўяны ціск, змяняецца хімічны састаў крыві, парушаецца водна-салавы абмен арганізма, магчымы цеплавы ўдар. Высокая тэмпература паветра таксама неспрыяльна ўздзейнічае на функцыі органаў стрававання і выклікае ў чалавека хуткую стомленасць.

Успрыманне тэмпературы індывідуальна і звязана з фізіялагічнымі і псіхалагічнымі асаблівасцямі чалавека.

Ад якіх фактараў залежыць успрыманне тэмпературы? Вызначана, што вецер і вільготнасць могуць узмацняць адчуванне тэмпературы. Пры моцным ветры халодныя дні здаюцца яшчэ халаднейшымі. Пры павышанай вільготнасці паветра нізкая тэмпература здаецца яшчэ больш нізкай, а пры паніжанай вільготнасці — наадварот.



Мал. 22. Схема работы центра терморегуляции

Улічваючы вялікі ўплыў тэмпературы на самаадчуванне чалавека, разгледзім яго адаптацыю да гэтага найважнейшага абіятычнага фактару.

Адаптацыя чалавека да змянення тэмпературных умоў. З дапамогай рэцэптараў, якія размешчаны ў скуры і слізистых абалонках і рэагуюць на змяненне тэмпературы (*перыферычныя тэрмарэцэптары*), арганізм чалавека ўвесь час атрымлівае інфармацыю пра тэмпературу аб'ектаў навакольнага асяроддзя, што кантактуюць з целам. Адначасова тэрмарэцэптары ўнутры цела рэагуюць на змяненні тэмпературы ўнутранага асяроддзя. Тут цэнтральная роля належыць рэцэптарам, размешчаным у гіпаталамусе (*цэнтральныя тэрмарэцэптары*), якія здольныя рэагаваць на вельмі невялікія (каля 0,01 °C) ваганні тэмпературы тканкавых вадкасцей. Інфармацыя, якая атрымліваецца ад усіх тэрмарэцэптараў арганізма, аналізуецца ў гіпаталамусе, у выніку чаго і ўзнікаюць рэфлекторныя адказы розных органаў (мал. 22), што забяспечвае падтрыманне пастаянства тэмпературы цела.

У прыстасавальных (адаптацыйных) рэакцыях да тэмпературных змяненняў ключавую ролю адыгрываюць потавыя залозы, гладкія мышцы сценак артэрыял, шкідлетныя мышцы, шчытападобная залоза, наднырачнікі (табл. 2, с. 68).

Табліца 2. Прыстасавальныя рэакцыі да тэмпературных змяненняў

Орган	Прыстасавальныя рэакцыі
Потавыя залозы	Пры павышэнні тэмпературы скуры або крыві гіпаталамус пасылае ў потавыя залозы імпульсы пра неабходнасць актыўнага вылучэння поту. На яго выпарэнне расходуюцца цяпло з паверхні скуры
Гладкія мышцы сценак артэрыял	Пры павышэнні тэмпературы скуры і крыві гіпаталамус накіроўвае сігналы ў гладкія мышцы сценак артэрыял, якія забяспечваюць крывёй скуру, выклікаючы пашырэнне прасвету артэрыял. У выніку гэтага кровазбеспячэнне скуры ўзмацняецца. Кроў пераносіць цяпло з глыбіні цела да паверхні скуры, дзе яно і рассеіваецца
Шкілетныя мышцы	Ва ўмовах нізкай тэмпературы паветра тэрмарэцэптары скуры пасылаюць сігналы ў цэнтр тэрмарэгуляцыі гіпаталамуса, які стымулюе хуткі цыкл адвольных скарачэнняў і паслабленняў шкілетных мышцаў (дрыжання), што прыводзіць да вылучэння цеплавой энергіі
Шчытападобная залоза	Шчытападобная залоза пры паніжэнні тэмпературы ўзмацняе вылучэнне гармонаў тыраксіну і трыёдтыраніну, якія паскараюць абмен рэчываў і, такім чынам, цеплаўтварэнне
Наднырачнікі	Пры тэмпературных змяненнях наднырачнікі вылучаюць у кроў гармоны адрэналін і норадрэналін. З прычыны гэтага звужаюцца сасуды скуры, змяняючы ўзровень цеплааддачы

Акрамя гіпаталамуса, тэрмарэцэптары пасылаюць сігналы ў кару галаўнога мозгу. Гэта дазваляе чалавеку свядома ўспрымаць тэмпературныя змяненні і адэкватна на іх рэагаваць. Пры адаптацыі да высокай тэмпературы парушаецца водна-салавы абмен арганізма. Таму для папаўнення страт вадкасці, мінеральных рэчываў ва ўмовах гарачага клімату, у «гарачых» цэхах перад работай людзям рэкамендуецца піць больш вадкасці, у тым ліку ягадныя морсы і сальвыя растворы.

► **Гэта цікава.** Цеплавую падрыхтоўку горнаратаўнікоў праводзяць ва ўмовах высокай тэмпературы (55—60 °C) пры нізкай адноснай вільготнасці (20—25 %) у стане спакою з ужываннем рэспіратара. На пераграванне, якое ўзнікае ў гэтых умовах, адаптаваныя да высокай тэмпературы паддаспытныя рэагуюць без парушэння функцый цэнтральнай нервовай сістэмы. Гэта важна для горнаратаўнікаў, пажарных і іншых людзей падобных прафесій, бо захаванне дзейнасці кары вялікіх паўшар'яў ва ўмовах перагравання дае магчымасць працаваць у зонах высокай тэмпературы і ратаваць людзей.

Адаптацыя чалавека да тэмпературных ваганняў у навакольным асяроддзі не толькі біялагічны, але і сацыяльны працэс, які заключаецца ў будаўніцтве камфортнага жылля, пашыве адзення, стварэнні бытавых прыбораў.

Таксама адаптацыйныя магчымасці арганізма да нізкіх тэмператур павялічваюцца шляхам загартоўвання. Яго фізіялагічнай асновай з'яўляецца выпрацоўка ўмоўнага рэфлексу на сістэматычнае ўздзеянне тэмпературнага фактару. Пры загартоўванні важна выконваць наступныя прынцыпы: індывідуальнасць (падбор працэдур пад кантролем урача), паступовасць (паэтапнае павелічэнне дазіроўкі) і сістэматычнасць (шматразовае дзеянне фактару).

■ **Паўторым галоўнае.** Фізіялагічная рэгуляцыя адаптацыйных працэсаў да змянення тэмпературных умоў кантралюецца гіпаталамусам. У ажыццяўленні адаптацыйных працэсаў ключавая роля належыць нервовай сістэме, залозам унутранай сакрэцыі, гладкім і шкілетным мышцам. Акрамя фізіялагічнай адаптацыі, чалавеку ўласціва і сацыяльная адаптацыя.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Якім чынам тэмпературныя ваганні ўплываюць на здароўе чалавека? 2. Які орган і як рэгулюе цеплаабмен у арганізме? 3. Ахарактарызуйце ролю залоз унутранай сакрэцыі ў тэмпературных адаптацыйных механізмах.

Складаныя пытанні. 1. Чаму пры моцным ветры і павышанай вільготнасці паветра халодныя дні здаюцца халаднейшымі, чым у сапраўднасці? 2. Ці магчыма доўгачасовая адаптацыя чалавека да незямных умоў і засяленне людзьмі спадарожніка нашай планеты Месяца? Адказ абгрунтуйце.



§ 15. Інфекцыйныя захворванні чалавека

- **Успомніце** ролю імуннай сістэмы ў арганізме чалавека.
- **Як вы думаеце?** Чаму, нягледзячы на значныя дасягненні медыцыны, інфекцыйныя хваробы цалкам не пераможаны?
- **Вы даведаецеся** пра ўзбуджальнікаў, сімптомы і прафілактыку інфекцыйных захворванняў чалавека.

Інфекцыйныя захворванні — гэта група захворванняў, якія выкліканы вірусамі і хваробатворнымі мікраарганізмамі, што праніклі ў чалавечы арганізм (бактэрыі, грыбы, пратысты). Да гэтай групы належаць паразітарныя захворванні, якія выклікаюцца паразітычнымі членіста-ногімі і гельмінтамі.

У аснову класіфікацыі інфекцыйных захворванняў пакладзены механізм перадачы ўзбуджальніка і лакалізацыя ў арганізме чалавека (табл. 3).

Табліца 3. Класіфікацыя інфекцыйных захворванняў

Група інфекцыйных захворванняў	Шляхі перадачы захворванняў	Інфекцыі
Кішачныя інфекцыі	Праз ежу, ваду, глебу, мух, брудныя рукі, прадметы быту	Брушны тыф, дызентэрыя, халера, харчовыя інфекцыі
Інфекцыі дыхальных шляхоў	Паветрана-кропельны або паветрана-пылавы шлях	Грып, адзёр, дыфтэрыя, шкарлятына, натуральная воспа
Крывяныя інфекцыі	Праз укусы кровасысучых насякомых (камары, кляшчы, вошы, маскіты)	Сыпны і зваротны тыф, малярыя, чума, тулярэмія, клешчавы энцэфаліт
Заанозныя інфекцыі	Праз укусы жывёл	Шаленства
Кантактава-бытавыя інфекцыі	Пры непасрэдным кантакце здаровага чалавека з хворым, праз прадметы быту і палавым шляхам	Кароста, сіфіліс, ганарэя, хламідыёз

Адной з асаблівасцей інфекцыйных захворванняў з’яўляецца на-яўнасць часу ад моманту заражэння да з’яўлення першых прымет — *інкубацыйнага перыяду*. Працягласць гэтага перыяду залежыць ад споса-бу заражэння і віду ўзбуджальніка і можа складаць ад некалькіх гадзін да некалькіх гадоў (рэдка).

Асаблівасць інфекцыйных захворванняў заключаецца ў дастаткова хуткім распаўсюджванні сярод людзей. Масавое распаўсюджванне ін-фекцыйнага захворвання, якое значна пераўзыходзіць звычайны ўзровень захворвання, называюць *эпідэміяй*. Калі ж яно ахоплівае тэрыторыю цэлай дзяржавы або некалькіх краін, яго называюць *пандэміяй*.

Кішачныя інфекцыі. Гэтыя захворванні выклікаюцца мікраарга-нізмамі: сальманеламі, бруцэламі, дызентэрыійнымі палачкамі, класт-рыдыямі. Усе яны вылучаюць моцныя атрутныя рэчывы, якія трапляюць у кроў і разносяцца па ўсім арганізме.

Крыніцы інфекцый — хворы чалавек, а таксама мышападобныя гры-зуны, куры, качкі, каровы. Узбуджальнікі перадаюцца праз харчовыя прадукты: мяса, яйкі, малако. Інкубацыйны перыяд ад 6 г да 2 дзён. Сімптомы: павышэнне тэмпературы да 38—39 °С, млоснасць, шматра-зовыя ваніты, дыярэя. Пульс становіцца частым і слабым, артэрыяльны ціск зніжаецца, можа наставіцца каматозны стан (кома).

Першая дапамога хвораму заключаецца ў шматразовым прамыванні страўніка цёплай кіпячонай вадой для поўнага выдалення ежы. Пас-ля аказання першай дапамогі неабходна тэрмінова выклікаць урача. У цяжкіх выпадках хворага шпіталізуюць.

Прафілактыка кішачных інфекцый заключаецца ў строгім выкананні правіл гігіены, гатавання ежы, правільным захоўванні і выкарыстанні харчовых прадуктаў.

Інфекцыі дыхальных шляхоў. Адно з самых масавых інфекцыйных захворванняў — *грып*. Узбуджальнікі грыпу — разнавіднасці вірусаў. Крыніца захворвання — хворы чалавек. Заражэнне адбываецца паветрана-кропельным шляхам пры кашлі, чханні, размоўе.

Працягласць інкубацыйнага перыяду — ад некалькіх гадзін да 2 дзён. Сімптомы: дрыготка, недамаганне, слабасць, галаўны боль, ламота ва ўсім целе, пачырваненне слізистай абалонкі горла і багатыя выдзяленні з носа, кашаль. Тэмпература павышаецца да 38—39 °С. Захворванне звы-чайна працягваецца 5—6 дзён і вельмі небяспечнае ўскладненнямі, на-прыклад парушэннямі работы нервовай сістэмы, сардэчнай дзейнасці, запаленнем лёгкіх, сярэдняга і ўнутранага вуха. Для прадукцыйнага распаўсюджвання захворвання хворы грыпам павінен быць ізаляваны. Найважнейшае прафілактычнае мерапрыемства — прышчэпкі.

Прафілактыка інфекцыйных захворванняў. Для прафілактыкі інфекцыйных захворванняў неабходна выконваць наступныя правілы.

1. Старанна мыць перад ужываннем садавіну і агародніну.
2. Мыць рукі перад ядой, а таксама пасля наведвання туалета.
3. Пры прастудных захворваннях неабходна насіць медыцынскую маску, выкарыстоўваць індывідуальны посуд і аднаразовыя насавыя хустачкі.
4. Для прадухілення распаўсюджвання крывяных інфекцый — знішчаць або адпужваць насякомах.
5. Своечасова рабіць прышчэпкі.
6. Для ўмацавання імунітэту актыўна займацца фізкультурай і весці здаровы лад жыцця.

► **Гэта цікава.** Міністэрствам аховы здароўя Рэспублікі Беларусь складзены Нацыянальны календар прафілактычных прышчэпак. Згодна з ім праводзіцца імунізацыя супраць 12 інфекцыйных захворванняў: грыпу, дыфтэрыі, скупняку, поліяміэліту, сухот, коклюшу, гемафільнай інфекцыі, адру, эпідэмічнага паратыту, краснухі, пнеўмакакавай інфекцыі, віруснага гепатыту В.

Для прадухілення распаўсюджвання інфекцыйнага захворвання па-трабуюцца намаганні не толькі медыцынскіх спецыялістаў, але і нас з вамі. Зрабіць своечасова прышчэпку, выконваць правілы асабістай гігіены і догляду хворых, імкнуцца не заражаць людзей, што навокал, у перыяд хваробы, весці спосаб жыцця, які спрыяе падтрыманню добрага імунітэту, — гэта ў інтарэсах кожнага з нас і грамадства ў цэлым.

■ **Паўторым галоўнае.** Вірусы, бактэрыі, грыбы, пратысты, членістаногія і гельмінты часта з'яўляюцца прычынай інфекцыйных захворванняў. Перадача ўзбуджальнікаў інфекцый ажыццяўляецца паветрана-кропельным, паветрана-пылавым шляхам, а таксама пры непасрэдным кантакце здаровага чалавека з хворым і праз укусы жывёл. Асноўнымі фактарамі перадачы служаць ежа, вада, глеба, мухі, брудныя рукі, прадметы быту. Адметныя асаблівасці інфекцыйных захворванняў заключаюцца ў наяўнасці інкубацыйнага перыяду і дастаткова хуткім і масавым распаўсюджванні сярод людзей.

? Праварым веды

Ключавыя пытанні. 1. Назавіце ўзбуджальнікаў інфекцыйных захворванняў. 2. Пералічыце групы інфекцыйных захворванняў і дайце іх характарыстыку. 3. Што ўяўляе сабой інкубацыйны перыяд інфекцыйнага захворвання? 4. Якія сімптомы кішачных інфекцый? У чым заключаецца дапамога хворым пры гэтых інфекцыях?

Складаныя пытанні. 1. Пасля якіх прышчэпак ад інфекцыйных захворванняў імунітэт захоўваецца на працягу ўсяго жыцця? Чаму? 2. Што неабходна ведаць, накіроўваючыся ў іншыя краіны, каб захаваць здароўе?



§15-1

§ 16. Ядавітыя грыбы

- **Успомніце**, па якіх прыметах можна адрозніць ядавіты грыб ад ядомага.
- **Як вы думаеце?** Чаму даволі часта адбываюцца атручэнні грыбамі?
- **Вы даведаецеся** пра найбольш распаўсюджаныя ядавітыя грыбы Беларусі.

У Беларусі налічваецца каля 2,5 тыс. відаў грыбоў з добра выяўленымі плодовымі цэламі (бачнымі без павелічальных прыбораў). З іх больш за 200 відаў уяўляюць небяспеку для здароўя чалавека.

Гэтыя віды грыбоў змяшчаюць шкодныя рэчывы (*мікатаксіны*), устойлівыя да звычайных метадаў кулінарнай апрацоўкі і здольныя выклікаць розныя харчовыя атручэнні. Такія грыбы належаць да **ядавітых**.

Шмат якія з нас задаюцца пытаннем: «Як адрозніць ядавітыя грыбы?» Адказ просты: «Для распазнавання ядавітых і ядомых грыбоў неабходна дакладна ведаць іх адметныя асаблівасці».

Ядавітыя грыбы Беларусі. У нашай краіне сустракаюцца каля 40 відаў ядавітых грыбоў. Пры ўжыванні іх у ежу першыя сімптомы атручэння могуць узнікнуць як праз некалькі мінут, так і праз некалькі гадзін. Да агульных сімптомаў атручэння грыбамі незалежна ад іх віду належаць: болі ў жываце, дыярэя, павышаная патлівасць і слінавыдзяленне, млоснасць, ваніты, недамаганне і збытанасць свядомасці, задышка, часта рэзкае зніжэнне ціску.

Працягласць інкубацыйнага (скрытага) перыяду атручэння залежыць ад віду і колькасці ўжытых у ежу ядавітых грыбоў, а таксама ад узросту і масы цела чалавека. Напрыклад, пры атручэнні белай паганкай скрыты перыяд можа доўжыцца да 6—7 гадзін.

Сімптомы атручэння ядавітымі грыбамі, якія найбольш часта сустракаюцца ў Беларусі, пералічаны ў табліцы 4 (с. 74).

Табліца 4. Ядавітыя грыбы Беларусі

Грыб	Адрозныя прыметы і сімптомы атручэння
<i>Паганка белая</i> 	Наяўнасць клубнепадобнага патаўшчэння каля асновы ножкі Пападанне ў ежу нават невялікага кавалачка грыба можа прывесці да лятальнага канца. Моцныя ваніты і дыярэя з крывёй, сутаргі, парушэнне функцыі нырак і печані
<i>Свінушка тонкая</i> 	Пласцінкі мяккія, разгалінаваныя, жоўта-вохрыстыя. З выгляду крыху падобны да чорнага грузда Непастаянныя болі ў жываце, млоснасць, ваніты, дыярэя, болі ў паясніцы, алергічныя рэакцыі
<i>Мухамор чырвоны</i> 	Ножка белая з кольцам каля асновы, шапачка ярка-чырвоная, бліскучая, усеяная белымі бародаўчастымі камякамі Слёзацязчэнне, павышанае слінавыдзяленне, звужэнне зрэнак, павышаная патлівасць, трызненне і галюцынацыі, кома
<i>Страчок звычайны</i> 	Шапачка маршчыністая, карычневага або цёмна-карычневага колеру Мача набывае чырвоны колер, парушэнне работы селязёнки і нырак, у цяжкіх выпадках можа развіцца кома

Працяг

Грыб	Адрозныя прыметы і сімптомы атручэння
<i>Радойка серна-жоўтая</i> 	Шапачка і ножка жоўтыя або зялёна-жоўтыя, мае непрыемны серавадародны пах
	Болі ў вобласці жывата, галаўны боль, галавакружэнне, млоснасць, ваніты, пашкоджанне нервовай сістэмы

Першая дапамога пры атручэнні грыбамі. Пры з'яўленні нават невялікага недамагання пасля ўжывання ў ежу грыбоў неабходна тэрмінова звярнуцца за медыцынскай дапамогай. Да гэтага пацярпеўшаму трэба старанна прамыць страўнік. Для гэтага неабходна выпіць не менш за 1 л вады, а затым, націскаючы на корань языка, выклікаць ваніты. Трэба паўтараць гэту працэдуру некалькі разоў да чыстых прамыўных вод. Гэта дапаможа максімальна ачысціць страўнік ад мікатаксінаў (ядавітых грыбоў), якія трапілі ў яго. Можна піць моцную чорную гарбату, мінеральную ці негазіраваную ваду.

Для таго каб ахаваць сябе ад атручэнняў, неабходна прытрымлівацца асноўных правіл грыбніка.

1. Ідучы за грыбамі, пазнаёмцеся з адлюстраваннямі і апісаннямі ядавітых грыбоў.
2. Не ўпэўнены ў тым, што грыб ядомы, не ведаеце яго — не бярыце.
3. Не збірайце старыя пладовыя целы ядомых грыбоў, у якіх пры раскладанні таксама могуць утварацца ядавітыя рэчывы.
4. Атручэнне могуць выклікаць і ядомыя грыбы, калі яны заражаны чарвямі, лічынкамі, слізнякамі і плесняй.

Усе віды грыбоў добра акумулююць радыенукліды і солі цяжкіх металаў, а таксама іншыя шкодныя рэчывы, якія змяшчаюцца ў навакольным асяроддзі. Таму, выбіраючы месцы для збору грыбоў, трэба прааналізаваць іх месцазнаходжанне: блізкасць да зон, што пацярпелі ад



аварыі на Чарнобыльскай АЭС, наяўнасць заводаў і хімічных камбінатаў, буйных аўтамагістралей.

Пры куплі на рынку ёсць рызыка набыць грыбы з павышаным узроўнем радыенуклідаў і іншых таксічных хімічных рэчываў. А вось грыбы, якія рэалізуюцца ў магазінах (шампінёны, вешанкі і інш.), праходзяць адпаведныя праверкі, таму іх можна смела ўжываць у ежу.

■ **Паўторым галоўнае.** Ядавітымі называюцца грыбы, якія змяшчаюць ядавітыя рэчывы (мікатаксіны). Для таго каб ахаваць сябе ад атручэння грыбамі, трэба ўмець адрозніваць ядавітыя грыбы ад ядомых. Пры з'яўленні першых сімптомаў атручэння грыбамі неабходна тэрмінова звярнуцца ў медыцынскую ўстанову.

? Праварым веды

Ключавыя пытанні. 1. Якія грыбы належаць да ядавітых? 2. Па якіх прыметах можна адрозніць свінушку тонкую? 3. Пeralічыце агульныя сімптомы, якія назіраюцца пры атручэнні грыбамі незалежна ад іх віду. 4. Якую першую дапамогу неабходна аказаць пры атручэнні грыбамі?

Складаныя пытанні. 1. Якія грыбы, акрамя пералічаных у табліцы 4, небяспечныя для здароўя чалавека? 2. Якую ролю адыгрываюць ядавітыя грыбы ў прыродных экасістэмах?



§ 17. Ядавітыя расліны

- **Успомніце** будову кветкавых раслін.
- **Як вы думаеце?** Чаму расліны з'яўляюцца прычынай атручэння людзей?
- **Вы даведаецеся** пра ядавітыя расліны, якія часта сустракаюцца ў Беларусі, і сімптомы атручэння імі, а таксама пра першую дапамогу, што неабходна аказаць пацярпеўшаму.

У Беларусі расце прыкладна 180 відаў **ядавітых раслін**. Такія расліны выпрацоўваюць ядавітыя рэчывы (*фітатаксіны*), якія ўяўляюць пагрозу для здароўя чалавека. Атручэнне ядавітымі раслінамі можа адбыцца ў наступных выпадках: пры ўжыванні ў ежу, удыханні іх ядавітых выпарэнняў, пры непасрэдным кантакце. Часам атручэнне звязана з ужываннем у ежу мёду, у якім прысутнічае нектар кветак ядавітых раслін, а таксама малака і мяса жывёл, што елі ядавітыя расліны.

Ядавітыя расліны, якія часта сустракаюцца ў Беларусі. Беларускімі вучонымі складзены каталог ядавітых раслін, якія растуць у нашай краіне. Пагрозу для здароўя чалавека могуць уяўляць знаёмыя і шырока распаўсюджаныя расліны. Для таго каб папярэдзіць выпадкі атручэння, неабходна ведаць, як выглядаюць ядавітыя расліны і якія сімптомы атручэння імі (табл. 5).

Табліца 5. Ядавітыя расліны Беларусі



Расліна	Сімптомы атручэння
<i>Цыкута ядавітая</i> 	Карэнішчы і карані расліны смяротна ядавітыя. Пасля ўжывання ў ежу сцёблаў з лістамі назіраюцца галаўны боль, млоснасць, ваніты, болі ў жываце. Смяротны канец магчымы ад спынення дыхання на фоне вострай сардэчнай недастатковасці
<i>Балігалоў рабы</i> 	Пасля ўжывання ў ежу сцёблаў з лістамі назіраюцца млоснасць, спіначэнне, галавакружэнне, парушэнне глытання, маўлення, паблядненне і страта адчувальнасці скуры, прыгнечанне цэнтральнай нервовай сістэмы, параліч, расшырэнне зрэнак і адсутнасць рэакцыі на святло
<i>Дурнап'ян звычайны</i> 	Пры ўдыханні лятучых рэчываў кветак назіраюцца трызнненне, галюцынацыі, якія могуць прывесці да псіхічнага расстройтва. Сухасць у роце, расстройтва глытання, крывавае дыярэя, парушэнне функцый ЦНС з'яўляюцца пры ўжыванні ў ежу любой часткі расліны. Цяжкае атручэнне можа прывесці да смяротнага канца

Расліна	Сімптомы атручэння
<i>Блёкат чорны</i> 	Усе часткі расліны ядавітыя. Назіраюцца сутаргі са стратай прытомнасці, павышаецца тэмпература. Магчымы лятальны канец. Пры паяданні алеістага насення назіраецца востры псіхоз з галюцынацыямі
<i>Казялец ядавіты</i> 	Пры пападанні соку расліны на скуру назіраецца хімічны апёк, а таксама пякота, рэзкі боль у вачах, пачуццё іншароднага цела, слёзацячэнне, часовая страта зроку. Пры высокай канцэнтрацыі яду ў крыві — трэмар, сутаргі, памутненне свядомасці. Пры ўдыханні лятучых рэчываў кветак — пяршэнне і пякота ў насаглотцы, моцны насмарк, чханне
<i>Ландыш майскі</i> 	Пры паглыннанні пладоў (чырвоных ягад) назіраюцца бледнасць скуры, моцная млоснасць, болі ў жываце, неўтаймаваныя ваніты, рэзкая слабасць, санлівасць, галюцынацыі, парушэнне свядомасці. Пры моцным атручэнні можа адбыцца спыненне сэрца
<i>Воўчае лыка</i> 	Пры ўжыванні ўсіх частак расліны назіраюцца дыярэя, ваніты, гарачка, моцнае раздражненне скуры, якое можа прывесці да некрозу. Пры ўжыванні ягад расліны ўзнікае цяжкае пашкоджанне страўніка, кішэчніка і нырак, зніжаецца згусальнасць крыві, што можа прывесці да лятальнай кровастраты

Працяг

Расліна	Сімптомы атручэння
<i>Бузіна чырвоная</i> 	Пасля паглынання пладоў назіраюцца галавакружэнне, дэзарыентацыя ў прасторы, млоснасць, ваніты, гарката ў роце, пяршэнне ў горле, болі ў жываце, дыярэя, павышанае слінавыдзяленне, пачашчэнне пульсу. Пры атручэнні тканкі арганізма адчуваюць кіслароднае галаданне
<i>Баршчэўнік Сасноўскага</i> 	Сок і раса расліны выклікаюць апёкі скуры аж да III ступені. Удыханне пылку ці эфірных масел выклікае распуханне гартані, удушша і можа прывесці да лятальнага канца. Сок ці пылок пры пападанні ў вочы здольныя выклікаць слепату

Першая дапамога пры атручэнні. Пры пападанні соку ядавітай расліны на скуру яе прамываюць вадой з мылам і змазваюць пажыўным крэмам. Калі ж таксічнае рэчыва трапіла ўнутр, страўнік неабходна прамыць. Гэта можна зрабіць, даўшы пацярпеўшаму 4—5 шклянак вады, а затым выклікаўшы ваніты шляхам націскання на корань языка. Працэдуру праводзяць 3—4 разы. Забаронена такое прамыванне пры сутаргах і страце прытомнасці. Пасля прамывання страўніка пацярпеўшага неабходна тэрмінова даставіць у медыцынскую ўстанову.

► **Гэта цікава.** Знакаміты алхімік і ўрач Парацэльс (1493—1541 гг.) гаварыў: «Усё — яд, усё — лекі; тое і іншае вызначае доза». Зыходзячы з гэтага сцвярджэння, некаторыя ядавітыя расліны выкарыстоўваюцца як у народнай медыцыне, так і ў фармацэўтыцы. Аднак, калі перад ужываннем лекавых сродкаў, атрыманых з раслін, не пракансультавацца з урачом, а таксама парушаць дазіроўку, тэрміны іх ужывання, то можна не толькі нанесці вялізную шкоду свайму здароўю, але і памерці!

■ **Паўторым галоўнае.** Ядавітыя ўласцівасці раслін абумоўлены ўтрыманнем у іх небяспечных для здароўя чалавека ядаў (фітатаксінаў). Раслінныя яды пашкоджваюць у асноўным стрававальную і цэнтральную нервовую сістэмы. На тэрыторыі Беларусі найбольш часта сустракаюцца наступныя ядавітыя расліны: цыкута ядавітая, балігалоў рабы, дурнап'ян звычайны, блёкат чорны, казялец ядавіты, ландыш майскі, воўчае лыка, бузіна чырвоная, баршчэўнік Сасноўскага і інш.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Якія расліны называюцца ядавітымі? Якія шляхі атручэння імі чалавека? 2. Назавіце ядавітыя расліны, якія часта сустракаюцца ў Беларусі. 3. Раскажыце пра сімптомы атручэння цыкутай ядавітай і блёкатам чорным. 4. Якую першую дапамогу неабходна аказаць пацярпеўшаму пры атручэнні ядавітымі раслінамі?

Складаныя пытанні. 1. Да якіх сямей належаць балігалоў рабы, дурнап'ян звычайны, блёкат чорны, казялец ядавіты? 2. Якую ролю адыгрываюць гэтыя ядавітыя расліны ў экасістэмах?



§ 18. Ядавітыя жывёлы

- **Успомніце** асаблівасці будовы ядавітых насякомых Беларусі.
- **Як вы думаеце?** Якімі перавагамі валодаюць тыя жывёлы, якія змяшчаюць ядавітыя рэчывы?
- **Вы даведаецеся,** якую небяспеку для здароўя чалавека ўяўляюць ядавітыя жывёлы, якія з іх найбольш часта сустракаюцца ў Беларусі і як засцерагчы сябе ад уздзеяння ядаў жывёл.

Ядавітыя жывёлы — гэта жывёлы, якія змяшчаюць яды, што пры пападанні ў арганізм чалавека выклікаюць расстройствы здароўя, а часам і смерць.

Жывёльныя яды (зоатаксіны) — гэта таксічныя рэчывы рознай хімічнай прыроды, якія выпрацоўваюцца жывёламі і выкарыстоўваюцца імі ў мэтах абароны або напаўнення. Ступень уздзеяння жывёльных ядаў на чалавека залежыць ад складу яду, месца і сезону, фізічнага і псіхалагічнага стану чалавека.

► **Гэта цікава.** Вывзначана, што паслядоўным увядзеннем яду з павелічэннем яго доз у арганізм жывёлы можна паменшыць успрымальнасць гэтай жывёлы да дадзенага яду. Так, конь, які прайшоў імунізацыю, вытрымлівае аднакратнае ўпырскванне 2 г сухога яду кобры, у той час як не імунізаваны гіне ўжо ад увядзення 0,25 г. Пры штучнай імунізацыі ў крыві жывёл утвараюцца антыцелы (антытаксіны), якія нейтралізуюць уведзены яд. Такім спосабам атрымліваюць сываратку з гатовымі антыцеламі, якую выкарыстоўваюць для лячэння людзей, пацярпеўшых ад укусу ядавітых змей.

Ядавітых жывёл прынята падзяляць на дзве групы: актыўна-ядавітыя і пасіўна-ядавітыя.

Актыўна-ядавітыя жывёлы маюць асаблівыя органы, якія вырацоўваюць яд. Гэтых жывёл прынята дзяліць на ўзброеных і няўзброеных.

Ва ўзброеных ядавітыя органы складаюцца з залозы, якая вырацоўвае яд, і апарату, які коле або раніць. Напрыклад, у насякомых ядавітыя залозы звязаны з джалам, а ў павукоў яны адкрываюцца на хеліцэрах. Ядавіты апарат маецца ў змей (гадзюка, гюрза, кобра, шчытаморднік) і яшчарак ядазубаў.

У няўзброеных ядавітых жывёл няма апарату, які раніць. Іх яд пры пападанні на скуру ахвяры ўсмоктваецца праз пашкоджаныя месцы і слізистыя абалонкі. Ядавітыя залозы без апарату, які раніць, маюцца ў скуры шэрага земнаводных (жарлянка чырванапузая, часночніца звычайная, рапухі земляная і звычайная, саламандра плямістая і інш.). У шэрага жывёл (напрыклад, у мурашак) ядавіты апарат, які не раніць, развіўся з апарату, які раніць, шляхам рэдукцыі яго колючай часткі.

У ядавітых насякомых ёсць скурныя залозы з сакрэтам, які мае едкі або моцны пах і адпужвае ворагаў (жук каларадскі, жук-бамбардзір, пływунец, стафілін берагавы і інш.). У крыві некаторых кляшчоў і насякомых змяшчаюцца таксічныя рэчывы, якія яны вылучаюць як сродак абароны.

У *пасіўна-ядавітых* жывёл ядавітыя органы адсутнічаюць. Іх таксічнасць звязана з асаблівымі ўласцівасцямі тых ці іншых тканак цела (скрытая, або тканкавая, ядавітасць). Напрыклад, некаторыя рыбы ядавітыя пры ўжыванні іх у ежу.

Ядавітыя жывёлы Беларусі. Найбольш часта сустракаемыя ў Беларусі ядавітыя жывёлы паказаны ў табліцы 6.



Табліца 6. Ядавітыя жывёлы Беларусі

Жывёлы	Уздзеянне на арганізм чалавека
<i>Сляпень бычыны</i> 	Таксічныя рэчывы сліны прыводзяць да пачырванення і балючага ацёку скуры. Пасля ўкусу раны доўга краваточаць і не загойваюцца. З'яўляецца пераносчыкам шэрага захворванняў, напрыклад сібірскай язвы
<i>Пчала меданосная</i> 	Калі ўкус будзе нанесены ў вобласць языка, глоткі або паднябення, ацёк, што пры гэтым узнікне, можа заблакіраваць паступленне паветра і прывесці да асфіксіі (удушша). Шматлікія ўкусы і алергія да яду пчол могуць прывесці да лятальнага канца
<i>Аса звычайная</i> 	Аса можа джаліць шматразова пры сур'ёзнай пагрозе, напрыклад калі чалавек спрабуе разбурыць гняздо. Укус балючы, выклікае пачырваненне, ацёк, пякату і сверб. Асабліва небяспечныя укусы для чалавека з алергіяй
<i>Чмель палявы</i> 	Укус вельмі балючы, выклікае раздражненне і сверб, ацёк і млоснасць, парушэнне сардэчнага рытму, пры мностве ўкусаў магчымы лятальны канец. Укус у вобласць рота або шыі можа выклікаць удушша з прычыны ацёку гартані і спазмы дыхальных шляхоў
<i>Шэрань звычайны</i> 	Укус надзвычай балючы і выклікае ацёк, запаленне, млоснасць, галавакружэнне і алергічныя рэакцыі, якія часам прыводзяць да лятальнага канца

Працяг

Жывёлы	Уздзеянне на арганізм чалавека
<i>Жук нарыўнік</i> 	Укус пакідае на целе нарывы і пухіры. Робіць негатыўнае ўздзеянне на работу мочавыводзячых шляхоў і нырак. Асабліва небяспечна пападанне яду ў кроў. Засцерагчы сябе можна, толькі выключыўшы кантакт з нарыўнікамі
<i>Гадзюка звычайная</i> 	Укус суправаджаецца болей у месцы пашкоджання, слабасцю, млоснасцю, галавакружэннем. Магчыма парушэнне сардэчнай дзейнасці і развіццё нырачнай недастатковасці

► **Гэта цікава.** Паводле разлікаў вучоных, 1 г сухога яду кобры можа прывесці да гібелі 167 чалавек, масай 60 кг кожны. Адною і той жа колькасці яду грымучай змяі дастаткова для смяротнага атручэння 24 сабак або 300 000 галубоў. Свіння, напрыклад, неадчувальная да ўкусаў грымучай змяі, а вожык — да яду гадзюкі. Неўспрымальныя да яду некаторыя птушкі (буслы, вароны), якія ядуць ядавітых змей, куры, што здзеўбаюць ядавітых павукоў каракуртаў.

Прафілактыка ўкусаў ядавітых жывёл. Для аховы ад укусаў ядавітых насякомых у час адпачынку на прыродзе, знаходжання на дачы пажада-на карыстацца спецыяльнымі крэмамі і спрэямі з рэпелентам і апрацаць адзенне, якое добра засцерагала б цела.

Пры ўкусах ядавітых насякомых трэба выдаліць пінцэтам джала з пухіром, напоўненым ядам, пасля чаго прамыць ранку антысептычным сродкам. Месца ўкусу пажадана ахаладзіць, прыклаўшы да яго халодны прадмет ці загорнуты ў тканіну лёд. У цяжкіх выпадках неабходна тэрмінова звярнуцца за медыцынскай дапамогай.

Укус гадзюкі адбываецца, як правіла, па віне самога чалавека, з прычыны яго неасцярожнасці і няўважлівасці. Часцей за ўсё гадзюка можа

ўкусіць за нагу, калі наступіць на змяю, ці за руку, калі схапіць яе або прыціснуць. Гадзюка ніколі не нападае першай, укусы змяі — толькі ахоўная рэакцыя.

Пры ўкусе гадзюкі пацярпеўшага неабходна як мага хутчэй даставіць у найбліжэйшую медыцынскую ўстанову, дзе яму будзе ўведзена антытаксічная сываратка. Калі гэта немагчыма, то пацярпеўшаму неабходна стварыць поўны спакой, укладзі і даваць шмат вадкасці (вада, гарбата).

■ **Паўторым галоўнае.** Ядавітых жывёл падзяляюць на дзве групы: актыўна-ядавітыя і пасіўна-ядавітыя. Яны змяшчаюць небяспечныя для здароўя чалавека рэчывы — яды. У Беларусі найбольш часта сустракаемымі ядавітымі жывёламі з'яўляюцца: сляпень бычыны, пчала меданосная, аса звычайная, чмель палявы, шэршань звычайны, жук нарыўнік, гадзюка звычайная.

? Праверым веды



Ключавыя пытанні. 1. Якое негатыўнае ўздзеянне на арганізм чалавека робяць укусы чмяля палявога, шэршня звычайнага? 2. У чым заключаецца прафілактыка ад укусаў ядавітых насякомых? 3. Якімі сімптомамі суправаджаецца ўкус гадзюкі звычайнай? Якіх мер засцярогі неабходна прытрымлівацца, каб уберагчыся ад яе ўкусу?

Складаныя пытанні. 1. Да якіх атрадаў належаць ядавітыя жывёлы, прыведзеныя ў табліцы 6? 2. Чаму ядавітасць не ўласцівая прадстаўнікам Класа млекакормячых?

§ 19. Лекавыя расліны і іх выкарыстанне чалавекам

- **Успомніце,** якія расліны ў Беларусі часцей за ўсё выкарыстоўваюцца ў лячэбных мэтах.
- **Як вы думаеце?** Ці могуць лекавыя расліны ўяўляць пагрозу для здароўя чалавека?
- **Вы даведаецеся** пра найбольш распаўсюджаныя лекавыя расліны Беларусі і іх выкарыстанне.

Лячэбныя ўласцівасці раслін тысячагоддзямі выкарыстоўваліся ўсімі народамі свету. З іх дапамогай людзі лячылі шмат якіх захворванняў, звяртаючыся да прыроды, да яе дарункаў. У сваім складзе лекавыя расліны змяшчаюць каштоўныя хімічныя рэчывы, таму шы-

рока выкарыстоўваюцца як у лячэбных, так і ў прафілактычных мэтах.

Распаўсюджаныя ў Беларусі лекавыя расліны. Пазнаёмімся з некаторымі лекавымі раслінамі Беларусі і іх выкарыстаннем (табл. 7).

Табліца 7. Лекавыя расліны і іх выкарыстанне



Расліна	Выкарыстанне
<i>Падарожнік вялікі</i> 	Сок і настой з лістоў выкарыстоўваюць пры лячэнні захворванняў страўнікава-кішачнага тракту, як супрацьзапаленчы і раназагойны сродак. Экстракт лістоў выкарыстоўваецца ў тэрапіі верхніх дыхальных шляхоў. Кампрэсы са здробненых свежых лістоў эфектыўныя пры лячэнні ранак, парэзаў, болек
<i>Рамонак лекавы, або аптэчны</i> 	Настой суквеццяў ужываюць для паласання ротавай поласці і зева пры ангіне, ларынгіце. Рамонак часта выкарыстоўваюць у лекавых зборах у камбінацыі з іншымі раслінамі. У якасці прымочак або кампрэсаў выкарыстоўваецца пры экзэме, нарывах, апёках, адмарожваннях і боляках
<i>Бяроза абвіслая</i> 	Настой і адвар са свежых лістоў валодаюць мачагонным і патагонным дзеяннем. З іх робяць кампрэсы для зняцця боляў пры рэўматызме і неўралгіі. Бярозавы сок выкарыстоўваецца пры некаторых захворваннях лёгкіх як агульнаўмацавальны сродак. Драўняны бярозавы вугаль (карбален, або актываваны вугаль) выкарыстоўваецца як адсарбіруючы сродак

Расліна	Выкарыстанне
<i>Шыпына майская</i> 	Гарбата і настой з пладоў валодаюць агульнатанізуючым, супрацьзапаленчым, агульнаўмацавальным дзеяннем. Настой з пладоў выкарыстоўваецца ў комплекснай тэрапіі цукровага дыябету, для памяншэння ўтрымання халестэрыну ў крыві, зніжэння САЭ (скорасці асядання эрытрацытаў). Прэпараты з расліны ўжываюцца для лячэння захворванняў скуры
<i>Валяр'ян лекавы</i> 	Прэпараты з каранёў расліны выкарыстоўваюцца як заспакаяльны сродак пры нервовым узбуджэнні, гіпертанічнай хваробе, бяссонніцы, для паляпшэння стрававання, як жаўцягонны сродак у дэрматалогіі, а таксама пры лячэнні захворванняў шчытападобнай залозы і астмы. Экстракт валяр'яны ўваходзіць у склад такіх прэпаратаў, як карвалол, валакардзін
<i>Дзёмухавец лекавы</i> 	Прэпараты з кветак, каранёў, лістоў выкарыстоўваюцца для ўзбуджэння апетыту і паляпшэння стрававання, як патагонны, жаўцягонны, адхарквальны і танізуючы сродак, а таксама як сродак, які павышае ахоўныя ўласцівасці арганізма. Карані выкарыстоўваюць пры дыябеце і як антысклератычны сродак
<i>Чарніцы звычайныя</i> 	Настой і адвар з ягад выкарыстоўваюць пры болях у страўніку, кішэчніку, мачавым пузыры. Ужыванне ў ежу свежых і сушаных ягад чарніц станоўча дзейнічае на кровазабеспячэнне сятчаткі вока, што паляпшае начны зрок. Настой лістоў зніжае ўзровень глюкозы ў крыві

Працяг

Расліна	Выкарыстанне
<i>Мята перачная</i> 	Настой лістоў выкарыстоўваюць як сродак для паляпшэння стрававання, павышэння апетыту, ад спазмаў у страўніку, млоснасці, як заспакаляльнае пры нервовым узбуджэнні. Экстракт травы дабаўляюць у супрацьзапаленчыя мазі, ён уваходзіць у склад сардэчных прэпаратаў
<i>Маліны звычайныя</i> 	Плады валодаюць супрацьзапаленчым, гарачкапаніжальным і супрацьсклератычным дзеяннем. Яны карысныя як прафілактычны і лячэбны сродак пры парушэннях абмену рэчываў, захворваннях дыхальных шляхоў, гастрыце, энтэрыце, анеміі, гіпертаніі, цукровым дыябеце, экзэме
<i>Звєрабой прадзіраўлены</i> 	Прэпараты са сцёблаў з лістамі, кветкамі і пладамі шырока выкарыстоўваюцца пры захворваннях страўнікава-кішачнага тракту, цукровым дыябеце, для загойвання ран, язваў, апёкаў, для лячэння хранічных стаматыту і гайморыту. Адвар паскарае загойванне язваў страўніка і дванаццаціперснай кішкі, спыняе метэарызм
<i>Дзівасіл высокі</i> 	Настой з караня ўжываецца як адхарквальны сродак пры вострых і хранічных захворваннях дыхальных шляхоў, а таксама пры паніжанай кіслотнасці страўнікавага соку і запаленні слізістай абалонкі страўніка (гастрыце), язвавай хваробе, для лячэння захворванняў скуры і гнойных ран

Расліна	Выкарыстанне
<i>Брусніцы звычайныя</i> 	Морс і сіроп з ягад выкарыстоўваюць пры гіпавітамінозах, траўмах, запаленчых працэсах, павышэнні тэмпературы цела, пасля аперацый і цяжкіх захворванняў. Вонкава сок ужываюць пры захворваннях вачэй і скуры

Фітанцыды. Шмат якія расліны (ядловец, сасна, яліна, бяроза, дуб, таполя і інш.) вылучаюць рэчывы, якія атрымалі назву *фітанцыды* (ад грэч. слова *phytón* — расліна і лац. *caedo* — забіваю). Фітанцыды забіваюць мікраарганізмы або прадухіляюць іх размнажэнне. Яны здольныя нармалізаваць сардэчны рытм і артэрыяльны ціск, зніжаць узровень цукру ў крыві, спрыяльна ўздзейнічаць на стан печані, а таксама на імунную і нервовую сістэмы чалавека.



► **Гэта цікава.** Рэкардсменамі па вылучэнні фітанцыдаў з'яўляюцца хвойныя расліны. Так, 1 га ядлоўцу вылучае ў суткі 30 кг лятучых рэчываў, а сасна і яліна — каля 20 кг. Дзякуючы здольнасці раслін вылучаць фітанцыды паветра паркаў змяшчае ў 200 разоў менш бактэрый, чым паветра вуліц.

Лекавыя расліны шырока выкарыстоўваюцца фармацэўтычнай прамысловасцю. Згодна з даследаваннямі, толькі 33 % новых лекавых сродкаў з'яўляюцца сінтэтычнымі злучэннямі, якія не маюць аналагаў у жывой прыродзе. Астатнія 67 % чалавек бярэ з прыроды.

Для таго каб вызначыць і вылучыць хімічнае злучэнне, якое ўвойдзе ў склад лекавага сродку, неабходны доўгія гады працы вучоных і фармацэўтаў.

Правілы прыёму раслінных лекавых прэпаратаў. Перад прыёмам раслінных лекавых прэпаратаў трэба абавязкова пракансультавацца з урачом, які падбярэ неабходную дозу і распрацуе рэжым прыёму прэпарата. Самалячэнне можа прывесці да атручэння. Напрыклад, працяглае ўжыванне баркуну лекавага можа выклікаць галавакружэнне, млоснасць, ваніты, мігрэнь, санлівасць, парушэнне работы печані і ЦНС.

Лекавыя расліны, якія выкарыстоўваюцца па прызначэнні ўрача, здольныя не толькі лячыць, але і павялічваць працаздольнасць і вынослівасць, паляпшаючы якасць жыцця чалавека.

■ **Паўторым галоўнае.** Найбольш распаўсюджанымі ў Беларусі лекавымі раслінамі з'яўляюцца: падарожнік вялікі, рамонак лекавы, або аптэчны, бяроза абвіслая, шыпшына майская, валяр'ян лекавы, дзьмухавец лекавы, чарніцы звычайныя, мята перачная, маліны звычайныя, зверабой прадзіраўлены, дзівасіл высокі, брусніцы звычайныя і інш.

Лекавыя расліны змяшчаюць каштоўныя хімічныя рэчывы, у тым ліку вітаміны і фітанцыды. Таму яны шырока выкарыстоўваюцца як у лячэбных, так і ў прафілактычных мэтах. Настоі, адвары, фітапрэпараты з лекавых раслін лёгка засвойваюцца і маюць менш пабочных эфектаў. Набываць іх трэба ў аптэках, а перад прыёмам абавязкова пракансультавацца з урачом.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Пeralічыце асноўныя віды і ўласцівасці лекавых раслін, якія растуць у Беларусі. 2. Які ўплыў робяць на арганізм чалавека фітанцыды? 3. Чаму перад прыёмам лекавых раслін неабходна абавязкова пракансультавацца з урачом?

Складаныя пытанні. 1. Якія лекавыя расліны, акрамя пералічаных у гэтым параграфі, растуць у Беларусі? Для лячэння якіх захворванняў яны выкарыстоўваюцца? 2. У якіх выпадках лекавыя расліны могуць прынесці чалавеку шкоду?



§ 20. Асноўныя хімічныя забруджвальнікі навакольнага асяроддзя

- **Успомніце,** якія шкодныя адходы хімічных вытворчасцей вам вядомыя.
- **Як вы думаеце?** Ці магчыма тэхналагічная дзейнасць чалавека без забруджвання навакольнага асяроддзя?
- **Вы даведаецеся** пра асноўныя забруджвальнікі навакольнага асяроддзя і іх небяспеку для здароўя чалавека.

У цяперашні час праблема забруджвання навакольнага асяроддзя на планеце Зямля стаіць вельмі востра. У гэтым параграфі мы разгледзім асноўныя віды забруджвальнікаў.

Суспензаваныя часціцы. Небяспечнымі забруджвальнікамі навакольнага асяроддзя з’яўляюцца часціцы, якія з прычыны малых памераў (ад 0,0001 да 0,1 мм) атрымалі назву *ўзважаных*. Яны ўяўляюць сабой сумесь пылу, попелу, сажы, дыму, сульфатаў, нітратаў і іншых хімічных злучэнняў. Знаходзячыся ў суспензаваным стане ў паветры, гэтыя часціцы трапляюць у дыхальныя шляхі і могуць стаць прычынай развіцця хвароб лёгкіх, анкалагічных і сардэчна-сасудзістых захворванняў. Так, па даных Сусветнай арганізацыі аховы здароўя (СААЗ), кожная восьмая смерць на планеце звязана з забруджваннем паветра.

► **Гэта цікава.** У залежнасці ад галіны прамысловасці 40—45 % уважаных часціц прыпадае на пыл, які змяшчае аксід крэмнію, 30 % складае драўняны пыл, 10—12 % — пыл цэментавай вытворчасці, на долю аксідаў жалеза, марганцу, алюмінію, кадмію прыпадае каля 13 %.

Аксіды азоту — яшчэ адна група забруджвальнікаў навакольнага асяроддзя. У значнай ступені канцэнтрацыю аксідаў азоту ў гарадскім паветры павышаюць выхлапныя газы аўтатранспартных сродкаў, цеплаэлектрастанцыі, працэсы спальвання цвёрдых адходаў, а таксама заводы, якія вырабляюць азотную кіслату і розныя ўгнаенні.

З аксідаў азоту самым небяспечным для навакольнага асяроддзя і здароўя чалавека з’яўляецца *дыяксід азоту* (NO_2). Бурнае адценне газападобнага дыяксіду азоту, якое атрымала назву *лісіныя хвасты*, можна назіраць у вялікіх гарадах. Звязана гэта з выкідамі некаторых хімічных прадпрыемстваў і асабліва прыметна летам (мал. 23).



Мал. 23. Лісіныя хвасты

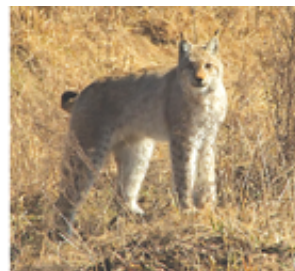
У людзей, якія папалі пад уздзеянне высокіх канцэнтрацый дыяксіду азоту, часцей, чым у іншых, назіраюцца бронхіт, запаленне верхніх дыхальных шляхоў і лёгкіх.

Цяжкія металы. У выніку антрапагеннага забруджвання каля 10 380 км² плошчы Беларусі змяшчае небяспечны ўзровень *цяжкіх металаў* (кадмію, свінцу, цынку, ртуці і інш.). Па харчовых ланцу-

гах гэтыя хімічныя элементы трапляюць у арганізм чалавека і атручваюць яго. Гэта прыводзіць да расстройтва стрававання, сур'ёзных захворванняў лёгкіх і мозга. Таксама цяжкія металы зніжаюць імунітэт чалавека, спрыяюць росту спадчынных захворванняў.

Прамысловыя сцёкі забруджваюць вадаёмы жалезам, цынкам, марганцам, меддзю, нафтапрадуктамі. У Беларусі найбольш забруджана рака Свіслач, а Заходняя Дзвіна і Нёман — самыя чыстыя рэкі.

Радыенукліды. 26 красавіка 1986 г. у выніку аварыі на Чарнобыльскай атамнай электрастанцыі (ЧАЭС) адбыўся выкід *радыенуклідаў*, якія забрудзілі 23 % тэрыторыі Беларусі. Праз 34 гады пасля катастрофы асноўнымі забруджвальнікамі навакольнага асяроддзя застаюцца ізатопы Cs-137, Sr-90 і Am-241. Значная частка гэтых элементаў засяроджана на тэрыторыі Палескага дзяржаўнага радыяцыйна-экалагічнага запаведніка (ПДРЭЗ). У запаведніку праводзяцца толькі навуковыя даследаванні, кантралюецца стан вады, флоры і фаўны. Тут забаронена ўсякая гаспадарчая дзейнасць, устаноўлены кантрольна-прапускны рэжым. Менавіта таму ўмяшанне ў прыроднае асяроддзе ў запаведніку мінімальнае (мал. 24).



Мал. 24. На тэрыторыі ПДРЭЗ шматлікія і разнастайныя флора і фаўна

► **Гэта цікава.** Адсутнасць антрапагеннай нагрузкі прывяла да таго, што ПДРЭЗ па багацці флоры стаіць у адным шэрагу з Бярэзінскім біясферным запаведнікам і нацыянальнымі паркамі. Сучасная флора ПДРЭЗ уключае больш за тысячу відаў раслін. З іх каля 50 відаў занесены ў Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь. На тэрыторыі запаведніка зарэгістравана каля 60 відаў млекакормячых, што складае 72 % ад відавoga складу млекакормячых Беларусі. У 1996 г. з Нацыянальнага парка Белавежская пушча ў ПДРЭЗ завезлі 16 еўрапейскіх зуброў. У цяперашні момант колькасць папуляцыі зуброў складае больш за 150 асобін.

Бытавыя адходы. У працэсе жыццядзейнасці чалавека ўтвараецца вялікая колькасць адходаў. Большасць з іх з’яўляюцца цвёрдымі (ЦБА). Гэта пластык, кардон, поліэтылен, а таксама прадметы з дрэва, металу, шкла, якія выйшлі з ужывання, устарэлыя бытавыя прыборы, харчовыя адходы.

Як вы ўжо ведаеце з курса хіміі 9-га класа, у Рэспубліцы Беларусь штогод запасіцца каля 3 млн т бытавых адходаў. Гэта складае ў сярэднім 400 кг у год на чалавека.

Пры раскладанні адходаў у выніку жыццядзейнасці розных мікраарганізмаў утвараецца *звалачны газ*, які змяшчае каля 140 таксічных хімічных злучэнняў. Аснову звалачнага газу складаюць метан (40—75 %) і вуглякіслы газ (25—45 %). Таксама пры гніенні бялковых прадуктаў вылучаецца серавадарод (мае характэрны пах тухлых яек). У складзе бытавых адходаў змяшчаецца шмат пластмасавых вырабаў, тэрмін раскладання якіх у прыродным асяроддзі вылічваецца сотнямі гадоў. Пры гэтым вылучаюцца таксічныя рэчывы, што атручваюць глебу і ваду.

У Беларусі штогод для захавання смецця адчуваецца каля 100 км² зямель, прыдатных для больш важных патрэб. Смеццэперапрацоўчыя заводы ў нашай краіне працуюць у Мінску, Гродне, Гомелі, Баранавічах, Магілёве, Брэсце. Іх сумарная магутнасць складае каля 500 тыс. т адходаў у год. Але гэтых магутнасцей відавочна недастаткова, бо толькі жыхары сталіцы адпраўляюць на звалку ў сярэднім каля 1,1 млн т адходаў.

Сёння кожны чалавек павінен разумець, што смецце — гэта выкарыстаныя рэсурсы планеты, якія ўвесь час вычэрпваюцца. Таму адходы пластмас, паперы, шкла, старую бытавую тэхніку, батарэйкі неабходна збіраць асобна ў кантэйнеры для раздзельнага збору смецця (мал. 25).



Мал. 25. Кантэйнеры для раздзельнага збору смецця

Тады яны ператворацца ў карысныя другасныя рэсурсы і перастануць быць небяспечнымі для прыроды і чалавека. Напрыклад, пластыкавыя бутэлькі ператворацца ў сыравіну для новых пластыкавых вырабаў, шклабой будзе выкарыстоўвацца ў будаўніцтве, а прасаваныя смеццевыя пакеты «перародзяцца» ў тратуарную плітку.

► **Гэта цікава.** Лідарам па перапрацоўцы смецця ў Еўропе з’яўляецца Германія. На аднаго сярэднястатыстычнага жыхара гэтай краіны прыпадае 618 кг смецця ў год. Грамадзяне Германіі абавязаны падзяляць смецце на макулатуру, шкло, арганічныя адходы (біямасу), металы і пластмасы. Акрамя таго, шкло, якое ідзе на ўтылізацыю, сартуецца жыхарамі па колерах. У краіне перапрацоўваецца або ўтылізуецца 64 % усіх адходаў. Цікава, што за перапрацоўку (рэцыклінг) пластыкавых і шкляных упаковок адказныя іх вытворцы. Сродкі на гэта закладзены ў кошт прадуктаў. У Германіі штогод перапрацоўваецца сыравіна на суму 500 млрд еўра. Пры спальванні смецця вылучаецца энергія, якую ўжываюць для ацяплення і гарачага водазабеспячэння. Паводле статыстыкі, 14 % сыравіны нямецкая прамысловасць атрымлівае менавіта з адходаў.

■ **Паўторым галоўнае.** Небяспечнымі хімічнымі забруджвальнікамі для навакольнага асяроддзя і здароўя чалавека з’яўляюцца суспензаваныя часціцы, аксіды азоту і вугляроду, цяжкія металы, радыенукліды. Адна з сур’ёзных экалагічных праблем — забруджванне тэрыторыі Беларусі бытавымі адходамі, для захавання якіх штогод адчушаецца каля 100 км² зямель. Асноўная колькасць «чарнобыльскіх» радыенуклідаў засяроджана на ахоўнай тэрыторыі ПДРЭЗ.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Які ўплыў на навакольнае асяроддзе і здароўе чалавека робяць уважаныя часціцы і цяжкія металы? 2. Якую небяспеку для здароўя чалавека ўяўляе дыяксід азоту? 3. Якія радыенукліды пасля аварыі на ЧАЭС застаюцца асноўнымі забруджвальнікамі навакольнага асяроддзя? У чым заключаецца іх небяспека для здароўя чалавека?



Складаныя пытанні. 1. Які від тэхнагеннай дзейнасці, на ваш погляд, найбольш небяспечны для навакольнага асяроддзя і здароўя чалавека? Адкаж аргументуйце. 2. Чаму забруджванне навакольнага асяроддзя бытавымі адходамі з’яўляецца сур’ёзнай экалагічнай праблемай? Прапануйце шляхі яе вырашэння.

§ 21. Уплыў электрамагнітнага забруджвання на чалавечы арганізм

- **Успомніце**, што вы ведаеце пра ўплыў магнітнага поля Зямлі на жывыя арганізмы.
- **Як вы думаеце?** У чым заключаецца небяспека электрамагнітнага выпраменьвання мабільнага тэлефона, камп'ютара і тэлевізара для вашага здароўя?
- **Вы даведаецеся** пра асноўныя крыніцы электрамагнітнага выпраменьвання і яго негатыўны ўплыў на здароўе чалавека.

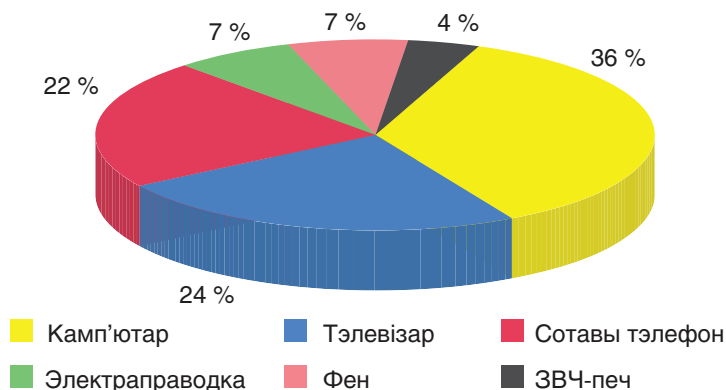
Электрамагнітнае выпраменьванне (ЭМВ) — гэта з'ява, працэс, пры якім энергія выпраменьваецца крыніцай у прастору ў выглядзе электрамагнітных хваль.

Біялагічнае дзеянне ЭМВ залежыць ад даўжыні яго хвалі. Крыніцы электрамагнітных выпраменьванняў і інтэрвалы даўжынь хваль падзены ў табліцы 8.

Табліца 8. Крыніцы і інтэрвалы даўжынь хваль электрамагнітных выпраменьванняў

Электрамагнітнае выпраменьванне (ЭМВ)	Інтэрвал даўжыні хваль, м (вакуум)	Крыніцы выпраменьвання
Радыёхвалевае	$1 \cdot 10^5 — 1 \cdot 10^{-1}$	Радыёпрыборы
Мікрахвалевае	$1 \cdot 10^{-1} — 1 \cdot 10^{-4}$	Лазеры, паўправадніковыя прыборы
Інфрачырвонае	$1 \cdot 10^{-4} — 7 \cdot 10^{-7}$	Касмічнае выпраменьванне, сонца, электралямпы
Бачнае	$7 \cdot 10^{-7} — 4 \cdot 10^{-7}$	Сонца, люмінесцэнтныя лампы, электралямпы
Ультрафіялетавае	$4 \cdot 10^{-7} — 3 \cdot 10^{-8}$	Сонца, касмічнае выпраменьванне, электралямпы
Рэнтгенаўскае	$3 \cdot 10^{-8} — 1 \cdot 10^{-10}$	Рэнтгенаўскія трубки, радыеактыўныя ізатопы
Гама-выпраменьванне	$1 \cdot 10^{-10} — 1 \cdot 10^{-13}$	Радыеактыўныя распады

Чым меншая даўжыня хвалі, тым большую небяспеку ўяўляе ЭМВ для здароўя чалавека, асабліва ў выпадку перавышэння санітарных норм.



Мал. 26. Асноўныя крыніцы ЭМВ

Гэта небяспека абумоўлена тым, што інтэнсіўнасць электрамагнітнага выпраменьвання тэхнагеннага паходжання ў шмат разоў перавышае інтэнсіўнасць натуральнага электрамагнітнага фону, і яго ўздзеянне не-прыметнае.

Для нас з вамі асноўныя крыніцы ЭМВ — гэта камп'ютар, тэлевізар, сотавы тэлефон, бытавыя прыборы. Іх прыкладны ўклад у электрамагнітнае забруджванне арганізма паказаны на малюнку 26.

Асаблівую адчувальнасць да ўплыву ЭМВ выяўляюць нервовая, эндакрынная, імунная, сардэчна-сасудзістая і палавая сістэмы чалавека (табл. 9).

Табліца 9. Негатыўны ўплыў ЭМВ на чалавечы арганізм

Сістэма арганізма	Негатыўны ўплыў
Нервовая	Парушаецца перадача нервовых імпульсаў, пагаршаецца памяць і пазнавальныя функцыі, з'яўляецца дэпрэсія, стомляльнасць, раздражняльнасць, парушаецца сон
Эндакрынная	Стымулюецца работа гіпофізу, што суправаджаецца павелічэннем утрымання адрэналіну ў крыві, актывізуюцца працэсы згусання крыві
Імунная	Ход інфекцыйнага працэсу абцяжарваецца аўта-імуннай рэакцыяй (рэакцыяй арганізма на ўласныя антыгены, гэта значыць з'яўленнем антыцел да іх, што вядзе да развіцця аўтаімунных захворванняў, напрыклад набытай анеміі)

Сістэма арганізма	Негатыўны ўплыў
Сардэчна-сасудзістая	Парушаецца работа сардэчнай мышцы, узнікае арытмія, змяняецца артэрыяльны ціск
Палавая	Зніжаецца актыўнасць палавых клетак, назіраецца паталогія развіцця плода на розных стадыях цяжарнасці, дачасныя роды

Сёння мабільны тэлефон ёсць практычна ў кожнага чалавека, і карыстаецца ён ім дастаткова актыўна. Значыць, кожны з нас атрымлівае пэўную долю электрамагнітнага выпраменьвання. Можна знізіць негатыўны ўплыў ЭМВ, калі прытрымлівацца наступных рэкамендацый.

1. Уважліва вывучайце інструкцыі па тэхніцы бяспекі пры рабоце з электрапрыборамі.
2. Трымайце мабільны тэлефон як мага далей ад вуха.
3. Па магчымасці скарачайце час карыстання прыборамі, каб знізіць негатыўны ўплыў на сятчатку вачэй. Гэта асабліва небяспечна для дзяцей і цяжарных жанчын, карыстальнікаў са слабым імунітэтам, схільнасцю да алергіі, сардэчна-сасудзістых захворванняў.
4. Не групуйце электрапрыборы і мабільныя прылады ў адным месцы, не размяшчайце іх побач з месцамі адпачынку і сну.

■ **Паўторым галоўнае.** Электрамагнітнае выпраменьванне, якое перавышае санітарныя нормы, негатыўна ўплывае на нервовую, сардэчна-сасудзістую, палавую, імунную і эндакрынную сістэмы, на галаўны мозг чалавека. Для памяншэння негатыўнага ўздзеяння электрамагнітных выпраменьвальнікі трэба размяшчаць так, каб ні адзін з іх не ўзмацняў другі і не знаходзіўся побач з месцамі адпачынку і сну.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. У чым заключаецца небяспека ЭМВ для чалавечага арганізма? 2. Які негатыўны эффект аказваюць ЭМВ на нервовую і імунную сістэмы? 3. У якіх выпадках мабільныя тэлефоны нясуць небяспеку для здароўя чалавека? Як можна паменшыць іх негатыўнае ўздзеянне?

Складаныя пытанні. 1. На якой адлегласці ад органа слыху рэкамендуецца трымаць мабільны тэлефон? Адказ аргументуйце. 2. Чаму і з якой перыядычнасцю кожнаму чалавеку неабходна праходзіць флюараграфічнае абследаванне?



§ 22. Тэхнагенныя шум і вібрацыя — сучасныя крыніцы небяспекі для здароўя чалавека

- **Успомніце**, як пабудаваны орган слыху чалавека.
- **Як вы думаеце?** Ці могуць шум і вібрацыя ўяўляць пагрозу для здароўя чалавека? Адказ аргументуйце.
- **Вы даведаецеся** пра негатыўны ўплыў на здароўе чалавека тэхнагенных шуму і вібрацыі.

Шум. Механічныя хвалі, якія выклікаюць у чалавека слыхавыя адчужанні, называюцца *гукам*. Хаатычнае спалучэнне розных па сіле і частаце гукаў — гэта *шум*. Узровень інтэнсіўнасці гуку вымяраецца ў дэцыбелах (дБ) (табл. 10)

Табліца 10. Узровень інтэнсіўнасці гукаў

Крыніца гуку	Узровень інтэнсіўнасці (дБ)
Шолах лістоў на ветры	10—15
Звычайная размова	30—35
Інтэнсіўны аўтамабільны рух	60
Пыласос у час работы	80
Шум ад цягнікоў	100
Грукат грому	110

Вызначана, што шум паводле ўплыву на здароўе чалавека падзяляецца на:

- *той, які перашкаджае* гутарковай мове;
- *раздражняльны* — выклікае нервовае напружанне, зніжэнне працаздольнасці і агульнае ператамленне;
- *шкодны* — выклікае развіццё хранічных захворванняў, пагаршэнне слыху, гіпертанію;
- *той, які траўміруе* — паскарае рэакцыі абмену рэчываў, пагаршае кровазабеспячэнне скурнага покрыва і ўзмацняе напружанне мышцаў.

Напрыклад, дзеці, якія падвяргаюцца сістэматычнаму шумавому ўздзеянню магутнасцю ад 68 дБ і больш, рызыкуюць атрымаць парушэнні работы вегетатыўнай нервовай сістэмы. Вызначана, што падлеткі, якія вялікую частку часу знаходзяцца пад уздзеяннем шуму, нашмат хутчэй губляюць канцэнтрацыю ўвагі.

Працяглы шум магутнасцю больш за 90 дБ можа прывесці да частковай страты слыху. Музычны канцэрт з узроўнем гучнасці 100—120 дБ з’яўляецца сур’ёзным выпрабаваннем для вушэй. Аўдыяплэер прайграе гук 110 дБ і больш, таму нават у высокатэхналагічных навушніках нельга падоўгу слухаць гучную музыку. Памятайце, што ўжыванне аўдыяплэераў з навушнікамі ў выглядзе слыхавых укладышаў ужо ў 30—40 гадоў здольна прывесці да тугавухасці.

Вызначана, што да прафесійнай глухаты прыводзіць працяглае ўздзеянне шуму ў 80—90 дБ, а пры ўзроўнях гуку звыш 160 дБ магчымы нават разрывы барабанных перапонак.

► **Гэта цікава.** Шум ад рэактыўнага самалёта, які ляціць, прыгнятальна дзейнічае на пчол, і яны губляюць здольнасць арыентавацца на мясцовасці. Пры ўздзеянні інтэнсіўных гукаў каровы даюць менш малака, куры радзей нясуцца, птушкі пачынаюць узмоцнена ліняць, затрымліваюцца пра- станне насення і нават настае разбурэнне раслінных клетак. Шум у акіяне, выкліканы ваеннымі санарамі, а таксама апаратурай, якая ўжываецца ў нафтагазавай галіне, — уяўляе сур’ёзную пагрозу для кітоў.

Паводле санітарных норм, для жылых памяшканняў гранічна дапушчальны ўзровень шуму днём складае 55 дБ, а ноччу — 45 дБ. У выхадныя і святочныя дні забаронены работы, якія выклікаюць шум або вібрацыю. Пасля 23 гадзін неабходна захоўваць поўную цішыню.

У супрацьлегласць тэхнагеннаму шуму спяванне птушак, журчанне ручая ці шolah лістоты дабратворна ўплываюць на фізіялагічны і эмацыянальны стан чалавека.

Вібрацыя. Вытворчае абсталяванне і транспартныя сродкі ствараюць механічныя ваганні, якія перадаюцца чалавеку. Гэтыя ваганні атрымалі назву *вібрацыя*.

Ва ўмовах жылога асяроддзя вібрацыя можа дзейнічаць кругласутачна, выклікаючы раздражненне, перашкаджаючы адпачынку і сну чалавека. Яе крыніцамі з’яўляюцца чыгуначныя саставы, трамваі, якія праходзяць недалёка ад жылых дамоў, а ў буйных гарадах — цягнікі метрапалітэна.

У чалавека, які ўвесь час падвяргаецца вібрацыі, узнікаюць расстройства здароўя — захворванні ЦНС, сардэчна-сасудзістай сістэмы, страўнікава-кішачнага тракту, органаў раўнавагі. Адбываецца зрушэнне ўнутраных органаў, дыстрафічныя змяненні ў тканках.

Працяглае ўздзеянне вібрацыі прыводзіць да прафесійнага захворвання — *вібрацыйнай хваробы*. Гэта захворванне выклікана паталагічнымі

змяненнямі ў рабоце цэнтральнай нервовай сістэмы. Да прафесій, якія ўваходзяць у групу рызыкі па развіцці вібрацыйнай хваробы, належаць: свідравальшчыкі, паліроўшчыкі, каменярэзчыкі, шліфоўшчыкі, асфальтаўкладчыкі, вадзіцелі трамваяў і інш. Меры прафілактыкі вібрацыйнай хваробы прадугледжваюць выкарыстанне спецвопраткі і прыстасаванняў, якія гасяць вібрацыю, скарачэнне часу кантакту з вібраінструментам, своєчасовае праходжанне медаглядаў, а таксама перыядычны самамасаж канечнасцей.

■ **Паўторым галоўнае.** Павышаны ўзровень шуму выклікае пагаршэнне слыху, нервовае напружанне, зніжэнне працаздольнасці, ператамленне, спрыяе развіццю гіпертаніі. Вібрацыя адмоўна ўздзейнічае на ЦНС і сардэчна-сасудзістую сістэму, страўнікава-кішачны тракт, органы раўнавагі.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Пералічыце тэхнагенныя крыніцы шуму, з якімі сутыкаецца сучасны чалавек. 2. Якія парушэнні здароўя выклікае ў чалавека павышаны ўзровень шуму? 3. Чаму нават у высокатэхналагічных навушніках нельга доўга слухаць гучную музыку? 4. Якія расстройствы здароўя ўзнікаюць у чалавека, які рэгулярна адчувае на сабе вібрацыі? Якія прафесіі ўваходзяць у групу рызыкі па развіцці вібрацыйнай хваробы?



Складаныя пытанні. 1. Растлумачце, чаму спяванне і ігра на музычных інструментах, у адрозненне ад тэхнагенных шумаў, дабратворна ўплывае на фізіялагічны і эмацыянальны стан чалавека. 2. Чаму рабочыя, якія выкарыстоўваюць вібрацыйны інструмент, маюць права раней выходзіць на пенсію? Адказ абгрунтуйце.

§ 23. Кампаненты ежы і іх функцыі

- **Успомніце,** якія карысныя пажыўныя рэчывы змяшчаюцца ў харчовых прадуктах.
- **Як вы думаеце?** Ці можа ежа быць лячэбным сродкам? Адказ абгрунтуйце.
- **Вы даведаецеся** пра кампаненты ежы і іх функцыі.

Ад правільнага харчавання залежыць жыццяздольнасць і працаздольнасць чалавека, а таксама яго ўстойлівасць да ўздзеяння навакольнага асяроддзя. Ежа чалавека ўключае прадукты расліннага, жывёльнага, мінеральнага паходжання, а таксама кампаненты, якія атрымліваюцца сінтэтычным шляхам.

Асноўныя функцыі і крыніцы кампанентаў ежы. Усе харчовыя прадукты змяшчаюць неабходныя арганізму кампаненты: **пажыўныя рэчывы** (бялкі, тлушчы, вугляводы), вітаміны, мінеральныя солі, ваду. Іх асноўныя функцыі і крыніцы прыведзены ў табліцы 11.

Табліца 11. Асноўныя пажыўныя рэчывы

Кампанент ежы	Асноўныя функцыі	Крыніцы
Бялкі	Будаўнічы матэрыял для новых тканак і замены адмерлых клетак	Мяса, малако, тварог, сыр, хлеб, гарох, фасоль, грэцкія крупы
Тлушчы	Крыніца энергіі, транспарт тлушчарастваральных вітамінаў	Масла расліннае і сметанковае, авакада, арэхі, насенне
Вугляводы	Асноўная крыніца энергіі	Мучныя вырабы, фасоль, сачавіца, гарох, соя, бульба, садавіна
Вітаміны	Удзел у абмене рэчываў, дабратворнае дзеянне на нервовую сістэму, забеспячэнне звычайнага росту і развіцця арганізма	Агародніна і садавіна, алей, рыба, рыбін тлушч і печань
Мінеральныя рэчывы	Падтрыманне пастаянства ўнутранага асяроддзя арганізма, удзел у згусанні крыві, перадачы нервовых імпульсаў і транспарце рэчываў	Кухонная соль, рыба, яйкі, хлеб, мінеральная вада, агародніна, садавіна
Вада	Асноўнае асяроддзе для працякання абмену рэчываў	Пітная вада, сокі, вада ў складзе харчовых прадуктаў

Частка кампанентаў ежы, якія не могуць сінтэзавацца ў арганізме чалавека, называюцца *незаменнымі*. Да іх належаць вада, шэраг вітамінаў, мінеральныя солі і некаторыя амінакіслоты. Такім чынам, атрымаць гэтыя кампаненты чалавек можа толькі з ежай.

Сутачная патрэбнасць у вадзе для дарослага чалавека складае 30—40 г на 1 кг масы цела і залежыць ад кліматычных умоў, ладу жыцця і стану здароўя. Пры гэтым у выглядзе вадкасці спажываецца прыкладна 48 % сутачнай нормы, 40 % паступае ў выглядзе ежы і 3 % утвараецца

непасрэдна ў арганізме ў выніку біяхімічных працэсаў. Каб пазбегнуць атручэння, рэкамендуецца ўжываць ваду, што прадаецца ў бутэльках, або кіпячоную ваду, а таксама ваду з крыніц, якая прайшла лабараторную праверку.

Энергетычная каштоўнасць (каларыйнасць) ежы вызначаецца колькасцю энергіі, якая вызваляецца з харчовых прадуктаў у працэсе яе засваення. Яна выкарыстоўваецца для забеспячэння фізіялагічных функцый арганізма.

Мінімальная колькасць энергіі, неабходная для ажыццяўлення функцыянавання органаў і іх сістэм у стане тэмпературнага камфорту (20 °C), поўнага фізічнага і псіхічнага спакою нашча, называецца *велічынёй асноўнага абмену*. У сярэднім яна складае 4,2 кДж на 1 кг масы цела ў гадзіну. У мужчын з масай цела 70 кг асноўны абмен складае каля 7113 кДж у суткі, а ў жанчын з масай цела 55 кг — каля 5858 кДж у суткі. Стрэсавыя станы і гіперфункцыя шчытападобнай залозы часам павялічваюць асноўны абмен да значных велічын.

Розныя віды дзейнасці патрабуюць ад чалавека розных энергетычных затрат (табл. 12).

Табліца 12. Прыблізныя энергетычныя затраты чалавека

Від дзейнасці	Энергетычныя затраты (кДж) за 1 г на 1 кг масы цела
Стан спакою:	4,2
у становішчы седзячы	5,9
у становішчы стоячы	6,3
Разумовая праца седзячы	9,0
Хада	11,7—13,4
Работа цесляра	17,9
Работа муляра	23,9

Асноўнымі крыніцамі энергіі з’яўляюцца вугляводы (42 %) і тлушчы (40 %). Колькасць энергіі, якая вылучаецца пры акісленні 1 г бялкоў і 1 г вугляводаў, складае прыкладна 17 кДж, а 1 г тлушчаў — 39 кДж.

Рацыянальнае харчаванне. Для паўнавартаснага забеспячэння жыццёвых патрэбнасцей арганізма неабходна рацыянальнае харчаванне. *Рацыянальнае харчаванне* — гэта збалансаванае і разнастайнае харчаванне. Сутнасць яго заключаецца ў тым, што колькасць і каларыйнасць ежы

павінны адпавядаць энергетычным затратам і фізіялагічным патрэбнасцям арганізма. Харчовы рацыён павінен мець аптымальныя суадносіны бялкоў, тлушчаў, вугляводаў. Калі колькасць харчовага бялку прыняць роўнай 1, то аптымальныя суадносіны бялкоў, тлушчаў і вугляводаў выразяцца прыкладнымі суадносінамі 1 : 1 : 4. У сярэднім для дарослага чалавека сутачная патрэбнасць у бялках складае 100 г, у тлушчах — 100 г, у вугляводах — 400 г.

У харчовы рацыён трэба штодня ўключаць такія багатыя вітамінамі прадукты, як хлеб з мукі грубага помолу, садавіна, свежая зеляніна. Неабходна як мага часцей ужываць нізкакаларыйную агародніну і садавіну, якія змяшчаюць шмат вітамінаў, мінеральных рэчываў, пекціну, клетчаткі.

Напрыклад, прыродны поліцукрыд пекцін не толькі паляпшае перыстальтыку кішэчніка, але і дабратворна ўплывае на сардэчна-сасудзістую сістэму, павышае імунітэт і памяншае рызыку ўзнікнення анкалагічных захворванняў. Вялікая колькасць пекціну змяшчаецца ў яблыках, парэчках, шпышыне, сліве, рабіне.

Раслінная клетчатка ачышчае сценкі страўніка ад неператраўленых рэшткаў ежы, стымулюе перыстальтыку кішэчніка. Вызвалены ад шлакаў арганізм хутчэй расшчапляе і засвойвае прадукты харчавання, максімальна ўсмоктваючы з іх вітаміны і мінералы. Грубыя валокны расліннага паходжання зніжаюць рызыку развіцця захворванняў сэрца і сасудаў, зніжаюць верагоднасць інфаркту.

► **Гэта цікава.** Сушаныя фінікі змяшчаюць вялікую колькасць кальцыю, які стымулюе рост і аднаўленне касцявой тканкі. Таму рэкамендуецца дабаўляць іх у рацыён у час аднаўлення пасля траўм і пераломаў. Вялікая канцэнтрацыя калію ў пладах мае станоўчае ўздзеянне на сардэчна-сасудзістую сістэму. Важную ролю адыгрываюць арганічныя злучэнні фінікаў. Яны паляпшаюць пазнавальныя функцыі галаўнога мозга, у тым ліку памяць, канцэнтрацыю ўвагі, мысліцельную актыўнасць.

■ **Паўторым галоўнае.** У ежы змяшчаюцца ўсе неабходныя для існавання чалавека кампаненты. Да іх належаць бялкі, тлушчы, вугляводы, вітаміны, вада, мінеральныя рэчывы. Такія кампаненты, як вада, мінеральныя рэчывы, некаторыя вітаміны і амінакіслоты не ўтвараюцца ў арганізме ў дастатковай колькасці, таму яны называюцца незаменнымі. Атрымаць іх можна толькі з ежай. Для паўнавартаснага жыцця чалавеку неабходна рацыянальнае харчаванне.

? Праварым веды

Ключавыя пытанні. 1. З якіх асноўных кампанентаў складаецца ежа? Якая функцыя кожнага кампанента? 2. Якія рэчывы належаць да незаменных у харчаванні чалавека? 3. У чым заключаецца рацыянальнае харчаванне?

Складаныя пытанні. 1. Чаму бялкі, тлушчы, вугляводы і іншыя рэчывы жывёльнага паходжання засвойваюцца чалавечымі арганізмам лепш, чым рэчывы расліннага паходжання? 2. Паводле даных СААЗ, сутачны падтрымліваючы рацыён для чалавека з масай цела 70 кг складае 9660 кДж. Выкарыстоўваючы даныя табліцы 12, разлічыце ўласныя энергетычныя затраты за 24 гадзіны з улікам заняткаў ва ўрочны і пазаўрочны час. Зыходзячы з правіл рацыянальнага харчавання, складзіце свой сутачны рацыён.



§ 24. Роля харчовых дабавак у харчовай індустрыі

- **Успомніце**, з якіх асноўных рэчываў складаюцца харчовыя прадукты.
- **Як вы думаеце?** Для якой мэты выкарыстоўваюцца харчовыя дабаўкі ў харчовай індустрыі?
- **Вы даведаецеся** пра класіфікацыю і ролю найбольш распаўсюджаных харчовых дабавак.

Выкарыстанне харчовых дабавак мае доўгую гісторыю, таму што людзі ўвесь час шукалі спосабы палепшыць смак, пах і колер ежы. Напрыклад, старажытныя егіпцяне ўжывалі пры гатаванні ежы воцат і мёд. Старажытныя грэкі і рымляне для кансервавання мяса выкарыстоўвалі мёд, раствор драўнянага вугалю, гарачы ялавічны тлушч.

Хуткарослы гандаль і неабходнасць транспарціроўкі тавараў на вялікія адлегласці выклікалі неабходнасць рабіць запасы прадуктаў на працяглыя тэрміны, захоўваючы іх пажыўныя і смакавыя ўласцівасці. Напрыклад, соль выкарыстоўвалі для таго, каб не псавалася рыба, а алей захоўваў свае ўласцівасці. Для падаўжэння тэрмінаў захоўвання агародніны ўжываўся яблычны воцат. На караблях перад працяглым плаваннем мяса апрацоўвалі соллю, перцам, палыном, чабаром і крапівой, якія не дапускалі актыўнага размнажэння хваробатворных мікраарганізмаў, гніення і псавання.

Асноўныя прычыны шырокага выкарыстання дабавак. Значны рост колькасці насельніцтва Зямлі выклікаў неабходнасць павелічэння аб'ёмаў вытворчасці прадуктаў харчавання. Для паляпшэння іх знешняга выгляду, арганалептычных уласцівасцей (смаку, колеру, паху) і захавання якасці ў харчовай прамысловасці сталі актыўна ўжывацца *харчовыя дабаўкі*. Іх атрымліваюць з натуральнай сыравіны або сінтэзуюць

хімічным шляхам. Існуюць наступныя асноўныя прычыны шырокага выкарыстання харчовых дабавак.

1. Дзякуючы харчовым дабаўкам становяцца магчымымі захоўванне і транспарціроўка прадуктаў харчавання (у тым ліку скораспавальных і тых, якія хутка чарсцвеюць) на вялікія адлегласці.
2. Харчовыя дабаўкі надаюць прадуктам харчавання выдатны знешні выгляд і смакавыя якасці без павышэння кошту.
3. З выкарыстаннем харчовых дабавак з'яўляецца магчымым стварэння новых відаў прадуктаў харчавання, якія адказваюць сучасным патрабаванням.

Класіфікацыя харчовых дабавак. Кожная дабаўка мае ўнікальны нумар, які пачынаецца з літары «Е». Літарныя коды «Е» (першая літара ў слове «Europe») — гэта сістэма ідэнтыфікацыі, распрацаваная ў Еўропе. Таксама код Е ідэнтыфікуюць са словамі «*essbar/edible*», якія ў перакладзе азначаюць «ядомы».

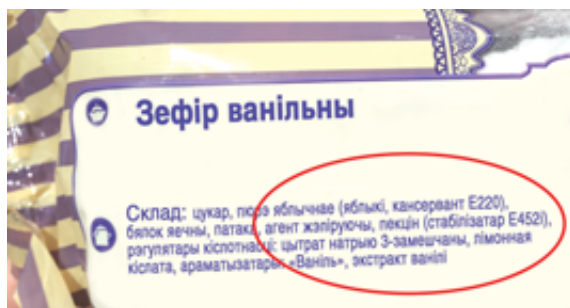
У Беларусі дазволены да ўжывання толькі дабаўкі, якія прайшлі строгую праверку на бяспечнасць для здароўя чалавека. Яны нумаруюцца ў залежнасці ад функцыянальнага прызначэння. Характарыстыка найбольш распаўсюджаных харчовых дабавак прыведзена ў табліцы 13.

Табліца 13. Характарыстыка харчовых дабавак

Функцыянальныя класы	Асноўныя тэхналагічныя функцыі
<i>Фарбавальнікі</i> (ад E100 да E180) 	Узмацняюць або аднаўляюць афарбоўку харчовай прадукцыі. Да натуральных фарбавальнікаў належыць хларафіл (E140) і яго вытворныя — афарбоўваецца прадукт у зялёны колер (атрымліваюць з ігліцы, лістоў крапівы). Ужываюць для падфарбоўвання кандытарскіх вырабаў, безалкагольных напіткаў
<i>Кансерванты</i> (ад E200 да E297) 	Падаўжаюць тэрмін прыдатнасці харчовай прадукцыі шляхам аховы ад мікраарганізмаў. Так, сарбінавая кіслата (E200) і яе солі (E201—E203) ужываюцца пры кансерваванні прадуктаў з агародніны і садавіны, мясных, рыбных прадуктаў, у вытворчасці сыроў

Працяг

Функцыянальныя класы	Асноўныя тэхналагічныя функцыі
<i>Антыакісляльнікі</i> (ад E300 да E399) 	Прызначаны для запаволення працэсу акіслення і павелічэння тэрмінаў прыдатнасці харчовай прадукцыі. Напрыклад, лімонная кіслата (E330) мае мяккі, прыемны, кіслы смак. Яе атрымліваюць біяхімічным шляхам ці з лімоннага соку
<i>Стабілізатары</i> (ад E400 да E496) 	Паляпшаюць кансістэнцыю прадукту або спрыяюць яго працягламу захоўванню. Дабаўка гуміарабік (E414) валодае выяўленым лячэбным дзеяннем, ачышчае арганізм ад таксінаў
<i>Эмульгатары</i> (ад E500 да E585) 	Ствараюць і падтрымліваюць аднародную сумесь з тых прадуктаў, якія звычайна не змешваюцца (напрыклад, тлушчаў з вадой і паветрам). Робяць кансістэнцыю прадуктаў густой, крэмападобнай ці ўспененай. Кампанент харчовых эмульсій — лецыцін (E322) — натуральнае рэчыва. Ён дазваляе змешваць ваду і алей, ствараючы ўстойлівыя эмульсіі, напрыклад маянэз
<i>Узмацняльнікі смаку і водару</i> (ад E620 да E641) 	Прызначаны для ўзмацнення ці надання харчоваму прадукту прыроднага смаку і водару. Напрыклад, глутамінавую кіслату і яе солі (E621—E624) ужываюць пры вырабе мясных кансерваў, харчовых канцэнтратаў першых і другіх страў



Мал. 27. Код Е на ўпакоўцы прадукту

Неабходна падкрэсліць, што адны і тыя ж рэчывы могуць быць і кансервантамі, і антыакісляльнікамі адначасова.

Маркіроўка харчовых дабавак. Пры выкарыстанні харчовых дабавак на ўпакоўцы тавару пішацца назва іх функцыянальнага класа і код Е з нумарам (мал. 27).

Неабходна памятаць, што празмернае спажыванне прадуктаў, якія змяшчаюць розныя харчовыя дабаўкі, можа прывесці да парушэння абмену рэчываў. У вытворчасці прадуктаў дзіцячага харчавання харчовыя дабаўкі практычна не ўжываюцца, а тыя, што выкарыстоўваюцца, не выклікаюць якіх-небудзь неспрыяльных наступстваў нават пры сістэматычным уключэнні ў рацыён дзіцяці. У дыетычным харчаванні выкарыстанне харчовых дабавак абмежавана.

■ **Паўторым галоўнае.** Харчовыя дабаўкі ўжываюцца для паляпшэння знешняга выгляду і арганалептычных уласцівасцей прадуктаў харчавання, а таксама для захоўвання і транспарціроўкі. Кожная дабаўка валодае лічбавым нумарам, якому папярэднічае літара «Е». У Беларусі дазvolены толькі тыя дабаўкі, якія прайшлі строгую праверку на бяспеку для здароўя чалавека.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Чым абмежавана шырокае выкарыстанне харчовых дабавак? 2. З якой мэтай распрацавана сістэма нумарацыі харчовых дабавак? 3. Ахарактарызуйце найбольш распаўсюджаныя функцыянальныя класы харчовых дабавак, дазvolеных для выкарыстання ў Рэспубліцы Беларусь.

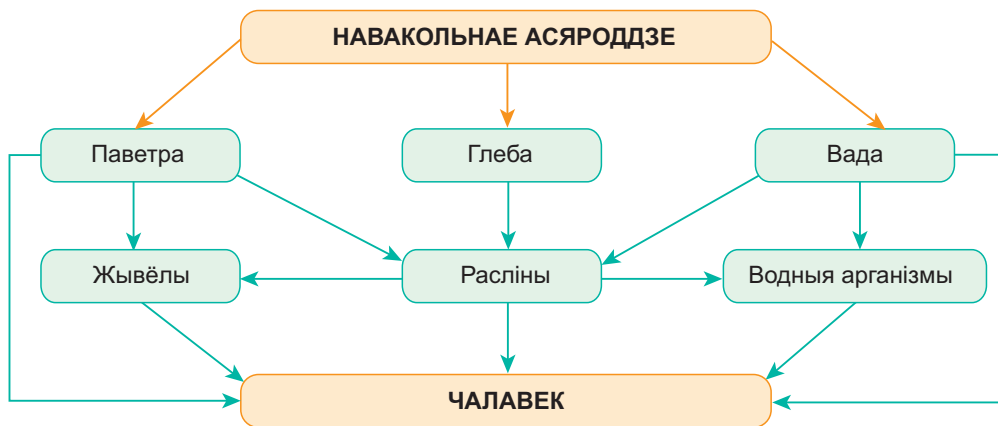
Складаныя пытанні. 1. Ці магчыма вытворчасць сучаснай харчовай прадукцыі без харчовых дабавак? Адказ абгрунтуйце. 2. Як вы думаеце, чаму ў вытворчасці прадуктаў дзіцячага харчавання харчовыя дабаўкі практычна не выкарыстоўваюцца, а ў дыетычным харчаванні іх выкарыстанне абмежавана?



§ 25. Шляхі забруджвання харчовых прадуктаў і кантроль іх бяспекі

- **Успомніце**, якія наступствы для здароўя чалавека могуць мець харчовыя атручэнні.
- **Як вы думаеце?** Ці магчыма ў сучасным свеце вытворчасць экалагічна чыстых прадуктаў?
- **Вы даведаецеся** пра найбольш важныя паказчыкі, якія лімітуюць утрыманне розных шкодных рэчываў у харчовых прадуктах.

Шляхі забруджвання харчовых прадуктаў. У працэсе тэхналагічнай дзейнасці чалавека адбываецца забруджванне навакольнага асяроддзя такімі шкоднымі рэчывамі, як радыёнукліды, цяжкія металы, нітраты. Яны могуць трапляць у арганізм чалавека з паветра, вады і харчовых прадуктаў расліннага і жывёльнага паходжання. У ежу шкодныя рэчывы трапляюць з глебы, падземных і паверхневых вод, сельскагаспадарчай сыравіны (мал. 28).



Мал. 28. Шляхі паступлення шкодных рэчываў у арганізм чалавека

Захворванні, звязаныя з хімічным забруджваннем прадуктаў харчавання. Хімічныя забруджвальнікі ежы могуць выклікаць сур'ёзныя захворванні (табл. 14).

Табліца 14. Негатыўны ўплыў хімічных забруджвальнікаў на арганізм чалавека

Забруджвальнікі	Асноўныя захворванні
Злучэнні цяжкіх металаў (кадмій, ртуць, свінец)	Вострыя і хранічныя харчовыя атручэнні, пашкоджанне сардэчна-сасудзістай, мочапалавой і нервовай сістэм
Цэзій-137	Пашкоджанне печані, захворванні стрававальнай, нервовай, сардэчна-сасудзістай і эндакрыннай сістэм, анкалагічныя захворванні
Стронцый-90	Лейкемія (рак крыві), анкалогія касцявой тканкі і малочных залоз
Нітраты, нітрыты	Вострыя атручэнні, парушэнні абмену рэчываў, алергія, нервовыя расстройства, злаякасныя новаўтварэнні
Пестыцыды	Пашкоджанні печані, ЦНС, анкалагічныя захворванні

Акрамя забруджвальнікаў, прадукты харчавання могуць змяшчаць хваробатворныя бактэрыі, вірусы, паразітаў. Такія прадукты харчавання з'яўляюцца прычынай больш за 200 захворванняў. З прычыны значнага забруджвання навакольнага асяроддзя шкоднымі рэчывамі, якія па харчовых ланцугах трапляюць у ежу чалавека, практычна вельмі складана атрымаць абсалютна чыстыя прадукты. Таму, каб уберагчы чалавека ад шкоднага ўплыву забруджвальнікаў, вызначаны паказчыкі іх бяспечнага ўтрымання ў харчовай прадукцыі.

Кантроль бяспекі харчовых прадуктаў. Найбольш важным паказчыкам, які лімітуе ўтрыманне розных хімічных рэчываў у харчовай сыравіне, з'яўляецца *гранічна дапушчальная канцэнтрацыя (ГДК)*. ГДК вымяраецца ў мг/л, мг/м³, мг/кг і абазначае максімальную канцэнтрацыю шкоднага рэчыва ў навакольным асяроддзі і жывым арганізме, якая не робіць негатыўнага ўздзення.

Напрыклад, ГДК нітратаў для таматаў складае 200 мг/кг, для агуркоў — 300 мг/кг, для капусы — 1500 мг/кг. Зыходзячы з таго, што дапушчальная сутачная доза нітратаў для чалавека складае 5 мг/кг

масы цела, лёгка разлічыць сваю сутачную дозавую мяжу па гэтых рэчывах.

У Беларусі харчовая прадукцыя праходзіць строгі кантроль утрымання небяспечных для здароўя чалавека рэчываў. На аснове Закона Рэспублікі Беларусь «Аб санітарна-эпідэміялагічным дабрабыце насельніцтва» вызначаны санітарныя нормы і правілы ў галіне бяспекі і якасці прадуктаў харчавання.

Для забеспячэння харчовай бяспекі ў Рэспубліцы Беларусь дзейнічае *Рэспубліканскі кантрольна-выпрабавальны комплекс па якасці і бяспецы прадуктаў харчавання*. У комплексе працуюць лабараторыі фізіка-хімічных, таксікалагічных і мікрабіялагічных даследаванняў. Сам комплекс уваходзіць у структуру Навукова-практычнага цэнтра Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі па харчаванні. Цэнтр ахоплівае сваёй дзейнасцю ўсе галіны харчовай прамысловасці Беларусі. Дэвіз работы цэнтра: «Здароўе нацыі — у здравым харчаванні». У цяперашні час гэта вядучая навукова-даследчая арганізацыя ў харчовай прамысловасці краіны. Менавіта тут канцэнтруюцца інавацыйныя рашэнні для стварэння новых экалагічна бяспечных прадуктаў харчавання, якія могуць быць канкурэнтаздольныя на сусветным узроўні.



■ Паўторым галоўнае. Асноўнымі забруджвальнікамі ежы з'яўляюцца радыёнукліды, цяжкія металы, нітраты, якія, трапляючы ў арганізм чалавека, выклікаюць сур'ёзныя захворванні. Найважнейшым паказчыкам, які лімітуе ўтрыманне шкодных рэчываў у прадуктах харчавання, з'яўляецца гранічна дапушчальная канцэнтрацыя (ГДК). У Беларусі на аснове заканадаўчай базы ажыццяўляецца строгі кантроль за бяпекай харчовай прадукцыі.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Якім чынам хімічныя рэчывы могуць трапляць у харчовыя прадукты з навакольнага асяроддзя? 2. Пералічыце асноўныя забруджвальнікі прадуктаў харчавання. 3. Што такое ГДК? 4. Якую шкоду здароўю чалавека наносаць таксічныя рэчывы? Прывядзіце прыклады.

Складаныя пытанні. 1. Чаму ў арганізме чалавека можа адбывацца назапашванне ядаў? 2. Растлумачце, чаму ГДК нітратаў для рознай агародніны адрозніваецца.



§ 26. Сертыфікацыя харчовых прадуктаў у Беларусі

- **Успомніце**, якімі шляхамі шкодныя для здароўя рэчывы трапляюць у арганізм чалавека.
- **Як вы думаеце?** Чым абумоўлена неабходнасць стварэння міжнароднага харчовага заканадаўства?
- **Вы даведаецеся** пра парадак сертыфікацыі харчовай прадукцыі.

У ходзе навуковых даследаванняў было вызначана, што прыблізна 70 % таксічных рэчываў трапляе ў арганізм чалавека з ежай. Гэты факт абумовіў стварэнне міжнароднага харчовага заканадаўства, якое атрымала назву «Кодэкс Аліментарыус» (ад лац. *Codex Alimentarius* — Харчовы Кодэкс) (мал. 29).

Па сваёй сутнасці «Кодэкс Аліментарыус» — гэта збор харчовых міжнародных стандартаў, якія ахопліваюць асноўныя прадукты харчавання і паўфабрыкаты.

У Беларусі паказчыкі якасці і нормы бяспекі харчовай прадукцыі вызначаны ў такіх нарматыўных дакументах, як тэхнічныя рэгламенты, тэхнічныя ўмовы, нацыянальныя і міждзяржаўныя стандарты.

Тэхнічныя рэгламенты, тэхнічныя ўмовы, нацыянальныя стандарты і ДАСТы. *Тэхнічныя рэгламенты* вызначаюць абавязковыя тэхнічныя патрабаванні, звязаныя з бяспекай прадукцыі і яе выкарыстаннем. У іх

адлюстраваны мікрабіялагічныя паказчыкі, утрыманне таксічных рэчываў, радыенуклідаў.

У *тэхнічных умовах*, або *стандартах*, вызначаюцца фізіка-хімічныя (утрыманне вільгаці, бялкоў, тлушчу, кіслотнасць) і арганалептычныя (смак, колер, пах) паказчыкі якасці харчовых прадуктаў.

Стандарты, якія выкарыстоўваюцца ў Беларусі ў якасці дзяржаўных, абазначаюцца «СТБ» — гэта *нацыянальныя стандарты Рэспублікі Беларусь*, зацверджаныя Дзяр-



Мал. 29. Тытульны ліст заканадаўства «Кодэкс Аліментарыус»

жаўным камітэтам па стандартызацыі. Таксама ў Рэспубліцы Беларусь дзейнічаюць **ДАСТы** — міждзяржаўныя стандарты, прынятыя Еўразійскім саветам па стандартызацыі, метралогіі і сертифікацыі, членамі якога з’яўляюцца краіны, што ўваходзяць у Садружнасць Незалежных Дзяржаў.

Сертыфікацыя харчовай прадукцыі. Для таго каб прадукцыя адпавядала выкладзеным у нарматыўна-прававой дакументацыі стандартам, праводзіцца яе сертифікацыя. Галоўнай мэтай сертифікацыі з’яўляецца ахова спажывцоў ад няякасных прадметаў вытворцаў і распаўсюджвальнікаў. Сертыфікацыя можа быць абавязковай або добраахвотнай (мал. 30). **Абавязковай сертифікацыі** патрабуе прадукцыя, якая ўключана Дзяржстандартам Рэспублікі Беларусь у Адзіны пералік прадукцыі, што падлягае абавязковай сертифікацыі. Гэта ўсе тавары, звязаныя са здароўем чалавека (лекі, медыцынскае абсталяванне), тавары для дзяцей і падлеткаў і інш. Рэалізацыя тавараў, якія ўваходзяць у дадзены пералік, без наяўнасці сертифіката якасці з’яўляецца незаконнай.

Працэдуру сертифікацыі ажыццяўляюць органы, акрэдытаваныя ў Нацыянальнай сістэме акрэдытацыі Рэспублікі Беларусь. Перш чым выдаць *сертыфікат адпаведнасці*, спецыялісты вывучаюць дакументацыю і праводзяць лабараторныя выпрабаванні. Затым аналізуюцца атрыманыя даныя і на аснове патрабаванняў пэўных тэхнічных рэгламентаў, норм і стандартаў прымаецца рашэнне. У выпадку, калі яно станоўчае, вытворцу ці імпарцёру прадукцыі выдаецца *сертыфікат адпаведнасці*, што сведчыць пра адпаведнасць выпускаемай у абарачэнне прадукцыі патрабаванням нарматыўных дакументаў.

Добраахвотная сертифікацыя ажыццяўляецца для пацвярджэння высокай якасці прадукцыі, якая не ўключана ў пералік для абавязковай сертифікацыі. Праводзіцца яна вытворцам або распаўсюджвальнікам тавараў з мэтай прыцягнення пакупнікоў і росту продажаў.



Адпаведнасць
тэхнічнаму
рэгламенту



Абавязковая
сертыфікацыя
прадукцыі, работ, паслуг



Добраахвотная
сертыфікацыя
прадукцыі, работ, паслуг

Мал. 30. Знакі адпаведнасці тэхнічнаму рэгламенту, абавязковай і добраахвотнай сертифікацыі Рэспублікі Беларусь

На ўпакоўку прадукцыі, якая прайшла працэдуру сертыфікацыі, ставіцца спецыяльны знак адпаведнасці. У выпадку добраахвотнай сертыфікацыі знак СТБ абводзіцца чорнай лініяй (гл. мал. 30).

Калі прадукт выраблены ў адпаведнасці з патрабаваннямі пэўнага стандарту, яго абазначэнне і нумар наносяць на ўпакоўку прадукту, гэта значыць *маркіруюць*. Напрыклад, на ўпакоўку зефіру нанесена «СТБ 2361». Гэта значыць, што паказчыкі якасці зефіру адпавядаюць патрабаванням «СТБ 2361. Вырабы кандытарскія пасцільныя. Агульныя тэхнічныя ўмовы».

Дэклараванне адпаведнасці. Адною з форм пацвярджэння высокай якасці і бяспекі прадукцыі з'яўляецца *дэклараванне адпаведнасці*. Для правядзення гэтай працэдуры вытворца або распаўсюджвальнік павінен звярнуцца ў орган па сертыфікацыі і падаць доказы высокай якасці і бяспекі прадукцыі. У выпадку станоўчага рашэння заяўніку выдаецца *дэкларацыя адпаведнасці*, якая сведчыць пра адпаведнасць выпускаемай у абарачэнне прадукцыі патрабаванням нарматыўных дакументаў.

У сувязі з уступленнем Рэспублікі Беларусь у Мытны саюз вытворцу неабходна таксама ажыццяўляць пацвярджэнне адпаведнасці якасці выпускаемай прадукцыі Тэхнічным рэгламентам Мытнага саюза. Напрыклад, знак адпаведнасці Еўразійскага эканамічнага саюза (ЕАС) азначае, што прадукцыя прайшла працэдуру пацвярджэння адпаведнасці ў форме сертыфікацыі або дэкларавання. Маркіроўка наносіцца як на вырабленыя на тэрыторыі Мытнага саюза (Арменія, Беларусь, Казахстан, Кыргызская Рэспубліка, Расійская Федэрацыя), так і на ўвезеныя з-за мяжы тавары. Гэты знак можна сустрэць не толькі на харчовых прадуктах, але і на адзенні, цацках, кнігах, бытавых электрапрыборах і іншых відах прадукцыі (мал. 31).

Для пацвярджэння бяспекі прадукцыі для навакольнага асяроддзя маецца экалагічны знак адпаведнасці (мал. 32).



Мал. 31. Знак адпаведнасці Еўразійскага эканамічнага саюза (ЕАС)



Мал. 32. Экалагічны знак адпаведнасці

Экалагічны знак адпаведнасці наносіцца на прадукцыю, якая прайшла працэдуру пацвярджэння адпаведнасці экалагічным крытэрыям усіх неабходных тэхнічных нарматыўных прававых актаў Рэспублікі Беларусь. Памятайце! Дасведчаныя спажывецы купляюць толькі тую прадукцыю, на якую нанесены асаблівыя знакі адпаведнасці.

У нашай краіне адзіную дзяржаўную палітыку стандартызацыі праводзіць Дзяржаўны камітэт па стандартызацыі Рэспублікі Беларусь (Дзяржстандарт). Цэнтральным дзяржаўным навукова-практычным прадпрыемствам Дзяржстандарту з'яўляецца Беларускі дзяржаўны інстытут стандартызацыі і сертыфікацыі (БелДІСС).

► **Гэта цікава.** 25 верасня 2015 г. Рэспубліка Беларусь стала адной са 193 краін, членаў ААН, якія выказалі прыхільнасць да Парадку дня ў галіне ўстойлівага развіцця на перыяд да 2030 г. Парадак уключае 17 мэт устойлівага развіцця, 169 задач і 242 індикатары, якія закліканы вырашыць найвастрэйшыя праблемы чалавецтва і палепшыць стан планеты. Устойлівае развіццё — гэта развіццё грамадства, якое задавальвае патрэбнасці цяперашняга пакалення без шкоды для патрэбнасцей будучых пакаленняў. Дзяржстандарт Беларусі з'яўляецца актыўным удзельнікам руху па дасягненні гэтых мэт.

■ **Паўторым галоўнае.** У Беларусі ажыццяўляецца строгі кантроль за якасцю харчовай прадукцыі. Для гэтай мэты праводзіцца абавязковая або добраахвотная сертыфікацыя, а таксама дэклараванне. Адзіную дзяржаўную палітыку ў галіне стандартызацыі праводзіць Дзяржаўны камітэт па стандартызацыі Рэспублікі Беларусь (Дзяржстандарт).

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Чым была выклікана неабходнасць стварэння міжнароднага харчовага заканадаўства? Як называецца міжнародны збор харчовых міжнародных стандартаў? 2. Для чаго ажыццяўляецца сертыфікацыя харчовай прадукцыі? Чым адрозніваецца добраахвотная сертыфікацыя ад абавязковай? 3. Для якой мэты на прадукцыю ставяцца знакі адпаведнасці?

Складаныя пытанні. 1. На якія абазначэнні на ўпакоўцы харчовай прадукцыі павінен звяртаць увагу пакупнік? Адказ аргументуйце. 2. Што, на ваш погляд, схіліла Арганізацыю Аб'яднаных Нацый да прыняцця Парадку дня ў галіне ўстойлівага развіцця на перыяд да 2030 г.?



§ 27. Сучасныя ўпаковачныя матэрыялы

- **Успомніце**, з якіх матэрыялаў выраблена ўпакоўка тавараў, якія вы купляеце ў магазінах.
- **Як вы думаеце?** Ці маецца дастойная альтэрнатыва пластыкавым пакетам?
- **Вы даведаецеся** пра асаблівасці сучасных упаковачных матэрыялаў.

Кожны з нас пры куплі тавараў сутыкаецца з упаковачнымі матэрыяламі. Часта менавіта прыгожая ўпакоўка становіцца рашаючым фактарам выбару тавару. Аднак мы рэдка задумваемся над тым, што ўпакоўка выконвае не толькі рэкламную функцыю. Да яе прад'яўляюцца пэўныя патрабаванні. Давайце іх разгледзім.

Патрабаванні да ўпакоўкі. Упакоўка павінна, *па-першае*, служыць для захавання якасці прадукцыі, прадухілення страт яе масы, зніжэння непажаданых змяненняў хімічнага саставу і арганалептычных уласцівасцей (смаку, паху, кансістэнцыі, афарбоўкі, знешняга выгляду). *Па-другое*, яна павінна ствараць неабходныя санітарныя ўмовы, якія папярэджваюць забруджванне прадуктаў, абнасьваньне іх мікраарганізмамі, пашкоджванне шкоднікамі. *Па-трэцяе*, яна павінна быць зручнай пры транспарціроўцы, захоўванні і рэалізацыі прадукту — лёгкай і трывалай, засцерагаць тавар ад дэфармацыі.

Асаблівасці сінтэтычнай упакоўкі. У сучаснай вытворчасці для ўпакоўкі харчовых прадуктаў паўсюдна выкарыстоўваюцца пластмасы, істотным недахопам якіх з'яўляецца тое, што для іх раскладання неабходны працяглы час (табл. 15).

Табліца 15. Час раскладання ўпаковачных матэрыялаў

Упаковачны матэрыял	Час раскладання
Васкаваная папера, упакоўка з ламінаванага кардону	5 гадоў
Жалезная кансервавая бляшанка	10 гадоў
Алюмініевая бляшанка	500 гадоў
Поліэтыленавыя пакеты	200—1000 гадоў

Інтэнсіўныя тэмпы росту выкарыстання палімернай упакоўкі прыводзяць да рэзкага павелічэння колькасці адходаў. Традыцыйныя спосабы абыходжання з такімі адходамі — захаванне, спальванне — не заўсёды з'яўляюцца экалагічна і эканамічна апраўданымі.

Згодна з Дырэктывай Прэзідэнта Рэспублікі Беларусь, у нашай краіне вызначаны курс на паэтапнае зніжэнне выкарыстання поліэтыленавай упакоўкі і яе замяшчэнне экалагічна бяспечнай, у тым ліку са шкла і паперы.

Экалагічная ўпакоўка. Вызначана, што штогод у акіянах нашай планеты аказваецца каля 8 млн т смецця, асноўную масу якога складае пластык.

Заменай сінтэтычным матэрыялам могуць стаць біяраскладальныя палімерныя матэрыялы. Значнае месца ў вытворчасці ўпаковачных матэрыялаў адводзіцца біяраскладальнаму кампаненту — крухмалу. Упаковачныя вырабы з крухмалу лёгка разбураюцца пад дзеяннем вады і мікраарганізмаў-біядэструктараў, не забруджваючы пры гэтым навакольнае асяроддзе.

У Беларусі біяраскладальныя палімерныя матэрыялы шырока ўжываюцца ў якасці ўпакоўкі для харчовых прадуктаў. Кантэйнеры, плёнкі і пенаматэрыялы, вырабленыя з такіх палімераў, выкарыстоўваюцца для ўпакоўкі мяса, малочных прадуктаў, выпечкі. Аднаразовыя бутэлькі і шклянкі для напіткаў, талеркі і паддоны таксама знаходзяць шырокае ўжыванне. Яшчэ адным напрамкам выкарыстання такіх матэрыялаў з'яўляецца вытворчасць мяшкоў для збору і кампаставання харчовых адходаў, а таксама пакетаў для супермаркетаў (мал. 33).



Мал. 33. Біяраскладальныя пакеты для прадуктаў харчавання і смецця

Вартай альтэрнатывай для тых, хто клапаціцца пра навакольнае асяроддзе, з'яўляюцца папяровыя пакеты. Тэрмін раскладання папяровага пакета складае каля года. Адным з самых экалагічных і зручных відаў упаковачнага матэрыялу з'яўляецца *крафт-папера* (мал. 34, с. 116).

У перакладзе з нямецкай мовы слова *craft* азначае «трывалы». Менавіта гэта ўласцівасць і вызначыла папулярнасць дадзенага матэрыялу. Перавага крафт-паперы перад сінтэтычнымі матэрыяламі заключаецца ў тым, што прадукцыя ў такой упакоўцы найменш схільная да ваганняў тэмпературы і вільготнасці.



Мал. 34. Упакоўка з крафт-паперы

Крафт-папера таксама валодае высокай трываласцю і здольнасцю ўбіраць вільгаць. Розныя тыпы крафт-паперы адрозніваюцца адзін ад аднаго не толькі па механічных уласцівасцях, але і па колеры, фактуры, тыпе пакрыцця. Важна, што крафт-папера раскладаецца на хімічна нейтральныя элементы. У вырабы з крафт-паперы пакуюць прадукты харчавання, прамысловыя вырабы. Яна ўжываецца ўсюды, дзе патрабуецца порыстая папяровая ўпакоўка павышанай трываласці.

Вучоныя не спыняюць даследаванні ў галіне ўпакоўкі, каб у будучым для харчовых прадуктаў цалкам перайсці на ядомую ўпакоўку. Такія работы вядуцца шмат у якіх краінах свету. У нашай краіне вучоныя ААТ «Барысаўскі завод палімернай тары «Паліміз» у супрацоўніцтве з БДУ таксама распрацавалі *ядомую плёнку*. Яна складаецца з крухмалу і харчовых палімераў на аснове вады, выдатна засвойваецца арганізмам, павялічвае тэрмін захоўвання прадуктаў, а таксама падыходзіць для нанясення неабходнай інфармацыі ядымымі чарніламі. Такую плёнку можна выкарыстоўваць для ўпакоўвання цукерак, спецыяй, мёду, спартыўнага харчавання, вітамінавых дабавак і г. д. (мал. 35).



Мал. 35. Ядомая ўпакоўка

► **Гэта цікава.** У Германіі створаны палімерныя рэчывы з розных ядомых матэрыялаў: крухмалу, жэлаціну, цэлюлозы. З гэтых інгрэдыентаў вырабляецца посуд для супоў хуткага прыгатавання, дэсертаў або мясных страў. Разаграваць і з’ядаць прадукты можна прама ва ўпакоўцы. Яны абсалютна экалагічныя, бяспечныя і не наносзяць шкоды чалавеку.

Даследчыкі з Самарскага ўніверсітэта (Расійская Федэрацыя) прапанавалі ўнікальную ядомую плёнку, у якую можна загортаць прадукты харчавання для касманаўтаў. Пры вырабе незвычайнай упакоўкі прадугледжваецца выкарыстанне пюрэ з агародніны ці з садавіны.

Ва Украіне распрацавана ўпаковачная плёнка з кукурузнага крухмалу, якую можна з’есці разам з запакаванымі ў яе хлебам або каўбасой. Незвычайную ўпакоўку можна выкарыстоўваць у якасці булёну, растварыўшы яе ў кіпені.



На сённяшні дзень галоўнымі прычынамі абмежаванага ўжывання біяраскладальных матэрыялаў з’яўляюцца тэхналагічныя цяжкасці іх вытворчасці і высокі кошт. Аднак, нягледзячы на гэта, даследчыкі працягваюць актыўна працаваць, і, магчыма, зусім хутка свет адмовіцца ад упаковачных матэрыялаў, якія робяць негатыўны ўплыў, забруджваючы навакольнае асяроддзе.

■ **Паўторым галоўнае.** Шырокае выкарыстанне ўпакоўкі з пластыку абумоўлена тым, што яна забяспечвае надзейную ахову прадукту ад забруджвання і пашкоджання. Яе істотны недахоп — працяглы перыяд раскладання. Альтэрнатыва сінтэтычным упаковачным матэрыялам — экалагічна бяспечныя біяраскладальныя плёнкі, пакеты для прадуктаў харчавання, смецця, крафт-папера, ядомая ўпакоўка.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Якім патрабаванням павінна адказваць упакоўка? У чым заключаецца істотны недахоп упаковачных матэрыялаў з пластыку? 2. Якія экалагічна бяспечныя ўпакоўкі выкарыстоўваюцца ў Рэспубліцы Беларусь? 3. Пералічыце ўласцівасці ўпакоўкі з крафт-паперы.

Складаныя пытанні. 1. Чаму экалагічна чыстая ўпакоўка — гэта выбар людзей, якія клапацяцца не толькі пра ахову навакольнага асяроддзя, але і пра грамадскі дабрабыт? 2. Прывядзіце прыклады негатыўнага ўздзеяння на навакольнае асяроддзе сінтэтычных упаковачных матэрыялаў.



§ 28. Транспарціроўка і захоўванне прадуктаў харчавання

- **Успомніце** асноўныя прычыны і сімптомы харчовых атручэнняў чалавека.
- **Як вы думаеце?** Наколькі эфектыўныя сучасныя спосабы транспарціроўкі і захоўвання прадуктаў харчавання?
- **Вы даведаецеся** пра правілы транспарціроўкі і захоўвання харчовай прадукцыі.

Для таго каб на наш стол трапіла якасная ежа, яе мала вырабіць і ўпакаваць. Важны этап на шляху да спажываўца — гэта транспарціроўка і захоўванне, якія ажыццяўляюцца з выкананнем строгіх санітарна-гігіенічных правіл.

Транспарціроўка сыравіны і харчовых прадуктаў павінна ажыццяўляцца спецыяльным транспартам і пры суправаджэнні асобамі, якія маюць медыцынскі допуск. Пры гэтым харчовая сыравіна і гатовая харчовая прадукцыя не павінны кантактаваць адна з адной.

Пры захоўванні харчовых прадуктаў неабходна выконваць нормы складзіравання, правілы таварнага суседства, тэрміны прыдатнасці і ўмовы захоўвання. Прадукты, якія маюць спецыфічны пах, трэба захоўваць асобна ад прадуктаў, што ўбіраюць пахі (сметанковага масла, малака, макаронных вырабаў).

Выбіраючы ў магазінах упаковачныя прадукты харчавання, неабходна абавязкова вывучыць маркіроўку. Важна ведаць склад, дату вырабу, тэрмін прыдатнасці і ўмовы захоўвання. Не грэбуйце гэтай інфармацыяй!

Неабходна памятаць, што ўменне правільна купляць прадукты харчавання можа аказацца дарэчным без умення іх захоўваць у хатніх умовах. Якасць захоўвання прадуктаў харчавання галоўным чынам залежыць ад наступных фактараў: асветленасці, тэмпературы, вільготнасці і складу паветра. Такія прадукты, як халва, у якой каля 30 % тлушчу, шакалад (35—37 % тлушчу) і маянэз (да 67 % тлушчу) трэба засцерагаць ад святла, паколькі тлушч на святле разбураецца.

Агародніна і садавіна на святле хутчэй пераспявае і псуецца. Напрыклад, у бульбе ўтвараецца значна больш шкоднага для нашага арганізма рэчыва саланіну, які запасіцца на паверхні клубня. Таму пазелянелую бульбу ўжываць не рэкамендуецца.

Важна ведаць, што правільнае захоўванне прадуктаў харчавання прадугледжвае іх сартаванне. Агародніна ці садавіна сартуецца па ступені яе спеласці, сапсаваная выдаляецца.

Некаторыя прадукты ўтвараюць газы, якія паскараюць паспяванне. Напрыклад, бананы і яблыкі вылучаюць этылен, таму прадукты, што захоўваюцца побач з імі, будуць псвацца хутчэй. Акрамя таго, пах адных прадуктаў можа сапсаваць смак і водар іншых.

Універсальным месцам захоўвання прадуктаў харчавання з'яўляецца халадзільнік. Лепш за ўсё іх захоўваць у спецыяльных кантэйнерах, пергаменце або шчыльнай паперы. Для працяглага захоўвання прадуктаў часцей за ўсё выкарыстоўваецца маразільная камера.

Для якаснага захоўвання харчовай прадукцыі важна правільна падбраць упакоўку (мал. 36).

Напрыклад, шклянныя слоікі — гэта не толькі бяспечная, але і зручная форма захоўвання і транспарціроўкі прадуктаў харчавання. Слоікі



Шклянныя слоікі



Пергаментная папера



Алюмініевая фольга



Нержавеючая сталь



Сіліконовыя кантэйнеры



Вакуумныя кантэйнеры

Мал. 36. Упакоўка для захоўвання харчовай прадукцыі

падыходзяць для разнастайных дамашніх загатовак. Шматразова выкарыстоўваючы шклянныя слоікі, вы будзеце дзейнічаць на карысць навакольнага асяроддзя, памяншаючы колькасць адходаў.

Сухія або дробныя прадукты можна захоўваць у папяровых пакетах, загортаць у пергамент ці vascaваную паперу. Дзякуючы гэтаму яны захаваюць свежасць і водар. Напрыклад, абгарнуўшы сыр пергаментнай паперай, вы нашмат даўжэй захаваеце яго свежасць, чым пакінуўшы адкрытым на паліцы халадзільніка.

Нержавеючая сталь, кераміка, эмаліраваны посуд ідэальныя для захоўвання салатаў, але не падыходзяць для разагравання ў мікрахвалевай печы.

Сіліконовыя кантэйнеры могуць уяўляць сабой формачкі для дэсерту або сьнедання. Пасля кожнага выкарыстання трэба старанна апарваць кантэйнеры кіпенем, каб яны былі чыстымі і гатовымі для паўторнага выкарыстання. Сіліконовыя формы можна ўжываць і для мікрахвалевых пячэй.

Зараз сталі папулярнымі харчовыя вакуумныя кантэйнеры, у якіх ствараюцца палешаныя ўмовы захоўвання: памяншаецца ўтрыманне кіслароду (акісленне ідзе павольней) і не дапускаецца з'яўленне вільгаці.

Але самым сучасным метадам лічыцца захоўванне прадуктаў з ужываннем мадыфікаванага газавага асяроддзя (МГА) (мал. 37).

У гэтым прамысловым спосабе захавання прадуктаў харчавання выкарыстоўваюцца аптымальныя прапорцыі кіслароду, азоту і



Мал. 37. Захоўванне харчовых прадуктаў з выкарыстаннем мадыфікаванага газавага асяроддзя (МГА)

вуглякіслага газу. У вакуумных і МГА-ўпакоўках павінны захоўвацца толькі свежыя прадукты харчавання з выкананнем патрабаванняў да тэмпературнага рэжыму.

Павелічэння тэрміну захоўвання прадуктаў харчавання можна дасягнуць, акрамя таго, пры дапамозе шматлікіх спосабаў апрацоўкі (кансервавання): замарозкі, сушэння, вэнджання, варэння, салення, зацукроўвання, марынавання, квашання і спіртавання. У гэтым выпадку змяняецца не толькі працягласць захоўвання, але і смакавыя якасці — з'яўляюцца новыя разнавіднасці прадуктаў харчавання.

Каб пазбегнуць атручэнняў, старайцеся ў паўсядзённым жыцці дакладна выконваць правілы транспарціроўкі і захоўвання харчовых прадуктаў!

■ **Паўторым галоўнае.** У хатніх умовах транспарціроўка і захоўванне прадуктаў харчавання ажыццяўляюцца з дапамогай шкляных слоікаў, нержавеючай сталі, керамікі, эмаліраванага посуду, сіліконовых і харчовых вакуумных кантэйнераў. На якасць захоўвання істотна ўплываюць асветленасць, тэмпература, вільготнасць і склад паветра. Перад закладкай на захоўванне прадукты харчавання неабходна сартаваць. Універсальным месцам захоўвання з'яўляецца халадзільнік. Павялічыць тэрмін захоўвання прадуктаў можна з дапамогай шматлікіх спосабаў апрацоўкі (кансервавання).

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Для чаго неабходна перад купляй прадуктаў харчавання прачытаць інфармацыю на ўпакоўцы? 2. Якія прадукты і чаму неабходна захоўваць асобна? 3. У якой упакоўцы лепш за ўсё захоўваць прадукты ў халадзільніку? 4. Прывядзіце прыклады найбольш аптымальнай тары для транспарціроўкі і захоўвання прадуктаў харчавання ў паўсядзённым жыцці.

Складаныя пытанні. 1. Як вы думаеце, ці можна захоўваць кансерваваныя харчовыя прадукты ў адкрытай кансервавай бляшанцы? Адказ аргументуйце. 2. Ці можна вызначыць наяўнасць узбуджальніка батулізму ў кансерваванай прадукцыі? Як засцепагчы сябе ад батулізму?



ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Чалавеку ўласціва фізіялагічная адаптацыя да тэмпературных змяненняў асяроддзя, якая кантралюецца гіпаталамусам, і сацыяльная — за кошт стварэння камфортных умоў пражывання.

Вірусы, бактэрыі, грыбы, гельмінты і членістаногія з’яўляюцца прычынай інфекцыйных захворванняў, якія могуць дастаткова хутка распаўсюджвацца сярод людзей.

Для таго каб засцерагчы сябе ад атручэнняў такімі грыбамі, як белая паганка, свінуха тонкая, мухамор чырвоны, страчок звычайны, радоўка серна-жоўтая, неабходна ўмець адрозніваць ядавітыя грыбы ад ядомых.

Найбольш часта сустракаемыя ў Беларусі ядавітыя жывёлы — гэта сляпень бычыны, пчала меданосная, аса звычайная, чмель палявы, шэршань звычайны, жук нарыўнік, гадзюка звычайная.

Небяспеку для здароўя і жыцця чалавека ўяўляюць ядавітыя расліны: цыкута ядавітая, балігалой рабы, дурнап’ян звычайны, блёкат чорны, воўчае лыка, баршчэўнік Сасноўскага.

Лекавыя расліны змяшчаюць каштоўныя хімічныя рэчывы, таму шырока выкарыстоўваюцца для вытворчасці лекавых прэпаратаў.

Для здароўя чалавека сур’ёзную небяспеку ўяўляюць такія забруджвальнікі навакольнага асяроддзя, як суспензаваныя часціцы, аксіды азоту і вугляроду, метан, цяжкія металы, радыенукліды. У выпадку перавышэння санітарных норм электрамагнітнае выпраменьванне, шум, вібрацыя негатыўна ўплываюць на сардэчна-сасудзістую, палавую, эндакрынную, імунную, стрававальную і нервовую сістэмы арганізма чалавека.

Для паўнаwartаснага жыцця чалавеку неабходна ежа, якая змяшчае збалансаваную колькасць бялкоў, тлушчаў, вугляводаў, вітамінаў і мінеральных рэчываў. Для паляпшэння знешняга выгляду прадуктаў харчавання, іх арганалептычных (смакавых) уласцівасцей, а таксама захоўвання і транспарціроўкі выкарыстоўваюцца харчовыя дабаўкі.

Такія забруджвальнікі харчовай прадукцыі, як радыенукліды, цяжкія металы, нітраты, выклікаюць у чалавека сур’ёзныя захворванні. У Беларусі ажыццяўляецца строгі кантроль за бяспекай харчовай прадукцыі.

Усё больш шырокае ўжыванне ў Рэспубліцы Беларусь у якасці ўпакоўкі атрымліваюць экалагічна біяраскладальныя плёнкі, крафт-папера, ядомая ўпакоўка.

Для захавання спажывецкіх якасцей прадуктаў харчавання іх транспарціроўка і захоўванне ажыццяўляюцца з дапамогай шкляных слоікаў, нержавеючай сталі, керамікі, эмаліраванага посуду, сіліконавых і харчовых вакуумных кантэйнераў. Тэрміны захоўвання прадуктаў харчавання можна павялічыць рознымі спосабамі кансервавання.

Раздзел 3

Размнажэнне і індывідуальнае развіццё арганізмаў



Вы даведаецеся:

- пра спосабы бясплага размнажэння;
- пра палавое размнажэнне і палавы працэс;
- пра асемянненне і апладненне ў жывёл;
- пра партэнагенез як асаблівы спосаб палавога размнажэння;
- пра чаргаванне спосабаў размнажэння і пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін;
- пра асноўныя перыяды эмбрыянальнага і постэмбрыянальнага развіцця жывёл і чалавека.

Вы навучыцеся:

- прыводзіць прыклады бясплага размнажэння арганізмаў, у тым ліку вегетатыўнага размнажэння раслін (у прыродзе і ва ўмовах культуры);
- характарызаваць заканамернасці індывідуальнага развіцця арганізмаў, у тым ліку арганізма чалавека;
- выкарыстоўваць набытыя веды і ўменні пры размнажэнні хатніх і культурных раслін, гадоўлі свойскай жывёлы;
- выкарыстоўваць набытыя веды і ўменні для тлумачэння ўплыву неспрыяльных фактараў асяроддзя на арганізм чалавека.

У дадзеным раздзеле вы пазнаёміцеся з асноўнымі спосабамі бясплага размнажэння ў аднаклетачных і мнагаклетачных арганізмаў. Вы таксама даведаецеся, што палавое размнажэнне суправаджаецца палавым працэсам і можа працякаць з апладненнем і без апладнення. Палавому размнажэнню з апладненнем папярэднічае працэс утварэння мужчынскіх і жаночых палавых клетак (гамет) — яйцаклетак і сперматазоідаў. Заканчваецца раздзел вывучэннем перыядаў антагенезу — індывідуальнага развіцця жывёл і чалавека. Ён уключае два этапы: эмбрыянальнае (зародкавае) развіццё і постэмбрыянальнае развіццё, якое можа быць прамое ці непрамое (з ператварэннем, або метамарфозам).

§ 29. Тыпы размнажэння. Спосабы бесполога размнажэння

- **Успомніце**, з якімі тыпамі размнажэння вы пазнаёміліся пры вывучэнні расліннага і жывёльнага свету.
- **Як вы думаеце?** Чаму тыпы размнажэння называюць бесполом і палавым? У чым заключаюцца іх перавагі і недахопы?
- **Вы даведаецеся**, чым адрозніваюцца беспалае і палавое размнажэнне арганізмаў, якія спосабы бесполога размнажэння існуюць у аднаклетачных і мнагаклетачных арганізмаў.

Тыпы размнажэння арганізмаў. Адною з асноўных уласцівасцей жывой матэрыі з'яўляецца размнажэнне — здольнасць жывых арганізмаў узнаўляць падобных да сябе. Дзякуючы гэтай уласцівасці забяспечваецца бесперапыннасць жыцця на Зямлі.

Размнажэнне арганізмаў пэўнага віду дае магчымасць узнаўлення прымет не толькі бацькоўскіх асобін, але і віду ў цэлым. А павелічэнне колькасці асобін у выніку размнажэння спрыяе рассяленню віду і пашырэнню яго арэала. Такім чынам, дзякуючы размнажэнню забяспечваецца бесперапыннасць і пераемнасць у перадачы спадчыннай інфармацыі ад бацькоў да патомства ў шэрагу пакаленняў і падтрымліваецца працяглае існаванне віду.

Як вы ўжо ведаеце, спадчынная інфармацыя захоўваецца ў храмасомах. Пры размнажэнні арганізмаў перадача спадчыннай інфармацыі адбываецца з дапамогай храмасом. У саматычных клетках (клетках цела) храмасомы парныя. У кожнай пары адна храмасома бацькаўская, іншая — мацярынская, такім чынам, у саматычных клетках знаходзяцца два наборы (двайны набор) храмасом — кожны набор змяшчае спадчынную інфармацыю аднаго з бацькоў. У палавых клетках (гаметах) храмасомы няпарныя. Такім чынам, гаметы змяшчаюць адзін набор (адзінарны набор) храмасом, якія нясуць спадчынную інфармацыю толькі аднаго з бацькоў.

У залежнасці ад тыпу клетак, якія з'яўляюцца асновай для размнажэння, адрозніваюць два тыпы размнажэння: беспалае і палавое. Іх падобенства заключаецца ў тым, што абодва тыпы прыводзяць да павелічэння колькасці асобін і тым самым спрыяюць захаванню віду. Аднак паміж бесполом і палавым размнажэннем існуюць значныя адрозненні па цэлым шэрагу прымет (табл. 16).

Табліца 16. Параўнальная характарыстыка бясплага і палавога тыпаў размнажэння

Бясплае размнажэнне	Палавое размнажэнне
Біялагічнай асновай для размнажэння з'яўляецца дзяленне клетак з захаваннем зыходнага двойнога набору храмасом (за выключэннем спораўтварэння ў раслін)	Біялагічнай асновай размнажэння з'яўляецца дзяленне клетак з утварэннем гамет
Прымае ўдзел толькі адна асобіна	Прымаюць ўдзел, як правіла, дзве асобіны
Не адбываецца ўтварэння гамет	Утвараюцца гаметы
Новая асобіна ўтвараецца з неспецыялізаваных саматычных клетак або са спор	Новая асобіна, як правіла, утвараецца з зіготы, якая з'яўляецца вынікам зліцця гамет
Даччыныя арганізмы з'яўляюцца дакладнымі копіямі мацярынскага арганізма (за выключэннем патомства са спор у раслін)	Даччыныя арганізмы не з'яўляюцца дакладнымі копіямі мацярынскага арганізма
Дазваляе захаваць чысціню віду	Стварае разнастайнасць асобін
Забяспечвае хуткае павелічэнне колькасці асобін, але зніжае іх прыстасаванасць да зменлівых умоў асяроддзя	Колькасць асобін павялічваецца адносна павольна, але асобіны лепш прыстасоўваюцца да зменлівых умоў асяроддзя

Наяўнасць адрозненняў у характарыстыках бясплага і палавога размнажэння — прычына іх розных наступстваў для віду.

Калі від размнажаецца толькі бясполым шляхам, то будзе адбывацца хуткае павелічэнне колькасці асобін з захаваннем пастаянства прымет віду (перавага бясплага размнажэння). Аднак у зменлівых умовах асяроддзя прыстасавальныя магчымасці асобін і жыццяздольнасць іх патомства будуць зніжацца, від не зможа эвалюцыяніраваць, і ў выніку ён асуджаны на выміранне (недахоп бясплага размнажэння).

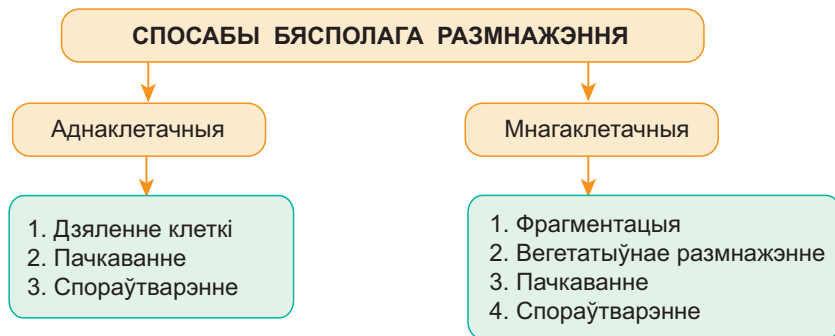
Пры размнажэнні віду толькі палавым шляхам павялічваецца разнастайнасць асобін у межах віду, павышаюцца іх прыстасавальныя магчымасці і жыццяздольнасць патомства ў зменлівых умовах асяроддзя. У выніку від здольны эвалюцыяніраваць і працягла існаваць (перавага палавога размнажэння). У той жа час узнікшыя няўдалыя камбінацыі храмасом могуць стаць прычынай гібелі арганізмаў (недахоп палавога размнажэння).

Бясполае і палавое размнажэнне ў розных відаў арганізмаў можа ажыццяўляцца рознымі спосабамі.

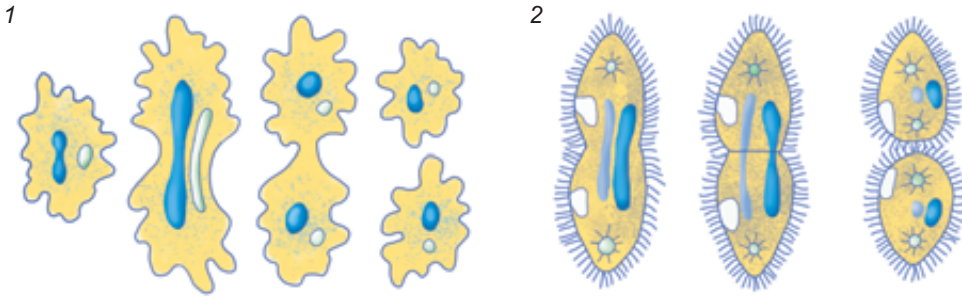


§29-1

Спосабы бясполога размнажэння. У аднаклетачных і мнагаклетачных арганізмаў існуюць розныя па механізме працякання спосабы бясполога размнажэння. Як бачна са схемы, у аднаклетачных арганізмаў сустракаюцца тры асноўныя спосабы бясполога размнажэння.

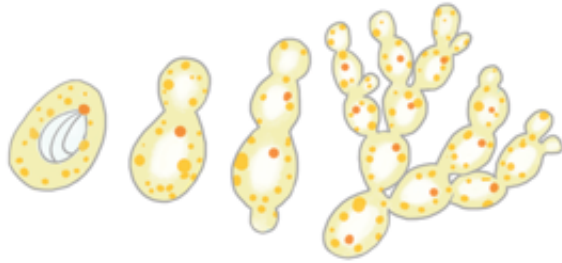


Часцей за ўсё мае месца *дзяленне клеткі папалам*. У бактэрыях (стрэптакокі, бацылы) бактэрыяльная храмасома спачатку падвойваецца, затым паміж дзвюма даччынымі храмасомамі закладаюцца клетачныя абалонкі, якія дзеляць мацярынскую клетку папалам з утварэннем дзвюх аднолькавых даччыных клетак. У аднаклетачных эўкарыёт раздзяленню цела мацярынскай клеткі папярэднічае дзяленне ядра — утвараюцца два даччыныя ядры, ідэнтычныя як адно аднаму, так і мацярынскаму. Шмат у якіх аднаклетачных (эўтлена зялёная, хламідаманада) дзяленне ядра адбываецца ў асноўным з разбурэннем ядзернай абалонкі, разыходжаннем даччыных храмасом да полюсаў клеткі і фарміраваннем двух новых ядраў. Пасля гэтага ідзе падзел цытаплазмы і ўтварэнне дзвюх даччыных клетак. Часам пры дзяленні клеткі мацярынскае ядро падзяляецца на даччыныя ядры шляхам перацяжкі без разыходжання храмасом да полюсаў клеткі (амёба звычайная, інфузорія туфелька) (мал. 38).



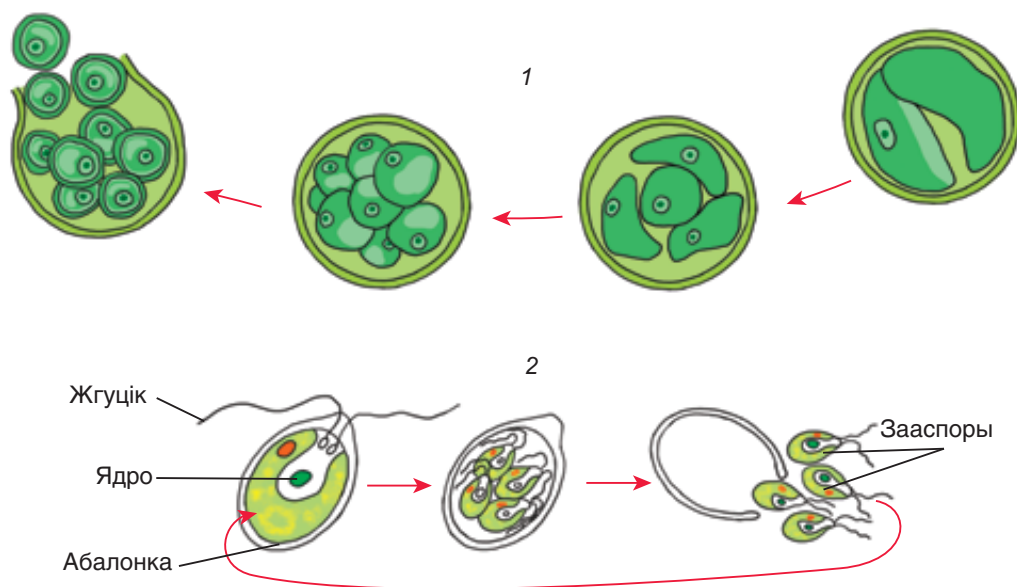
Мал. 38. Дзяленне клетак амёбы (1) і інфузорый туюфелькі (2) як спосаб бесполога размножэння аднаклетачных

У некаторых аднаклетачных сустракаецца размножэнне шляхам **пачкавання**. У гэтым выпадку перад дзяленнем ядра ў мацярынскай клетцы фарміруецца невялікі выраст абалонкі з цытаплазмай, куды потым перамяшчаецца адно з утвораных даччыных ядраў. Фарміруецца почка, якая аддзяляецца ад мацярынскай клеткі і ператвараецца ў малую даччыную асобіну. Некаторы час яна расце і развіваецца, дасягаючы затым памераў мацярынскага арганізма. Спосабам пачкавання размножаюцца і дражджавыя грыбы (мал. 39).



Мал. 39. Пачкаванне дражджэй як спосаб бесполога размножэння аднаклетачных

Спораўтварэнне ў аднаклетачных эўкарыёт (хларэла, хламідаманада) адбываецца шляхам шматразовага сінхроннага дзялення ядра і змесціва клеткі з утварэннем вакол даччыных клетак уласных клетачных абалонак пры захаванні цэласнасці абалонкі мацярынскай клеткі (мал. 40, с. 128). У выніку пад агульнай абалонкай утвараецца шмат дробных клетак — спор. Напрыклад, у хларэлы ў адной клетцы можа ўтварыцца да 64 нерухомых спор. Споры, якія маюць жгуцікі і здольныя да перамяшчэння, называюцца **зааспорами** (хламідаманада). Пасля разрыву абалонкі мацярынскай клеткі споры выходзяць у навакольнае асяроддзе і ператвараюцца ў новы арганізм. Яны могуць разносіцца ветрам або вадой, што прыводзіць не толькі да размножэння, але і да рассялення асобін.



Мал. 40. Спораўтварэнне ў хларэлы (1) і хламідаманады (2) як спосаб бесполога размнажэння аднаклетачных

► **Гэта цікава.** У бактэрый пры неспрыяльных умовах адбываецца ўтварэнне спор, якія не ўдзельнічаюць у размнажэнні. Бактэрыяльныя споры — гэта клеткі, што знаходзяцца ў спакоі, са зніжаным абменам рэчываў, акружаныя шматслойнай абалонкай, устойлівыя да высыхання і іншых неспрыяльных умоў, якія выклікаюць гібель звычайных клетак. Яны служаць для перажывання такіх умоў, а таксама могуць пераносіцца на вялікія адлегласці з дапамогай ветру ці вады. Пасля пападання ў спрыяльнае асяроддзе ў спор разбураецца трывалая абалонка, і яны ператвараюцца ў вегетатыўныя (якія дзеляцца) клеткі.

Такім чынам, *споры* (ад грэч. *sporá* — сеянне, сяўба) — мікраскапічныя спецыялізаваныя клеткі, якія служаць для бесполога размнажэння, рассялення і (або) захавання пры неспрыяльных умовах.

У мнагаклетачных арганізмаў адрозніваюць чатыры асноўныя спосабы бесполога размнажэння (гл. схему на с. 126).

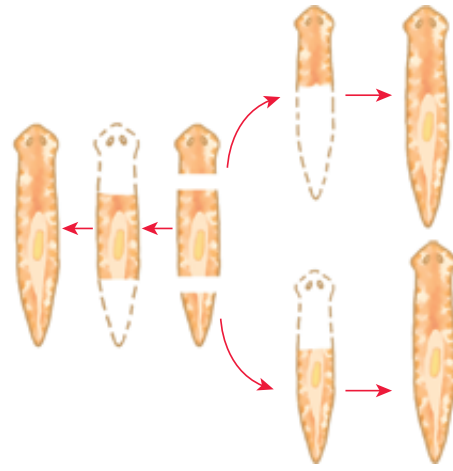
Фрагментацыя і вегетатыўнае размнажэнне заснаваны на здольнасці арганізмаў да рэгенерацыі (аднаўлення адсутных частак цела).

У водарасцей, грыбоў, лішайнікаў размнажэнне адбываецца фрагментамі талом (цела, не падзеленага на органы), гэта значыць спосабам **фрагментацыі**. Гэты спосаб назіраецца таксама ў кішачнаполасцевых,

плоскіх (мал. 41) і кольчатых чарвей, марскіх зорак.

Пры **вегетатыўным размнажэнні** даччыны арганізм фарміруецца за кошт вегетатыўнага органа ці яго відазмянення (гл. мал. 1). Вегетатыўнае размнажэнне ў раслін можа ажыццяўляцца з дапамогай сцябла (кактусы, эладэя), ліста (фіялка, бягонія), кораня (маліны, сліва, вішня). У некаторых раслін для размнажэння выкарыстоўваюцца відазмененыя парасткі: цыбуліны (цыбуля, часнок, цюльпан, нарцыс); карэнішчы (пырнік, ландыш); вусы (суніцы); клубні (бульба); каранёвыя клубні (вяргіня). Для размнажэння культурных раслін чалавек ужывае такія спосабы вегетатыўнага размнажэння, як атожылкі і чаранкі, дзяленне куста (парэчкі, агрэст, маліны). У саааводстве часта ўжываецца прышчэпка, калі хочуць злучыць каштоўныя спажывецкія якасці гатунку расліны, якая прышчэпліваецца (прышчэпак), з непатрабавальнасцю расліны, на якую праводзіцца прышчэпка (прышчэпа).

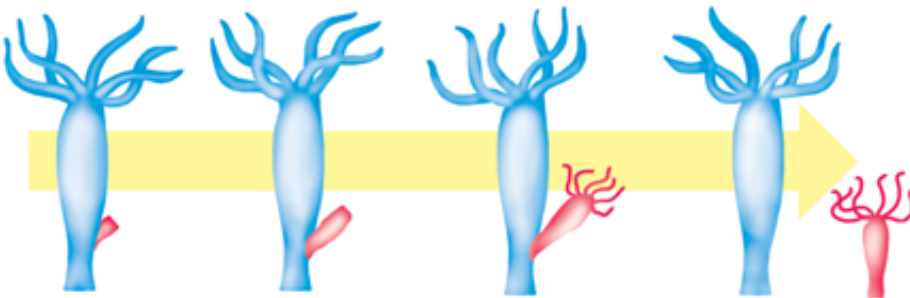
Пачкаванне сярод мнагаклетачных найбольш характэрна для двухпластовых жывёл — кішачнаполасцевых. У гідры, напрыклад, двухпластовая сценка цела ўтварае выраст (почку), на верхавіне якога прарываецца ротаваа адтуліна і ўтвараюцца шчупальцы. Затым даччыная асобіна аддзяляецца, прымацоўваецца да субстрату, расце і становіцца самастойным арганізмам (мал. 42). Пачкаванне сустракаецца ў некаторых відаў грыбоў, імхоў, водарасцей, а таксама ў шэрага відаў чарвей.



Мал. 41. Фрагментацыа цела планарыі як спосаб бясплага размнажэння мнагаклетачных



§29-2



Мал. 42. Пачкаванне гідры як спосаб бясплага размнажэння мнагаклетачных



Мал. 43. Спораўтварэнне ў папараці (1), імха зязюлінага льну (2) і спарыневага грыба (3) як спосаб бясплага размнажэння мнагаклетачных

Спораўтварэнне назіраецца ў водарасцей, грыбоў, імхоў, хвасчоў, дзеразы, папараці (мал. 43).



§29-3

У раслін і некаторых відаў грыбоў (мукор) споры ўтвараюцца ў спецыяльных органах (спарангіях). У большасці грыбоў і водарасцей няма спарангіяў і споры ўтвараюцца адкрытым спосабам.

■ **Паўторым галоўнае.** Размнажэнне арганізмаў у прыродзе забяспечвае пераемнасць пакаленняў і захаванне відаў. Вылучаюць два тыпы размнажэння — бясплае і палавое. У аднаклетачных бясплае размнажэнне можа ажыццяўляцца дзяленнем клеткі папалам, пачкаваннем і спораўтварэннем. Мнагаклетачныя арганізмы, якія валодаюць здольнасцю да рэгенерацыі, могуць размнажацца фрагментацыяй і вегетатыўным спосабам. У некаторых відаў грыбоў, водарасцей, імхоў і шэрага відаў жывёл назіраецца пачкаванне. Спораўтварэнне ў мнагаклетачных можа ажыццяўляцца як адкрытым спосабам, так і ў спарангіях.

? Праварым веды

Ключавыя пытанні. 1. Якія тыпы размнажэння вядомыя ў прыродзе? 2. У чым заключаюцца перавага і недахоп бясплага размнажэння ў параўнанні з палавым? Назавіце спосабы бясплага размнажэння. 3. У чым заключаюцца перавага і недахоп палавога размнажэння?

Складаныя пытанні. 1. Вызначыце адпаведнасць паміж аднаклетачнымі арганізмамі і спосабамі іх бясплага размнажэння. Арганізмы: дрожджы, кішачная палачка, амёба звычайная, хларэла, хламідаманада. Спосабы бясплага размнажэння: дзяленне клеткі, спораўтварэнне, пачкаванне. **2.** Складзіце пары «спосаб бясплага размнажэння ў мнагаклетачных — арганізм». Спосабы бясплага размнажэння: спораўтварэнне, пачкаванне, фрагментацыя, вегетатыўнае размнажэнне. Арганізмы: дажджавы чарвяк, пеніцыл, пырнік, гідра, фіялка, галаўнёвы грыб, вяргіня. **3.** Які са спосабаў размнажэння арганізмаў (вегетатыўнае, бясплае, палавое) узнік пазней у працэсе развіцця арганічнага свету? Дайце аргументаваны адказ з выкарыстаннем дадатковай інфармацыі.

§ 30. Паняцце палавога размнажэння і палавога працэсу

- **Успомніце**, па якіх асаблівасцях можна адрозніць палавое размнажэнне ад бясплага.
- **Як вы думаеце?** Чым адрозніваюцца паняцці «палавое размнажэнне» і «палавы працэс»? Ці ёсць адрозненні ў працэсах утварэння мужчынскіх і жаночых палавых клетак у млекакормячых?
- **Вы даведаецеся** пра сутнасць паняццяў «палавое размнажэнне» і «палавы працэс», як працякаюць працэсы ўтварэння мужчынскіх і жаночых палавых клетак у млекакормячых, што ў іх агульнае і ў чым адрозненне.

Паняцце палавога размнажэння і палавога працэсу. Як вы ўжо ведаеце з папярэдняга параграфу, палавое размнажэнне працякае з удзелам палавых клетак (гамет). Яно забяспечвае спадчынную разнастайнасць патомства і павышае яго прыстасаванасць да ўмоў асяроддзя пражывання.

Палавы працэс — біялагічная з’ява, якая прыводзіць да абмену спадчынным матэрыялам паміж асобінамі аднаго віду або да яго аб’яднання, што стварае ўмовы для ўзнікнення разнастайнасці спадчыннай інфармацыі.

Палавы працэс уяўляе сабой пачатак палавога размнажэння, які адбываецца з удзелам гамет. Але гэтыя дзве з’явы нельга атаясамліваць, бо палавы працэс не заўсёды прыводзіць да павелічэння колькасці асобін. Часам палавы працэс атаясамліваюць з апладненнем, гэта значыць зліццём жаночай і мужчынскай гамет. Гэтага таксама рабіць нельга, паколькі палавы працэс можа працякаць і без удзелу гамет (водарасці, інфузорыі).

Формаў палавога працэсу з’яўляюцца кан’югацыя і капуляцыя.

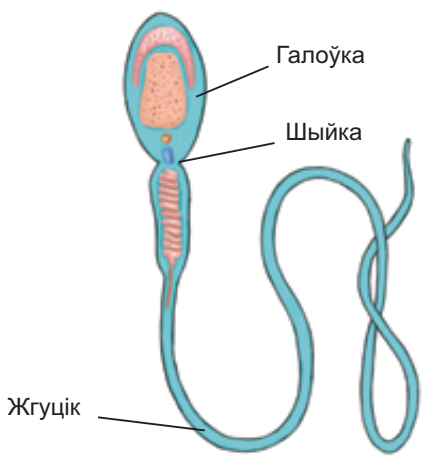
Кан’югацыя — асаблівая форма палавога працэсу, пры якой адбываецца кантакт аднаклетачных арганізмаў або саматычных клетак



мнагаклетачных арганізмаў з утварэннем цытаплазматычных мосцікаў для пераходу ядраў ці ўсяго змесціва клетак. Кан'югацыя ў аднаклетачных арганізмаў (інфузорыі) некалькі адрозніваецца ад кан'юнкцыі ў многаклетачных водарасцей (спірагіра). У інфузорый (інфузорыя туфелька) у час кан'югацыі дзве асобіны ўступаюць у кантакт і па цытаплазматычным мосціку абменьваюцца рухомымі малымі ядрамі. Вялікія ядры ў іх гінуць і ў палавым працэсе не ўдзельнічаюць. Пры гэтым не адбываецца павелічэння колькасці асобін, але забяспечваецца перакамбінацыя спадчыннага матэрыялу. У водарасцей (спірагіра) праз цытаплазматычны мосцік адбываецца накіраваны перанос усяго змесціва з адной вегетатыўнай клеткі ў іншую. У выніку ўтвараецца буйная клетка, якая падзяляецца на дзве даччыныя клеткі. Яны даюць пачатак дзвюм новым асобінам. Пры гэтым колькасць асобін павялічваецца, бо ў кан'югацыі могуць удзельнічаць шмат якія клеткі многаклетачных нітак водарасці.

Капуляцыя (зліццё) — форма палавога працэсу, пры якой у многаклетачных і аднаклетачных арганізмаў дзве клеткі (гаметы), што адрозніваюцца па поле, зліваюцца і ўтвараюць зіготу з адным ядром і новым наборам спадчыннага матэрыялу. З зіготы развіваецца новы арганізм.

З будовай мужчынскіх і жаночых палавых клетак чалавека вы пазнаёміліся ў курсе біялогіі 9-га класа. Вядома, што галоўным адрозненнем палавых клетак ад саматычных з'яўляецца наяўнасць палавіннага набору храмасом аднаго з бацькоў.



Мал. 44. Будова сперматозоіда

Мужчынскія палавыя клеткі — **сперматозоіды** — дробныя, рухомыя клеткі, якія перамяшчаюцца з дапамогай аднаго ці некалькіх жгуцікаў. Форма мужчынскіх палавых клетак у розных відаў жывёл розная. Для пазваночных жывёл найбольш тыповыя сперматозоіды, якія маюць галоўку, шыйку і доўгі жгуцік для актыўнага перамяшчэння (мал. 44). Менавіта такую будову маюць сперматозоіды чалавека.

Жаночая палавая клетка — **яйца-клетка** — буйная, нерухомая клетка, якая змяшчае запас пажыўных рэчываў (жаўток). Яйцаклетка звычайна значна буйнейшая за саматычныя клеткі і час-

цей за ўсё мае сферычную форму (мал. 45). Асабліва вялікіх памераў дасягаюць яйцаклеткі жывёл, эмбрыянальнае развіццё якіх адбываецца па-за целамаці (яйкі птушак і рэптылій, ікра амфібіяў і рыб). Яны маюць вельмі вялікі запас жаўтка.

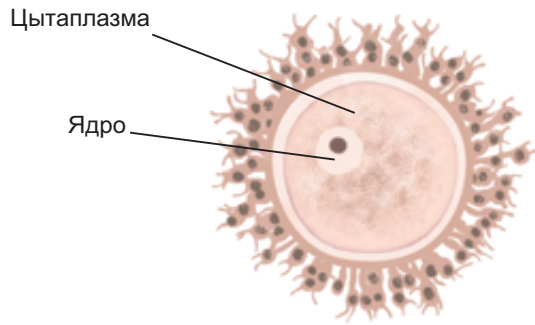
Асаблівасці ўтварэння палавых клетак у жывёл. Працэс утварэння і развіцця палавых клетак у жывёл працякае ў спецыяльных палавых залозах — ганадах. Аднак у кішачнаполасцевых палавыя залозы адсутнічаюць, і палавыя клеткі ўтвараюцца з рэзервовых саматычных клетак.

Сперматазоіды і яйцаклеткі звычайна фарміруюцца адпаведна асобінамі мужчынскага і жаночага полу. Віды, у якіх арганізмы падзяляюцца на самцоў і самак, называюцца *раздзельнаполымі*. Сустрэкаюцца віды, у якіх адзін і той жа арганізм можа ўтвараць як мужчынскія, так і жаночыя палавыя клеткі. Такія арганізмы называюцца *гермафрадытамі*. Гермафрадытызм назіраецца шмат у якіх відаў малюскаў, плоскіх і кольчатых чарвей, але практычна не сустракаецца ў хордавых жывёл.

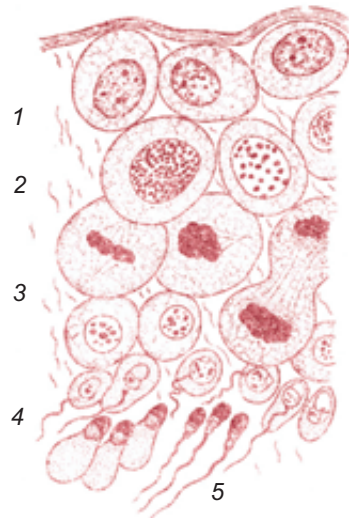
Працэс утварэння палавых клетак у жывёл уключае шэраг складаных пераўтварэнняў зыходных мацярынскіх клетак-папярэдніц.

Мужчынскія палавыя клеткі ўтвараюцца ў мужчынскіх палавых залозах — **семянніках**. Семяннікі млекакормячых жывёл складаюцца з вітых *семянных канальцаў*. У сценах канальцаў клеткі знаходзяцца на розных стадыях развіцця і фарміруюць зоны: размнажэння, росту, выпявання і фарміравання (мал. 46).

Працэс утварэння мужчынскіх палавых клетак пачынаецца ў перыяд палавога выпявання і доўжыцца на працягу ўсяго



Мал. 45. Будова яйцаклеткі



Мал. 46. Схема будовы сценкі семявага канальца млекакормячых: 1 — зона размнажэння; 2 — зона росту; 3 — зона выпявання; 4 — зона фарміравання; 5 — сперматазоіды

жыцця. Ён уключае чатыры перыяды: размнажэнне, рост, выпяванне і фарміраванне.

Кожны перыяд працякае ў аднайменнай зоне сценкі семявага канала і характарызуецца спецыфічнымі працэсамі ўтварэння пэўнага тыпу клетак. У перыяд размнажэння мацярынскія клеткі-папярэдніцы шматразова падзяляюцца без стадыі росту паміж дзяленнямі. Утвараецца вялікая колькасць дробных клетак, ідэнтычных мацярынскім. Яны перамяшчаюцца ў зону росту, дзе павялічваюцца ў памерах за кошт запасання цытаплазмы. Далей яны перамяшчаюцца ў зону выпявання, дзе перажываюць два дзяленні з памяншэннем удвая ліку храмасом. У зоне фарміравання ў кожнай клетцы з'яўляюцца галоўка, шыя і жгуцік, і яна ператвараецца ў сперматозоід. Такім чынам, з кожнай мацярынскай клеткі-папярэдніцы ўтвараецца 4 сперматозоіды. У мужчын сперматозоіды ўтвараюцца бесперапынна — прыкладна 125 млн штодня — і тэрэтычна ўвесь час здольныя да апладнення.

Развіццё жаночых палавых клетак — яйцаклетак — пачынаецца ў жаночых палавых залозах — **яечніках**, а выпяванне яйцаклетак адбываецца ў матачнай трубе. Працэс утварэння яйцаклетак уключае тры перыяды: размнажэнне, рост і выпяванне, у ходзе якіх працякаюць працэсы, падобныя да перыядаў утварэння сперматозоідаў. Перыяд размнажэння мацярынскіх клетак-папярэдніц у жанчыны пачынаецца яшчэ ў час унутрычэраўнага развіцця і заканчваецца да моманту нараджэння. Колькасць яйцаклетак, якія ўтвараюцца ў жанчын на працягу жыцця, індывідуальная і вагаецца ў межах 400—500.

Асаблівасць працэсу ўтварэння жаночых палавых клетак у параўнанні з утварэннем сперматозоідаў заключаецца ў тым, што ў жанчыны ён спыняецца пасля надыходу *менапаўзы (клімаксу)* — згасання гарманальнай функцыі яечнікаў.



■ **Паўторым галоўнае.** Палавы працэс забяспечвае абмен спадчыным матэрыялам паміж асобінамі і стварае ўмовы для ўзнікнення разнастайнасці спадчыннай інфармацыі. Формамі палавога працэсу з'яўляюцца кан'югацыя і капуляцыя. Пры палавым размнажэнні палавы працэс працякае ў форме капуляцыі. У жывёл мужчынскія палавыя клеткі — сперматозоіды — утвараюцца ў семяніках. Працэс іх утварэння працякае ў семявых каналах і ўключае перыяды размнажэння, росту, выпявання і фарміравання. Жаночыя палавыя клеткі — яйцаклеткі — утвараюцца ў яечніках. У працэсе іх утварэння адсутнічае перыяд фарміравання.



? Праварым веды

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняццяў «палавы працэс» і «палавое размнажэнне». 2. Якія формы палавога працэсу вядомыя? Чым яны адрозніваюцца адна ад адной? 3. Ахарактарызуе будову сперматазоіда з пункту гледжання адпаведнасці яго функцыі.

Складаныя пытанні. 1. Параўнайце працэсы ўтварэння яйцаклетак і сперматазоідаў. Выкарыстоўваючы дадатковыя крыніцы інфармацыі, вызначыце, у чым іх істотныя адрозненні. 2. Чаму ў мужчын здольнасць да ўтварэння палавых клетак захоўваецца да канца жыцця, а ў жанчын — толькі да надыходу менапаўзы? Дайце аргументаваны адказ.



§ 31. Асемянненне і апладненне ў жывёл. Спосабы палавога размнажэння ў жывёл

- **Успомніце**, якія формы палавога працэсу існуюць у прыродзе. Што такое капуляцыя? Як адбываецца ўтварэнне палавых клетак у жывёл?
- **Як вы думаеце?** Якія патрабуюцца ўмовы, каб адбыўся працэс апладнення? Ці магчыма палавое размнажэнне без апладнення?
- **Вы даведаецеся**, што ў залежнасці ад спосабу асемяннення апладненне можа быць знешнім або ўнутраным, што палавое размнажэнне можа адбывацца як з апладненнем, так і без яго.

Асемянненне і апладненне ў жывёл. Як вядома, палавое размнажэнне ў жывёл суправаджаецца палавым працэсам у форме капуляцыі. Пры гэтым зліццё яйцаклеткі і сперматазоіда з утварэннем зіготы называецца **апладненнем**. Збліжэнне мужчынскай і жаночай палавых клетак перад апладненнем называецца **асемянненнем**. Працэс асемяннення абумоўлены сукупнасцю фактараў, якія павышаюць верагоднасць сустрэчы палавых клетак. Да іх належаць: палавая актыўнасць самцоў і самак, залішняя прадукцыя сперматазоідаў, буйныя памеры яйцаклетак, вылучэнне палавымі клеткамі спецыфічных рэчываў, якія спрыяюць іх збліжэнню, палавыя паводзіны.

► **Гэта цікава.** Самцы дрэўных жаб, надзьмуўшы галасавыя мяшкі, спяваюць хорам, каб прывабіць самак. Самцы цвыркуноў, саранчы, конікаў для прыцягнення самак стракачучь за кошт трэння адной часткі цела аб іншую. Самкі камароў у перыяд спарвання прывабляюць самцоў характэрным піскам, які выклікаюць крыламі. Самцы звычайных трытонаў у шлюбны перыяд упрыгожаны спінным грэбнем і падобныя да маленькіх рознакаляровых драконаў. Самец каўнерыкавага рабчыка прывабляе самак пры дапамозе гукаў, якія нагадваюць барабанны дроб, — іх рабчык стварае, стоячы на пні і стукаючы крыламі.

У залежнасці ад таго, дзе адбываецца працэс асемяннення — у водным асяроддзі ці ў палавых шляхах самкі, адрозніваюць два спосабы апладнення: знешнія і ўнутранае. Адметныя асаблівасці гэтых спосабаў паказаны ў табліцы 17.

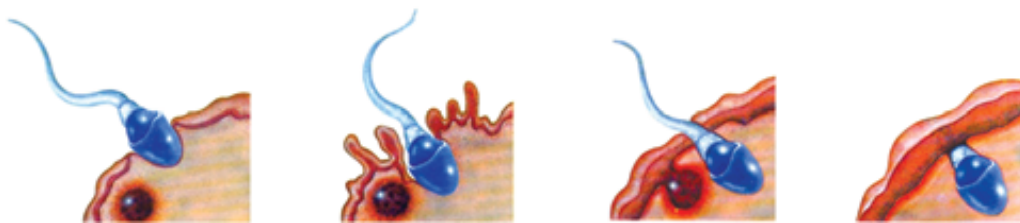
Табліца 17. Параўнальная характарыстыка знешняга і ўнутранага спосабаў апладнення ў жывёл

Знешняе апладненне	Унутранае апладненне
Не патрабуецца сустрэчы палавых партнёраў	Неабходна сустрэча самца і самкі
Неабходна вялікая колькасць палавых клетак абодвух тыпаў	Не патрабуецца вялікай колькасці жаночых палавых клетак
Капулятыўныя органы адсутнічаюць	Маюцца капулятыўныя органы
Мужчынскія і жаночыя палавыя клеткі вылучаюцца ў навакольнае асяроддзе	Мужчынскія палавыя клеткі ўводзяцца ў палавыя шляхі самкі, дзе знаходзяцца жаночыя палавыя клеткі
Апладненне адбываецца ў водным асяроддзі	Апладненне адбываецца ў палавых шляхах самкі

Знешняе апладненне сустракаецца ў водных жывёл: многашчацінковых чарвей, двухстворкавых малюскаў, касцявых рыб, земнаводных. Перавага знешняга апладнення заключаецца ў тым, што яно прыводзіць да ўтварэння шматлікага патомства. Аднак недахопам яго з'яўляецца наяўнасць экалагічных небяспек, якія значна зніжаюць верагоднасць выжывання патомства. Як вядома, жывёлы са знешнім апладненнем звычайна не клапацяцца пра сваё патомства.

Унутранае апладненне характэрна для наземных жывёл: плоскіх і круглых чарвей, бруханогіх малюскаў, павукападобных, насякомых, паўзуноў, птушак і млекакормячых. Пры ўнутраным апладненні ў птушак і паўзуноў аплодненыя яйкі пакрыты ахоўнай абалонкай, устойлівай да страты вады і пашкоджанняў. У млекакормячых эмбрыёны развіваюцца ў целе маці і ад яе атрымліваюць усё неабходнае для працэсаў жыццядзейнасці. Акрамя таго, большасць птушак і млекакормячых працягваюць клапаціцца пра сваіх дзіцянят і пасля нараджэння, што значна павялічвае выжывальнасць патомства.

Незалежна ад спосабу асемяннення апладненне ўключае тры этапы: 1) пранікненне ядра сперматозоіда ў яйцаклетку; 2) зліццё ядраў



Мал 47. Этапы пранікнення сперматазоіда ў яйцаклетку

сперматазоіда і яйцаклеткі з утварэннем ядра зіготы; 3) актывізацыя зіготы да драблення і далейшага развіцця.

Вызначана, што абалонка сперматазоіда мае спецыфічныя рэцэптары, якія пазнаюць хімічныя рэчывы, што выдзяляюцца яйцаклеткай. Таму сперматазоіды здольныя да накіраванага руху да яйцаклеткі. Неаплодненая яйцаклетка пакрыта некалькімі ахоўнымі абалонкамі, якія засперагаюць яе ад неспрыяльных умоў. Пры дасягненні сперматазоідам яйцаклеткі ў месцы іх кантакту адбываецца растварэнне абалонак яйцаклеткі, і сперматазоід пранікае ў яйцаклетку (мал. 47).

Пасля таго як ядро сперматазоіда пранікае ў яйцаклетку, пад уплывам спецыфічных ферментаў адбываецца ўтварэнне абалонкі апладнення. Яна перашкаджае доступу іншых сперматазоідаў. Гэта забяспечвае зліццё з яйцаклеткай толькі аднаго сперматазоіда. Ядро сперматазоіда перамяшчаецца да ядра яйцаклеткі, набракае і зліваецца з ім — адбываецца працэс апладнення. У выніку зліцця ядраў утвараецца аплодненая яйцаклетка — **зігота**.

Актывізацыя зіготы адбываецца заканамерна: у ёй змяняецца інтэнсіўнасць абмену рэчываў, павялічваецца патрэбнасць у кіслародзе, пачынаецца актыўны сінтэз пажыўных рэчываў. Клетка рыхтуецца да дзялення.

Спосабы палавога размнажэння ў жывёл. Палавое размнажэнне ў жывёл можа адбывацца двума спосабамі:

1) з апладненнем (яйцаклетка зліваецца са сперматазоідам з утварэннем зіготы, з якой развіваецца новы арганізм);

2) без апладнення (новая асобіна развіваецца з неаплодненай яйцаклеткі).

Спосаб палавога размнажэння, калі дарослая асобіна развіваецца з неаплодненай яйцаклеткі, называецца **партэнагенезам**. Хоць партэнагенетычнае размнажэнне не суправаджаецца зліццём мужчынскіх і жаночых палавых клетак, партэнагенез усё ж лічыцца палавым размнажэннем.

Бо арганізм у гэтым выпадку развіваецца з гаметы, а не з саматычнай клеткі, як пры бясполым размнажэнні. Мяркуюць, што партэнагенез узнік у працэсе эвалюцыі раздзельнаполых форм. Ён можа назірацца як пры спрыяльных умовах, так і пры неспрыяльных. Напрыклад, у тлі, дафній летам развіваюцца самкі, а восенню, калі ўмовы асяроддзя пагаршаюцца, з неаплодненых яек развіваюцца самцы. У пчол, кляшчоў, мурашак і наезнікаў (паразітычных вос) партэнагенетычна з'яўляюцца толькі самцы.

У пазваночных партэнагенез сустракаецца рэдка (не больш чым у 0,1 % усіх відаў). Напрыклад, існуе некалькі відаў яшчарак, якія ў натуральных умовах размнажаюцца партэнагенезам (скальныя яшчаркі, камодскія вараны). Партэнагенетычныя папуляцыі таксама знойдзены і ў некаторых відаў рыб, земнаводных, птушак (у тым ліку ў некалькіх парод курэй і індычак). Сярод млекакормячых выпадкі партэнагенезу невядомыя.

Партэнагенез можна выклікаць эксперыментальна ўздзеяннем розных раздражняльнікаў на неаплодненую яйцаклетку, у норме здольную да апладнення. Ужываючы механічную ці хімічную стымуляцыю неаплодненых яек рознымі агентамі, можна стымуляваць утварэнне абалонкі апладнення, пасля чаго адбываецца паўнаwartаснае развіццё. Такое развіццё атрымала назву *штучнага партэнагенезу*.

► **Гэта цікава.** Рускі золаг А. А. Ціхаміраў вызначыў, што неаплодненыя яйкі тутавага шаўкапрада пачыналі развівацца пры змяненні тэмпературы, пры механічным уздзеянні шляхам пацірання яек шчотачкай, і з іх выводзіліся вусені. На аснове гэтых даследаванняў савецкі вучоны Б. Л. Астаураў распрацаваў прамысловы спосаб атрымання тутавага шаўкапрада з неаплодненых яек, які шырока ўжываецца ў народнай гаспадарцы.

■ **Паўторым галоўнае.** Палавое размнажэнне ў жывёл адбываецца з удзелам палавых клетак — сперматазоідаў і яйцаклетак. Працэс збліжэння палавых клетак называецца асемянненнем, якое можа адбывацца ў водным асяроддзі або ў палавых шляхах самкі. У сувязі з гэтым вылучаюць два тыпы апладнення: знешняе і ўнутранае. Пры ўнутраным апладненні верагоднасць выжывання патомства вышэйшая, чым пры знешнім. Асаблівай формай палавога працэсу з'яўляецца партэнагенез — размнажэнне без апладнення.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Што такое асемянненне? 2. Чым апладненне адрозніваецца ад кан'югацыі? 3. З прапанаванага пераліку выберыце арганізмы са знешнім апладненнем: мурашкі, квакшы, кракадзілы, дафніі, карасі, ластаўкі, вустрыцы, трытоны, чаралахі.

Складаныя пытанні. 1. У чым сутнасць партэнагенезу? Привядзіце прыклады арганізмаў, у якіх назіраецца партэнагенез. Чаму партэнагенез лічаць разнавіднасцю палавога размнажэння? Якое значэнне ён мае для арганізмаў? 2. Параўнайце два спосабы апладнення: знешняе і ўнутранае. Які са спосабаў з'явіўся раней у ходзе развіцця арганічнага свету? Привядзіце доказы, выкарыстоўваючы дадатковыя крыніцы інфармацыі.



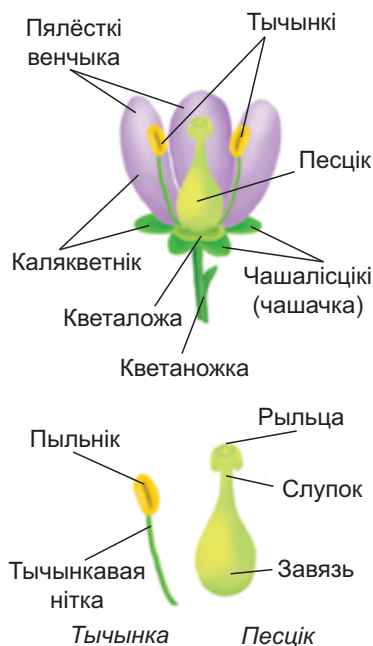
§ 32. Чаргаванне спосабаў размнажэння і пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін

- **Успомніце**, як адбываецца бясполое размнажэнне ў раслін.
- **Як вы думаеце?** У чым біялагічны сэнс чаргавання бясполога і палавога тыпаў размнажэння ў раслін?
- **Вы даведаецеся**, як адбываецца ўтварэнне палавых клетак, апладненне і палавое размнажэнне ў пакрытанасенных раслін, як у ходзе эвалюцыі змяніліся суадносіны бясполога і палавога пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін.

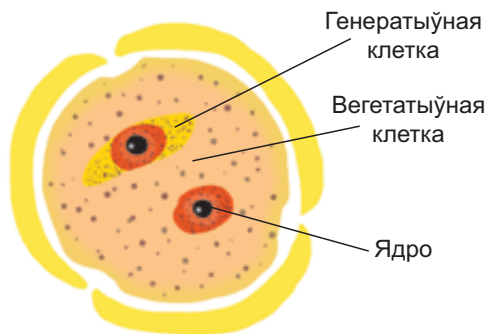
Утварэнне палавых клетак і апладненне ў раслін. У § 29 вы пазнаёміліся з бясполым размнажэннем раслін.

Ва ўтварэнні палавых клетак і апладненні ў пакрытанасенных раслін маецца шэраг асаблівасцей. Усе гэтыя працэсы працякаюць у генератыўным органе пакрытанасенных — **кветцы** (мал. 48). Генератыўным называецца орган, які ўдзельнічае ў палавым размнажэнні. Акрамя кветкі, да генератыўных органаў у пакрытанасенных належаць насенне і плод.

Часткай кветкі, якая прадвызначае мужчынскі пол, з'яўляецца **тычынка**. Яна складаецца з тычынкавай ніткі і пыльніка (гл. мал. 48). Пыльнік змяшчае пылковыя гнёзды, у якіх адбываецца ўтварэнне спор.



Мал. 48. Будова кветкі пакрытанасенных раслін



Мал. 49. Будова пылковага зерня

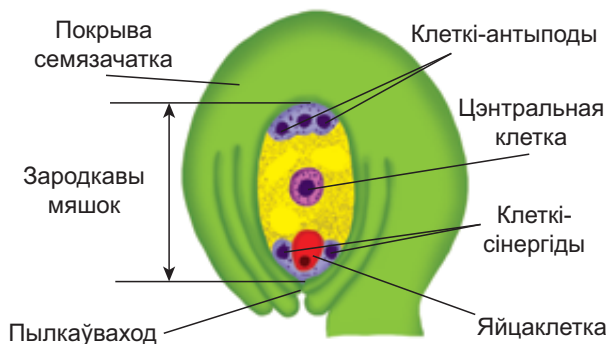
сперміі (мужчынскія палавыя клеткі без жгуцікаў). Усе клеткі ў пылковым зерні змяшчаюць адзінарны набор храмасом.

Часткай кветкі, якая прадвызначае жаночы пол, з'яўляецца *песцік*. Ён складаецца з рыльца, слупка і завязі (гл. мал. 48). У завязі знаходзіцца семязачаток (семяпочка), у якім звонку маецца покрыва. На верхавіне семязачатка покрыва не зрастаецца, і ўтвараецца пылкаўваход. Адна з мацярынскіх клетак семязачатка паблізу ад пылкаўвахода ўзбуйняецца, падзяляецца і ўтварае чатыры споры з адзінарным наборам храмасом. Тры з іх гінуць. З чацвёртай споры пасля некалькіх дзяленняў ядра і цытаплазмы ўтвараецца сем клетак. Па тры клеткі з адзінарным наборам храмасом знаходзіцца ля кожнага полюса, а паміж імі размяшчаецца буйная цэнтральная клетка з двайным наборам храмасом. Адна з трох клетак ля полюса каля пылкаўвахода становіцца яйцаклеткай. Дзве суседнія клеткі называюцца клеткамі-сінергідамі,

З кожнай мацярынскай клеткі шляхам дзялення ўтвараецца па чатыры аднаклетачныя споры з адзінарным наборам храмасом. Затым кожная спора падзяляецца на дзве клеткі: буйную вегетатыўную і малую генератыўную. Яны пакрываюцца двайной шчыльнай абалонкай з парамі, і ўтвараецца пылковае зерне (мал. 49). Пасля дзялення генератыўнай клеткі фарміруюцца два

а тры клеткі на процілеглым полюсе — клеткамі-антыподамі. Структура з сямі клетак з яйцаклеткай, якая ўтварылася, уяўляе зародкавы мяшок (мал. 50).

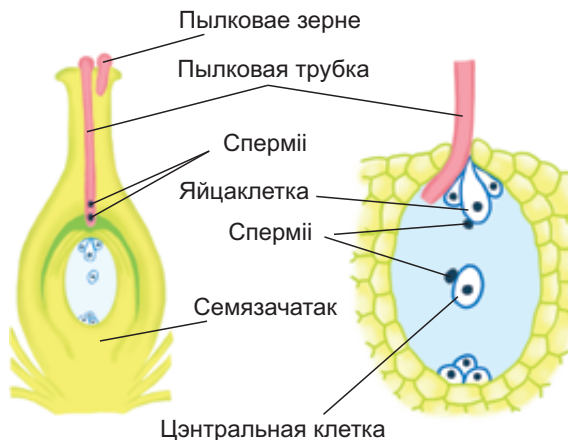
Перанос пылковага зерня з пыльніка тычынкі на рыльца песціка ў пакрытанасенных раслін называецца *апыленнем*. Яно можа ажыццяўляцца з дапамогай насякомых, ветру, вады, птушак або самаапыленнем. Пасля пападання на



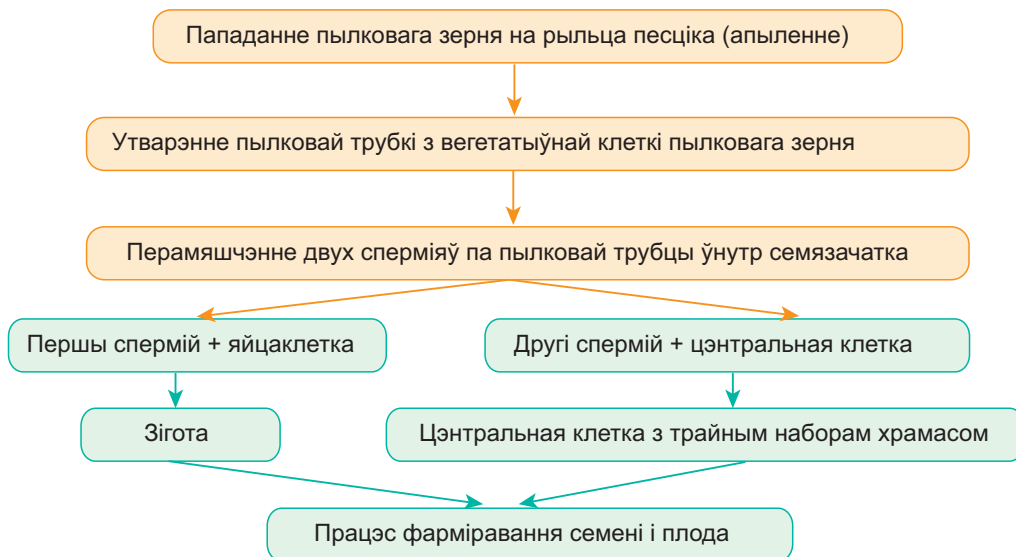
Мал. 50. Будова зародкавага мяшка

рыльца пясціка пылкавае зерне прарастае: вегетатыўная клетка выцягваецца ў доўгую пылковую трубку, якая растварае тканку слупка, трапляе ў поласць завязі і праз пылкаўваход дасягае зародкавага мяшка. Сперміі прасоўваюцца па пыковай трубцы, трапляюць у зародкавы мяшок. Адзін з іх апладняе яйцаклетку зародкавага мяшка, а другі зліваецца з цэнтральнай клеткай (мал. 51).

Гэты тып апладнення быў адкрыты ў 1898 г. рускім цытолагам С. Г. Навашыным і атрымаў назву «двайное апладненне». Паслядоўнасць яго этапаў паказана на схеме.

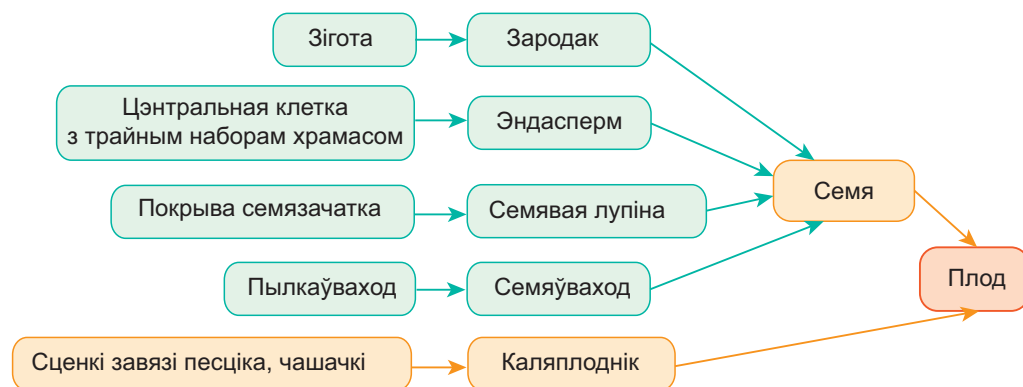


Мал. 51. Двайное апладненне ў пакрытанасенных раслін



Пасля ўтварэння зіготы ў зародкавым мяшку гінучы сінергіды. Цэнтральная клетка шматразова дзеліцца, у выніку чаго ўтвараецца эндаспэрм. Яго клеткі змяшчаюць трайны набор храмасом. З зіготы пачынае

фарміравацца зародак семені. Пасля ўтварэння зародка антыподы гінучь. Фарміраванне семені і плода паказана на схеме.



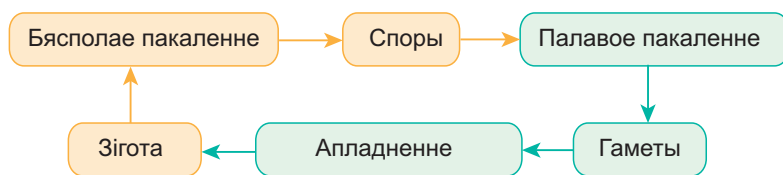
Такім чынам, семя ўтвараецца з семязачатка, а на месцы завязі развіваецца плод.

Біялагічны сэнс дваінога апладнення вельмі вялікі. У адрозненне ад голанасенных, дзе эндасперм развіваецца да апладнення, у пакрытанасенных эндасперм утвараецца толькі ў выпадку апладнення. Гэта забяспечвае істотную эканомію энергетычных рэсурсаў. Клеткі эндасперма змяшчаюць трайны набор храмасом, што прыводзіць да павелічэння памераў клетак і колькасці пажыўных рэчываў, якія павышаюць устойлівасць зародка да неспрыяльных фактараў.

Чаргаванне пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін. Шмат якія арганізмы могуць размнажацца як бясполым, так і палавым шляхам. Пры гэтым гавораць пра бясполе і палавое пакаленні дадзенага віду. Калі адно з іх заканамерна змяняе другое, то такая з'ява называецца **чаргаваннем пакаленняў**. Межамі, што падзяляюць бясполе і палавое пакаленні ў цыкле развіцця, з'яўляюцца працэс утварэння спор з памяншэннем удвая набору храмасом і апладнення, у выніку якога аднаўляецца дваіны набор храмасом.

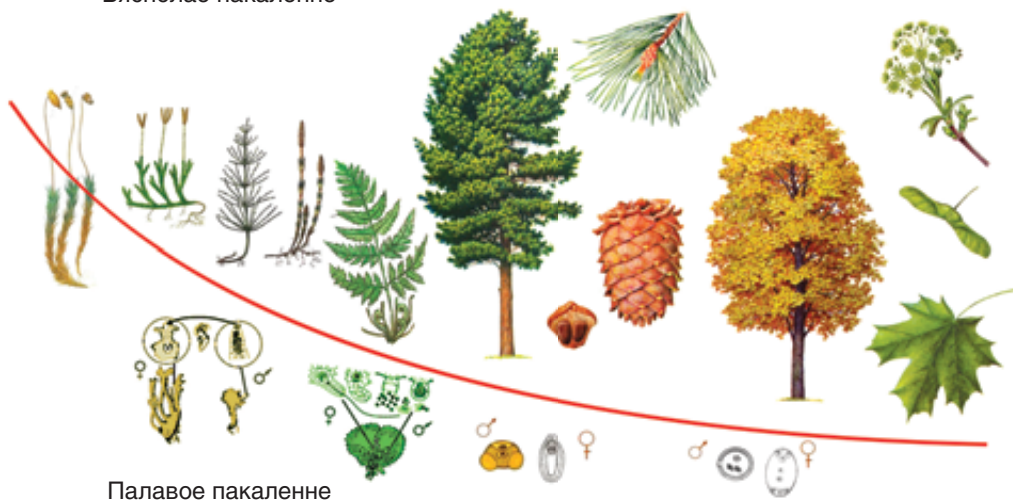
У раслін механізм чаргавання пакаленняў заключаецца ў тым, што на раслінах, што ўяўляюць сабой бясполе пакаленне, развіваюцца споры, якія прарастаюць у двухполыя або раздзельнаполыя (мужчынскія і жаночыя) асобіны (палавое пакаленне). У пакрытанасенных мужчынскае палавое пакаленне прадстаўлена пылковым зернем, а жаночае — зародкавым мяшком. Іх клеткі змяшчаюць адзінарны набор храмасом (за выключэннем цэнтральнай клеткі). Палавое пакаленне ўтварае гаметы — сперміі (або сперматозоіды) і яйцаклеткі. У выніку апладнення ўтва-

раецца зігота, якая змяшчае двойны набор храмасом. З зіготы зноў развіваецца бясплае пакаленне (гл. схему).



Калі прасачыць за суадносінамі паміж бясполым і палавым пакаленнямі ў раслін рознага ўзроўню арганізацыі, то можна ўбачыць, што ў ходзе эвалюцыі развіццё было характэрна для бясплага пакалення, тады як у палавага пакалення назіралася паступовае спрашчэнне будовы (мал. 52). Напрыклад, у імхоў пераважным з'яўляецца палавое пакаленне, на якім жыве бясплае пакаленне. У папараці пераважным з'яўляецца бясплае пакаленне ў выглядзе добра развітай расліны са сцяблом, лістамі і каранямі, у той час як палавое пакаленне прадстаўлена ўсяго толькі невялікай зялёнай пласцінкай, што прымацоўваецца да глебы з дапамогай рызоідаў. Далей, у голанасенных і пакрытанасенных раслін будова палавага пакалення спрашчаецца да некалькіх клетак, прычым з поўнай рэдукцыяй органаў палавага размнажэння ў пакрытанасенных. Тады як бясплае пакаленне ў голанасенных прадстаўлена дрэвамі і хмыз-

Бясплае пакаленне



Мал. 52. Суадносіны бясплага і палавага пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін розных сістэматычных груп

някамі (часам ліянамі), а ў пакрытанасенных — дрэвамі, хмызнякамі, кустыкамі і травамі.

Важна адзначыць, што бясплае пакаленне запасіць больш спадчыннай інфармацыі, чым палавое, бо змяшчае двойны набор храмасом. Таму яно значна лепш прыстасоўваецца да зменлівых умоў асяроддзя. Як відаць, менавіта гэта і забяспечыла яго дамінаванне над палавым пакаленнем у ходзе эвалюцыі расліннага свету.



■ **Паўторам галоўнае.** Утварэнне палавых клетак у пакрытанасенных раслін адбываецца ў генератыўных частках кветкі — тычынках і пестыках. Гэтаму папярэднічае развіццё палавога пакалення: у тычынках — пылковых зерняў, у семязачатку — зародкавага мяшка. Яны ўтвараюць гаметы — сперміі і яйцаклеткі. Пасля апылення адбываецца апладненне з удзелам двух сперміяў. З зіготы ўтвараецца зародак, з семязачатка фарміруецца семя, а на месцы завязі развіваецца плод. У ходзе эвалюцыі адбывалася ўскладненне арганізацыі бясплага пакалення, тады як будова палавога пакалення паступова спрашчалася.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. У якіх частках кветкі адбываецца развіццё мужчынскіх і жаночых палавых клетак у пакрытанасенных? 2. Растлумачце біялагічную ролю пылковай трубкай. 3. Які храмасомны набор характэрны для зародка і клетак эндасперму семени кветкавай расліны? Растлумачце, з якіх клетак яны ўтвараюцца. 4. З прапанаванага пераліку выберыце структурныя часткі зародкавага мяшка: сінергіды, цэнтральная клетка, вегетатывная клетка, яйцаклетка, антыподы, сперміі.



Складаныя пытанні. 1. Чаму ў ходзе эвалюцыі раслін змяняліся суадносіны палавога і бясплага пакаленняў у бок перавагі бясплага пакалення? Прывядзіце аргументаваныя тлумачэнні, выкарыстоўваючы дадатковыя крыніцы інфармацыі. 2. Для кожнай часткі семени падбярыце структуры семязачатка, з якіх яны сфарміраваліся. Часткі семени: эндасперм, зародак, семязная лупіна, семяўваход. Структуры семязачатка: зігота, покрыва, пылкаўваход, цэнтральная клетка. 3. Выберыце правільныя меркаванні. Пры апладненні ў кветкавых раслін: а) адзін са сперміяў зліваецца з яйцаклеткай зародкавага мяшка, а другі сперміяў знікае; б) абодва сперміі зліваюцца з яйцаклеткай зародкавага мяшка, утвараючы зіготу; в) адзін са сперміяў зліваецца з яйцаклеткай зародкавага мяшка, а другі — з цэнтральнай клеткай; г) з зіготы з трайным наборам храмасом развіваецца эндасперм; д) цэнтральная клетка пасля апладнення гіне; е) эндасперм мае трайны набор храмасом.

§ 33. Антагенез живёл. Эмбрыянальнае развіццё арганізмаў

- **Успомніце**, чым заканчваецца працэс апладнення ў живёл.
- **Як вы думаеце?** Якія фактары адыгрываюць вызначальную ролю ў развіцці арганізмаў пасля працэсу апладнення?
- **Вы даведаецеся**, што антагенез уключае два перыяды — эмбрыянальнае і постэмбрыянальнае развіццё, што эмбрыянальнае развіццё ва ўсіх пазваночных працякае з аднолькавымі стадыямі.

Антагенез живёл. Індывідуальнае развіццё арганізма ў біялогіі называецца антагенезам.

Антагенез (індывідуальнае развіццё арганізма) живёл — сукупнасць паслядоўных марфалагічных, фізіялагічных і біяхімічных пераўтварэнняў, якія адбываюцца ў арганізме живёлы ад моманту яе зараджэння (утварэння зіготы) да смерці.

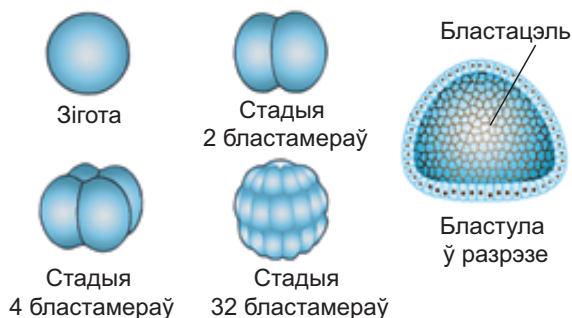
У працэсе антагенезу адбываецца паэтапная рэалізацыя спадчыннай інфармацыі ў пэўных умовах асяроддзя. Навакольнае асяроддзе можа мець істотны ўплыў на развіццё арганізма на розных стадыях антагенезу. Антагенез уключае два этапы развіцця: эмбрыянальны (эмбрыягенез) і постэмбрыянальны.

Эмбрыянальнае развіццё арганізмаў. *Эмбрыянальны этап (эмбрыягенез)* (ад грэч. *émbryon* — зародак, *génesis* — развіццё) — зародакавае развіццё арганізма ад утварэння зіготы да нараджэння або выхаду з яйцавых абалонак. На працягу дадзенага этапу адбываецца пераўтварэнне зіготы ў мнагаклетачны арганізм, які ў живёл выходзіць у навакольнае асяроддзе або з яйка, або з арганізма маці. У раслін зародак развіваецца ў семені і эмбрыягенез завяршаецца да моманту яго прарастання. У залежнасці ад характару працякаючых працэсаў пры развіцці зародка эмбрыягенез у живёл падзяляюць на тры стадыі: драбленне, гастрюляцыя, гіста- і арганагенез (утварэнне тканак і органаў).

Разгледзім больш падрабязна працэсы, якія праходзяць на розных стадыях эмбрыягенезу ў живёл на прыкладзе ланцэтніка (прымітыўнай марской живёлы).

Драбленне. Працэс драблення заключаецца ў серыі паслядоўных дзяленняў зіготы. Утвораныя пры гэтым пакаленні клетак носяць назву *бластамераў*.





Мал. 53. Утварэнне бластулы на стадыі драблення

Паміж дзяленнямі не адбываецца росту бластамераў, якія ўтвараюцца, з прычыны чаго кожнае новае пакаленне прадстаўлена больш дробнымі клеткамі. У працэсе драблення сумарны аб'ём зародка амаль не змяняецца, а памеры клетак, якія яго складаюць, памяншаюцца. Гэта асаблівасць клетачных дзяленняў зіготы і вызначыла з'яўленне тэрміна «драбленне». Калі бластамераў становіцца шмат, яны ссоўваюцца да перыферыі, утвараючы аднаслойную сценку — *бластадэрму*. Поласць унутры зародка, якая пры гэтым з'яўляецца, запаўняецца вадкасцю і становіцца першаснай поласцю цела — *бластацэллю*. Стадыя драблення завяршаецца ўтварэннем мнагаклетачнага аднаслойнага зародка з першаснай поласцю цела, які атрымаў назву *бластула* (ад грэч. *blastós* — парастак) (мал. 53). Па памерах бластула не нашмат буйнейшая за зіготу.

У розных відаў жывёл яйцаклеткі адрозніваюцца па колькасці і характары размеркавання ў цытаплазме запасных пажыўных рэчываў (жаўтка). Гэта ў значнай ступені вызначае характар драблення зіготы і можа ўплываць на будову бластулы. У тыповым выпадку (напрыклад, у ланцэтніка) бластула ўяўляе сабой полы шар. У земнаводных бластула мае вельмі невялікую поласць, а ў членістаногіх бластацэль можа цалкам адсутнічаць.

Гастрюляцыя. Стадыя гастрюляцыі (ад грэч. *gastér* — страўнік) уяўляе сабой працэс перамяшчэння эмбрыянальнага матэрыялу з утварэннем двух або трох зародкавых лісткоў. Яна можа заканчвацца на стадыі двухслаёвага ці трохслаёвага зародка — *гастрюлы*.



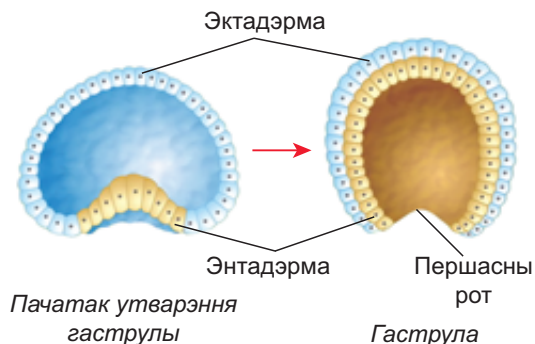
Гастрюляцыя можа ажыццяўляцца рознымі спосабамі і залежыць ад будовы бластулы. У жывёл з аднаслойнай бластулай (напрыклад, ланцэтнік) адбываецца ўваходжанне бластадэрмы ў першасную поласць, якая пры гэтым амаль цалкам знікае. Шарападобная бластула ператвараецца ў двухслаёвы чашападобны зародак. Знешні пласт клетак называецца *эктадэрмай* (ад грэч. *ektós* — звонку, *dérma* — скура) — вонкавы зародкавы лісток, а ўнутраны слой — *энтадэрмай*.

(ад грэч. *entós* — унутры, *dérma* — скура) — унутраны зародкавы лісток (мал. 54). Утвораная ўнутры зародка поласць называецца *гастрацэллю* (першаснай кішкай), а ўваход у яе — *бластапорам* (першасным ротам).

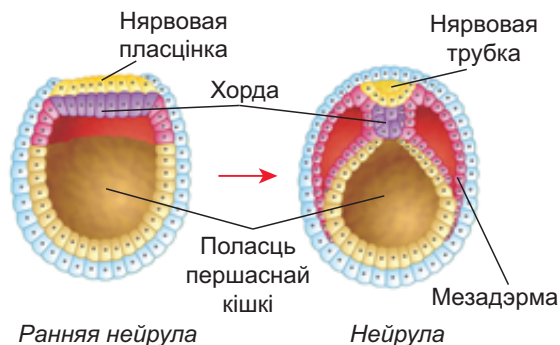
На стадыі ўтварэння двух зародкавых лістоў заканчваецца эмбрыянальнае развіццё кішачнаполасцевых, таму іх называюць двухслаёвымі жывёламі. Ва ўсіх астатніх жывёл паміж вонкавым і ўнутраным зародкавымі лісткамі закладваецца сярэдні зародкавы лісток — *мезадэрма* (ад грэч. *mésos* — сярэдні, *dérma* — скура). У хордавых жывёл энтадэрма з двух бакоў першаснай кішкі ўтварае кішэнепадобныя ўваходжанні ў бластацэль. Затым яны аддзяляюцца ад першаснай кішкі, разрастаюцца паміж экта- і энтадэрмай, утвараючы мезадэрму. Поласць унутры ўваходжанняў уяўляе сабой другасную поласць цела (*цэлом*). Такіх жывёл называюць трохслаёвымі і другаснаполасцевымі.

Стадыя гіста- і арганагенезу. Утварэннем трох зародкавых лістоў (экта-, энта- і мезадэрмы) завяршаецца этап гастрюляцыі. З гэтага моманту пачынаюцца працэсы гіста- і арганагенезу. З'яўляюцца марфалагічныя і біяхімічныя адрозненні паміж клеткамі, што ў далейшым прыводзіць да фарміравання тканак і органаў.

Пачатковым працэсам, які працякае пры гіста- і арганагенезе, з'яўляецца *нейруляцыя* — утварэнне нейрулы (мал. 55). *Нейрула* — стадыя зародка з комплексам восевых органаў (нервовая трубка, хорда, стрававальная трубка), у якой далей актыўна адбываецца фарміраванне ўсіх астатніх тканак і органаў з зародкавых лістоў.



Мал. 54. Утварэнне двухслаёвай гастрэулы



Мал. 55. Утварэнне нейрулы на стадыі гіста- і арганагенезу

З кожнага зародкавага лістка пад уплывам клетак іншых лісткаў развіваецца строга вызначаны комплекс тканак і органаў (табл. 18).

Табліца 18. Дыферэнцыяцыя зародкавых лісткаў на тканкі і органы ў хордавых

Эктадэрма	Энтадэрма	Мезадэрма
<i>Нервовая сістэма</i>: полая нервовая трубка, спіны мозг, галаўны мозг <i>Органы пачуццяў</i>: орган зроку, орган слыху, орган нюху <i>Покрываўная сістэма</i>: эпідэрміс скуры, валасы, ногці, пёры, кіпцюры, рогі, капыты, малочныя, тлушчавыя і потавыя залозы Эмаль зубоў	<i>Хорда</i> (у пазваночных у далейшым замяняецца пазваночнікам) <i>Стрававальная сістэма</i>: эпідэлія страўніка, эпідэлія кішэчніка, печань, падстраўнікавая залоза <i>Дыхальная сістэма</i>: жабры, лёгкія, эпідэлія трахеі і бронхаў <i>Эндакрынныя залозы</i>: шчытападобная залоза, парашчытападобныя залозы Плавальны пузыр	<i>Апорна-рухальны апарат</i>: мышцы, косці, храсткі, звязкі, сухажыллі <i>Крывяносная сістэма</i>: кроў, сэрца, артэрыі, вены, капіляры <i>Лімфатычная сістэма</i>: лімфа, лімфатычныя вузлы, пратокі, сасуды, капіляры <i>Выдзяляльная сістэма</i>: ныркі, мачаточнікі, мачавы пузыр <i>Палавая сістэма</i>: палавыя залозы, палавыя органы Дэнцін зубоў Дэрма скуры

Калі ў зародка ротавае адтуліна ўтвараецца на месцы першаснага рота (бластапора), то гэтых жывёл называюць *першаснаротымі* (чэрві, малюскі, членістаногія). Калі ж бластапор становіцца анальнай адтулінай, а сапраўдны рот прарываецца ў процілеглым месцы, то такіх жывёл называюць *другаснаротымі* (ігласкурый, хордавых).

Наземныя пазваночныя жывёлы (паўзуны, птушкі, млекакормячыя), зародак якіх змяшчае абалонку *амніён*, што стварае запоўненую вадкасцю поласць, дзе ён развіваецца, называюцца *амніётэмі*. У водных пазваночных (касцявыя рыбы, земнаводныя) амніён адсутнічае, таму іх называюць *анамніётэмі* (*анамніямі*).

Зародак развіваецца як цэласная сістэма. Фарміраванне строга вызначаных частак цела ў ім дасягаецца ўзаемадзеяннем паміж клеткамі. У той жа час знешнія фактары асяроддзя (пестыцыды, радыеактыўнасць, ультрафіялетавае выпраменьванне) могуць істотна ўплываць на гіста- і арганогенез зародка.

■ **Паўторым галоўнае.** Антагенез жывёл уключае два этапы развіцця: эмбрыянальны і постэмбрыянальны. На эмбрыянальным этапе вылучаюць тры стадыі: драбленне, гастрюляцыя, гіста- і арганагенез. Драбленне завяршаецца ўтварэннем аднаслойнага зародка — бластулы. Сценка бластулы — бластадэрма — акружае першасную поласць цела (бластацэль). У выніку гастрюляцыі ўтвараецца двухслаёвы або трохслаёвы зародак — гаSTRUла. Вонкавы зародак лісток называецца эктадэрмай, унутраны — энтадэрмай, паміж імі знаходзіцца мезадэрма. ГаSTRUла ў трохслаёвых жывёл мае першасны рот — бластапор, поласць першаснай кішкі — гаSTрацэль — і другасную поласць цела — цэлом. Пачатковым працэсам, які працякае пры гіста- і арганагенезе, з’яўляецца нейруляцыя — ўтварэнне нейрулы. Нейрула — стадыя зародка з комплексам восевых органаў (нервовая трубка, хорда, стрававальная трубка), у якой актыўна адбываецца фарміраванне ўсіх астатніх тканак і органаў з зародаковых лісткоў.



? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняцця «антагенез». Якія этапы ён уключае? 2. Назавіце стадыі эмбрыягенезу і назву зародка на гэтых стадыях. 3. Ахарактарызуеце стадыю драблення і будову бластулы.

Складаныя пытанні. 1. Жывёлы якіх сістэматычных груп належаць да першаснаротых, а якія — да другаснаротых? Чаму? Прывядзіце па тры прыклады з кожнай групы жывёл. 2. Аналізуючы табліцу 18, устанавіце адпаведнасць паміж структурамі зародка (галаўны мозг, печань, орган зроку, валасы, дэнцін зубоў, ногці, косці шкідлета, сэрца, эмаль зубоў, лёгкія, эпідэрміс скуры) і зародаковымі лісткамі (эктадэрма, энтадэрма, мезадэрма).



§ 34. Постэмбрыянальнае развіццё арганізмаў

- **Успомніце,** як працякае эмбрыянальнае развіццё арганізмаў. Чым заканчваецца дадзены этап антагенезу?
- **Як вы думаеце?** Чаму пры агульным падабенстве эмбрыянальнага развіцця ў пазваночных жывёл постэмбрыянальнае развіццё працякае па-рознаму ў розных сістэматычных груп?
- **Вы даведаецеся,** што пасля нараджэння або выхаду з яйцавых абалонак развіццё арганізмаў можа быць прамым або непразым, што непразое развіццё можа працякаць з няпоўным або поўным ператварэннем.

У папярэднім параграфе вы пазнаёміліся з працэсамі, якія працякаюць на этапе эмбрыянальнага развіцця жывёл, што завяршаецца фарміраваннем зародка. Сфарміраваны зародак далей выходзіць з яйка або цела маці ў навакольнае асяроддзе, дзе працягвае сваё развіццё.

Перыяд развіцця арганізма з моманту нараджэння або выхаду з яйцавых абалонак да гібелі называецца *постэмбрыянальным развіццём*. Адрозніваюць два тыпы постэмбрыянальнага развіцця: прамое і непрамае (з ператварэннем, або метамарфозам).

Прамае развіццё характэрна для жывёл, у якіх яйцаклеткі багатыя жаўтком ці зародак развіваецца ў арганізме маці, атрымліваючы ад яго неабходныя пажыўныя рэчывы. Такі тып развіцця назіраецца ў паўзуноў, птушак і млекакормячых. Дзіцяня, якое нараджаецца, мае ўсе органы дарослага арганізма, але адрозніваецца ад яго меншымі памерамі. Далейшае развіццё зводзіцца да росту і палавога выпявання. Іншымі словамі, на свет з'яўляецца паменшаная копія зыходнай асобіны. Птушаня, што вылупілася з яйка, або кацяня, што нарадзілася, падобныя да дарослых жывёл адпаведнага віду (мал. 56).

У птушак і млекакормячых моцна развіты клопат пра патомства. Дзіцяня, як правіла, вядзе такі ж спосаб жыцця, корміцца такімі ж відамі корму, што і бацькі. Менавіта бацькі ў ходзе жыцця навучаюць дзіцяня ўсяму, што дазволіць яму максімальна прыстасавацца да ўмоў асяроддзя і заняць сваю экалагічную нішу ў прыродзе. Можна прывесці шэраг прыкладаў, якія пацвярджаюць гэта: драпежнікі вучаць дзіцянят паляваць, птушкі птушанят — лятаць.



Мал. 56. Падабенства бацькоў і іх нашчадкаў пры прамым развіцці

Сярод беспазваночных прамое развіццё назіраецца ў кольчатых чарвей, бруханогіх і галаваногіх малюскаў, павукападобных і некаторых ракападобных (напрыклад, дафнія, рачны рак).

Перавагі прамого развіцця арганізмаў: 1) фарміраванне дарослай асобіны звычайна праходзіць за больш кароткі прамежак часу; 2) не адбываецца істотнай перабудовы арганізма, адпаведна, патрабуецца параўнальна менш энергіі і пажыўных рэчываў.

Недахопы прамого развіцця арганізмаў: 1) для ажыццяўлення эмбрыянальнага развіцця патрабуецца запасанне вялікай колькасці пажыўных рэчываў (жаўтка) у яйцаклетках або ўнутрычэраўнае выношванне патомства; 2) у выпадку перанасялення абвастраецца ўнутрывідавая канкурэнцыя паміж маладымі і дарослымі асобінамі, паколькі яны жывуць у аднолькавых умовах і выкарыстоўваюць агульныя крыніцы ежы.

Непрамое развіццё, або развіццё з метамарфозам, характэрна для жывёл, у якіх яйцаклеткі бедныя жаўтком. Пасля апладнення ў зігоце недастаткова пажыўных рэчываў для фарміравання ў зародка ўсіх органаў дарослай асобіны. Таму з яйка выходзіць лічынка, якая мае больш простую будову, са спецыяльнымі лічынкавымі органамі, што адсутнічаюць у дарослым стане. Лічынкa — арганізм, прыстасаваны да актыўнага перамяшчэння, кармлення, росту і развіцця, але не здольны размнажацца (за рэдкім выключэннем). На стадыі лічынкі арганізм расце і развіваецца не за кошт запасных пажыўных рэчываў яйка, запас якіх невялікі, а за кошт самастойнага кармлення. З часам лічынкавыя органы замяняюцца органамі, уласцівымі дарослым жывёлам, г. зн. адбываецца ператварэнне (метамарфоз).

Метамарфоз уяўляе сабой глыбокія пераўтварэнні ў будове лічынкі, у выніку якіх яна ператвараецца ў дарослы арганізм. У залежнасці ад характару гэтых пераўтварэнняў у жывёл адрозніваюць два тыпы метамарфозу:

а) няпоўны метамарфоз, калі развіццё жывёлы ўключае тры стадыі: яйка → лічынка → дарослы арганізм;

б) поўны метамарфоз, калі ў развіцці арганізма прысутнічае стадыя кукалкі: яйка → лічынка → кукалка → дарослая асобіна.

Разгледзім больш падрабязна іх асаблівасці. З *няпоўным метамарфозам* развіваюцца некаторыя атрады насякомых (стракозы, прамакрылья, раўнакрылья, паўцвердакрылья), двухстворкавыя малюскі, плоскія



Мал. 57. Непрамое развіццё з няпоўным метамарфозам на прыкладзе жабы

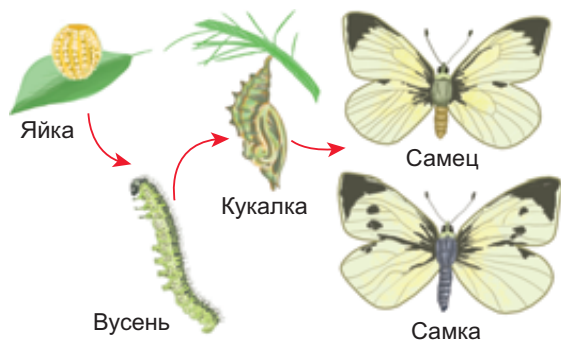
(акрамя раснічых) і круглыя чэрві, некаторыя ракападобныя, касцявыя рыбы, земнаводныя. Лічынкавая стадыя можа быць не падобная да дарослай асобіны як унутранай будовай, так і знешнім выглядам (мал. 57).

Часта лічынка адрозніваецца ад дарослай асобіны не толькі па будове, але і па спосабе жыцця, спосабе кармлення, асяроддзі пражывання.

► **Гэта цікава.** Напрыклад, у земнаводных лічынкі (апалонікі) маюць жабы, бакавую лінію, двухкамернае сэрца, адзін круг кровазвароту, добра развіты хвост. Тады як дарослыя асобіны дыхаюць пакрывам цела і лёгкімі, маюць трохкамернае сэрца, два кругі кровазвароту, дзве пары канечнасцей і большасць бясхвостыя. Апалонікі жывуць толькі ў водным асяроддзі, кормяцца раслінамі, а дарослыя жабы — драпежнікі і кормяцца насякомымі, асяроддзе іх жыцця двайное (наземнае і воднае).

Пры няпоўным метамарфозе замена лічынковых органаў на органы дарослай асобіны адбываецца паступова, без спынення актыўнага кармлення і перамяшчэння лічынкі. У некаторых відаў (членістаногія) развіццё суправаджаецца лінкамі.

Поўны метамарфоз дадаткова ўключае стадыю кукалкі, у якой лічынка ператвараецца ў дарослую жывёлу (мал. 58). Такое развіццё характэрна толькі для некаторых атрадаў насякомых (цвердакрылыя,



Мал. 58. Непрамое развіццё з поўным метамарфозам на прыкладзе матылька

лускакрылыя, перапончатакрылыя, двухкрылыя). Іх лічынкі маюць чэрвепадобную форму. У лускакрылых яна называецца вусенем і мае вельмі простую будову. Ротава апарат у вусеня ў адрозненне ад дарослых матылькоў заўсёды грызучы. Пераважная большасць вусеняў кормяцца лістамі. Калі вусені дасягаюць вялікіх памераў, яны ператвараюцца ў кукалак. У стадыі спакою кукалкі лічынковыя органы

перажываюць распад, пасля чаго клетачны матэрыял і назапашаныя пажыўныя рэчывы выкарыстоўваюцца для фарміравання органаў дарослага насякомага.

У шмат якіх відаў насякомых лічынкавая стадыя самая працяглая, а дарослая (імага) — кароткая і служыць выключна для размнажэння.

► **Гэта цікава.** Напрыклад, у матылькоў шаўкапрада дарослыя асобіны не маюць ротавага апарата, таму не могуць карміцца. Лічынкі павінны назапасіць дастаткова пажыўных рэчываў, каб матылькі змаглі спарвацца і адкладаць яйкі. Сапраўды, большасць самак матылькоў шаўкапрада пасля выхаду з кукалкі лятаюць толькі адзін раз, каб адкласці яйкі. Затым яны гінуць.

Значэнне метамарфозу для развіцця шмат якіх відаў жывёл вельмі вялікае. *Па-першае*, лічынкі самастойна запасаць матэрыял для фарміравання пастаянных органаў, уласцівых дарослым асобінам. *Па-другое*, розныя асяроддзе пражывання, характар кармлення, спосаб жыцця ў лічынкавай стадыі і дарослага арганізма зніжаюць унутрывідавую канкурэнцыю. Гэта спрыяе захаванню колькасці відаў, бо адсутнічае канкурэнцыя за ежу, за месцы пражывання і ўмовы існавання. *Па-трэцяе*, лічынка, якая актыўна перамяшчаецца, для маларухомых ці прымацаваных жывёл (двухстворкавыя малюскі, каралавыя паліпы) спрыяе рассяленню віду і пашырэнню арэала. Такім чынам, непрамы тып развіцця дае арганізму значныя перавагі ў барацьбе за існаванне.

Да недахопаў непрамога развіцця арганізмаў можна залічыць: 1) развіццё ў дарослую асобіну звычайна займае працяглы час; 2) для ажыццяўлення метамарфозу патрабуецца шмат энергіі і ежы.

■ **Паўторым галоўнае.** Постэмбрыянальнае развіццё — перыяд жыцця арганізма з моманту выхаду ў навакольнае асяроддзе да гібелі. Адрозніваюць два тыпы постэмбрыянальнага развіцця: прамое і непрамае (з ператварэннем, або метамарфозам). Непрамае развіццё ўключае стадыю лічынкі і можа працякаць з няпоўным ці поўным метамарфозам. Пры няпоўным метамарфозе лічынка ператвараецца ў дарослы арганізм (яйка → лічынка → дарослая асобіна). Такое развіццё назіраецца ў плоскіх (акрамя раснічных) і круглых чарвей, двухстворкавых малюскаў, некаторых ракападобных і насякомых, касцявых рыб і земнаводных. Пры поўным метамарфозе лічынка ператвараецца ў кукалку (яйка → лічынка → кукалка → дарослая асобіна), а з яе выходзіць дарослы арганізм. Стадыя кукалкі прысутнічае ў жыццёвым цыкле некаторых атрадаў насякомых (цвердакрылыя, лускакрылыя, перапончатакрылыя, двухкрылыя).

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняцця «постэмбрыянальнае развіццё». 2. Якія тыпы постэмбрыянальнага развіцця характэрныя для жывёл? Чым яны адрозніваюцца? 3. Вызначыце перавагі і недахопы прамого развіцця жывёл. 4. З прапанаванага пераліку выберыце жывёл з поўным ператварэннем: жаба, яшчарка, бялянка капусная, муха пакаёвая, вустрыца, хрушч, пчала меданосная.

Складаныя пытанні. 1. Для кожнага тыпу постэмбрыянальнага развіцця падбярыце прадстаўнікоў жывёл, для якіх ён характэрны. Тыпы развіцця: 1 — прамое, 2 — непрамое. Жывёлы: шчупак, перлаўка, чарвяк дажджавы, жаба, аскарыда, балацяннік, яшчарка, страказа, бусел, воўк. 2. Якія сцверджанні з'яўляюцца правільнымі: 1) антагенез — працэс унутрычэраўнага развіцця жывых арганізмаў; 2) метамарфоз — працэс ператварэння лічынкі ў дарослую асобіну; 3) апалонік — лічынкавая стадыя развіцця жабы; 4) утварэнне плацэнты характэрна для яйцародных жывёл; 5) у антагенезе вылучаюць эмбрыянальны і постэмбрыянальны перыяды; 6) унутрычэраўнае развіццё заканчваецца выхадам асобіны з яйка; 7) постэмбрыянальны перыяд пачынаецца з апладнення?



§ 35. Антагенез чалавека

- **Успомніце**, якія этапы ўключае антагенез у жывёл. Якія стадыі развіцця праходзіць зародак? Якія тыпы постэмбрыянальнага развіцця характэрныя для жывёл?
- **Як вы думаеце?** Ці маюцца адметныя асаблівасці ў антагенезе чалавека ў параўнанні з жывёламі?
- **Вы даведаецеся**, як працякае эмбрыянальнае развіццё чалавека, якія фактары навакольнага асяроддзя робяць уплыў на развіццё зародка, якія стадыі вылучаюць на этапе постэмбрыянальнага развіцця чалавека.

Палавыя клеткі чалавека. У курсе біялогіі 9-га класа вы пазнаёміліся з будовай жаночай і мужчынскай палавых сістэм чалавека і з працэсам выпявання палавых клетак — яйцаклетак і сперматозоідаў. Яны маюць такую ж будову, як і палавыя клеткі млекакормячых (гл. мал. 44, 45). Успомнім працэс іх утварэння.

Асаблівасцю ўтварэння яйцаклетак у чалавека з'яўляецца тое, што яны закладваюцца ў выглядзе мацярынскіх клетак-папярэдніц пры развіцці яечнікаў у плода на эмбрыянальным этапе. З наступленнем палавой спеласці па чарзе адбываецца паспяванне яйцаклетак з інтэрвалам прыкладна ў 28 дзён — менструальны цыкл. На паўнаватаснасць яйцаклеткі, якая спее, яе жыццяздольнасць могуць уплываць як фактары знешняга асяроддзя, так і ўнутрыклетачныя механізмы. Нявы-

спелая або аслабленая яйцаклетка часта становіцца прычынай бесплоднасці.

Працэс фарміравання сперматазоідаў у семяніках мужчыны пачынаецца з перыяду палавога выпявання і адбываецца ўвесь час на працягу ўсяго жыцця.

У ядрах клетак цела чалавека змяшчаецца па 46 храмасом. З іх 44 храмосы аднолькавыя ў мужчын і жанчын — гэта *саматычныя храмосы*, якія забяспечваюць праяўленне асноўных працэсаў жыццядзейнасці. Дзве іншыя — гэта *палавыя храмосы*, што вызначаюць пол арганізма. У мужчын гэта Х- і Y-храмосы, а ў жанчын — дзве Х-храмосы. У выніку агульная колькасць храмасом у клетках цела мужчыны складае «44 + ХУ», а ў жанчыны — «44 + ХХ». У ядрах палавых клетак чалавека змяшчаецца па 23 храмосы. Адпаведна, набор храмасом у палавых клетках мужчыны — «22 + Х» і «22 + Y», а ў жанчыны — толькі «22 + Х». Спалучэнне палавых храмасом у зігоце вызначае пол будучага дзіцяці.

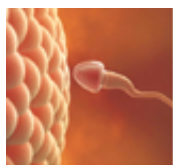
Антагенез чалавека, як і жывёл, уключае два этапы: 1) эмбрыянальны (унутрычэраўны); 2) постэмбрыянальны.

Эмбрыянальны (унутрычэраўны) этап антагенезу — развіццё чалавека ад утварэння зіготы да нараджэння. У ім адрозніваюць тры перыяды: пачатковы, зародкавы, плодны. Зародак чалавека да завяршэння фарміравання зародкаў органаў называюць эмбрыёнам, а пасля гэтага аж да нараджэння — плодам.

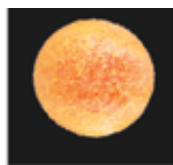
Пачатковы перыяд доўжыцца ад утварэння зіготы да фарміравання *бластацысты* (5—6 дзён). Апладненне ў жанчыны адбываецца ў матачнай трубе, пасля чаго ўтвораная зігота працягвае рух па матачнай трубе ў бок маткі. Гэтаму спрыяюць скарачэнні мышачнага слоя трубы і рухі раснічак эпیتэлію. Жыўленне зіготы да ўкаранення ў матачную сценку ажыццяўляецца за кошт жаўтка, у склад якога ўваходзяць бялкі, тлушчы, мінеральныя солі, вітаміны.

Пасля апладнення (праз 24—30 г) пачынаецца *драбленне* зіготы. Першапачаткова эмбрыён уяўляе сабой шарападобнае ўтварэнне са шчыльна прылеглых адзін да аднаго 12—16 бластамераў, пазбаўленае поласці (мал. 59).

Да 5—6 дня развіцця эмбрыён, які драбіцца, фарміруе *бластацысту* — стадыю зародка, што адрозніваецца ад бластулы і характэрная толькі для плацэнтарных млекакормячых. Бластацыста ўяўляе сабой полы шар з вонкавага слоя клетак — бластамераў і размешчаных



Апладненне
яйцаклеткі



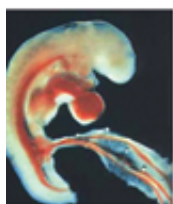
1 дзень
Зігота



5 дзён
Бластацыста



10 дзён
Гастрэла



4 тыдні
Пачатак
арганогенезу



5—6 тыдняў
З'яўляюцца зародкі
рук і ног, сэрца
пачынае пульсаваць



8—10 тыдняў
Плод пачынае
рухацца, развіваецца
галаўны мозг



11—12 тыдняў
З'яўляюцца зародкі
пазногцяў і зубоў,
асноўныя органы
сфарміраваны



16 тыдняў
Плод
хутка расце,
рухае ручкамі



18 тыдняў
Рост плода
дасягае 20—25 см,
маса 250—300 г



7 месяцаў
Завяршальны
перыяд развіцця



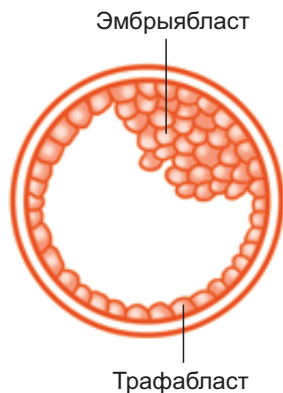
9 месяцаў
Нараджэнне
чалавека

Мал. 59. Стадыі эмбрыянальнага развіцця чалавека

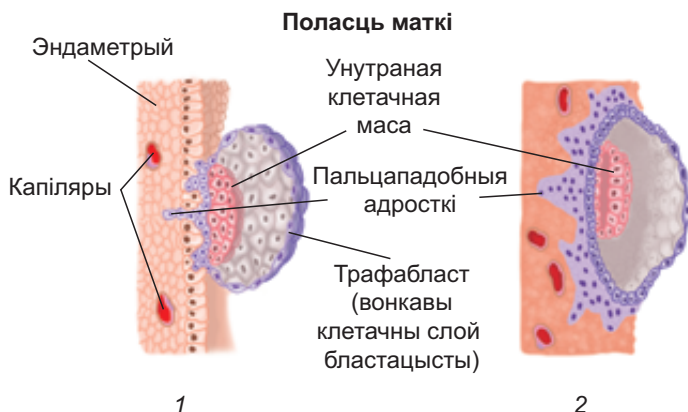
унутры і прымацаваных да адной са сценак шара клетак унутранага слоя (мал. 60).

Бластацыста трапляе ў матку, дзе каля двух дзён знаходзіцца ў свабодным стане. У далейшым вонкавы слой клетак фарміруе пальцападобныя вырасты, якія забяспечваюць укараненне бластацысты ў слізістую абалонку маткі (мал. 61). Пасля гэтага пачынаецца зародкавы перыяд.

Зародкавы перыяд — перыяд ад укаранення бластацысты ў сценку маткі да фарміравання ў эмбрыёна зародкаў асноўных органаў і іх сістэм (ад 7 дзён да 8 тыдняў).



Мал. 60. Будова
бластацысты



Мал. 61. Укараненне бластацысты ў сценку маткі:
1 — пачатак; 2 — завяршэнне

Пасля ўкаранення ў эмбрыёне пачынаецца стадыя *гаструляцыі*. Утвараюцца зародкавыя лісткі: эктадэрма, энтадэрма і мезадэрма. Затым ідзе перыяд закладкі зачаткаў асноўных органаў і іх сістэм — *гіста-* і *арганогенез*. Так, у васьмітыднёвага эмбрыёна пры даўжыні каля 40 мм і масе каля 5 г ужо маюцца амаль усе структуры цела чалавека.

Да канца 2-га месяца эмбрыён набывае рысы знешняга падабенства з чалавекам і, як адзначалася, называецца *плодам*. З гэтага моманту пачынаецца плодны перыяд.

Плодны перыяд доўжыцца ад утварэння плода і фарміравання плацэнты да нараджэння (ад 9 да 40 тыдняў). Метабалізм плода ажыццяўляецца праз плацэнтэ, з якой ён звязаны пупочным канацікам (пупавінай) (гл. мал. 59). У плацэнце маюцца крывяносныя сасуды, якія забяспечваюць плацэнтарны кровазварот. Праз сценкі крывяносных капіляраў і варсінак плацэнты ідзе абмен газамі і пажыўнымі рэчывамі паміж арганізмамі маці і плода. Кроў маці і плода ніколі не змешваецца.

Агульная працягласць цяжарнасці складае 270—280 дзён (10 месячных месяцаў). Да моманту нараджэння плод у сярэднім ваżyць 3—3,5 кг і мае рост 50—55 см.

Уплыў умоў навакольнага асяроддзя на ўнутрычэраўнае развіццё дзіцяці. Развіццё арганізма чалавека ўяўляе сабой складанае спалучэнне такіх працэсаў, як дзяленне клетак, іх перамяшчэнне і ўзаемадзеянне, утварэнне тканак і органаў. Любое парушэнне гэтых працэсаў можа выклікаць *заганы развіцця* эмбрыёна або плода. Такія парушэнні мо-

гуць узнікаць пад дзеяннем розных шкодных фактараў. Да фактараў рызыкі развіцця прыроджаных заганаў належаць: іанізуючае выпраменьванне, вірусныя і бактэрыяльныя інфекцыі, патагенныя мікраарганізмы, гельмінты, некаторыя лекавыя прэпараты, алкаголь, курэнне, наркатыкі, недастатковае харчаванне, прафесійныя шкоднасці, позні матчын узрост, недастатковы медыцынскі кантроль.

Парушэнні ў развіцці часцей выклікаюць тыя фактары, якія дзейнічаюць у пэўныя *крытычныя перыяды*, калі эмбрыён або плод максімальна адчувальны да пэўных уздзеянняў. У чалавека крытычнымі перыядамі эмбрыянальнага развіцця з'яўляюцца: апладненне; укараненне бластацысты ў сценку маткі (7—8-ы дзень эмбрыягенезу); развіццё комплексу восевых органаў і плацэнт (3—8-ы тыдні); развіццё галаўнога мозга (15—20-ы тыдні); фарміраванне асноўных сістэм арганізма, у тым ліку палавой (20—24-ы тыдні).



§35-1

Постэмбрыянальны этап — развіццё чалавека ад нараджэння да смерці. У ім адрозніваюць тры перыяды: ювенільны, пубертатны, перыяд старасці.

Ювенільны (дарэпрадуктыўны) перыяд — пачынаецца з моманту нараджэння і працягваецца да палавога выспявання. Галоўная асаблівасць перыяду — гэта актыўны рост і развіццё. У чалавека гэта перыяд дзяцінства, які доўжыцца да заканчэння падлеткавага ўзросту. На гэтым этапе арганізму патрабуецца атрыманне дастатковай колькасці пажыўных рэчываў і вітамінаў.

Пубертатны (рэпрадуктыўны) перыяд — перыяд сталасці. У розных людзей гэты ўзрост вар'іруецца ад 14—16 і да 55—60 гадоў. Спадчынныя асаблівасці ў кожнага чалавека індывідуальныя, таму складана назваць дакладныя межы. У гэтым перыядзе праходзіць асноўны жыццёвы этап, у тым ліку з'яўленне патомства, яго выхаванне і навучанне.

Перыяд старасці (пострэпрадуктыўны) — заключны этап у жыцці кожнага чалавека, які заканчваецца смерцю. Людзі ў поўнай меры спазнаюць усю сутнасць дадзенага этапу, таму што старэнне адбываецца паступова, смерць таксама настае не імгненна, калі гаварыць пра натуральную смерць. Што ж адбываецца ў арганізме ў гэты перыяд? Перш за ўсё, у арганізме чалавека зніжаецца інтэнсіўнасць абмену рэчываў. І як следства, адбываецца парушэнне шэрага фізіялагічных функцый. Дадзены перыяд завяршае постэмбрыянальнае развіццё чалавека.

■ **Паўторым галоўнае.** Антагенез чалавека ўключае два этапы: эмбрыянальны і постэмбрыянальны. На эмбрыянальным этапе адносяцца тры перыяды: пачатковы, зародкавы, плодны. У пачатковым перыядзе адбываюцца працэсы ўтварэння бластацысты з зіготы. У зародкавым перыядзе бластацыста ўкараняецца ў сценку маткі і паступова ператвараецца ў плод. Плодны перыяд — гэта перыяд развіцця плода да нараджэння. Постэмбрыянальны этап — развіццё чалавека ад нараджэння да смерці. Ён уключае тры перыяды: ювенільны, пубертатны, перыяд старасці.

? Праварым веды

Ключавыя пытанні. 1. Назавіце працягласць эмбрыянальнага перыяду развіцця чалавека: 20 тыдняў; 28 тыдняў; 40 тыдняў; 45 тыдняў. 2. Чаму цяжарнай жанчыне проціпаказана курыць? 3. Назавіце перыяды эмбрыянальнага і постэмбрыянальнага этапаў антагенезу чалавека.

Складаныя пытанні. 1. Як умовы жыцця маці ўплываюць на фарміраванне і развіццё плода? Якія фактары нашага жыцця могуць паўплываць на здароўе будучых дзяцей? 2. Як вы можаце растлумачыць выраз «усвядомленае мацярынства і бацькоўства»? Што такое планаванне цяжарнасці? Як яно садзейнічае нараджэнню здоровага дзіцяці?



§35-2

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Для жывых арганізмаў характэрны два тыпы размнажэння арганізмаў у прыродзе — бясполое і палавое. Бясполое размнажэнне можа ажыццяўляцца дзяленнем клеткі, пачкаваннем, спараўтварэннем, фрагментацыяй і вегетатыўна. Пры палавым размнажэнні назіраецца палавы працэс, формамі якога з'яўляюцца кан'югацыя і капуляцыя. Мужчынскія гаметы ўтвараюцца ў семяніках, жаночыя — у яечніках. Пасля асемяннення адбываецца апладненне. Яно можа быць вонкавае (у водным асяроддзі) ці ўнутранае (у палавых шляхах самкі). Асаблівай формай палавога працэсу з'яўляецца партэнагенез — размнажэнне без апладнення.

Пры размнажэнні раслін адбываецца чаргаванне бясплага і палавога пакаленняў. Бясполое пакаленне ўтварае споры, з якіх развіваецца палавое пакаленне. У пакрытанасенных палавое пакаленне прадстаўлена пылковым зернем, якое змяшчае два сперміі, і зародкавым мяшком з адной яйцаклеткай. Пасля апылення адбываецца дваіное апладненне з удзелам двух сперміяў. З зіготы ўтвараецца зародак, з семязачатка — семя, а з завязі — плод.

У ходзе эвалюцыі адбывалася ўскладненне арганізацыі бясплага пакалення, тады як будова палавога пакалення спрашчалася.

Антагенез у жывёл уключае два этапы: эмбрыянальны і постэмбрыянальны. На эмбрыянальным этапе вылучаюць тры стадыі: драбленне, гаструдыя, гіста- і арганагенез. Драбленне завяршаецца ўтварэннем аднаслойнага зародка — бластулы. У выніку гаструдыі ўтвараецца двухслаёвы ці трохслаёвы зародак — гастрала. Вонкавы зародак лісток называецца эктадэрма, унутраны — энтадэрма, паміж імі знаходзіцца мезадэрма. На пачатковай стадыі гіста- і арганагенезу ўтвараецца нейрула, у якой з зародаковых лістоў спачатку фарміруюцца восевыя органы (нервовая трубка, хорда, стрававальная трубка), а затым усе астатнія тканкі і органы.

Постэмбрыянальнае развіццё ў жывёл можа быць прамое ці непрямое (з ператварэннем, або метамарфозам). Прамое развіццё ў пазваночных адбываецца без лічынковай стадыі. Непрамое развіццё ўключае стадыю лічынкі і можа працякаць з няпоўным ці поўным метамарфозам. Пры няпоўным метамарфозе лічылка ператвараецца ў дарослы арганізм: яйка → лічылка → дарослая асобіна. Пры поўным ператварэнні лічылка ператвараецца ў кукалку: яйка → лічылка → кукалка → дарослая асобіна.

Антагенез чалавека, як і жывёл, уключае два этапы: эмбрыянальны і постэмбрыянальны. На эмбрыянальным этапе адрозніваюць тры перыяды: пачатковы, зародаковы, плодны. У пачатковым перыядзе адбываюцца працэсы ўтварэння бластацысты з зіготы. У зародаковым перыядзе бластацыста ўкараняецца ў сценку маткі і паступова ператвараецца ў плод. Плодны перыяд — гэта перыяд развіцця плода да нараджэння. Постэмбрыянальны этап — гэта этап развіцця чалавека ад нараджэння да смерці. Ён уключае тры перыяды: ювенільны, пубертатны, перыяд старасці.

Раздзел 4

Від і папуляцыя



Вы даведаецеся:

- пра крытэрыі віду;
- пра асноўныя ўласцівасці папуляцыі;
- якая структура папуляцыі.

Вы навучыцеся:

- праводзіць параўнанне розных відаў арганізмаў па розных крытэрыях;
- прагназаваць далейшае развіццё папуляцыі па іх уласцівасцях;
- выкарыстоўваць набытыя веды пра віды і папуляцыі для правільных адносін да іх.



У дадзеным раздзеле вы даведаецеся, што від як біялагічная сістэма ўключае асобін, падобных па шэрагу крытэрыяў. Структурнай адзінкай існавання віду ў межах арэала з'яўляецца папуляцыя. Вы вывучыце ўласцівасці і тыпы структуры папуляцыі. Даведаецеся, што на аснове інфармацыі пра ўласцівасці і структуру папуляцыі чалавек можа складаць прагноз далейшага змянення яе колькасці. Гэта дае магчымасць правільна планаваць мерапрыемствы па ўзаемадзеянні з папуляцыяй: выкарыстаць яе для сваіх мэт ці аргументавана абгрунтаваць меры па ахове.

§ 36. Від — біялагічная сістэма. Крытэрыі віду

- **Успомніце**, што такое від як структурная адзінка жывой прыроды.
- **Як вы думаеце?** Што аб'ядноўвае арганізмы ў адзін від? Ці дастаткова для гэтага адной якой-небудзь прыметы? Чаму вы так лічыце?
- **Вы даведаецеся** пра крытэрыі віду і іх адносны характар, пра віды-эндэмікі і віды-каспаліты.



Паняцце віду як формы існавання жыцця. Пры вывучэнні разнастайнасці расліннага і жывёльнага свету ў 7-м і 8-м класах вы пазнаёміліся з паняццем віду як таксанамічнай адзінкай. Ва ўводзінах да дадзенага дапаможніка гаварылася пра тое, што жыццё на планеце Зямля ўяўляе

сабой сукупнасць сузалежных біялагічных сістэм, якія адрозніваюцца па ўзроўні арганізацыі. Адным з узроўняў арганізацыі жыцця з'яўляецца *папуляцыйна-відавы*. У дадзеным параграфе вам даведзена пазнаёміцца з паняццем віду як формы існавання жыцця — біялагічнай сістэмы, якая ўяўляе папуляцыйна-відавы ўзровень арганізацыі жыцця.



Паводле біялагічнай канцэпцыі, від разглядаецца як рэпрадуктыўна закрытая біялагічная сістэма жывой прыроды, што складаецца з адносна ізаляваных груп асобін — папуляцый, якія здольныя скрыважаўвацца паміж сабой.

Від — сукупнасць асобін, якія валодаюць спадчынным падабенствам па морфафізіялагічных, біяхімічных, экалага-геаграфічных і генетычных прыметах, здольныя свабодна скрыважаўвацца паміж сабой і даваць пладавітае патомства.

Для таго каб залічыць асобін да аднаго і таго ж ці да розных відаў, іх параўноўваюць паміж сабой па шэрагу пэўных характэрных прымет — крытэрыяў.

Крытэрыі віду. *Крытэрыем віду* называюць сукупнасць характэрных аднатыпных прымет, па якіх асобіны аднаго віду падобныя, а асобіны розных відаў адрозніваюцца паміж сабой. Адзінага крытэрыю, які дазваляе адрозніваць віды, не існуе. Таму даследчыкам заўсёды даводзіцца

карыстацца комплексам розных крытэрыяў. У сучаснай біялогіі вылучаюць наступныя асноўныя крытэрыі віду: марфалагічны, фізіялагічны, біяхімічны, генетычны, экалагічны, географічны.

Марфалагічны крытэрыі адлюстроўвае сукупнасць характэрных прымет знешняй будовы. Напрыклад, віды канюшыны адрозніваюцца па афарбоўцы суквеццяў, форме і афарбоўцы лістоў (мал. 62). Гэты крытэрыі адносны. У межах віду асобіны могуць прыметна адрознівацца па будове ў залежнасці ад полу (*па-*



Канюшына лугавая



Канюшына гібрыдная



Канюшына паўзучая



Канюшына горная

Мал. 62. Марфалагічны адрозненні розных відаў канюшыны



Мал. 63. Знешнія адрозненні самцоў і самак — доказ адноснасці марфалагічнага крытэрыю

лавы дымарфізм), стады развіцця, спосабу размнажэння, умоў асяроддзя пражывання, прыналежнасці да сартоў ці парод.

Напрыклад, у львоў самцы маюць грыву, а ў самак яе няма, у крыжанкі самец ярка афарбаваны, а самка цёмна-бурая (мал. 63). У матылька капуснай бялянкі вусень адрозніваецца ад дарослай асобіны знешнімі прыметамі. У папараці мужчынскай бясплодае пакаленне мае лісты і карані, а палавое прадстаўлена зялёнай пласцінкай з рызоідамі. У той жа час шэраг відаў настолькі падобны па марфалагічных прыметах, што іх называюць відамі-двайнікамі. Напрыклад, некаторыя віды малярыйных камароў, дразафіл знешне не адрозніваюцца, але не скрыжоўваюцца паміж сабой.

Такім чынам, на аснове аднаго марфалагічнага крытэрыю нельга рабіць вывады пра прыналежнасць асобіны да таго ці іншага віду.

Фізіялагічны крытэрыі — сукупнасць характэрных асаблівасцей жыццядзейнасці (размнажэння, стрававання і інш.). Адною з прымет з'яўляецца здольнасць асобін скрыжоўвацца. Асобіны розных відаў не могуць скрыжоўвацца з прычыны несумяшчальнасці палавых клетак, неадпаведнасці будовы капулятыўных органаў і паводзін у шлюбны перыяд. У асобін розных відаў могуць быць значныя адрозненні паводле спосабу кармлення, віду корму. Напрыклад, сярод цвердакрылых адны жукі кормяцца часткамі раслін (хрушч, жук каларадскі), іншыя з'яўляюцца драпежнікамі (жужаль зярністы, божая кароўка), а трэція кормяцца экскрэментамі (гнайвік звычайны). З курса біялогіі 8-га класа ўспомніце адрозненні відаў па іншых працэсах жыццядзейнасці.

Гэты крытэрыі адносны, паколькі асобіны аднаго віду часам не могуць скрыжоўвацца. У мух дразафіл немагчымасць спарвання можа быць абумоўлена адрозненнем у будове палавога апарата. І наадварот, вядомы такія віды, прадстаўнікі якіх могуць скрыжоўвацца паміж сабой,

напрыклад конь і асёл. Прадстаўнікі некаторых відаў вербаў, таполяў, зайцоў пры скрыжаванні ўтвараюць міжвідавыя гібрыды. Гэта даказвае іх падабенства па працэсе размнажэння. Асобіны аднаго віду на розных стадыях развіцця могуць адрознівацца па харчовых перавагах. Напрыклад, у насякомых дарослыя матылькі кормяцца пылком і нектарам, а іх лічынкі — лістагрызучыя; дарослыя жабы з'яўляюцца драпежнікамі, а апалонікі — раслінаедныя. У той жа час у розных відаў можа быць аднолькавы спосаб кармлення. Напрыклад, лічынкі матылькоў, конікаў, саранчы маюць грызучы ротавы апарат і кормяцца расліннай ежай. З гэтага вынікае, што для вызначэння відавой прыналежнасці асобін недастаткова параўноўваць іх толькі па фізіялагічным крытэрыі.

Біяхімічны крытэрыі адлюстроўвае характэрны хімічны склад арганізма і абмен рэчываў. Няма рэчываў ці біяхімічных рэакцый, характэрных толькі для пэўнага віду. Асобіны аднаго віду могуць значна адрознівацца па гэтых паказчыках. Тады як у асобін розных відаў сінтэз бялкоў і нуклеінавых кіслот адбываецца аднолькава. Шэраг біялагічна актыўных рэчываў адыгрываюць аналагічную ролю ў абмене рэчываў у розных відаў. Напрыклад, хларафіл ва ўсіх зялёных раслін удзельнічае ў фотасінтэзе, гемаглабін ва ўсіх пазваночных жывёл пераносіць кісларод. Значыць, вызначэнне відавой прыналежнасці асобін на аснове аднаго біяхімічнага крытэрыю таксама немагчыма.

Генетычны крытэрыі характарызуецца пэўным наборам храмасом, падобных па памерах, форме і складзе. Гэты крытэрыі з'яўляецца фактарам рэпрадуктыўнай ізаляцыі, якая падтрымлівае генетычную цэласнасць віду. Аднак і гэты крытэрыі не з'яўляецца абсалютным. У асобін аднаго віду колькасць, памеры, форма і склад храмасом могуць адрознівацца ў выніку рознага роду змяненняў, якія адбыліся пад дзеяннем фактараў асяроддзя. У той жа час пры скрыжаванні некаторых відаў часам з'яўляюцца жыццяздольныя пладавітыя міжвідавыя гібрыды. Напрыклад, жыта і пшаніца, канарэйка і зяблік не толькі скрыжоўваюцца, але і даюць пладавітае патомства, што даказвае падабенства іх набораў храмасом. Такім чынам, падабенства па дадзеным крытэрыі таксама недастаткова, каб залічыць асобін да аднаго віду.

Экалагічны крытэрыі — гэта сукупнасць характэрных фактараў асяроддзя, неабходных для існавання віду. Кожны від можа жыць у тым асяроддзі, дзе кліматычныя ўмовы, асаблівасці глебы, характар рэльефу і крыніцы ежы адпавядаюць яго межам трываласці. Напрыклад, казялец едкі расце на пойменных лугах, казялец паўзучы — па берагах рэк і канаў, казялец пякучы — на забалочаных месцах. Існуюць, аднак, віды, якія не маюць строгай экалагічнай прымеркаванасці. Гэта віды, якія знаходзяцца пад апекай чалавека: хатнія і культурныя расліны, свойская

жывёла. Іх умовы асяроддзя істотна адрозніваюцца ад прыродных умоў пражывання прадстаўнікоў гэтых відаў. У віду з разарваным арэалам асобіны будуць жыць у розных умовах асяроддзя. У той жа час вялікая колькасць відаў мае арэалы, якія супадаюць (накладаюцца) або перакрываюцца, і таму жыве ў аднолькавых экалагічных умовах.

Прыведзеныя прыклады даказваюць адносны характар экалагічнага крытэрыю і неабходнасць выкарыстання іншых крытэрыяў пры вызначэнні прыналежнасці асобін да дадзенага віду.

Геаграфічны крытэрыі вызначае здольнасць асобін дадзенага віду засяляць пэўную частку зямной паверхні (тэрыторыю ці акваторыю) — арэал. Напрыклад, лістоўніца сібірская распаўсюджана ў Сібіры (Заўралле), а лістоўніца даурская — у Прыморскім краі (Далёкі Усход), марошка — у тундры, а чарніцы — ва ўмераным поясе, мядзведзь белы — у арктычным поясе, а мядзведзь буры — у лясах умеранага пояса.

Гэты крытэрыі паказвае на прымеркаванасць віду да пэўнага месцапражывання. Але ёсць віды, якія не маюць выразных меж рассялення, а жывуць практычна паўсюдна (трыпутнік вялікі, стрэлкі, пацук шэры, верабей гарадскі). Да іх таксама можна залічыць віды, якія жывуць побач з чалавекам або яго жыллём і называюцца *сінантропнымі відамі* (муха пакаёвая, клоп пасцельны, мыш дамавая, прусак рыжы). Існуюць віды, якія маюць разарваны арэал. Так, напрыклад, ліпа расце ў Еўропе і сустракаецца ў Кузнецкім Алатау і Краснаярскім краі. Блакітная сарока таксама мае дзве часткі арэала — заходнееўрапейскую і ўсходнесібірскую. У розных відаў месцапражывання могуць супадаць. У выніку гэтых абставін геаграфічны крытэрыі, як і іншыя, не з'яўляецца абсалютным і не можа выкарыстоўвацца ў якасці адзінага для вызначэння відавой прыналежнасці асобін.

Такім чынам, ніводны з апісаных крытэрыяў не з'яўляецца абсалютным і ўніверсальным, таму пры вызначэнні прыналежнасці асобіны да пэўнага віду неабходна ўлічваць усе крытэрыі.

Арэал віду. Паняцце пра эндэмікаў і касмапалітаў. Паводле геаграфічнага крытэрыю, кожны від у прыродзе займае пэўную тэрыторыю ці акваторыю — арэал.

Арэал (ад лац. *area* — плошча, прастора) — частка зямной паверхні, у межах якой распаўсюджаны і праходзяць поўны цыкл развіцця асобіны дадзенага віду.

Арэал можа быць суцэльным або перарывістым, шырокім або абмежаваным. Віды, якія маюць шырокі арэал у межах розных кантынентаў, называюцца *відамі-касмапалітамі* (грыбы, лішайнікі, чалавек і сінантропныя віды).



Калі арэал распаўсюджвання вельмі вузкі і знаходзіцца ў межах невялікага рэгіёна, то від, які яго насяляе, называецца *эндэмікам* (ад грэч. *éndēmos* — мясцовы). Напрыклад, яхідна і качканос жывуць толькі ў Аўстраліі. Гінгга білоба ў натуральных умовах расце толькі ў Кітаі, рададэндран востраканцовы і лілея даурская — толькі на Далёкім Усходзе.



■ **Паўторым галоўнае.** Від уяўляе сабой сукупнасць асобін, падобных па наступных крытэрыях: марфалагічным, фізіялагічным, біяхімічным, генетычным, экалагічным, геаграфічным. Аднак усе гэтыя крытэрыіносяць адносны характар, таму пры вызначэнні відавой прыналежнасці асобін выкарыстоўваюць усе пералічаныя крытэрыі. Кожны від у прыродзе засяляе пэўную частку зямной паверхні — арэал, у межах якога праходзіць поўны цыкл развіцця яго асобін. Віды, якія маюць шырокі арэал, называюцца касмапалітамі, а віды з вельмі вузкім арэалам — эндэмікамі.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Што з пералічанага не належыць да крытэрыяў віду: 1) генетычны; 2) біяцэнатычны; 3) клетачны; 4) геаграфічны; 5) марфалагічны? 2. У прыведзеным пераліку назавіце прадстаўнікоў відаў-эндэмікаў: качканос, заяц бяляк, мядзведзь буры, яхідна, гінгга білоба, ландыш, кенгуру, лілея даурская. 3. Выберыце характарыстыкі генетычнага крытэрыю віда: 1) існуе шэраг крытэрыяў, па якіх адзін від адрозніваецца ад іншага; 2) кожны від мае свой відавы карыятып; 3) важнай прыметай віду з'яўляецца арэал яго пражывання; 4) у асобін аднаго віду храмасомы маюць падобную будову; 5) саматычныя клеткі чалавека маюць 46 храмасом; 6) для большасці млекакормячых характэрны палавы дымарфізм. Чаму генетычны крытэрыі нельга лічыць абсалютным?



Складаныя пытанні. 1. Прачытайце тэкст. Выберыце тры сцверджанні, у якіх дадзены апісанні біяхімічнага крытэрыю віду Крапіва двухдомная: 1) крапіва двухдомная — шматгадовая травяністая расліна з магутнай каранёвай сістэмай; 2) крапіву засцерагаюць ад з'ядання траваеднымі жывёламі пякучыя валаскі; 3) кожны валасок уяўляе сабой буйную клетку; 4) у сценцы валаска змяшчаюцца солі крэмнію, якія надаюць яму крохкасць; 5) утрыманне мурашынай кіслаты ў клетачным соку валаскоў не перавышае 1,34 %; 6) маладыя лісты крапівы змяшчаюць шмат вітамінаў, таму ўжываюцца ў ежу. Чаму біяхімічны крытэрыі нельга лічыць абсалютным? 2. Якія крытэрыі віду можна вызначыць па назвах наступных груп відаў: 1) мыш дамавая, муха пакаёвая, клоп пасцельны; 2) мядзведзь буры, заяц бяляк, пацук шэры, мядзведзь белы? Якую агульную назву можна даць відам першай групы? Чаму яны могуць служыць доказам адноснага характару аднаго з крытэрыяў віду?

§ 37. Паняцце папуляцыі. Уласцівасці папуляцыі

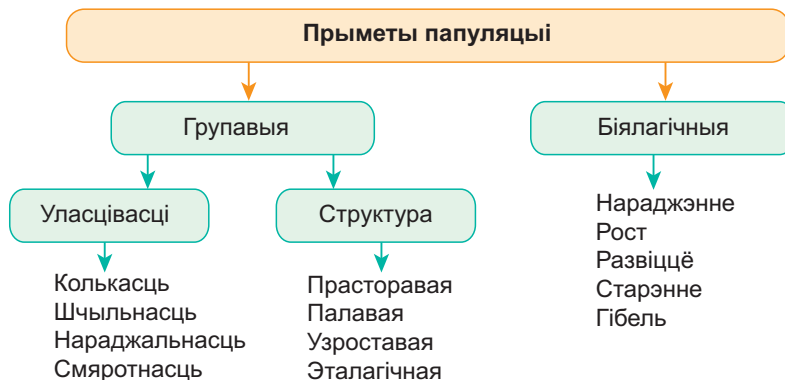
- **Успомніце**, што такое від. Па якіх крытэрыях асобін залічваюць да аднаго віду?
- **Як вы думаеце?** Ці адрозніваюцца асобіны аднаго віду, якія насяляюць розныя ўчасткі арэала, неаднароднага па ўмовах асяроддзя?
- **Вы даведаецеся** пра структурныя адзінкі віду — папуляцыі, пазнаёміцеся з іх асноўнымі ўласцівасцямі.

Папуляцыя — структурная адзінка існавання віду. Кожны від засяляе арэал не проста як сукупнасць асобін, а ў выглядзе адносна адасобленых груп рознага маштабу. Фарміраванне гэтых груп з’яўляецца следствам разнастайнасці абіятычных фактараў і наяўнасці розных перашкод (рэкі, горы) у межах арэала. Такія групы асобін, якія не з’яўляюцца раўнацэннымі па шэрагу прымет і насяляюць розныя па ўмовах участкі арэала, былі названы папуляцыямі. Тэрмін «папуляцыя» ўвёў у экалогію дацкі біёлаг В. Іягансен у 1903 г.

Папуляцыя (ад лац. *populus* — народ, насельніцтва) — здольная да самарэгуляцыі група асобін аднаго віду, якія жывуць на агульнай тэрыторыі, свабодна скрыжоўваюцца паміж сабой і даюць пладавітае патомства.

Папуляцыя — гэта форма існавання віду ў прасторы з адносна аднастайнымі ўмовамі пражывання.

Як біялагічная сістэма папуляцыя мае свае ўласныя прыметы (*групавыя прыметы*). Але паколькі яна складаецца з асобін аднаго віду, то ёй уласцівыя і агульныя відавныя прыметы (*біялагічныя прыметы*), якія характарызуюць стадыі яе жыццёвага цыкла. Любая папуляцыя ў прыродзе існуе абмежаваны час. Гэты інтэрвал часу можна назваць *жыццёвым цыклам папуляцыі*, паколькі ён уключае стадыі, аналагічныя стадыям жыццёвага цыкла арганізма. У пэўны момант часу ў пэўным асяроддзі з’яўляецца група асобін аднаго віду (нараджанне папуляцыі). Колькасць і біямаса асобін павялічваецца (рост папуляцыі), адбываецца змяненне палавой і ўзроставай структуры (развіццё папуляцыі). У пэўны момант гістарычнага часу пад уплывам шэрага знешніх ці ўнутраных прычын колькасць папуляцыі пачынае зніжацца (старэнне папуляцыі) і папуляцыя спыняе сваё існаванне ў дадзеным асяроддзі (гібель папуляцыі). Аднак прыметы папуляцыі, якія характарызуюць стадыі яе жыццёвага цыкла, не дазваляюць атрымаць поўнае ўяўленне пра яе як пра самастойную біялагічную сістэму. Разнастайнасць прымет папуляцыі можна паказаць з дапамогай схемы (с. 168).



Групавыя прыметы падзяляюць на ўласцівасці і структуру. Менавіта яны дазваляюць чалавеку прагназаваць будучыню папуляцыі і правільна з ёй уземадзейнічаць. Разгледзім характарыстыку ўласцівасцей папуляцый.

Колькасць — гэта агульны лік асобін аднаго віду на ўчастку арэала з аднароднымі экалагічнымі ўмовамі. Напрыклад, 3500 сосен у мяшаным лесе ці 160 жаб у вадаёме. Вызначыць агульную колькасць папуляцыі можна толькі для буйных і добра прыметных асобін. Часцей за ўсё яе паказчык разлічваюць шляхам множання шчыльнасці на плошчу арэала папуляцыі. Колькасць папуляцыі ўвесь час змяняецца, але яе ваганні абмяжоўваюцца верхняй і ніжняй межамі. Выхад за гэтыя межы можа прывесці да гібелі папуляцыі.

Верхняя мяжа колькасці — максімальная колькасць асобін, здольных існаваць у дадзенай частцы арэала. Яна залежыць ад колькасці корму, плошчы займаемай тэрыторыі і сілы ўздзеяння экалагічных фактараў. Калі колькасць дасягае верхняй мяжы, то пачынаецца гібель асобін з прычыны недахопу корму. З прычыны павышанай кантактнасці ўзнікаюць эпідэміі, што ў канчатковым выніку можа прывесці да гібелі ўсёй папуляцыі. Такім чынам, калі колькасць блізкая да верхняй мяжы, то частку асобін трэба выключыць з папуляцыі. Гэта можа быць перасяленне на свабодную тэрыторыю, выкарыстанне ў гаспадарчых мэтах, санітарны адстрэл ці высечка.

Ніжняя мяжа колькасці — мінімальны лік асобін, здольных забяспечыць працяглае існаванне папуляцыі. Ніжняя мяжа колькасці залежыць ад біялагічных уласцівасцей арганізмаў і з'яўляецца велічынёй пастаяннай для ўсіх папуляцый у межах віду. Памяншэнне колькасці ніжэй за ніжнюю мяжу з'яўляецца прычынай зніжэння магчымасці сустрэчы палой для размнажэння асобін. Гэта непазбежна прыводзіць да вымірання папуляцыі. Вось чаму папуляцыі з вельмі малой колькасцю

асобін працягла існаваць не могуць. Вядомыя выпадкі вымірання папуляцый нават у запаведніках са строгім рэжымам аховы, калі іх колькасць спадала ніжэй за ніжнюю мяжу.

Такім чынам, калі колькасць набліжаецца да ніжняй мяжы, трэба ажыццяўляць ахову папуляцыі ці ўсяляць новыя асобіны, каб не дапусціць спадання колькасці ніжэй за ніжнюю мяжу. Усім папуляцыям уласцівы перыядычныя (сезонныя і шматгадовыя) ваганні колькасці пад уплывам біятычных і абіятычных фактараў асяроддзя (*папуляцыйныя* хвалі, ці *хвалі жыцця*).

Шчыльнасць — колькасць асобін папуляцыі ці біямасы ў разліку на адзінку плошчы ці аб'ёму. Напрыклад, 120 хвой на 1 га лесу ці 0,5 г біямасы дафній у 1 л вады вадаёма характарызуюць шчыльнасць папуляцыі гэтых відаў. Гэты паказчык прама прапарцыянальны колькасці. Пры павелічэнні колькасці шчыльнасць не павышаецца ці нават зніжаецца толькі ў тым выпадку, калі магчыма рассяленне асобін з прычыны пашырэння арэала. Пры адсутнасці рассялення паказчык шчыльнасці папуляцыі дазваляе колькасна параўноўваць асобныя папуляцыі незалежна ад агульнага памеру займаемай імі тэрыторыі ці акваторыі. Шчыльнасць, як і колькасць, мае верхнюю і ніжнюю межы, таму прагноз для папуляцыі можна даваць і на падставе шчыльнасці.

Нараджальнасць — колькасць асобін, якія з'явіліся ў папуляцыі за адзінку часу за кошт размнажэння асобін. У экалогіі пад нараджальнасцю разумеюць любы спосаб з'яўлення новых асобін (дзяленне клеткі, прарастанне насення, вылупліванне з яек, жыванараджэнне). Для папуляцыі можна разлічыць абсалютную і ўдзельную нараджальнасць. *Абсалютная нараджальнасць* — адносіна колькасці нашчадкаў да перыяду часу, за які яны з'явіліся. *Удзельная нараджальнасць* — колькасць асобін, якія з'явіліся ў адзінку часу ў разліку на адну асобіну папуляцыі. У папуляцыях людзей разлік праводзіцца на 1000 чалавек.

Як правіла, пры павышэнні нараджальнасці колькасць папуляцыі павялічваецца, калі смяротнасць не перавышае яе. Але часам у папуляцыі адзначаецца высокая нараджальнасць, а колькасць асобін у ёй застаецца або ранейшай, або нават зніжаецца. Гэта можа быць звязана з павышэннем смяротнасці асобін ці з іх рассяленнем на новыя тэрыторыі.

Смяротнасць — колькасць асобін, якія загінулі за адзінку часу. Смяротнасць па характары ўплыву на колькасць прыродных папуляцый з'яўляецца ўласцівасцю, процілеглай нараджальнасці. Але ахарактарызаваць яе можна аналагічнымі па спосабе разліку паказчыкамі: *абсалютнай смяротнасцю* і *ўдзельнай смяротнасцю*. Павелічэнне смяротнасці, як правіла, прыводзіць да зніжэння колькасці папуляцыі, калі няма павелічэння нараджальнасці, і сведчыць пра неспрыяльнае ўздзеянне фактараў навакольнага асяроддзя.



§37-1

Суадносіны паміж нараджальнасцю і смяротнасцю вызначаюць хуткасць росту колькасці папуляцыі. Калі паказчык нараджальнасці ніжэйшы за паказчык смяротнасці, то колькасць папуляцыі зніжаецца (адмоўны рост колькасці), і яна патрабуе аховы. Наадварот, калі смяротнасць ніжэйшая за нараджальнасць, то колькасць папуляцыі ўзрастае (станоўчы рост колькасці), і з яе магчыма выключэнне асобін. У выпадку роўнасці нараджальнасці і смяротнасці колькасць папуляцыі падтрымліваецца на пастаянным узроўні, і папуляцыя з'яўляецца стабільнай.

■ **Паўторым галоўнае.** Папуляцыя — здольная да самарэгуляцыі група асобін аднаго віду, якія жывуць на агульнай тэрыторыі, свабодна скрыжоўваюцца паміж сабой і даюць пладавітае патомства. Любая папуляцыя мае біялагічныя і групавыя прыметы (уласцівасці і структуру). Да ўласцівасцей папуляцыі належаць колькасць, шчыльнасць, нараджальнасць і смяротнасць. Колькасць і шчыльнасць маюць верхнюю і ніжнюю межы, выхад за якія прывядзе да гібелі папуляцыі. Для нараджальнасці і смяротнасці можна разлічыць іх абсалютны і ўдзельны паказчыкі. Суадносіны паміж нараджальнасцю і смяротнасцю вызначаюць хуткасць росту колькасці папуляцыі і дазваляе прагназаваць змяненне колькасці папуляцыі.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Вызначыце, якія групы асобін з прыведзеных прыкладаў можна назваць папуляцыямі: а) хмызнякі на ўзлесі; б) бярозы ў бярозавым гаі; в) вінаградныя слімакі на садовым участку; г) вадаплаўныя птушкі на Браслаўскіх азёрах; д) асобіны люстранага карпа ў рыбаводнай сажалцы. Абгрунтуйце ваш выбар. 2. Пералічыце ўласцівасці папуляцыі. Для вызначэння якіх уласцівасцей патрабуецца інтэрвал часу, а якія з іх можна ацаніць у любы момант? 3. Ад чаго залежаць верхняя і ніжняя межы колькасці папуляцыі? Дайце прагноз для папуляцыі, калі яе колькасць выйдзе за гэтыя межы. Якія меры трэба прыняць, каб гэтага не адбылося?

Складаныя пытанні. 1. Колькі відаў і колькі папуляцый можна налічыць у спалучэннях асобін: мышы палявыя на пшанічным полі і мышы лясныя ў мяшаным лесе; расліны рабіны звычайнай у лесе і ў парку; расліны сасны звычайнай у цэнтры лесу і на яго ўскраіне; расліны яліны еўрапейскай у хвойным лесе і сасны звычайнай у мяшаным лесе? 2. Якім чынам асушэнне балота і будаўніцтва на яго месцы жылых дамоў або шасэ з рухам у чатыры рады можа нанесці шкоду папуляцыям арганізмаў, якія жывуць у гэтым раёне? Адказ дайце з улікам уласцівасцей папуляцыі. 3. У адным з паркаў 20 сямей гракоў адклалі за 2 гады 160 яек. З іх вылупілася і аперылася толькі 80 птушанят. Разлічыце для дадзенай папуляцыі велічыню абсалютнай і ўдзельнай нараджальнасці. Чаму будзе роўна шчыльнасць папуляцыі гракоў да канца другога года, калі за гэты перыяд загінула 60 асобін, а плошча парку складае 2 га?



§ 38. Структура папуляцыі

- **Успомніце**, якія ўласцівасці характарызуюць папуляцыі як структурныя адзінкі віду.
- **Як вы думаеце?** Ці дастаткова ведаць толькі ўласцівасці папуляцыі, каб прагназаваць далейшае змяненне яе колькасці? Чаму экалогію папуляцый нельга звесці да экалогіі асобін?
- **Вы даведаецеся** пра асаблівасці прасторавай, палавой, узроставай і эталагічнай (паводзінскай) структуры папуляцый, пра іх ролю ў фарміраванні колькасці папуляцый.

Структура папуляцыі — гэта суадносіны асобін па якой-небудзь прымеце або па характары іх размеркавання ў асяроддзі пражывання. Адрозніваюць прасторавую, палавую, узроставую і эталагічную (паводзінскую) структуры папуляцыі.

Прасторавая структура — гэта характар размеркавання асобін папуляцыі на займаемай тэрыторыі. У прыродзе папуляцыям уласцівы тры тыпы прасторавага размеркавання асобін: выпадковае, раўнамернае, групавое (мал. 64). Яны фарміруюцца ў залежнасці ад ступені неаднароднасці асяроддзя пражывання, біялагічных асаблівасцей віду і паводзін асобін.

Выпадковае размеркаванне адзначаецца тады, калі асобіны сустракаюцца рэдка і іх месцазнаходжанне не залежыць адно ад аднаго. Яно назіраецца, калі асяроддзе пражывання дастаткова спрыяльнае і аднароднае па экалагічных умовах. Пры гэтым шчыльнасць папуляцыі невялікая і біялагічныя асаблівасці віду не дазваляюць асобінам утвараць групы. Напрыклад, рэдкія расліны, гідры, павукі, двухстворкавыя малюскі, дробныя жывёлы стэпаў і пустынь.

Раўнамернае размеркаванне назіраецца ў відаў, якія жорстка канкуруюць за



Выпадковае



Раўнамернае



Групавое

Мал. 64. Тыпы прасторавага размеркавання асобін у папуляцыях

харчовыя рэсурсы і тэрыторыю. Тэндэнцыя да раўнамернага размеркавання асобін у некаторых жывёл можа быць абумоўлена мечаннем і аховай месцаў пражывання. У прыродзе раўнамернае размеркаванне сустракаецца даволі рэдка. Напрыклад, хмызнякі ў пустыні, канкурыруючы за вільгаць, размеркаваны даволі раўнамерна. Падтрымліваюць паміж сабой пэўную дыстанцыю некаторыя віды драпежных рыб, птушак і млекакормячых, якія ахоўваюць свае кармавыя тэрыторыі.

Групавое размеркаванне найбольш распаўсюджана ў прыродзе. Неаднароднасць асяроддзя, абмежаванасць месцаў пражывання, біялагічныя асаблівасці віду, спосабы размнажэння могуць прыводзіць да аб'яднання асобін у групы. Групавое размеркаванне ў раслін абумоўлена іх спосабамі размнажэння і распаўсюджвання насення і пладоў. Напрыклад, некаторыя расліны ўтвараюць буйныя, цяжкія плады (арэх ляшчыны, жолуд дуба), якія падаюць побач з дрэвам і тут жа прарастаюць, утвараючы групы. Пры вегетатыўным размнажэнні карэнішчамі ў раслін таксама фарміруюцца групы (пырнік паўзучы, ландыш майскі, канюшына паўзучая).

У шмат якіх млекакормячых і птушак назіраюцца сацыяльныя паводзіны, якія прыводзяць да ўтварэння груп з сацыяльнай іерархіяй (чароды, статкі, калоніі, табуны, сем'і, гарэмы) (мал. 65).

Выжывальнасць асобін у групе павялічваецца дзякуючы лепшым магчымасцям для абароны ад ворагаў, выяўлення корму, супрацьстаяння неспрыяльным фактарам асяроддзя, фарміравання мікраклімату. Напрыклад, зграі ваўкоў лягчэй паляваць, а табуну коней — абараняцца ад ваўкоў. Чарадзе шпакоў прасцей выратавацца ад ястраба, чарадзе дробных рыб — ад буйных драпежных рыб. Пінгвіны ў калоніі, утвараючы шчыльную скупнасць і ўвесь час мяняючыся месцамі, лягчэй перано-



Мал. 65. Сацыяльныя групы жывёл: 1 — калонія пінгвінаў; 2 — статак сланоў

сяць холад. У сем'ях птушак і млекакормячых дзякуючы клопату бацькоў павялічваецца выжывальнасць патомства. Група раслін здольная лепш супрацьстаяць ветру, эфектыўней выкарыстоўваць ваду.

Палавая структура — гэта суадносіны колькасці асобін рознага полу ў папуляцыі. У прыродных папуляцыях пры палавым размнажэнні ў момант апладнення суадносіны зігот па палавой прыналежнасці, як правіла, блізкія да 1 : 1. У далейшым гэтыя суадносіны могуць змяняцца ў залежнасці ад розных фактараў асяроддзя.

► **Гэта цікава.** Змяненне суадносін палоў на эмбрыянальным этапе развіцця адзначаецца ў тутавага шаўкапрада. Пол асобіны ў яго залежыць ад тэмпературы навакольнага асяроддзя. Гэту асаблівасць выкарыстоўвае ў шаўкаводстве чалавек. Паколькі ў коканах, якія завяваюць самцы, шоўку на 25 % больш, то для атрымання большай колькасці самцоў яйкі вытрымліваюць пры тэмпературы, спрыяльнай для іх развіцця.

Такім чынам, у эмбрыянальны перыяд на генетычную абумоўленасць полу накладаецца ўплыў фактараў асяроддзя, што прыводзіць да змянення суадносін палоў пры нараджэнні асобін.

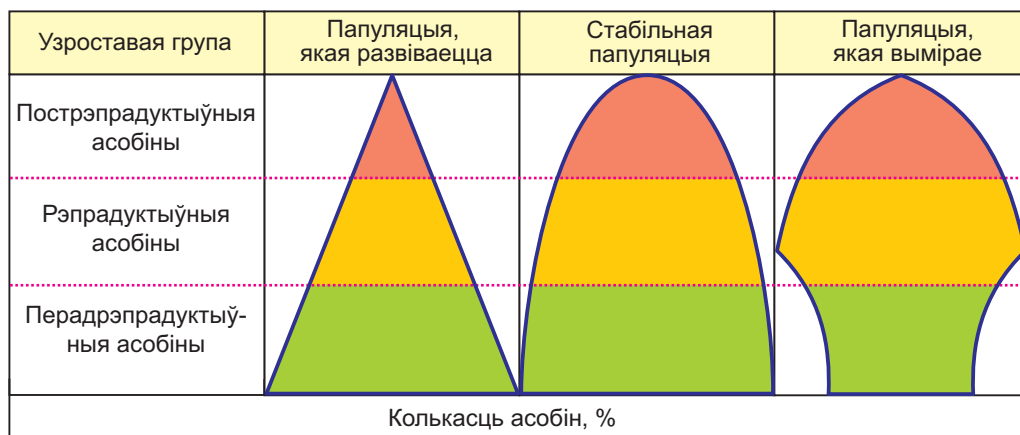
Да моманту палавога выпявання суадносіны палоў таксама змяняюцца. Яны залежаць ад устойлівасці асобін рознага полу да фактараў асяроддзя, што звязана з фізіялагічнымі, экалагічнымі, паводзінскімі і іншымі асаблівасцямі самцоў і самак. Так, у папуляцыях фазанаў, вялікіх сініц, крыжанак адзначаецца перавага колькасці самак, а ў папуляцыях пінгвінаў, наадварот, пераважаюць самцы.

► **Гэта цікава.** У чалавека ў сярэднім на 100 дзяўчынак нараджаецца 106 хлопчыкаў. На працягу жыцця з прычыны павышанай смяротнасці мужчынскага полу гэтыя суадносіны змяняюцца і да 50 гадоў складаюць 85 мужчын на 100 жанчын, а да 80 гадоў — 50 мужчын на 100 жанчын.

Суадносіны асобін рознага полу і асабліва доля самак, якія размнажаюцца, значна ўплываюць на колькасць, шчыльнасць і нараджальнасць папуляцыі. Таму вызначэнне палавой структуры прыродных папуляцый дазваляе чалавеку правільна планаваць мерапрыемствы па ўзаемадзеянні з імі: выкарыстоўваць папуляцыі для сваіх мэт ці прымаць меры па іх ахове.

Узроставая структура — суадносіны ў папуляцыі ўзроставых груп асобін, якія адрозніваюцца па здольнасці да ўзнаўлення. У прыродных папуляцыях жывёл вылучаюць тры ўзроставыя групы. Маладыя асобіны,





Мал. 66. Тыпы ўзроставых пірамід у папуляцыях жывёл

якія не дасягнулі палавога выспявання і яшчэ не здольныя даваць патомства, — гэта *перадрэпрадуктыўныя асобіны*. Палаваспелыя асобіны, якія размнажаюцца, — гэта *рэпрадуктыўныя асобіны*. Старыя асобіны, якія страцілі функцыю размнажэння і ўжо не даюць патомства, — гэта *пострэпрадуктыўныя асобіны*.

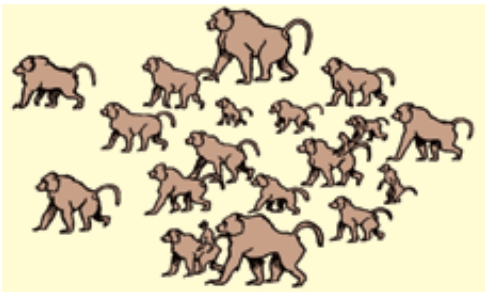
Лікавыя суадносіны колькасці (у %) розных узроставых груп у папуляцыях жывёл адлюстроўваюць з дапамогай узроставых пірамід (мал. 66). Яны дазваляюць прагназаваць далейшае змяненне колькасці папуляцыі. Папуляцыя з вялікай доляй перадрэпрадуктыўных асобін адносна іншых узроставых груп будзе мець узроставую піраміду з шырокай асновай — яна будзе павялічваць сваю колькасць. Пры адносна раўнамерным размеркаванні асобін па ўзроставых групам папуляцыя знаходзіцца ў стабільным стане. Пры малой долі перадрэпрадуктыўных асобін папуляцыя будзе мець узроставую піраміду з вузкай асновай — яе колькасць будзе зніжацца. Яна мае патрэбу ў ахове або дадатковым ўсяленні асобін.

Узроставыя адрозненні ў папуляцыі істотна ўзмацняюць яе экалагічную неаднароднасць, гэта значыць забяспечваюць асобінам неаднолькавую супраціўляльнасць фактарам асяроддзя. Узроставая структура папуляцыі мае прыстасавальны характар. Яна фарміруецца на аснове біялагічных уласцівасцей віду, але заўсёды адлюстроўвае і сілу ўздзеяння фактараў навакольнага асяроддзя. Узроставая структура папуляцыі ўплывае як на нараджальнасць, так і на смяротнасць у дадзены момант і паказвае, што можа адбыцца з папуляцыяй у будучыні. Вывучэнне

суадносін узроставак груп у папуляцыях мае практычную значнасць для чалавека. Яно дазваляе ацаніць, якую ўзроставаю групу і ў якім аб'ёме можна выкарыстоўваць. Ці наадварот, якая ўзроставая група асобін у найбольшай ступені патрабуе аховы.

Эталагічная (паводзінская) структура — суадносіны асобін па комплексе паводзінскіх рэакцый у сацыяльных групах. Гэта структура характэрна для жывёл. Пры вывучэнні біялогіі ў 8-м класе вы пазнаёміліся з разнастайнасцю паводзінскіх рэакцый жывёл. У некаторых папуляцыях асобіны вядуць адзіночны спосаб жыцця. Па паводзінах яны раўназначныя і незалежныя адна ад адной (божыя кароўкі, жужалі, матылькі). Ёсць часовыя групы асобін, напрыклад вялікія колькасці марскіх чарапах на астравах у перыяд размнажэння, сукупнасці жывёл каля вадапою ў перыяд засухі, у якіх асобіны па паводзінах таксама незалежныя адна ад адной. У большасці выпадкаў асобіны аб'ядноўваюцца ў сацыяльныя групы — сем'і, калоніі, статкі, чароды, гарэмы. Пры сямейным спосабе жыцця ў птушак і млекакормячых паводзіны бацькоў адрозніваюцца ў залежнасці ад таго, хто з іх даглядае патомства. У сувязі з гэтым адрозніваюць сем'і бацькоўскага, мацярынскага і змешанага тыпаў. У сем'ях пчол, тэрмітаў, мурашак эталагічныя групы фарміруюцца ў выніку падзелу працы і спецыялізацыі асобін.

Найбольш складаная эталагічная структура адзначаецца ў чародах і статках, дзе мае месца сістэма «дамінавання-падначалення». У розных відаў жывёл яна залежыць ад тыпу іерархіі. Пры іерархічнай арганізацыі папуляцый асобінам уласцівы заканамерны парадак перамяшчэння, размяшчэнні на адпачынак, пэўная арганізацыя пры абароне ад ворагаў (мал. 67).



Пры руху да месца кармлення



Пры нападзенні драпежніка

Мал. 67. Парадак размяшчэння асобін у статку павіянаў: першае кола ўтвараюць самцы, другое — самкі, у цэнтры — маладняк

■ **Паўторым галоўнае.** Для папуляцый характэрны прасторавая, палавая, узроставая і эталагічная структуры. Прасторавая структура — выпадковае, раўнамернае ці групавое размеркаванне асобін. Палавая структура — суадносіны мужчынскіх і жаночых асобін, залежыць ад узросту асобін і фактараў асяроддзя. Узроставая структура — суадносіны перадрэпрадуктыўных, рэпрадуктыўных і пострэпрадуктыўных асобін. Эталагічная (паводзінская) структура — суадносіны асобін, якія адрозніваюцца па комплексе паводзінскіх рэакцый.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Назавіце тыпы прасторавай структуры папуляцый і прычыны іх фарміравання. Прывядзіце прыклады жывых арганізмаў з рознымі тыпамі прасторавай структуры папуляцый. 2. Чаму змяняюцца суадносіны палюў у папуляцыях на розных стадыях жыццёвага цыкла асобін? 3. Прывядзіце прыклады розных тыпаў эталагічнай структуры ў сацыяльных групах жывёл.

Складаныя пытанні. 1. Якое значэнне для гаспадарчай і прыродаахоўнай дзейнасці чалавека мае вивучэнне ўзроставай структуры папуляцый? 2. Дзве папуляцыі прамысловых рыб жывуць у розных вадаёмах і маюць розную ўзроставую структуру: у адной папуляцыі ўзроставая піраміда з шырокай асновай, а ў другой — з вузкай. Складзіце план мерапрыемстваў па нармалізацыі ўзроставай структуры дадзеных папуляцый. 3. Дзве папуляцыі паўночных аленьяў апынуліся ў розных умовах асяроддзя, што паўплывала на іх узроставую структуру. У першай папуляцыі было 140 перадрэпрадуктыўных асобін, 80 асобін рэпрадуктыўнага і 40 асобін пострэпрадуктыўнага ўзросту. У другой папуляцыі апынулася 60 перадрэпрадуктыўных, 140 рэпрадуктыўных і 80 пострэпрадуктыўных асобін. Пабудуйце ўзроставыя піраміды, выкарыстоўваючы маштаб 1 см = 20 асобін. Дайце прагноз на будучае для гэтых папуляцый. Вызначыце, якія дзеянні ў дачыненні да кожнай з папуляцый павінен ажыццявіць чалавек, каб яны захавалі сваё існаванне.



§38-2

§ 39. Механізмы захавання і падтрымання ўласцівасцей і структуры папуляцый

- **Успомніце,** як колькасць асобін у папуляцыі залежыць ад яе ўласцівасцей і структуры.
- **Як вы думаеце?** Якім чынам экалагічныя фактары асяроддзя ўплываюць на колькасць папуляцый?
- **Вы даведаецеся** пра механізмы рэгуляцыі колькасці папуляцый, дзякуючы чаму ў прыродзе захоўваюцца папуляцыі і віды ў цэлым.

Прычыны і тыпы змянення колькасці папуляцый. Уся сукупнасць фактараў асяроддзя ў прыродзе пастаянна змяняецца і выклікае ваганні колькасці папуляцый. Дыяпазон ваганняў колькасці залежыць ад ступені

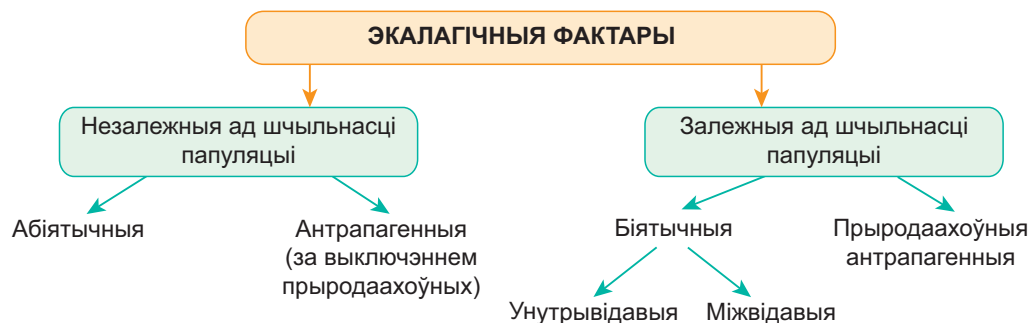
зменлівасці абіятычных, біятычных і антрапагенных фактараў асяроддзя, а таксама ад біялагічных асаблівасцей віду. Змяненне колькасці папуляцыі ў часе называецца **дынамікай колькасці**. Адрозніваюць два тыпы дынамікі колькасці папуляцый: перыядычныя і неперыядычныя ваганні колькасці.

Перыядычныя ваганні колькасці (папуляцыйныя хвалі, або хвалі жыцця) адбываюцца пад уплывам фактараў асяроддзя (асабліва кармавых рэсурсаў), якія заканамерна змяняюцца пры змене сезонаў. Яны могуць быць звязаны і з асаблівасцямі жыццёвага цыкла (размнажэнне ў пэўную пару года) асобін самой папуляцыі. У некаторых відаў млекакормячых, птушак, рыб, насякомых, раслін назіраецца выразна выяўленае рэгулярнае чаргаванне ўсплэскаў і спадаў колькасці.

Напрыклад, шмат у якіх насякомых, аднагадовых раслін патомства з'яўляецца ў вясновы перыяд. А з наступленнем зімы колькасць дарослых асобін можа зніжацца да нуля. Шырыня амплітуды вагання колькасці залежыць ад ступені забяспечанасці патомства кормам. Так, у чыстых аднапародных лясах колькасць насякомых-шкоднікаў можа рэгулярна ўзрастаць у тысячы разоў. Тады як у мяшаных лясах у гэтай жа папуляцыі колькасць будзе вагацца нязначна.

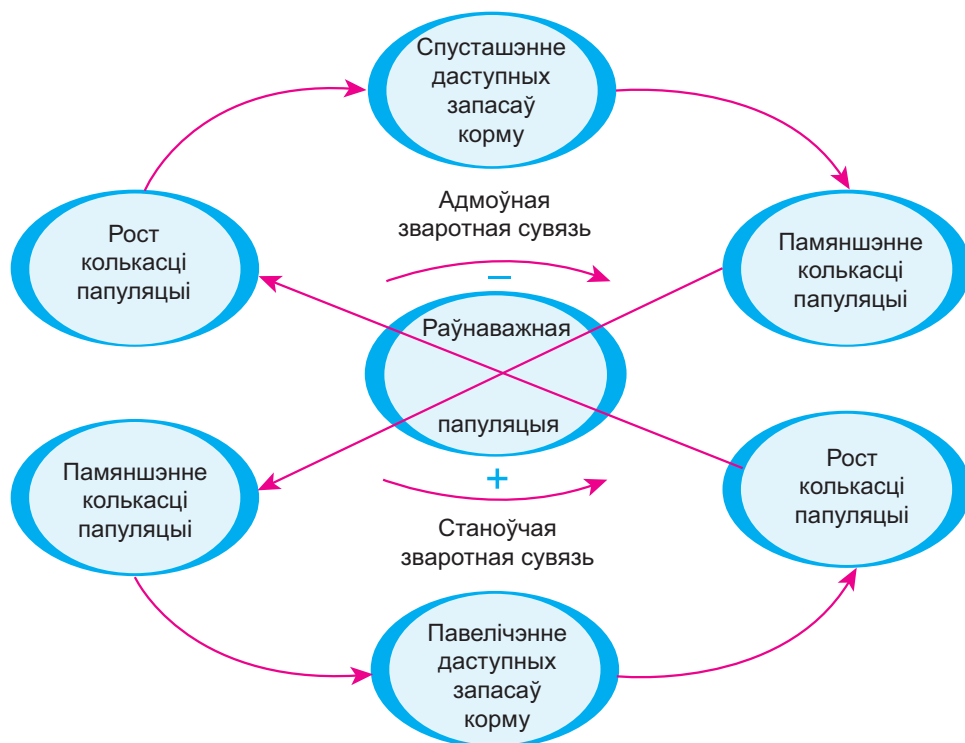
Шмат у якіх відаў размнажэнне і ступень забяспечанасці кормам не прымеркаваны да пэўнай пары года, а залежаць ад дынамікі экалагічных фактараў на працягу сезона ці на працягу года. У папуляцыях такіх відаў назіраюцца **неперыядычныя ваганні колькасці**.

Фактары рэгуляцыі колькасці папуляцый. У прыродных сістэмах з нізкім узроўнем відавой разнастайнасці колькасць папуляцый схільная да моцнага ўздзеяння абіятычных і антрапагенных фактараў. Яна залежыць ад надвор'я, хімічнага складу асяроддзя і ступені яго забруджвання. У сістэмах з высокім узроўнем відавой разнастайнасці ваганні колькасці папуляцый у асноўным кантралююцца біятычнымі фактарамі. Усе экалагічныя фактары ў залежнасці ад характару іх уплыву на колькасць папуляцыі можна падзяліць на дзве групы (гл. схему).



Фактары, незалежныя ад шчыльнасці папуляцыі, змяняюць колькасць папуляцыі ў адным напрамку незалежна ад колькасці асобін у іх. Абіятычныя і антрапагенныя (за выключэннем прыродаахоўнай дзейнасці чалавека) фактары ўплываюць на колькасць асобін незалежна ад шчыльнасці папуляцыі. Так, суровыя зімы зніжаюць колькасць папуляцыі пайкілатэрмных жывёл (змей, жаб, яшчарак). Тоўсты пласт лёду і адсутнасць пад лёдам дастатковай колькасці кіслароду зніжаюць колькасць папуляцыі рыб зімой. Сухія лета і восень з наступнай марознай зімой памяншаюць колькасць папуляцыі каларадскага жука. Некантралюемы адстрэл жывёл ці адлоў рыбы зніжаюць аднаўленчыя магчымасці іх папуляцыі. Высокія канцэнтрацыі забруджвальнікаў у навакольным асяроддзі адмоўна адбіваюцца на колькасці ўсіх адчувальных да іх відаў.

Фактары, залежныя ад шчыльнасці папуляцыі, змяняюць яе колькасць у бок аптымальнага ўзроўню і прадукцуюць перанасяленне, таму



Мал. 68. Схема рэгуляцыі колькасці папуляцыі жывёл пад уздзеяннем фактараў, залежнага ад шчыльнасці папуляцыі (запасы кармавых рэсурсаў)

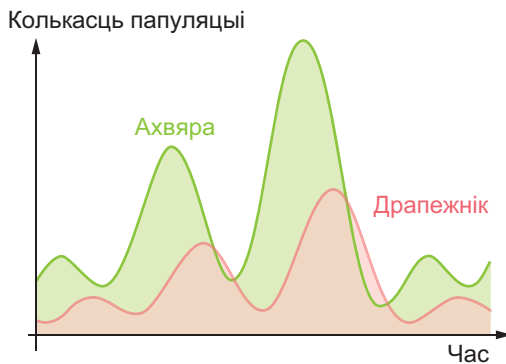
іх яшчэ называюць рэгулюючымі фактарамі. Да іх належаць біятычныя і прыродаахоўныя антрапагенныя фактары. Залежнымі ад шчыльнасці фактарамі з'яўляюцца: запасы кармавых рэсурсаў, наяўнасць натуральных ворагаў, прыродаахоўная дзейнасць. На малюнку 68 відаць, што змяненне колькасці кармавых рэсурсаў прыводзіць да сінхроннага змянення колькасці папуляцыі. Як вы думаеце, якія ўласцівасці папуляцыі і ў якім напрамку будуць пры гэтым змяняцца?

Так, колькасць папуляцый зніжаецца прапарцыянальна колькасці драпежнікаў, паразітаў, узбуджальнікаў хвароб і ўзрастае прапарцыянальна запасаў кармавых рэсурсаў. Такім чынам, іх наяўнасць у асяроддзі пражывання згладжвае рэзкія ваганні колькасці папуляцыі і спрыяе яе падтрыманню ў раўнаважным стане.

Ёмістасць асяроддзя — колькасць асобін папуляцыі, патрэбнасці якіх могуць быць задаволены рэсурсамі дадзенага месцапражывання. Калі колькасць папуляцыі набліжаецца да ёмістасці асяроддзя, узнікае недахоп корму з прычыны яго ўзмоцненага выдання. І тады прыводзіцца ў дзеянне механізм рэгуляцыі колькасці папуляцыі праз унутрывідавую канкурэнцыю за лімітуючыя рэсурсы. Калі шчыльнасць папуляцыі высокая, яе рэгулюе павышэнне смяротнасці ў выніку абвастрэння канкурэнцыі. Частка асобін гіне або з прычыны недахопу корму (травядныя жывёлы), або ў выніку фізічнага ці хімічнага ўздзеяння асобін адна на адну. Павышэнне смяротнасці прыводзіць да зніжэння шчыльнасці. Калі шчыльнасць папуляцыі нізкая, адбываецца яе папаўненне за кошт павелічэння нараджальнасці з прычыны аднаўлення кармавых рэсурсаў і аслаблення канкурэнцыі.

Рэгуляцыя колькасці папуляцыі праз колькасць кармавых рэсурсаў выразна прасочваецца на прыкладзе ўзаемадзеяння папуляцый драпежніка і ахвяры. Яны робяць узаемны ўплыў на колькасць і шчыльнасць адно на аднаго, выклікаючы паўторы ўздымаў і спадаў колькасці абедзвюх папуляцый. Прычым у гэтай сістэме ваганні павелічэнне колькасці драпежніка адстае па фазе ад павелічэнняў колькасці ахвяры (мал. 69).

Прыкладна па тым жа механізме ажыццяўляецца ўзаемная рэгуляцыя колькасці папуляцый паразіта і гаспадара пры паразітызме. Пры павышэнні шчыльнасці папуляцыі



Мал. 69. Дынаміка колькасці драпежніка (рысь) і ахвяры (заяц)

арганізмаў-гаспадароў палягчаецца перадача ўзбуджальнікаў ад адной асобіны да іншай, бо павялічваецца частата кантактаў. У выніку ўзнікае выбух захворвання, які прыводзіць да павелічэння смяротнасці. Зніжэнне шчыльнасці папуляцыі гаспадара перашкаджае пераносу ўзбуджальніка, і здаровыя асобіны пачынаюць размнажацца. Такім чынам, драпежнікі і паразіты ў прыродзе адыгрываюць рэгулюючую ролю, перашкаджаючы празмернаму росту колькасці іншых папуляцый. Поўнае іх знішчэнне можа прывесці да парушэння раўнавагі ў прыродных сістэмах.

► **Гэта цікава.** Важным механізмам рэгуляцыі колькасці ў пераўшчыленых папуляцыях з'яўляецца стрэс-рэакцыя. Павышэнне шчыльнасці папуляцыі прыводзіць да павелічэння частаты сустрэч паміж асобінамі, што выклікае ў іх такія фізіялагічныя змяненні, якія вядуць або да зніжэння нараджальнасці, або да павелічэння смяротнасці. Гэта з'яўляецца прычынай памяншэння колькасці папуляцыі. Стрэс не выклікае неабарачальных змяненняў у арганізме, а толькі прыводзіць да часовага блакіравання некаторых функцый арганізма. Пры знікненні перанасялення здольнасць да размнажэння хутка аднаўляецца.

Усе залежныя ад шчыльнасці папуляцыі механізмы рэгуляцыі колькасці ўключаюцца да таго, як адбудзецца поўнае вычэрпванне рэсурсаў асяроддзя. Дзякуючы гэтаму ў папуляцыях захоўваюцца і падтрымліваюцца аптымальныя ўласцівасці і структура, што дазваляе ім працягла знаходзіцца ў раўнаважным стане. Захаванне шматлікасці папуляцый у межах арэала забяспечвае захаванне і эвалюцыю віду.

■ **Паўторым галоўнае.** У папуляцый у прыродзе назіраецца два тыпы дынамікі колькасці: перыядычныя і непэрыядычныя ваганні. Фактары асяроддзя, якія ўплываюць на колькасць папуляцый, падзяляюцца на фактары, незалежныя ад шчыльнасці папуляцыі, і фактары, залежныя ад шчыльнасці папуляцыі. Рэгуляцыя колькасці папуляцый у прыродзе ажыццяўляецца пераважна праз канкурэнцыю за рэсурсы, драпежніцтва, паразітызм. Дзякуючы рэгулярным механізмам папуляцыі захоўваюць сваё існаванне, а значыць, і існаванне віду ў цэлым.

? Праварым веды

- Ключавыя пытанні.** 1. Чаму ў прыродзе колькасць папуляцыі не застаецца пастаяннай?
2. Вызначыце прычыны перыядычных і непэрыядычных ваганняў колькасці папуляцыі.
3. Як уплываюць на колькасць папуляцыі фактары, незалежныя ад іх шчыльнасці?

- Складаныя пытанні.** 1. Выкарыстоўваючы малюнак 68, ахарактарызуйце рэгуляцыю колькасці папуляцыі жука караеда, выбух колькасці якога ўяўляе пагрозу для лясоў поўдня Беларусі. Ці дапаможа высечка лясоў справіцца з гэтай праблемай?
2. Неспецыялізаваных ці спецыялізаваных драпежнікаў вы выбераце пры распрацоўцы праграмы па біялагічнай барацьбе з канкрэтным шкоднікам? Чаму?



§39-1

§39-2

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Від — сукупнасць асобін, падобных па наступных крытэрыях: марфалагічным, фізіялагічным, біяхімічным, генетычным, экалагічным, геаграфічным. Усе крытэрыі віду носяць адносны характар, таму пры вызначэнні відавой прыналежнасці асобін выкарыстоўваюцца ўсе дадзеныя крытэрыі.

Групы асобін аднаго віду, якія з'яўляюцца нераўнацэннымі па шэрагу прымет і насяляюць розныя па ўмовах участкі арэала, называюцца папуляцыямі. Папуляцыя з'яўляецца структурнай адзінкай існавання віду ў межах арэала. Папуляцыя як біялагічная сістэма мае свае ўласцівасці і структуру. Да ўласцівасцей папуляцыі належаць колькасць, шчыльнасць, нараджальнасць і смяротнасць. Нараджальнасць і смяротнасць рознаакіравана ўплываюць на колькасць і шчыльнасць папуляцыі. У залежнасці ад іх суадносін можа быць папуляцыя, якая расце, якая старэе, або стабільная папуляцыя.

Для папуляцыі характэрна пэўная прасторавая, палавая, узроставая і эталагічная структура. Прасторавая структура — выпадковае, раўнамернае ці групавое размеркаванне асобін. Палавая структура адлюстроўвае суадносіны палюў. Узроставая структура — суадносіны перадрэпрадуктыўных, рэпрадуктыўных і пострэпрадуктыўных асобін. Палавая і ўзроставая структуры ўплываюць на характар змянення колькасці папуляцыі. Эталагічная структура — суадносіны асобін, якія адрозніваюцца па комплексе паводзінскіх рэакцый.

У папуляцыі ў прыродзе назіраюцца два тыпы дынамікі колькасці: перыядычныя і непэрыядычныя ваганні колькасці. Фактары асяроддзя, якія ўплываюць на колькасць папуляцыі, падзяляюць на: фактары, незалежныя ад шчыльнасці папуляцыі, і фактары, залежныя ад шчыльнасці папуляцыі. Рэгуляцыя колькасці папуляцыі ў прыродзе ажыццяўляецца пераважна праз канкурэнцыю за рэсурсы, драпежніцтва, паразітызм. Дзякуючы рэгулярным механізмам папуляцыі захоўваюць сваё існаванне, а значыць, і існаванне віду ў цэлым.



Раздел 5

Экасістэма — асноўная адзінка біясферы

Вы даведаецеся:

- пра структуру біяцэнозу, біятопу, біягеацэнозу, экасістэмы;
- якія існуюць сувязі і ўзаемаадносіны арганізмаў у біяцэнозах;
- пра функцыянальныя групы арганізмаў, ланцугі і сеткі харчавання ў экасістэме, прадукцыйнасць экасістэм;
- пра дынаміку экасістэм і экалагічнай сукцэсіі;
- пра асноўныя аграэкасістэмы і іх адрозненні ад прыродных экасістэм.



Вы навучыцеся:

- растлумачваць узаемадзеянне і ўзаемасувязь кампанентаў экасістэмы;
- складаць ланцугі і сеткі харчавання, экалагічныя піраміды і аналізаваць іх;
- характарызаваць прадукцыйнасць экасістэм;
- параўноўваць прыродныя і штучныя экасістэмы;
- рашаць экалагічныя задачы;
- абгрунтоўваць меры па ахове прыродных экасістэм; па памяншэнні забруджвання навакольнага асяроддзя бытавымі адходамі, эканомным расходаванні вады, электраэнергіі, цяпла і г. д.;
- валодаць прыёмамі экалагічных паводзін у быце, у прыродных і штучных экасістэмах.

У дадзеным раздзеле прыведзена характарыстыка асноўных структурных адзінак жывой прыроды — біяцэнозаў, біягеацэнозаў, экасістэм. Спачатку вы пазнаёміцеся з паняццямі: «біяцэноз», «згуртаванне», «біятон», «экатон». Вы даведаецеся, за кошт якіх сувязей і ўзаемаадносін з папуляцый фарміруюцца біяцэнозы. Вывучыце склад і структуру біягеацэнозу і экасістэмы, характарыстыку ланцугоў і сетак харчавання, тыпы экалагічных пірамід. Вывучаючы біялагічную прадукцыйнасць экасістэм, вы пазнаёміцеся з рознымі відамі прадукцыі і заканамернасцямі яе размеркавання ў экасістэме. Даведаецеся, што такое правілы 1 % і 10 %, як іх трэба выкарыстоўваць пры рашэнні экалагічных задач. У канцы раздзела разглядаюцца тыпы дынамікі экасістэм, уводзіцца паняцце «сукцэсія». Завяршаецца раздзел параўнальнай характарыстыкай прыродных экасістэм і аграэкасістэм.



§ 40. Біяцэноз і біятоп. Сувязі арганізмаў у біяцэнозах

- **Успомніце**, з якімі тыпамі сувязей паміж рознымі відамі арганізмаў вы пазнаёміліся пры вывучэнні расліннага і жывёльнага свету.
- **Як вы думаеце?** Дзякуючы чаму розныя віды арганізмаў, якія маюць розныя патрэбнасці, могуць існаваць як адзіная біялагічная сістэма?
- **Вы даведаецеся**, што такое біяцэноз (згуртаванне) і біятоп (экатоп), пазнаёміцеся з трафічнымі, тапічнымі, фарычнымі і фабрычнымі сувязямі паміж арганізмамі.

Паняцце біяцэнозу і біятопу. У прыродзе папуляцыі розных відаў, якія існуюць у адным асяроддзі, уступаюць адна з адной у разнастайныя сувязі і ўзаемаадносіны ў залежнасці ад іх патрэбнасцей. У выніку ўтвараецца больш складаная біялагічная сістэма — біяцэноз. Гэты тэрмін увёў нямецкі гідрабіёлаг К. Мёбіус у 1877 г.

Біяцэноз (ад грэч. *bíos* — жыццё, *koinós* — агульны) — гістарычна складзеная сукупнасць узаемазвязаных папуляцый раслін, жывёл, грыбоў і мікраарганізмаў, якія насяляюць экалагічна аднароднае асяроддзе пражывання.

Часта ў экалогіі замест тэрміна «біяцэноз» выкарыстоўваецца тэрмін «згуртаванне». Біяцэноз (згуртаванне) з’яўляецца асноўным кампанентам прыродных надарганізмавых сістэм.

Месца існавання біяцэнозу — **біятоп** (ад грэч. *bíos* — жыццё, *tópos* — месца) — участак тэрыторыі з аднароднымі ўмовамі асяроддзя. Часам замест тэрміна «біятоп» выкарыстоўваецца тэрмін «экатоп».

Склад біяцэнозу і біятопу. Кампанентамі, якія складаюць біяцэноз, з’яўляюцца: фітацэноз, зоацэноз, мікацэноз, мікробацэноз. **Фітацэноз** (ад грэч. *phytón* — расліна) — расліннае згуртаванне, якое расце на пэўнай тэрыторыі і змяняецца як па сезонах, так і па гадах. **Зоацэноз** (ад грэч. *zōon* — жывёла) — сукупнасць папуляцый жывёл, якія насяляюць пэўны біятоп. **Мікацэноз** (ад грэч. *mýkes* — грыб) — згуртаванне розных відаў грыбоў. **Мікробацэноз** (ад грэч. *micrós* — малы) — сукупнасць папуляцый бактэрый і аднаклетачных пратыстаў.

Мяжа паміж біяцэнозамі вызначаецца па фітацэнозах, якія заўсёды маюць спецыфічныя асаблівасці. Напрыклад, луг рэзка адрозніваецца ад лесу, лес — ад балота, хвойны лес — ад ліставога, бярозавы гай — ад дубровы. Фітацэноз вызначае віды складу зоацэнозу, мікацэнозу

і мікробацэнозу, гэта значыць, з’яўляецца галоўным структурным кампанентам біяцэнозу.

Паводле паходжання адрозніваюць першасныя і другасныя біяцэнозы. *Першасныя* біяцэнозы сфарміраваліся ў прыродных умовах у ходзе эвалюцыі (недаступныя ўчасткі тайгі, горныя лясы). Іх кампаненты (арганізмы) адаптаваліся да навакольнага асяроддзя. Гэта надае біяцэнозам дынамічную ўстойлівасць. Да *другасных* належаць створаныя ці ператвораныя чалавекам біяцэнозы (большасць біяцэнозаў на Зямлі).

У курсе геаграфіі вы пазнаёміліся з разнастайнасцю прыродных біяцэнозаў Беларусі. Найбольш тыповымі для нашай краіны з’яўляюцца хвойныя і мяшаныя лясы, бярозавыя гаі, дубровы, пойменныя і сухадольныя лугі, балоты. Усе яны адчуваюць розную ступень уплыву гаспадарчай дзейнасці чалавека.

Біятоп уключае паветра з кліматычнымі фактарамі (*клімафон*), глебу (*эдафафон*) і ваду (*гідрафон*). Гэтыя кампаненты ўзаемадзейнічаюць паміж сабой і фарміруюць асяроддзе пражывання біяцэнозу. Біяцэноз сваім існаваннем змяняе стан біятопу. У сваю чаргу зменлівы біятоп можа ўплываць на відавы склад біяцэнозу.

Сувязі папуляцый у біяцэнозах. Структура біяцэнозу падтрымліваецца ў часе і прасторы за кошт разнастайных сувязей паміж папуляцыямі. Сувязі ўзнікаюць з мэтай задавальнення пэўных патрэбнасцей адной папуляцыі за кошт іншай. У залежнасці ад характару патрэбнасцей вылучаюць чатыры тыпы сувязей: трафічныя, тапічныя, фарычныя, фабрычныя.

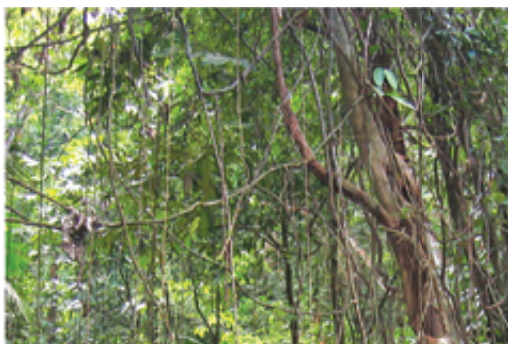
Трафічныя сувязі (ад грэч. *trophé* — ежа) — сувязі паміж папуляцыямі, у выніку якіх асобіны адной папуляцыі атрымліваюць ежу за кошт асобін іншай папуляцыі. Гэта можа адбывацца шляхам паглынання асобін, харчавання адмерлымі арганічнымі рэшткамі ці прадуктамі жыццядзейнасці асобін іншага віду. Напрыклад, жаба корміцца насякомамі, бусел — жабамі, дажджавы чарвяк — апалым лісцем.

Тапічныя сувязі (ад грэч. *tópos* — месца) — сувязі паміж папуляцыямі, калі асобіны адной папуляцыі выкарыстоўваюць асобін іншай папуляцыі ў якасці месцапражывання ці адчуваюць іх уплыў на сваё асяроддзе пражывання. Напрыклад, птушкі выкарыстоўваюць дрэвы і хмызнякі як месцы для гнездавання, маленькі рыб знаходзяць сховішча пад парасонікам медузы, эпифіты і ліяны выкарыстоўваюць ствалы дрэў як субстрат (мал. 70). У лесе высокія дрэвы пад сваім полагам могуць ствараць спрыяльныя ўмовы для ценелюбівых раслін.

Фарычныя сувязі (ад грэч. *phóra* — нашэнне) — сувязі паміж папуляцыямі, калі асобіны адной папуляцыі ўдзельнічаюць у рассяленні



Архідэі (эпіфіты) на ствале дрэва



Ліяны ў трапічным лесе

Мал. 70. Трапічныя сувязі ў біяцэнозах

(распаўсюджванні) асобін іншай папуляцыі. Напрыклад, птушкі, якія кормяцца ягадамі брусніц, чарніц, рабіны, глогу, распаўсюджваюць насенне гэтых раслін разам з экскрэментамі. Млекакормячыя пераносяць блох, кляшчоў. Вавёркі, сойкі, запасячы арэхі і жалуды на зіму, часам губляюць іх, і тыя вясной прарастаюць.

Эвалюцыя жывёл і раслін працякала ўзаемазвязана, таму яны выпрацоўвалі прыстасаванні для фарычных сувязей. Напрыклад, стрававальныя ферменты млекакормячых і птушак не ператраўляюць насенне раслін, а наадварот, забяспечваюць ім высокую ўсходжасць. Плады і насенне некаторых раслін маюць кручкі, зачэпкі для прымацавання да шэрсці звяроў з мэтай распаўсюджвання.

► **Гэта цікава.** Калі ў ролі распаўсюджвальнікаў насення, пладоў, спор, пылку выступаюць звяры, то такі працэс называюць заахорыяй. Насенне лопуху ці чарады можа чапляцца сваімі шыпамі за шэрць буйных млекакормячых і пераносіцца на вялікія адлегласці. Калі жывёлы пераносяць (транспартуюць) іншых, больш дробных жывёл, — гэта фарэзія. Птушкі нярэдка на пёрах і нагах пераносяць дробных жывёл ці іх яйкі, а таксама цысты пратыстаў. Характэрнай асаблівасцю фарэзіі з'яўляецца адсутнасць паразітызму.

Фабрычныя сувязі (ад лац. *fabrico* — вырабляць) — сувязі паміж папуляцыямі, калі асобіны адной папуляцыі выкарыстоўваюць выдзяленні ці мёртвыя часткі цел асобін іншай папуляцыі ў якасці матэрыялу для будаўніцтва гнёздаў, нор, сховішчаў.



Мурашнік



Гняздо грака

Мал. 71. Фабрычныя сувязі ў біяцэнозах

Напрыклад, бабры будуць бабровыя хаткі са ствалоў і галін дрэў. Мурашкі выкарыстоўваюць апад хвойных раслін як асноўны будаўнічы матэрыял для мурашнікаў (мал. 71). Птушкі ўжываюць сухія галінкі, траву, пух, шэрць звяроў для будаўніцтва гнёздаў. Некаторыя лясныя звяры высцілаюць свае норы мохам, апалымі лістамі, сухой травой.

Папуляцыя любога віду ў біяцэнозе ўвесь час уступае ў розныя сувязі з іншымі папуляцыямі. Напрыклад, дзяцел, які есць насякомых, уступае з імі ў трафічную сувязь, а выдзёўбаваючы ў ствале дрэва дупло, ён уступае ў тапічную сувязь з дрэвам.

■ **Паўторам галоўнае.** Біяцэноз — сукупнасць узаемазвязаных папуляцый раслін (фітацэноз), жывёл (зоацэноз), грыбоў (мікацэноз) і мікраарганізмаў (мікробацэноз), якія насяляюць участак тэрыторыі з аднароднымі ўмовамі асяроддзя — біятоп. Біятоп уключае паветра з кліматычнымі фактарамі (кліматоп), глебу (эдафатоп) і ваду (гідратоп). У біяцэнозе паміж папуляцыямі розных відаў узнікаюць трафічныя, тапічныя, фарычныя і фабрычныя сувязі.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняццяў «біяцэноз» і «біятоп». Назавіце іх структурныя кампаненты. 2. Выберыце прыклад біяцэнозу з прапанаваных сукупнасцей арганізмаў: 1) дрэвы і хмызнякі ў парку; 2) расліны, якія вырошчваюцца ў батанічным садзе; 3) птушкі і млекакормячыя, якія жывуць у яловым лесе; 4) усе арганізмы, якія жывуць на балоце. 3. Якія тыпы сувязей паміж папуляцыямі падтрымліваюць структуру біяцэнозу? Пакажыце іх на прыкладзе біяцэнозу мяшанага лесу.

Складаныя пытанні. 1. У якія сувязі ўступаюць азотфіксуючыя бактэрыі, якія знаходзяцца ў клубеньчыках бабовых раслін; амяла, што расце на таполі? 2. Вызначыце тыпы сувязей, у якія ўступаюць папуляцыі пералічаных пар відаў: а) жабы і конікі; б) лішайнікі і дрэвы; в) малькі рыб і медузы; г) ліяны і дрэвы; д) асіны і падасінавікі; е) птушкі і насенне рабіны; ж) мядзведзі і кляшчы; з) мурашкі і лясны апад. 3. Растлумачце экалагічны сэнс прыказак. Пра якія тыпы сувязей у іх ідзе гаворка? 1. Мужык бярозу сячэ, а драпка па грыбах ды ягадах б'е. 2. Ліса з зайцам дружна не жывуць. 3. Ты пасей жыта — васількі самі ўзыдуць. 4. Калі цесна, дык і курыца курыцу з седала спіхвае. 5. На тое і шчупак у моры, каб карась не драмаў.



§ 41. Тыпы біятычных узаемаадносін арганізмаў у біяцэнозах

- **Успомніце**, у якія тыпы сувязей уступаюць арганізмы папуляцый розных відаў, што жывуць у адным біяцэнозе.
- **Як вы думаеце?** Як могуць уплываць тыпы сувязей на колькасць папуляцый, якія ўзаемадзеінічаюць?
- **Вы даведаецеся** пра разнастайнасць узаемаадносін, якія ўзнікаюць на аснове розных тыпаў сувязей паміж арганізмамі ў біяцэнозе, пра іх уплыў на колькасць папуляцый розных відаў, якія ўзаемадзеінічаюць.

З папярэдняга параграфа вы даведаліся пра тыпы сувязей, якія ўзнікаюць паміж арганізмамі розных відаў, што існуюць у адным біяцэнозе. На аснове гэтых сувязей фарміруюцца розныя біятычныя ўзаемаадносіны, якія могуць па-рознаму адлюстроўвацца на колькасці і жыццяздольнасці папуляцый, якія ўзаемадзеінічаюць.

Амерыканскі экалаг Ю. Одум прапанаваў класіфікаваць біятычныя ўзаемаадносіны паводле характару іх уплыву на колькасць папуляцый (відаў), якія ўзаемадзеінічаюць. Паводле гэтай класіфікацыі, любыя ўзаемаадносіны паміж арганізмамі можна апісаць з дапамогай спалучэння двух сімвалаў, якія паказваюць яго наступствы для відаў, што ўзаемадзеінічаюць. Сімвал «0» азначае адсутнасць прыметных для віду наступстваў дадзеных узаемаадносін. Карысць для віду ад узаемадзеяння з арганізмамі іншага віду абазначаецца сімвалам «+», а адмоўны ўплыў — сімвалам «-». Выкарыстоўваючы гэтыя сімвалы, характарыстыку найбольш распаўсюджаных у экасістэме тыпаў узаемаадносін арганізмаў розных відаў можна паказаць у выглядзе табліцы 19 (с. 188).



Табліца 19. Класіфікацыя біятычных узаемаадносін

Тып узаемаадносін	Від А	Від Б	Характарыстыка ўзаемаадносін
Канкурэнцыя	—	—	Прамае і непрамае падаўленне або-двух відаў пры дэфіцыце агульнага рэсурсу
Драпежніцтва	+	—	Драпежнік атрымлівае карысць, а ахвяра нясе страту
Паразітызм	+	—	Паразіт атрымлівае карысць, а гаспадар прыгнятаецца
Каменсалізм	+	0	Від А атрымлівае карысць, а для віду Б гэта ўзаемадзеянне аб'якавае
Мутуалізм	+	+	Узаемадзеянне спрыяльнае для або-двух відаў і абавязковае

Для рэгуляцыі колькасці папуляцый у біяцэнозе найбольшае значэнне маюць такія ўзаемаадносіны, як канкурэнцыя, драпежніцтва і паразітызм.

Канкурэнцыя (ад лац. *concurrentia* — саперніцтва) — узаеманевыгадны тып узаемаадносін паміж арганізмамі розных відаў з падобнымі патрэбнасцямі. Яна выяўляецца або ў форме прамой канкурэнцыі, калі арганізмы ўступаюць у адкрытую барацьбу, або ў форме ўскоснай канкурэнцыі за абмежаваны рэсурс ці тэрыторыю.

У выніку *прамой* канкурэнцыі арганізмы розных відаў фізічна або хімічна ўзаемадзейнічаюць, пры гэтым адбываецца або выгнанне арганізмаў аднаго з канкурыруючых відаў з агульнай тэрыторыі, або прыгнечанне іх жыццядзейнасці. Напрыклад, шпакі і вераб'і ў гнездавы перыяд нападаюць адзін на аднаго, канкурыруючы за месцы гнезджання. Вядома, што пацук шэры буйнейшы і агрэсіўнейшы за чорнага, таму ў сутычках часцей бярэ верх. З прычыны гэтага ў паселішчах чалавека ў Еўропе пацук шэры амаль выцесніў чорнага.

У выпадку *ўскоснай* канкурэнцыі колькасць арганізмаў абодвух відаў зніжаецца з выніку недахопу агульнага рэсурсу. Прыкладам можа служыць канкурэнцыя паміж раслінамі розных відаў за святло, вадку і мінеральныя рэчывы (культурныя расліны і пустазелле), паміж траваеднымі жывёламі розных відаў за раслінныя рэсурсы (зубр і алень высакародны).

Было заўважана, што арганізмы блізкароднасных відаў з аднолькавымі патрэбнасцямі, як правіла, не могуць існаваць разам. Адзін від арганізмаў (больш канкурэнтаздольны) выцясняе асобін іншага віду (менш канкурэнтаздольнага). Гэты прынцып важна ўлічваць пры ўсяленні відаў у іншае асяроддзе.

Драпежніцтва — тып узаемаадносін арганізмаў, пры якім арганізм аднаго віду (драпежнік) задавальняе харчовыя патрэбнасці за кошт асобін іншага віду (ахвяры) у выніку яго забойства і з'ядання. Аднак калі ў якасці ахвяры выступаюць расліны, то гэтыя ўзаемаадносіны называюць *раслінаеднасцю*. У ходзе эвалюцыі драпежнік і ахвяра паралельна эвалюцыяніруюць, прыстасоўваючыся адно да аднаго. Прыкладамі драпежніцтва з'яўляюцца ўзаемаадносіны: павук — муха, сава — мыш, удаў — трус, каракаціца — рыба іглабрух.

Паразітызм (ад грэч. *parásitos* — нахлебнік) — тып узаемаадносін арганізмаў розных відаў, пры якім арганізм аднаго віду (паразіт) выкарыстоўвае арганізм іншага віду (гаспадара) у якасці асяроддзя пражывання і крыніцы ежы. Паразітызм узнік на аснове трафічных і тапічных сувязей. Паразіт па памерах меншы за гаспадара. Ён не забівае гаспадара, але прыгнятае жыццядзейнасць, што можа стаць прычынай яго гібелі. Паразітамі часцей за ўсё з'яўляюцца дробныя арганізмы — вірусы, бактэрыі, аднаклетачныя грыбы. Сярод беспазваночных найбольшая колькасць відаў-паразітаў маецца сярод чарвей (асабліва плоскіх і круглых). Сустрэкаюцца паразіты і сярод раслін (павітуха, заразіха). У ходзе эвалюцыі фарміруюцца ўзаемныя прыстасаванні паразіта і гаспадара. Прыкладамі паразітызму могуць служыць узаемаадносіны паміж аскарыдай і чалавекам, пячоначным смактуном і буйной рагатай жывёлай, павітухай і канюшынай. Паразітызм, гэтак жа як драпежніцтва і канкурэнцыя, адыгрывае важную ролю ў рэгуляцыі колькасці папуляцыі у прыродзе. Неразумнае ўмяшанне ў гэтыя ўзаемаадносіны часта наносіць шкоду прыродзе і чалавеку.

Каменсалізм (ад лац. *commensalis* — сатрапезнік) — тып узаемаадносін, пры якім арганізмы аднаго віду здабываюць карысць, не прыносячы ні шкоды, ні карысці арганізмам іншага віду. Калі ўзаемаадносіны ўзнікаюць на аснове трафічных сувязей, то такая форма каменсалізму называецца *нахлебніцтвам*. Напрыклад, птушкі кормяцца рэшткамі ежы кракадзілаў (мал. 72, с. 190), а пясцы даядаюць рэшткі трапезы белага мядзведзя.

Калі ж арганізмы ўзаемадзейнічаюць на аснове тапічных сувязей, то гэта праява каменсалізму называецца *кватараніцтвам*. Напрыклад,



§41-1



Нахлебніцтва



Кватаранцтва

Мал. 72. Прыклады каменсализму

рыба-прыліпала і чарапахаводная (гл. мал. 72), беспазваночныя ў гнёздах птушак.

Мутуалізм (ад лац. *mutuus* — узаемны) — узаемавыгадны і абавязковы для жыцця арганізмаў хоць бы аднаго з відаў, якія ўзаемадзеюць, тып узаемаадносін. Пры парушэнні гэтых узаемаадносін жыццё арганізмаў аднаго ці абодвух відаў становіцца немагчымым. Прыкладам могуць служыць адносіны клубеньчыкавых бактэрый і бабовых раслін, шапачкавага грыба і дрэвавай расліны (мал. 73).



Мал. 73. Мутуалізм (мікарыза, утвораная гіфамі масляка і каранямі лістоўніцы)

Біятычныя ўзаемаадносіны маюць вялікае экалагічнае значэнне. Канкурэнцыя, драпежніцтва і паразітызм удзельнічаюць у самарэгуляцыі любога біяцэнозу, дапамагаючы захаваць яго ўстойлівасць. Каменсализм і мутуалізм забяспечваюць максімальнае выкарыстанне харчовых рэсурсаў і асяроддзя пражывання. Узаемавыгадныя ўзаемаадносіны спрыяюць лепшаму выжыванню відаў, іх размнажэнню, а значыць, падтрыманню відавой разнастайнасці біяцэнозу.

■ **Паўторым галоўнае.** Біятычныя ўзаемаадносіны ў біяцэнозе фарміруюцца на аснове трафічных, тапічных, фарычных і фабрычных сувязей паміж арганізмамі розных відаў. Найбольшае значэнне для рэгуляцыі колькасці папуляцый маюць канкурэнцыя, драпежніцтва і паразітызм. Каменсалізм і мутуалізм забяспечваюць максімальнае выкарыстанне харчовых рэсурсаў і асяроддзя пражывання, што спрыяе выжыванню відаў і захаванню відавой разнастайнасці. Устойлівасць біяцэнозаў забяспечваецца дзякуючы разнастайнасці біятычных узаемаадносін і ўзаемаўраўнаважванню рознаакіраваных узаемаадносін.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Якія тыпы ўзаемаадносін паміж арганізмамі розных відаў могуць рэгуляваць колькасць папуляцый (відаў)? Прывядзіце прыклады. 2. У чым падабенства і адрозненне драпежніцтва, паразітызму і каменсалізму? 3. Драпежныя млекакормячыя маюць нямала асаблівасцей, якія дапамагаюць ім на паляванні. Чаму ў прыродзе колькасць саміх драпежнікаў і іх ахвяр застаецца прыкладна на адным узроўні?

Складаныя пытанні. 1. Вызначыце адпаведнасць паміж тыпамі ўзаемаадносін арганізмаў і іх прыкладамі. Тыпы ўзаемаадносін: 1 — каменсалізм; 2 — мутуалізм. Прыклады: падасінавік — асіна; пясцы — белы мядзведзь; рыбы-прыліпалы — водныя чарапахі; клубеньчыкавыя бактэрыі — бабовыя расліны. 2. Існуе ўяўленне пра тое, што адны віды шкодныя, а іншыя карысныя. Ці правільна гэта? Дайце аргументаваны адказ і пацвердзіце яго прыкладамі. 3. Растлумачце, чаму драпежнік, які спецыялізуецца на харчаванні адным відам ахвяры, з большай верагоднасцю можа рэгуляваць колькасць папуляцыі ахвяры, чым драпежнік, што корміцца рознымі відамі.



§41-2

§ 42. Відавая структура біяцэнозу

- **Успомніце,** якія структурныя кампаненты ўваходзяць у склад біяцэнозу.
- **Як вы думаеце?** Ці ўплывае разнастайнасць відаў раслін, жывёл, грыбоў і мікраарганізмаў у біяцэнозе на яго ўстойлівасць?
- **Вы даведаецеся** пра характарыстыкі відавой структуры біяцэнозу, якія дазваляюць ацаніць ступень яго ўстойлівасці.

Прыродныя біяцэнозы характарызуюцца пэўнай відавой структурай. **Відавая структура** — гэта відавая разнастайнасць біяцэнозу і суадносіны відаў па колькасці.

Відавая разнастайнасць біяцэнозу. Дастаткова толькі паглядзець на розныя біяцэнозы, каб заўважыць іх адрозненні па відавым складзе. Складзі поўнае ўяўленне пра відавую разнастайнасць біяцэнозу практычна немагчыма, бо нельга ўлічыць усе віды мікраарганізмаў. Але нават колькасная характарыстыка добра прыметных арганізмаў дае магчымасць атрымаць пра біяцэноз важную інфармацыю. Відавую разнастайнасць біяцэнозу можна ахарактарызаваць з дапамогай двух колькасных паказчыкаў: відавое багацце і відавая насычанасць.

Відавое багацце — агульная колькасць відаў, якія жывуць у біятопе. Кожны від у біяцэнозе прадстаўлены папуляцыяй. Прыродныя біяцэнозы лічацца беднымі, калі іх відавое багацце складае сотні і тысячы відаў (біяцэнозы хвойных лясоў, пустынь, высакагор'яў). У багатых біяцэнозах колькасць відаў дасягае дзясяткаў і соцень тысяч (трапічныя лясы, саванны). Чым вышэйшае відавое багацце, тым больш устойлівы біяцэноз у адносінах да рэзкіх змяненняў умоў асяроддзя і нашэсця шкоднікаў. Чым можна растлумачыць такую залежнасць? *Па-першае*, у кожнай папуляцыі ёсць магчымасць утварыць большую колькасць сувязей і задаволіць свае экалагічныя патрэбнасці. Гэта павялічвае яе выжывальнасць, а значыць, і захаванне біяцэнозу ў цэлым. *Па-другое*, маецца магчымасць узаемазаямняльнасці адных відаў іншымі пры выкананні іх функцыі, дзякуючы чаму пры знікненні якога-небудзь віду не парушаецца функцыянальная структура біяцэнозу.

Відавая насычанасць — колькасць відаў, якія прыпадаюць на адзінку плошчы або адзінку аб'ёму біятопу. Два біяцэнозы, якія маюць аднолькавае відавое багацце, не будуць у роўнай ступені ўстойлівыя, калі яны займаюць розныя па плошчы біятопы. Больш устойлівым будзе біяцэноз з меншай плошчай біятопу. У ім будзе вышэйшая відавая насычанасць, а значыць, большая верагоднасць утварэння сувязей паміж папуляцыямі і вышэйшая іх трываласць.

Такім чынам, каб атрымаць уяўленне пра відавую разнастайнасць біяцэнозу, недастаткова ведаць агульную колькасць відаў у біятопе. Неабходна мець інфармацыю і пра шчыльнасць яго засялення відамі — відавую насычанасць.

Відавая разнастайнасць біяцэнозу залежыць ад умоў асяроддзя ў біятопе. Напрыклад, у тундры, дзе ўвесь час адчуваецца дэфіцыт цяпла, біяцэнозы маюць невялікую відавую разнастайнасць большай часткай за кошт імхоў і лішайнікаў. Ва ўмераных шыротах відавая разнастайнасць у асноўным вызначаецца відавым багаццем пакрытанасенных і голанасен-

ных раслін, жывёльнага свету і ў меншай ступені відавой насычанасцю грыбоў. У трапічных лясах самая багатая разнастайнасць флоры і фаўны.

Такім чынам, можна зрабіць вывад: чым больш спрыяльныя ўмовы асяроддзя, тым большая відавая разнастайнасць біяцэнозаў, і наадварот. Значыць, па відавой разнастайнасці біяцэнозу можна рабіць вывад пра ступень спрыяльнасці ўмоў асяроддзя для жыцця арганізмаў у дадзеным біятопе.

Відавая разнастайнасць залежыць і ад узросту біяцэнозу. Маладыя біяцэнозы, якія толькі пачынаюць развівацца, бедныя па відавым складзе. Багацейшымі яны становяцца па меры развіцця. Найбольшая відавая разнастайнасць назіраецца ў сталых устойлівых біяцэнозах. Такім чынам, па відавой разнастайнасці можна вызначыць стадыю развіцця біяцэнозу.

Суадносіны відаў па іх колькасці. У любым біяцэнозе ёсць віды, якія пераважаюць па колькасці і займаюць вялікую частку біятопу. Гэтыя віды называюцца *дамінантнымі* або *дамінантамі*. Яны вызначаюць тып біяцэнозу. Гэта, напрыклад, сасна — у сасновым лесе, бяроза — у бярозавым гаі, дуб — у дуброве, вольха — у алешніку. Дамінаванне віду не заўсёды азначае яго багацце, дамінантны від можа мець і нізкую абсалютную колькасць (напрыклад, вярблюджая калючка ў пустыні). Але ў параўнанні з колькасцю іншых відаў у дадзеным біяцэнозе яго колькасць самая высокая. Дамінанты, што ўдзельнічаюць у фарміраванні асяроддзя для ўсяго згуртавання (віды, якія ўтвараюць асяроддзе), называюцца *відамі-эдыфікатарамі*. Эдыфікатар верхавога балота — гэта сфагнум, стэпу — кавыль, дубровы — дуб. Часам эдыфікатарамі могуць быць і жывёлы: бабры фарміруюць бабровыя ландшафты, капытныя жывёлы — стэпавыя ландшафты. Выдаленне віду-эдыфікатару можа настолькі змяніць умовы асяроддзя пражывання, што дадзены біятоп стане непрыдатным для відаў, якія раней там існавалі. У яго пачнуць засяляцца новыя віды, і гэта прывядзе да змены біяцэнозу.

Акрамя відаў-дамінантаў, любы біяцэноз уключае мноства іншых відаў з меншай колькасцю. Яны падтрымліваюць разнастайнасць сувязей у біяцэнозе і служаць рэзервам для замяшчэння дамінантаў, г. зн. надаюць стабільнасць біяцэнозу.



Асаблівай увагі заслугоўваюць віды з вельмі малой колькасцю, якія сустракаюцца толькі ў асобных месцах біятопу. Калі іх колькасць і (ці) арэалы хутка скарачаюцца за кароткія прамежкі часу, то яны заносзяцца ў Міжнародную або Нацыянальныя Чырвоныя кнігі і падлягаюць ахове. Гэтыя віды называюцца *рэдкамі*.

■ **Паўторам галоўнае.** Відавая структура біяцэнозу характарызуецца відавой разнастайнасцю і суадносінамі відаў па іх колькасці. Відавая разнастайнасць вызначаецца такімі паказчыкамі, як відавое багацце і відавая насычанасць. Віды, што пераважаюць па колькасці і займаюць вялікую частку біятопу, называюцца дамінантнымі. Калі яны ўдзельнічаюць у фарміраванні асяроддзя для ўсяго згуртавання, то іх называюць відамі-эдыфікатарамі. Віды, колькасць і (ці) арэал якіх вельмі малыя і хутка скарачаюцца за кароткія прамежкі часу, заносзяцца ў Чырвоную кнігу, называюцца рэдкімі і падлягаюць ахове.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Якімі паказчыкамі характарызуецца відавая разнастайнасць біяцэнозу? 2. Як па відавой разнастайнасці можна вызначыць стадыю развіцця біяцэнозу? 3. Якую ролю ў жыцці біяцэнозу адыгрываюць віды-эдыфікатары?

Складаныя пытанні. 1. Прывядзіце доказы залежнасці ўстойлівасці біяцэнозаў ад іх відавой разнастайнасці. 2. З прыведзенага пераліку відаў раслін выберыце назвы відаў-эдыфікатараў біяцэнозаў: верхавога балота, стэпу, тайгі, тундры, мяшанага лесу. Віды-эдыфікатары: кавыль, асіна, сфагнум, сасна, яліна, бяроза, журавіны, ягель (алені мох), карлікавая бяроза. 3. Назавіце віды-эдыфікатары тыповых біяцэнозаў вашага рэгіёна. Вызначыце, якія ахоўныя віды раслін або жывёл жывуць у вашым рэгіёне.



§ 43. Прасторавая структура біяцэнозу

- **Успомніце,** чым адрозніваюцца жыццёвыя формы раслін лесу і лугу.
- **Як вы думаеце?** Ад чаго залежыць відавы склад ярусаў і іх колькасць у вертыкальнай прасторавай структуры?
- **Вы даведаецеся** пра вертыкальную і гарызантальную структуру біяцэнозу і прычыны іх фарміравання.

Любы біяцэноз у прыродзе займае пэўную прастору. Яна падзяляецца паміж відамі ў залежнасці ад іх біялагічных асаблівасцей. Гэта прыводзіць да фарміравання прасторавай структуры. **Прасторавая структура біяцэнозу** — заканамернае размяшчэнне відаў у біятопе, як у вертыкальным, так і ў гарызантальным напрамках. Для біяцэнозу характэрны вертыкальная (яруснасць) і гарызантальная (мазаічнасць) структуры.

Вертыкальная структура біяцэнозу (яруснасць). У наземных біяцэнозах асноўную ролю ў фарміраванні вертыкальнай структуры адыгрываюць расліны рознай вышыні. Сукупнасць раслін, якія займаюць аднолькавае становішча ў адносінах да ўзроўню глебы, называецца раслінным **ярусам**.

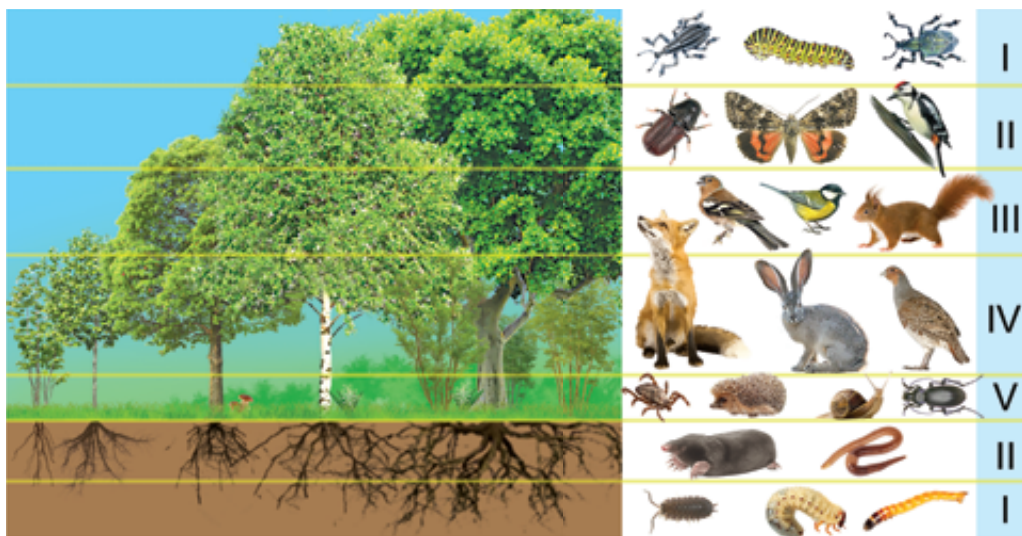
Галоўную ролю пры фарміраванні відавoga складу раслінных ярусаў адыгрывае колькасць святла, якое дасягае кожнага яруса. Ад яго залежаць тэмпературны рэжым і вільготнасць на розных узроўнях (ярусах) біяцэнозу. Верхнія ярусы складаюць святлолюбівыя расліны. Ніжэй размяшчаюцца цэневынослівыя, а ў самым нізе растуць ценелюбівыя віды. Такое размеркаванне раслін спрыяе больш поўнаму засваенню сонечнай энергіі. Да паверхні глебы даходзіць толькі 1—5 % сонечнага святла, якое паступае ў біяцэноз. У аднаярусных фітацэнозах вялікая частка сонечнай энергіі, што паступае, не засвойваецца. Яна ідзе на награванне глебы і часткова адбіваецца.

У кожным ярусе складаецца свая сістэма сувязей і ўзаемаадносін паміж кампанентамі. Раслінныя ярусы ствараюць мікраклімат для існавання іншых відаў. Кожны раслінны ярус засяляецца пэўнымі відамі жывёл і мікраарганізмаў. Ярусы адрозніваюцца адзін ад аднаго сукупнасцю экалагічных умоў, складам відаў раслін, жывёл і мікраарганізмаў. Вертыкальная структура біяцэнозу, якая складаецца з розных ярусаў, называецца **яруснасцю**.

Большасць відаў прыстасавана да канкрэтных ярусаў. Аднак некаторыя віды з прычыны розных акалічнасцей у розны час жыцця займаюць розныя ярусы. Іх называюць пазаяруснымі відамі. Напрыклад, нельга залічыць да пэўнага яруса ліяны, лішайнікі, некаторыя віды імхоў і неспецыялізаваных паразітаў.

У наземных біяцэнозах адрозніваюць надземную і падземную яруснасць. Ярусы нумаруюцца рымскімі лічбамі. Першым лічыцца самы аддалены ад узроўню глебы ярус (як надземны, так і падземны). Найбольш выразна яруснасць выяўлена ў лясных біяцэнозах. У іх фітацэнозы ўтвораны рознымі жыццёвымі формамі раслін. Там прадстаўлены дрэвы, хмызнякі, кустыкі, аднагадовыя і шматгадовыя травы, якія займаюць рознае становішча адносна ўзроўню глебы.

Надземная яруснасць у ліставым лесе звычайна ўключае пяць, часам шэсць раслінных ярусаў (мал. 74, с. 196). Ярус I утвораны дрэвамі першай велічыні (дуб, бяроза, ясьень, ліпа). Да яруса II належаць дрэвы другой велічыні (дзікія яблыня і груша, чаромха, рабіна). Ярус III — гэта падлесак з хмызнякоў (ляшчына, брызгліна, ядловец, каліна, бузіна). Ярус IV прадстаўлены высокай травой і кустыкамі (папараць, крапіва, чы-



Мал. 74. Схема вертыкальнай структуры (яруснасці) біяцэнозу ліставага лесу

стацел, верас, багун). Ярус V складаюць нізкія травы і кусцікі (чарніцы, брусніцы, суніцы, талакнянка, ландыш), а таксама імхі і лішайнікі. У ніжніх ярусах звычайна прысутнічае падросць дрэўных раслін. Калі ярусаў шмат (4—5), то фітацэноз лічыцца складаным, а калі іх мала (1—2), — простым.

Жывёлы прымеркаваны да пэўных ярусаў фітацэнозу. Ярус I насяляюць лістагрызучыя насякомыя (жыхары кроны дрэў). У ярусе II жывуць птушкі і ствалавыя шкоднікі (жукі караеды, вусачы, златкі). У ярусах III і IV — капытныя і драпежныя млекакормячыя, птушкі, грызуны. Ярус V багаты рознымі мнаганожкамі, жужалямі, кляшчамі і іншымі дробнымі жывёламі.

Падземная яруснасць абумоўлена рознай глыбінёй размяшчэння каранёвай сістэмы. Чым вышэйшыя дрэвы, тым глыбей у глебу пранікаюць іх карані. Размяшчэнне каранёў на рознай глыбіні зніжае вастрыню канкурэнцыі паміж раслінамі за ваду і мінеральнае жыўленне.

Узнікненне яруснасці — вынік працяглага прыстасавання розных відаў адзін да аднаго і фарміравання міжвідавых сувязей і ўзаемаадносін. Яруснасць спрыяе значнаму паслабленню канкурэнцыі паміж відамі за рэсурсы і тэрыторыю. Дзякуючы гэтаму павялічваецца колькасць асобін на адзінцы плошчы, больш поўна і рацыянальна выкарыстоўваюцца ўмовы і рэсурсы біятопу.

Вертыкальнае размеркаванне відаў у біяцэнозе ўплывае на яго гарызантальную структуру.

Гарызантальная структура біяцэнозу (мазаічнасць). Неаднароднасць глебавых умоў, рэльефу, дзейнасць чалавека вызначаюць характар гарызантальнага размеркавання відаў у біятопе — гарызантальную структуру біяцэнозу. Пад дзеяннем вышэйназваных фактараў у біяцэнозе адбываецца фарміраванне раслінных мікрагруповак. Напрыклад, у лугавых біяцэнозах можна выявіць мікрагруповкі бабовых, злакаў, складанакветных. Яны адрозніваюцца відавым складам, суадносінамі колькасці відаў, прадукцыйнасцю, біямасай. У кожнай такой расліннай мікрагруповцы фарміруецца пэўны мікраклімат, відавы склад жывёл, грыбоў і мікраарганізмаў. Сукупнасць усіх гэтых кампанентаў, звязаных трафічнымі і тапічнымі сувязямі, з’яўляецца структурнай адзінкай гарызантальнай структуры біяцэнозу. У лясным біяцэнозе, напрыклад, выразна бачныя адрозненні паміж узлескам і палянай у глыбіні лесу. Істотна адрозніваюцца ўчасткі лесу з выяўленым хмызняковым падростам і з суцэльным мохавым покрывам ці з покрывам з чарнічніку. Такім чынам, гарызантальная структура біяцэнозу з’яўляецца адлюстраваннем разнастайнасці ўмоў асяроддзя ў біятопе ў гарызантальным напрамку.

Дзякуючы фарміраванню гарызантальнай структуры біяцэноз больш поўна выкарыстоўвае магчымасці біятопу. У ім актыўна спажываюцца харчовыя рэсурсы, павялічваецца колькасць відаў і, як следства, узрастае стабільнасць біяцэнозу.

■ **Паўторым галоўнае.** Прасторавая структура біяцэнозу — размяшчэнне відаў у вертыкальным (яруснасць) і гарызантальным (мазаічнасць) напрамках. Вертыкальная структура фарміруецца дзякуючы наяўнасці раслін рознай вышыні, якія ўтвараюць ярусы. У біяцэнозах адрозніваюць надземную і падземную яруснасць. Гарызантальная структура біяцэнозу фарміруецца ў выніку неаднастайнасці глебы і рэльефу ў біятопе.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Які кампанент біяцэнозу адыгрывае галоўную ролю ў фарміраванні вертыкальнай структуры біяцэнозу? 2. У якім ярусе ляснога біяцэнозу жывуць дажджавыя чэрві? Якая іх роля ва ўтварэнні глебы? 3. З прыведзенага пераліку раслін выберыце прадстаўнікоў яруса II ліставога лесу: бузіна, дуб, папараць арляк, ліпа, чаромха, ясень, бяроза, рабіна, ляшчына, дзікая яблыня, крушына, ажина, чарніцы.



Складаныя пытанні. 1. Устанавіце адпаведнасць паміж надземнымі ярусамі ліставога лесу і відамі жывёл, якія ўваходзяць у іх склад. Ярусы: I; II; III; IV; V. Віды: а) заяц, дзік, лісіца, воўк; б) кляшчы, жужалі, мнаганожкі, чмялі; в) птушкі, жукі караеды, вусачы, златкі; г) лістагрызучыя насякомыя; д) лось, казуля, зубр, алень высакародны.

2. Устанавіце прычынна-выніковыя сувязі паміж экалагічнымі фактарамі біятопу і відавым складам раслінных ярусаў біяцэнозу. Зыходзячы з гэтага, растлумачце прычыну адрознення відавочнага складу раслін у розных ярусах.

§ 44. Экасістэма. Біягеацэноз

- **Успомніце**, што такое біяцэноз. Што такое біятоп?
- **Як вы думаеце?** Якія працэсы звязваюць біяцэноз і біятоп у адзіную біялагічную сістэму, здольную да працяглага існавання?
- **Вы даведаецеся** пра паняцці «экасістэма», «біягеацэноз», пра размеркаванне арганізмаў на групы ў залежнасці ад іх ролі ў абмене рэчываў і ператварэнні энергіі.

Паняцце экасістэмы і біягеацэнозу. Тэрмін «экасістэма» ўпершыню быў прапанаваны англійскім экалагам А. Тэнслі ў 1935 г. Экасістэмы лічацца асноўнымі структурнымі адзінкамі прыроды на Зямлі.

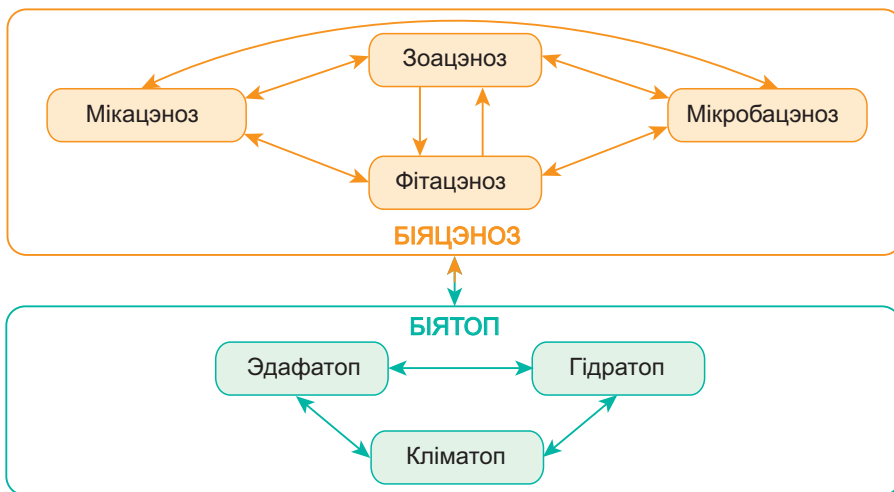
Экасістэма — біялагічная сістэма, якая складаецца з жывых арганізмаў і асяроддзя іх пражывання, звязаных сукупнасцю сувязей, што здзяйсняюць абмен рэчывам і энергіяй паміж імі. Для абазначэння падобных сістэм на аднародных участках сушы рускі геабатанік У. М. Сукачоў у 1942 г. прапанаваў тэрмін «біягеацэноз».

Біягеацэноз (ад грэч. *bíos* — жыццё, *gé* — зямля, *koinós* — агульны) — біялагічная сістэма, якая ўключае згуртаванне жывых арганізмаў (*біяцэноз*) і цесна звязаную з ім сукупнасць абіятычных фактараў асяроддзя (*біятоп*) у межах аднароднай тэрыторыі, звязаных паміж сабой кругаваротам рэчываў і патокам энергіі.

Як бачна з прыведзенага азначэння, біягеацэноз уключае дзве структурныя часткі — біяцэноз і біятоп. Кожная з гэтых частак складаецца з пэўных кампанентаў, якія паміж сабой узаемазвязаны (мал. 75).

Біягеацэноз і экасістэма — блізкія паняцці, якія абазначаюць біясістэмы аднаго ўзроўню арганізацыі. Агульнай прыметай для гэтых сістэм з’яўляецца наяўнасць у іх абмену рэчывам і энергіяй паміж жывым і нежывым кампанентамі. Аднак вышэйназваныя паняцці не з’яўляюцца сінонімамі.

Экасістэмы маюць розную ступень складанасці, розныя маштабы, яны могуць быць натуральнымі (прыроднымі) і штучнымі (створанымі



Мал. 75. Схема біягеацэнозу

чалавекам). Экасістэмы не маюць пэўнай размернасці. Пень, які гніе, з яго жыхарамі — беспазваночнымі, грыбамі і бактэрыямі — уяўляе сабой экасістэму невялікага маштабу (мікраэкасістэма). Возера з воднымі і каляводнымі арганізмамі з’яўляецца экасістэмай сярэдняга маштабу (мезаэкасістэма). А мора з яго разнастайнасцю водарасцей, рыб, малюскаў, ракападобных — экасістэма буйнога маштабу (макраэкасістэма).

Біягеацэноз адрозніваецца ад экасістэмы тэрытарыяльнай абмежаванасцю. Яго межы вызначаюцца наземным раслінным покрывам (фітацэнозам). Змяненне расліннасці сведчыць пра змяненне ўмоў у біятопе і пра мяжу з суседнім біягеацэнозам. Напрыклад, пераход ад дрэвавай расліннасці да травяністай сведчыць пра мяжу паміж лясным і лугавым біягеацэнозамі. Біягеацэнозы вылучаюць толькі на сушы, бо іх абавязковым кампанентам з’яўляецца глеба.

З пункту гледжання забеспячэння пажыўнымі рэчывамі біягеацэнозы больш аўтаномныя (незалежныя ад іншых біягеацэнозаў), чым экасістэмы. У кожным з устойлівых (існуючых працяглы час) біягеацэнозаў ажыццяўляецца дастаткова поўны кругаварот рэчываў, які можна супаставіць па характары з кругаваротам рэчываў у біясферы планеты Зямля, але толькі ў значна меншым маштабе. Экасістэмы ж больш адкрытыя сістэмы для прытоку і адтоку рэчыва і энергіі. Гэта яшчэ адно адрозненне біягеацэнозаў ад экасістэм.

Такім чынам, паняцце «экасістэма» шырэйшае, чым «біягеацэноз». Экасістэмай можна назваць любы біягеацэноз, а вось біягеацэнозам можна назваць толькі наземныя экасістэмы.

Структурныя і функцыянальныя блокі экасістэмы. У экасістэме віды арганізмаў выконваюць розныя функцыі, дзякуючы якім ажыццяўляецца кругаварот рэчываў. У залежнасці ад ролі, якую віды адыгрываюць у кругавароце, іх залічваюць да розных функцыянальных блокаў (груп): прадукцэнтаў, кансументаў і рэдукцэнтаў.

Прадукцэнты (ад лац. *producens* — які стварае), або **вытворцы**, — аўтатрофныя арганізмы, якія сінтэзуюць арганічнае рэчыва з мінеральнага з выкарыстаннем энергіі. Калі для сінтэзу арганічнага рэчыва выкарыстоўваецца сонечная энергія, то прадукцэнтаў называюць *фотааўтатрофамі*. Да фотааўтатрофаў належаць усе зялёныя расліны, водарасці, лішайнікі, цыянабактэрыі, аўтатрофныя пратысты, зялёныя і пурпурныя бактэрыі. Прадукцэнты, якія выкарыстоўваюць для сінтэзу арганічнага рэчыва энергію хімічных рэакцый акіслення неарганічных рэчываў, называюцца *хемааўтатрофамі*. Імі з’яўляюцца жалезабактэрыі, бясколерныя серабактэрыі, нітрыфікуючыя і вадародныя бактэрыі.

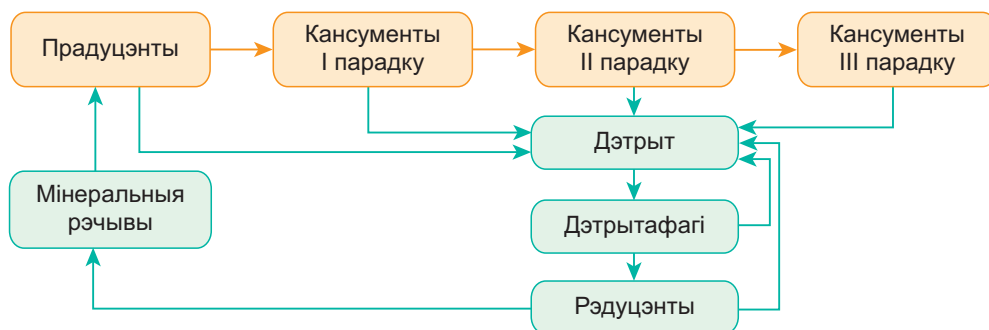
Кансументы (ад лац. *consumo* — спажываю), або **спажывыцы**, — гетэратрофныя арганізмы, якія спажываюць жывое арганічнае рэчыва і перадаюць наяўную ў ім энергію па харчовых ланцугах. Да іх належаць усе жывёлы і расліны-паразіты. У залежнасці ад віду арганічнага рэчыва, якое спажываюць кансументы, яны падзяляюцца на парадкі. Арганізмы, якія спажываюць прадукцэнтаў, называюцца кансументамі I парадку. Да іх належаць раслінаедныя жывёлы (саранча, грызуны, парна- і няпарнакапытныя жывёлы) і расліны-паразіты. Кансументаў I парадку спажываюць кансументы II парадку, якія прадстаўлены драпежнымі жывёламі. Кансументамі III і наступных парадкаў з’яўляюцца драпежныя жывёлы, якія кормяцца кансументамі II і наступных парадкаў. Колькасць парадкаў кансументаў у экасістэме абмежавана і вызначаецца аб’ёмам біямасы, створанай прадукцэнтамі.

Рэдукцэнты (ад лац. *reducens* — які вяртае), або **разбуральнікі**, — гетэратрофныя арганізмы, якія разбурваюць адмерлае арганічнае рэчыва любога паходжання да мінеральнага. У экалогіі адмерлае арганічнае рэчыва, што ўключаецца ў працэс раскладання, называецца дэтрытам. **Дэтрыт** (ад лац. *detritus* — сцёрты) — адмерлыя рэшткі раслін і грыбоў, трупы і экскрэменты жывёл з наяўнымі ў іх бактэрыямі. Мінеральнае рэчыва, якое ўтвараецца з дэтрыту, запасіцца ў глебе і ў далейшым паглынаецца прадукцэнтамі.

У працэсе раскладання дэтрыту ўдзельнічаюць дэтрытафагі і сапраўдныя рэдуцэнты. Да *дэтрытафагаў* належаць макрыцы, шэраг кляшчоў, мнаганожкі, нагахвосткі, жукі трупаеды, некаторыя насякомыя і іх лічынкі, чэрві. Яны спажываюць дэтрыт і ў ходзе жыццядзейнасці пакідаюць экскрэменты, якія змяшчаюць арганіку. *Сапраўднымі рэдуцэнтамі* лічацца грыбы, гетэратрофныя пратысты, глебавыя бактэрыі, што разбураюць арганічнае рэчыва да мінеральнага. Усе прадстаўнікі дэтрытафагаў і рэдуцэнтаў, адміраючы, таксама ўтвараюць дэтрыт.

Роля рэдуцэнтаў у прыродзе вельмі вялікая. Без іх у біясферы запасіліся б адмерлыя арганічныя рэшткі, а мінеральныя рэчывы, неабходныя прадукцэнтам, вычарпаліся б. І жыццё на Зямлі ў той форме, якую мы ведаем, спынілася б.

Узаема сувязь функцыянальных груп у экасістэме можна паказаць на наступнай схеме.



У экасістэме з вялікай відавой разнастайнасцю можа ажыццяўляцца ўзаемазамыняльнасць аднаго віду на іншы без парушэння функцыянальнай структуры.

■ **Паўторым галоўнае.** Экасістэма — біялагічная сістэма, якая складаецца з жывых арганізмаў і асяроддзя іх пражывання, звязаных сукупнасцю сувязей, што здзяйсняюць абмен рэчывам і энергіяй паміж імі. Наземныя экасістэмы называюць біягеацэнозамі. Біягеацэноз — сукупнасць біяцэнозу і біятопу, звязаных паміж сабой кругаваротам рэчываў і патокам энергіі. Функцыянальнымі кампанентамі экасістэмы з’яўляюцца прадукцэнты, кансументы і рэдуцэнты.



? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Параўнайце азначэнні паняццяў «біягеацэноз» і «экасістэма». Што паміж імі агульнае? У чым адрозненне? 2. Якія з пералічаных экасістэм можна назваць біягеацэнозамі: пойменны луг, возера, дуброва, гнілы пень, мора, хвойны лес, рака? 3. У чым складаецца роля прадукцэнтаў у экасістэме? Прывядзіце прыклады фота- і хемааўтатрофаў.

Складаныя пытанні. 1. Выберыце тры істотныя прыметы экасістэмы: 1) высокая колькасць відаў кансументаў III парадку; 2) наяўнасць кругавароту рэчываў і патоку энергіі; 3) сезонныя змяненні тэмпературы і вільготнасці; 4) нераўнамернае размеркаванне асобін віду-эдыфікатару; 5) наяўнасць прадукцэнтаў, кансументаў і рэдуцэнтаў; 6) узаемасувязь абіятычных і біятычных кампанентаў. 2. Дайце экалагічны прагноз магчымых наступстваў у экасістэме, калі ў ёй адбудзецца рэзкае скарачэнне колькасці дэтрытафагаў.

§ 45. Ланцугі і сеткі харчавання. Трафічныя ўзроўні

- **Успомніце**, на якія функцыянальныя групы ў экасістэме падзяляюцца арганізмы паводле ролі ў ператварэнні рэчыва і энергіі.
- **Як вы думаеце?** Чым будучы адрознівацца харчовыя ўзаемаадносіны, якія пачынаюцца з зялёнай расліны і з ліставога ападу?
- **Вы даведаецеся** пра пашавыя і дэтрытныя ланцугі харчавання, пра трафічныя ўзроўні і сетку харчавання, якая забяспечвае бесперапынны кругаварот рэчываў і ператварэнне энергіі ў экасістэме.

Паняцце пра ланцугі харчавання. Трафічныя ўзроўні. Асноўная ўмова існавання экасістэмы — гэта падтрыманне кругавароту рэчываў і ператварэння энергіі. Найбольш поўны кругаварот рэчываў адбываецца ў наземных экасістэмах — біягеацэнозах. Ён забяспечваецца дзякуючы трафічным (харчовым) сувязям паміж арганізмамі розных відаў, якія адносяцца да розных функцыянальных груп. Менавіта на аснове гэтых сувязей арганічныя рэчывы, сінтэзаваныя прадукцэнтамі з мінеральных рэчываў з паглынанням сонечнай энергіі, перадаюцца кансументам і перажываюць хімічныя ператварэнні. У выніку жыццядзейнасці рэдуцэнтаў адбываецца разбурэнне арганічных рэчываў, якія ўваходзяць у склад адмерлых арганізмаў, да неарганічных (CO_2 , NH_3 , H_2S , H_2O). Затым неарганічныя рэчывы выкарыстоўваюцца прадукцэнтамі для стварэння новых арганічных рэчываў, якія з дапамогай кансументаў зноў уключаюцца ў кругаварот. Калі б гэтыя рэчывы не выкарыстоўваліся шматразова, жыццё на Зямлі было б немагчымым. Паколькі запасы рэчываў, што паглынаюцца прадукцэнтамі, у прыродзе не бязмежныя. Для ажыццяўлення паўнаўтатрофнага кругавароту рэчываў у экасістэме

павінны быць у наяўнасці ўсе тры функцыянальныя групы арганізмаў. І паміж імі павінна адбывацца пастаяннае ўзаемадзеянне ў выглядзе трафічных сувязей з утварэннем трафічных (харчовых) ланцугоў, або ланцугоў харчавання.

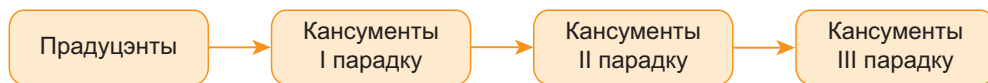
Ланцуг харчавання (харчовы ланцуг) — паслядоўнасць арганізмаў, у якой адбываецца паэтапны перанос рэчыва і энергіі ад крыніцы (папярэдняга звяна) да спажыўца (наступнага звяна). Пры гэтым адзін арганізм можа з’ядаць іншы, карміцца яго адмерлымі рэшткамі ці прадуктамі жыццядзейнасці.

Кожны арганізм у ланцугу харчавання належыць да пэўнага трафічнага ўзроўню. **Трафічны ўзровень** — гэта сукупнасць арганізмаў, якія ў залежнасці ад спосабу іх харчавання і віду корму складаюць пэўнае звяно харчовага ланцуга.

Трафічныя ўзроўні прынята нумараваць рымскімі лічбамі. Першы трафічны ўзровень складаюць аўтатрофныя арганізмы — расліны (прадцэнты), да другога трафічнага ўзроўню належаць раслінаедныя жывёлы (кансументы I парадку), да трэцяга і наступных узроўняў — драпежныя жывёлы (кансументы II, III і г. д. парадкаў).

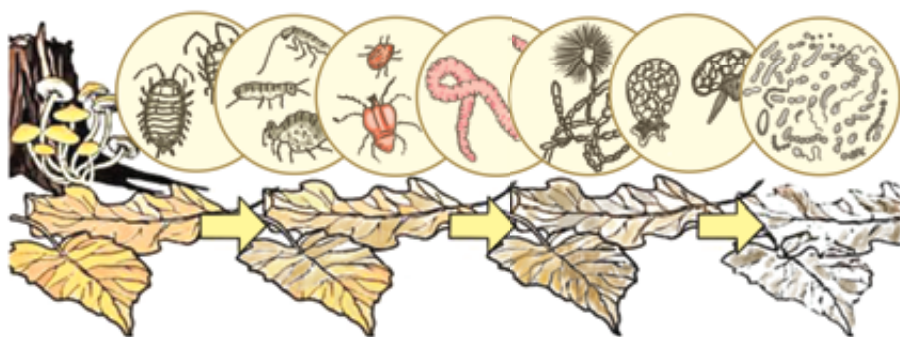
Пашавыя і дэтрытныя ланцугі. У залежнасці ад віду крыніцы рэчыва і энергіі ланцугі харчавання падзяляюць на два тыпы: пашавыя (ланцугі выядання) і дэтрытныя (ланцугі раскладання) (мал. 76, с. 204).

Пашавыя ланцугі (ланцугі выядання) — харчовыя ланцугі, якія пачынаюцца з прадцэнтаў і ўключаюць кансументаў розных парадкаў. У агульным выглядзе пашавы ланцуг можна паказаць наступнай схемай.



Напрыклад, *харчовы ланцуг лугу*: канюшына лугавая → матылёк → жаба → змяя; *харчовы ланцуг вадаёма*: хламідаманада → дафнія → пячкур → судак. Стрэлкі ў схеме паказваюць напрамак пераносу рэчыва і энергіі ў ланцугу харчавання.

► **Гэта цікава.** У прыродзе амаль усе арганізмы кормяцца не адным, а некалькімі відамі корму. Значыць, любы арганізм можа знаходзіцца на розных трафічных узроўнях у адным і тым жа харчовым ланцугу ў залежнасці ад характару корму. Напрыклад, ястраб, кормячыся мышамі, займае трэці трафічны ўзровень, а ядучы змей — чацвёрты. Акрамя таго, адзін і той жа арганізм можа быць звяном розных харчовых ланцугоў, звязваючы іх паміж сабой. Так, ястраб можа з’есці яшчарку, зайца ці змяю, якія ўваходзяць у склад розных ланцугоў харчавання.



Мал. 76. Ланцугі харчавання: пашавыя (уверсе) і дэтрытныя (унізе)

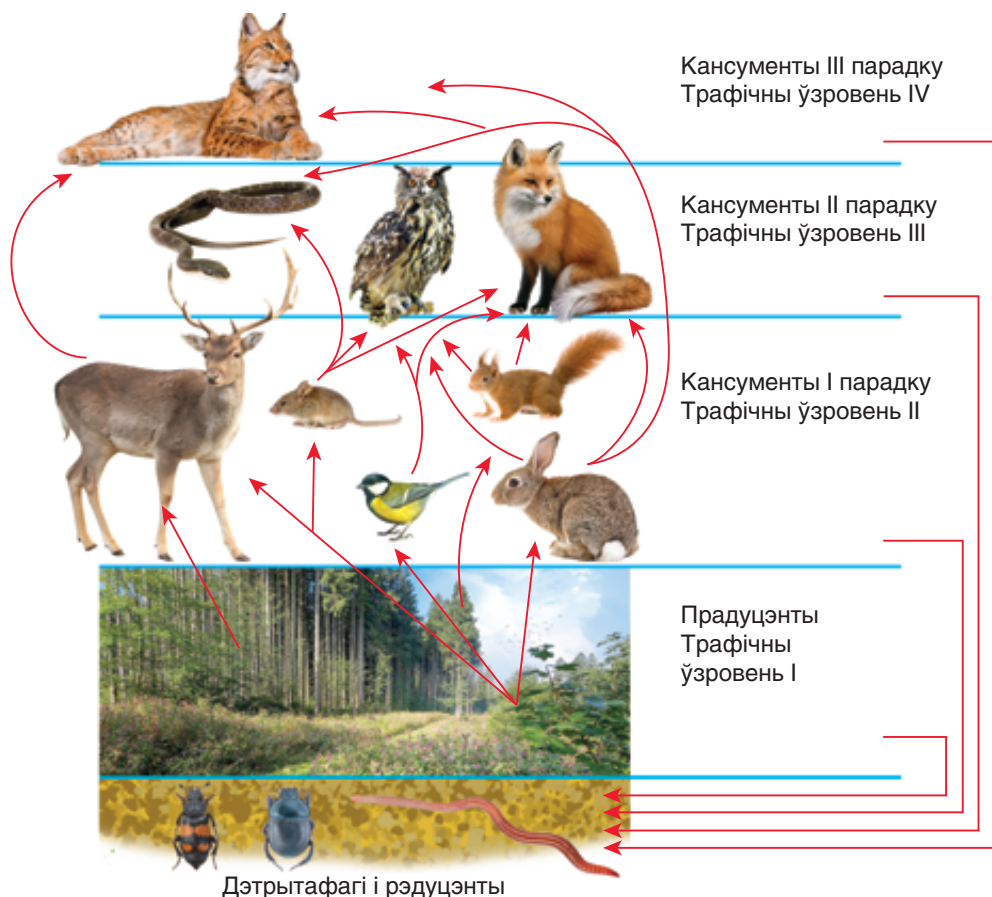
Дэтрытныя ланцугі (ланцугі раскладання) — харчовыя ланцугі, якія пачынаюцца з адмерлых арганічных рэшткаў (дэтрыту), уключаюць дэтрытафагаў і рэдуцэнтаў і заканчваюцца ўтварэннем мінеральных рэчываў. У дэтрытных ланцугах адбываецца перанос рэчыва і энергіі дэтрыту паміж дэтрытафагамі і рэдуцэнтамі праз прадукты іх жыццядзейнасці.

Напрыклад: апалае лісце → дажджавыя чэрві і дробныя членістаногія → грыбы → гетэратрофныя пратысты → глебавыя бактэрыі, што ўтвараюць мінеральныя рэчывы. Калі дэтрыт не патрабуе механічнага разбурэння, то ён адразу ператвараецца ў перагной (гумус) з наступнай

мінералізацыяй. Дзякуючы дэтрытным ланцугам у прыродзе замыкаецца кругаварот рэчываў. Адмерлае арганічнае рэчыва ў дэтрытных ланцугах ператвараецца ў мінеральныя рэчывы, якія паступаюць у асяроддзе, а з яго паглынаюцца раслінамі (прадуцэнтамі). Пашавыя ланцугі пераважна размяшчаюцца ў надземных, а ланцугі раскладання — у падземных ярусах экасістэм.

Сеткі харчавання. У прыродзе пашавыя ланцугі ў чыстым выглядзе не сустракаюцца. Яны звязаны паміж сабой і з дэтрытнымі ланцугамі агульнымі харчовымі звёнамі і ўтвараюць *харчовую сетку*, або *сетку харчавання* (мал. 77).

Узаемасувязь пашавых ланцугоў з дэтрытнымі ажыццяўляецца праз дэтрыт, які ўтвараецца ў выніку адмірання прадукцэнтаў і кансументаў.



Мал. 77. Спрошчаная схема сеткі харчавання ў лясной экасістэме



Дэтрытафагі і рэдуцэнты пасля адмірання таксама папаўняюць запас дэтрыту ў экасістэме. У дэтрытных ланцугах адбываецца раскладанне дэтрыту да мінеральных рэчываў, што дастаюцца з глебы прадукцэнтамі. Такім чынам, дэтрытныя ланцугі звязаны з пашавымі праз мінеральныя рэчывы. Акрамя таго, кансументы пашавых ланцугоў могуць з’ядаць дэтрытафагаў (напрыклад, птушкі дажджавых чарвей) і буйных рэдуцэнтаў, за кошт чаго паміж пашавымі і дэтрытнымі ланцугамі ўзнікаюць дадатковыя сувязі. Дзякуючы ўзаемасувязі пашавых і дэтрытных ланцугоў у экасістэме фарміруецца складаная харчовая сетка, якая забяспечвае пастаянства працэсаў ператварэння рэчыва і энергіі.

Наяўнасць у экасістэме харчовай сеткі спрыяе выжыванню арганізмаў пры недахопе пэўнага віду корму дзякуючы магчымасці выкарыстоўваць іншы корм. І чым шырэйшая відавая разнастайнасць асобін у экасістэме, тым больш харчовых ланцугоў у складзе харчовай сеткі і тым устойлівей экасістэма. Выпадзенне аднаго звяна з ланцуга харчавання не парушыць усёй экасістэмы, бо могуць быць выкарыстаны крыніцы харчавання з іншых харчовых ланцугоў.

■ **Паўторым галоўнае.** У экасістэме прадукцэнты, кансументы і рэдуцэнты звязаны трафічнымі сувязямі і ўтвараюць ланцугі харчавання. Сукупнасць арганізмаў, якія складаюць пэўнае звяно харчовага ланцуга, называецца трафічным узроўнем. Трафічныя ўзроўні прынята нумараваць рымскімі лічбамі. Адрозніваюць два тыпы ланцугоў харчавання: пашавыя і дэтрытныя. У прыроднай экасістэме ланцугі харчавання звязаны паміж сабой агульнымі харчовымі звёнамі і ўтвараюць адзіную харчовую сетку, або сетку харчавання экасістэмы.

? Праверым веды



Ключавыя пытанні. 1. Чым адрозніваюцца пашавыя ланцугі ад дэтрытных? 2. Што такое трафічны ўзровень? Чаму адзін і той жа арганізм можа залічвацца да розных трафічных узроўняў у розных ланцугах харчавання? 3. Дзякуючы чаму пашавыя і дэтрытныя ланцугі ў экасістэме ўтвараюць сетку харчавання? Якая яе роля ва ўстойлівасці экасістэмы?

Складаныя пытанні. 1. Складзіце пашавы ланцуг харчавання, выбраўшы патрэбныя звёны з наступных кампанентаў: асіна, дзяцел, бяроза, сініца, бусел, вусень бярозавага пядзеніка, каршун. 2. Складзіце дэтрытны ланцуг харчавання, выбраўшы патрэбныя звёны з наступных кампанентаў: змяя; птушка, якая загінула; глебавыя бактэрыі; лічынкі мух; травяная жаба; плесневыя грыбы; мінеральныя рэчывы. 3. Пабудуйце харчовую сетку бярозавага гаю. Сетка павінна складацца з чатырох трафічных узроўняў, кожны з якіх павінен змяшчаць не менш за тры кампаненты.

§ 46. Экалагічныя піраміды. Правіла Ліндэмана

- **Успомніце**, якія тыпы ланцугоў харчавання існуюць у экасістэме і чым яны адрозніваюцца.
- **Як вы думаеце?** Чаму пашавыя ланцугі харчавання не бываюць доўгімі?
- **Вы даведаецеся** пра заканамернасці ператварэння рэчыва і энергіі ў пашавых ланцугах (правіла Ліндэмана), пра тыпы экалагічных пірамід.

Правіла Ліндэмана. Як вы ўжо ведаеце з папярэдняга параграфу, рэчывы ў экасістэме выкарыстоўваюцца шматразова, ператвараючыся па прынцыпе кругавароту. Гэта адбываецца дзякуючы ўзаемасувязі пашавых і дэтрытных ланцугоў харчавання. Прычым у кругавароце рэчываў галоўную ролю адыгрываюць жывыя арганізмы. Ён пачынаецца з паступлення хімічных элементаў з глебы (вада і мінеральныя солі) і атмасферы (вуглякіслы газ) у жывыя арганізмы — прадукцэнты. Прадукцэнты сінтэзуюць арганічныя рэчывы, частка якіх перадаецца далей па харчовым ланцугу кансументам. Пэўная колькасць арганічных рэчываў прадукцэнтаў і кансументаў вяртаецца ў глебу з адмерлымі рэшткамі, экскрэментамі (дэтрыт). У выніку дзейнасці рэдукцэнтаў яны ператвараюцца ў мінеральныя рэчывы, атамы якіх зноў уключаюцца прадукцэнтамі ў кругаварот. Але зусім замкнутым кругаварот рэчываў быць не можа. Атамы некаторых хімічных элементаў могуць на працяглы час выводзіцца з кругавароту, запасаючыся ў літасферы ў складзе вапняку (мелу), каменнага вугалю, прыроднага газу, нафты, торфу, руд розных металаў.

Ператварэнне энергіі ў ланцугах харчавання экасістэмы ідзе некалькі інакш, чым ператварэнне рэчываў. Струмень сонечнай энергіі, які паступіў у экасістэму, пасля ўключэння ў арганічнае рэчыва як бы падзяляецца на два рэчышчы — пашавае і дэтрытнае. У кожным з іх энергія, што вызваляецца, расходуюцца на падтрыманне жыццядзейнасці арганізмаў: размнажэнне, рух, падтрыманне тэмпературы цела, транспарт рэчываў праз клетачныя мембраны. Суадносіны колькасці энергіі, якая праходзіць праз пашавыя і дэтрытныя ланцугі, у розных тыпах экасістэм розныя. Страта энергіі ў харчовых ланцугах можа быць папоўнена толькі за кошт паступлення новых порцый сонечнай энергіі ці гатовага арганічнага рэчыва (энергія корму). Таму ў экасістэме не можа быць кругавароту энергіі, аналагічнага кругавароту рэчываў. Экасістэма функцыянуе толькі за кошт накіраванага патоку энергіі.



Працэнт засваяльнасці рэчыва і энергіі ў розных ланцугах харчавання вар'іруецца і залежыць ад складу корму і біялагічных асаблівасцей арганізмаў. Аднак шматлікія даследаванні паказалі, што ў пашавых ланцугах пераход энергіі і рэчыва ад аднаго трафічнага ўзроўню да іншага складае ў сярэднім 10 %. У адных ланцугах харчавання ён можа быць некалькі вышэйшым, а ў іншых — крыху ніжэйшым. Амерыканскі экалаг Р. Ліндэман у 1942 г. сфармуляваў гэту заканамернасць як **правіла 10 %** (яго часта называюць правілам Ліндэмана). Выкарыстоўваючы гэта правіла, можна разлічыць прыкладную колькасць энергіі на любым трафічным узроўні ланцуга харчавання, калі яе паказчык вядомы на адным з іх. З некаторай ступенню дапушчэння гэта правіла выкарыстоўваюць і для вызначэння пераходу рэчыва паміж трафічнымі ўзроўнямі. Каб атрымаць больш пэўныя даныя, трэба ўлічваць асаблівасці корму, які спажываецца, і эфектыўнасць яго засваення ў канкрэтным пашавым ланцугу харчавання.

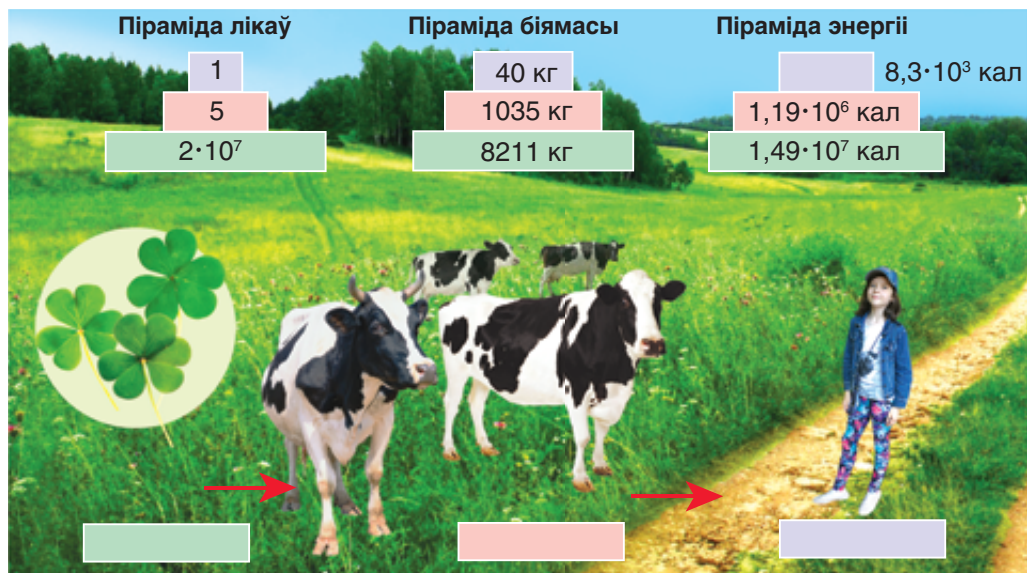
Правіла Ліндэмана не ўжываецца для этапаў пашавых ланцугоў, якія ўключаюць паразітаў. Паколькі паразіты выкарыстоўваюць гатовыя пажыўныя рэчывы гаспадара, то эфектыўнасць іх засваення нашмат вышэйшая, чым пры спажыванні арганічнага рэчыва корму іншымі арганізмамі. Паразітам не трэба затрачваць энергію на працэсы ператраўлівання, бо гэту функцыю выконвае гаспадар. Атрымліваючы пажыўныя рэчывы ад гаспадара, паразіт іх практычна цалкам засвойвае, таму ён не губляе частку энергіі ў складзе неператраўленых рэшткаў (экскрэментаў). З гэтага вынікае, што ў харчовых ланцугах, якія ўключаюць паразітаў, не будзе выконвацца правіла Ліндэмана, а значыць, і балансавая роўнасць.

Экалагічныя піраміды. Калі на кожным трафічным узроўні харчовага ланцуга вызначыць колькасць асобін, або іх біямасу (колькасць назапашанага арганічнага рэчыва), або колькасць наяўнай у ёй энергіі, то стане відавочным памяншэнне гэтых велічынь па меры прасоўвання да канца ланцуга харчавання. Гэту заканамернасць упершыню ўстанавіў англійскі экалаг Ч. Элтан у 1927 г. Ён назваў яе **правілам экалагічнай піраміды** і прапанаваў выяўляць графічна. Калі любую з вышэйназваных характарыстык трафічных узроўняў намаляваць у выглядзе прамавугольнікаў з аднолькавым маштабам і размясціць іх адзін над адным у адпаведнасці з парадкам трафічных узроўняў у ланцугу харчавання, то атрымаецца экалагічная піраміда.



Вядомыя тры тыпы экалагічных пірамід. **Піраміда лікаў** адлюстроўвае колькасць асобін у кожным звяне харчовага ланцуга (мал. 78).

Аднак у экасістэме другі трафічны ўзровень (кансументы I парадку) колькасна можа быць багацейшым за першы трафічны ўзровень



Мал. 78. Экалагічныя піраміды

(прадукцэнтаў). У гэтым выпадку атрымліваецца піраміда лікаў няправільнай формы. Гэта тлумачыцца ўдзелам у такіх пірамідах асобін, не раўнацэнных па памерах. Прыкладам можа служыць піраміда лікаў, якая складаецца з ліставых дрэў, лістагрызучых насякомых, дробных насякомаедных і буйных драпежных птушак.



Піраміда біямасы адлюстроўвае колькасць арганічнага рэчыва, назапашанага на кожным трафічным узроўні харчовага ланцуга. Піраміда біямасы ў наземных экасістэмах мае правільную форму (гл. мал. 78). А ў водных экасістэмах біямаса другога трафічнага ўзроўню, як правіла, большая за біямасу першага пры вызначэнні яе ў канкрэтны момант. Таму піраміда біямасы для водных экасістэм мае няправільную форму. Але паколькі водныя прадукцэнты (фітапланктон) маюць высокую хуткасць утварэння прадукцыі, то ў канчатковым выніку іх сумарная біямаса за сезон ці за год усё роўна будзе большая за біямасу кансументаў I парадку. А гэта значыць, што ў водных экасістэмах па біямасе таксама выконваецца правіла экалагічнай піраміды.

Піраміда энергіі адлюстроўвае колькасць энергіі, якая змяшчаецца ў арганічным рэчыве кожнага трафічнага ўзроўню ланцуга харчавання. Яе форма сведчыць пра заканамернае расходаванне энергіі пры пераходзе ад аднаго трафічнага ўзроўню да іншага (гл. мал. 78).

Такім чынам, запас рэчыва і энергіі, назапашаны раслінамі ў пашавых харчовых ланцугах, хутка расходуюцца (выядаюцца), таму гэтыя ланцугі не могуць быць доўгімі. Звычайна яны ўключаюць ад трох да пяці трафічных узроўняў.

■ **Паўторым галоўнае.** У пашавых ланцугах харчавання пераход энергіі і біямасы ад аднаго трафічнага ўзроўню да іншага падпарадкоўваецца правілу 10 %, або правілу Ліндэмана. Графічнае выяўленне дадзенай заканамернасці атрымала назву правіла экалагічнай піраміды. Для шэрага пашавых ланцугоў харчавання можна пабудаваць тры тыпы экалагічных пірамід: лікаў, біямасы і энергіі.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Сфармулюйце правіла Ліндэмана. У чым сутнасць правіла экалагічнай піраміды? Якія бываюць тыпы экалагічных пірамід? У чым іх асаблівасці? 2. Растлумачце, чаму ў экасістэме нельга выкарыстоўваць правіла Ліндэмана для этапу пашавых ланцугоў, што ўключаюць паразітаў.



Складаныя пытанні. 1. У пашавым ланцугу лесу біямаса прадукцэнтаў змяшчае $6,2 \cdot 10^4$ кДж энергіі, біямаса кансументаў другога парадку — $2,2 \cdot 10^2$ кДж энергіі. Пабудуйце экалагічную піраміду і разлічыце, на адстрэл якой колькасці казуль (кансументаў I парадку) можна выдаць ліцэнзію, каб выконвалася правіла Ліндэмана, калі ў біямасе адной казулі захоўваецца 200 кДж энергіі. 2. Растлумачце, чаму ў водных экасістэмах экалагічная піраміда біямасы мае няправільную форму ў канкрэтны момант, але правільную форму пры ацэнцы біямасы за сезон або за год.

§ 47. Біямаса і прадукцыйнасць экасістэм

- **Успомніце**, якія заканамернасці ператварэння рэчываў і энергіі назіраюцца ў пашавых ланцугах харчавання.
- **Як вы думаеце?** Як размяркоўваецца ў экасістэме раслінная біямаса прадукцэнтаў, што ўтвараецца ў выніку фотасінтэзу? На якія мэты расходуюцца корм, што спажываецца кансументамі?
- **Вы даведаецеся** пра значэнне паняццяў «біямаса» і «прадукцыя», якія віды прадукцыі ўтвараюцца ў экасістэме і як яны размяркоўваюцца ў пашавых ланцугах харчавання.

Паняцце пра біямасу і прадукцыю экасістэмы. Дзякуючы магчымасці шматразовага выкарыстання рэчыва і пастаяннаму прытоку энергіі экасістэмы здольны працягла падтрымліваць стабільнае існаванне. Прадукцэнты, кансументы і рэдуцэнты, якія насяляюць экасістэмы, пры гэтым увесь час забяспечваюць аднаўленне і запаханне сваёй біямасы, нягледзячы на тое што запас рэчываў у біясферы абмежаваны і не папаўняецца.

Агульная колькасць біямасы ўсіх жывых арганізмаў, што назапасілася ў дадзенай экасістэме за ўвесь папярэдні перыяд яе існавання, называецца **біямасай экасістэмы**. Яна выражаецца ў адзінках сырой масы або масы сухога арганічнага рэчыва на адзінку плошчы: у г/м^2 , кг/м^2 , кг/га , т/км^2 (наземныя экасістэмы) — або на адзінку аб'ёму (водныя экасістэмы).

Працэс аднаўлення біямасы раслін, жывёл і мікраарганізмаў, якія ўваходзяць у склад той ці іншай экасістэмы, называецца **біялагічнай прадукцыйнасцю**. Звычайна яна выяўляецца праз колькасць прадукцыі, што ўтвараецца ў экасістэме на дадзеным этапе.

Прадукцыя экасістэмы — колькасць біямасы, якая зноў адноўлена ў экасістэме за адзінку часу (звычайна за год) на дадзеным этапе яе існавання.

Экасістэмы моцна адрозніваюцца па колькасці прадукцыі. Па зніжэнні біялагічнай прадукцыйнасці іх можна размясціць у наступнай паслядоўнасці: трапічны лес → субтрапічны лес → лес у зоне ўмеранага клімату → стэп → акіян → пустыня. Прадукцыя, якая ўтвараецца, можа па-рознаму расходвацца ў розных экасістэмах. Калі хуткасць яе спажывання адстае ад хуткасці ўтварэння, то гэта вядзе да прыросту біямасы экасістэмы і назапашвання ў ёй лішку дэтрыту. У выніку будзе назірацца ўтварэнне торфу на балотах, зарастанне дробных вадаёмаў, стварэнне запаса падсцілкі ў таежных лясах. У стабільных экасістэмах практычна



Мал. 79. Суадносіны біямасы і прадукцыі ў розных экасістэмах

ўся прадукцыя, якая ўтвараецца, траціцца ў сетках харчавання. У выніку біямаса экасістэмы застаецца практычна пастаяннай.

Біямаса экасістэмы і яе прадукцыя могуць дастаткова моцна адрознівацца (мал. 79). Напрыклад, у густым лесе агульная біямаса арганізмаў вельмі вялікая ў параўнанні з яе гадавым прыростам — прадукцыяй. Тады як у сажалцы невялікая назапашаная біямаса фітапланктону мае высокую хуткасць аднаўлення — утварэння прадукцыі за кошт хуткага размнажэння.

Першасная і другасная прадукцыі. У залежнасці ад таго, якія рэчывы і энергія выкарыстоўваюцца для аднаўлення біямасы ў экасістэме, адрозніваюць першасную і другасную прадукцыйнасць. Адпаведна прадукцыя, якая ўтвараецца пры гэтым, называецца першаснай ці другаснай.

Першасная прадукцыя — біямаса, створаная аўтатрофнымі арганізмамі (прадуцэнтамі) з мінеральных рэчываў у працэсе фотасінтэзу. Асноўную колькасць арганічных рэчываў, якія ўзнікаюць такім шляхам, ствараюць зялёныя расліны. Эфектыўнасць ператварэння паглынаемай імі сонечнай энергіі ў энергію хімічных сувязей арганічных рэчываў складае ў сярэднім 1 %. Гэта заканамернасць атрымала назву

правіла 1 %. Першасная прадукцыя з’яўляецца вельмі важнай характарыстыкай экасістэмы. Менавіта назапашаная ў ёй энергія дазваляе існаваць усім гетэратрофным арганізмам (кансументам і рэдуцэнтам) і ствараць сваю прадукцыю.

Другасная прадукцыя — біямаса, створаная гетэратрофнымі арганізмамі (кансументамі і рэдуцэнтамі) за кошт энергіі арганічнага рэчыва, назапашанай прадукцэнтамі ў працэсе фотасінтэзу.

Як першасная, так і другасная прадукцыі выкарыстоўваюцца ў якасці крыніцы энергіі на трафічных узроўнях у пашавых ланцугах, з’яўляючыся кормам для арганізмаў — харчовых звёнаў гэтых ланцугоў. На што арганізмы расходуюць энергію спажываемага корму (К)? Перш за ўсё, большая частка энергіі корму траціцца арганізмамі на працэсы жыццядзейнасці або на дыханне (Д), бо вызваляецца яна ў выніку акіслення з удзелам кіслароду. Частка яе ідзе на прырост біямасы (П), гэта значыць на рост арганізмаў. А некаторая колькасць энергіі не засвойваецца арганізмам і ў складзе неператраўленых рэшткаў корму — экскрэментаў (Э) — выдаляецца з арганізма ў навакольнае асяроддзе.

Успомніце правіла Ліндэмана, паводле якога ў пашавым ланцугу на кожны наступны ўзровень перадаецца прыкладна 10 % энергіі. Згодна з вышэйсказаным, на наступны трафічны ўзровень не можа перадавацца энергія, якая затрачваецца на дыханне і губляецца ў складзе экскрэментаў. Гэта і будзе ў сукупнасці складаць прыкладна 90 %. І толькі 10 % энергіі, што захоўваецца ў біямасе арганізмаў, можа быць даступна для наступнага трафічнага ўзроўню. З гэтага вынікае, што пашавыя ланцугі не могуць быць доўгія, звычайна яны ўключаюць 3—5 звёнаў.

Пры размеркаванні першаснай і другаснай прадукцыі на трафічных узроўнях экасістэмы выконваецца балансавая роўнасць. Гэта значыць, што на кожным трафічным узроўні сума ўсіх відаў энергіі, што расходуюцца, роўная колькасці энергіі, якая паступіла з папярэдняга ўзроўню ў складзе корму. Балансавую роўнасць можна выявіць умоўным ураўненнем: $K = P + D + E$.

Выкарыстоўваючы правіла Ліндэмана і дадзенае ўраўненне для рашэння экалагічных задач, можна разлічыць прыкладную колькасць энергіі на трафічных узроўнях, калі вядома яе колькасць на першым трафічным узроўні харчовага ланцуга. І наадварот, ведаючы ўтрыманне энергіі на апошнім трафічным узроўні, можна вызначыць, колькі энергіі паступіла ў харчовы ланцуг на першым трафічным узроўні.





■ **Паўторам галоўнае.** У экасістэме ажыццяўляецца бесперапынны кругаварот рэчываў і накіраваны патак энергіі. Таму ў ёй адбываецца аднаўленне і запашанне біямасы. Агульная колькасць біямасы ўсіх арганізмаў, назапашанай у экасістэме за ўвесь перыяд яе існавання, называецца біямасай экасістэмы. Працэс аднаўлення біямасы арганізмаў, якія ўваходзяць у экасістэму, называецца біялагічнай прадукцыйнасцю. Яна выяўляецца колькасцю прадукцыі — біямасай, зноў адноўленай у экасістэме за адзінку часу на дадзеным этапе яе існавання. Адрозніваюць першасную, створаную прадукцэнтамі, і другасную, створаную кансументамі і рэдукцэнтамі, прадукцыі. Яны выкарыстоўваюцца ў ланцугах харчавання ў якасці корму. Энергія корму расходуюцца арганізмамі на працэсы жыццядзейнасці, прырост біямасы і экскрэменты. На трафічных узроўнях пашавых ланцугоў выконваецца балансавая роўнасць паміж энергіяй, якая паступіла, і энергіяй, якая расходуюцца.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняццяў «прадукцыя» і «біямаса» экасістэмы. 2. Якая прадукцыя называецца першаснай, а якая — другаснай? Чаму? 3. Што азначае выраз «на трафічных узроўнях выконваецца балансавая роўнасць»?



Складаныя пытанні. 1. Першасная прадукцыя ў шыракалістым лесе запасіць да $12 \cdot 10^6$ кДж энергіі на 1 га ў год. У 1 кг біямасы прадукцэнтаў і кансументаў змяшчаецца 480 кДж энергіі. Плошча лесу роўна 1000 га, траты на дыханне ў прадукцэнтаў складаюць 40 %. Колькі асобін кансументаў другога парадку зможа пракарміцца за кошт гэтай прадукцыі, калі маса спажываемага корму на адну асобіну складае ў сярэднім 250 кг? Пераход энергіі ў мэтах харчавання падпарадкоўваецца правілу Ліндэмана. 2. Пералічаныя ў дужках экасістэмы (сажалка, лес, луг) размясціце ў паслядоўнасці павелічэння паказчыка адносінаў прадукцыі да біямасы. Растлумачце прычыну адрозненняў дадзенага паказчыка ў гэтых экасістэмах. Як змяненне суадносінаў прадукцыі і біямасы ў экасістэме можа паўплываць на яе стан?

§ 48. Дынаміка экасістэм. Паняцце экалагічнай сукцэсіі

- **Успомніце,** якія сезонныя змяненні адбываюцца ў жыцці раслін і жывёл, што насяляюць прыродныя экасістэмы.
- **Як вы думаеце?** Чаму адны экасістэмы доўга захоўваюць сваё зыходнае існаванне, а іншыя змяняюцца новымі экасістэмамі?
- **Вы даведаецеся** пра сезонную дынаміку экасістэм, пра паслядоўную і заканамерную змену экасістэм — сукцэсіі — пры аднакіраваным змяненні ўмоў асяроддзя.

Любая экасістэма дастаткова зменлівая, нягледзячы на адносную стабільнасць яе структуры. Змяненне стану экасістэмы ў адказ на змяненне ўмоў асяроддзя называецца *дынамікай экасістэмы*. Тып дынамікі залежыць ад характару змянення экалагічных фактараў асяроддзя. Пад іх уплывам адбываецца змяненне ўласцівасцей і структуры папуляцый, іх складу і ўзаемаадносін. Змяненне фактараў асяроддзя можа насіць цыклічны ці аднанакіраваны характар. З прычыны гэтага могуць узнікаць перыядычныя ці паступальныя змяненні экасістэмы.

Сезонная дынаміка экасістэм — перыядычныя змяненні экасістэм, звязаныя са зменай пор года. Вы ўжо ведаеце, што змена пор года адбываецца з прычыны вярчэння Зямлі вакол Сонца. Пры гэтым важную ролю адыгрывае размяшчэнне зямной восі пад вуглом да плоскасці арбіты. У залежнасці ад становішча Зямлі адносна Сонца ў экасістэму паступае розная колькасць сонечнага святла, цяпла, вільгаці. Найбольш рэзкія змяненні гэтых фактараў пры змене пор года назіраюцца ва ўмераных і высокіх шыроты. Менавіта ў напрамку ад экватара да полюсаў адзначаецца ўзмацненне выяўленасці сезоннай дынамікі экасістэм.

У раслінным згуртаванні ці ў асобных відаў на працягу года выразна прасочваецца чаргаванне пэўных перыядаў. Пасля зімовага спакою настае актыўная вегетацыя, цвіццё, плоданашэнне, затым лістапад і падрыхтоўка да зімы.

У жывёльным свеце размнажэнне асобін звязана з наяўнасцю кармавой базы для патомства, якая залежыць ад пары года. Напрыклад, крыжадзюбы выводзяць птушанят у лютаўскія маразы, калі раскрываюцца яловыя шышкі і маецца багата насення. Гракі выкормліваюць сваіх птушанят дажджавымі чарвямі ранняй вясной, калі іх лёгка здабываць на ўзараным полі.

Сезонныя змяненні забяспечваюцца выжываннем відаў на працягу года, калі кліматычныя ўмовы змяняюцца ў шырокіх межах. Напрыклад, пры надыходзе неспрыяльнага перыяду адбываюцца міграцыі і качаванні ў птушак. Некаторыя млекакормячыя ўпадаюць у спячку, у паўзуноў і земнаводных настае здранцвенне, у пратыстаў утвараюцца цысты. У выніку сезонных змяненняў назіраецца змяненне не толькі якасных, але і колькасных характарыстык экасістэмы. Некаторыя віды практычна цалкам выключаюцца з жыцця згуртавання ў пэўныя перыяды (спячка, здранцвенне, міграцыі). Да сезоннай зменлівасці схільныя і ярусы. Некаторыя ярусы могуць цалкам знікаць у пэўны сезон: напры-

клад, расліны-адналетнікі зімой. Усе вышэйпералічаныя змяненні носяць перыядычны характар. Яны не змяняюць саму сутнасць экасістэмы, таму і не прыводзяць да яе змены. Напрыклад, летні лес моцна адрозніваецца ад зімовага, як якасна, так і колькасна. Але ён па-ранейшаму застаецца лесам, а не становіцца, напрыклад, лугам.

Паняцце экалагічнай сукцэсіі. Паступальныя змяненні экасістэмы адбываюцца з прычыны аднакіраванага змянення ўмоў асяроддзя. Прычынай змянення ўмоў асяроддзя ў экасістэме могуць быць як знешнія (змяненне клімату), так і ўнутраныя (жыццядзейнасць папуляцый) фактары. У выніку накіраванага змянення абіятычных і біятычных фактараў асяроддзя наяўныя ў экасістэме папуляцыі пачынаюць выміраць, бо новыя ўмовы становяцца непрыдатнымі для іх існавання. Сіла ўздзеяння экалагічных фактараў выходзіць за межы трываласці папуляцый, што існуюць. Замест іх засяляюцца новыя папуляцыі, для якіх гэтыя ўмовы спрыяльныя. Гэта прыводзіць да змены аднаго біяцэнозу іншым з новым наборам відаў. У выніку адбываецца змена ўсёй экасістэмы. Новая экасістэма змяніцца наступнай экасістэмай па той жа прычыне. І так будзе працягвацца датуль, пакуль не стабілізуецца ўмовы асяроддзя. Гэта прывядзе да фарміравання канчатковай раўнаважнай экасістэмы, і сукцэсія завершыцца.

Сукцэсія (ад лац. *successio* — пераемнасць, паслядоўнасць) — заканамерная, паслядоўная змена адных экасістэм іншымі на пэўнай тэрыторыі пад уплывам накіраванага змянення прыродных фактараў або дзейнасці чалавека.

Ланцуг экасістэм, што змяняюць адна адну, называецца сукцэсійным шэрагам ці серыяй, а самі экасістэмы — *серыяльнымі стадыямі*. Экасістэма, у якой дасягаецца раўнаважны стан згуртавання і навакольнага асяроддзя, называецца *клімаксавай стадыяй* ці *клімаксам* (ад грэч. *klimax* — лесвіца). Тыповымі клімаксавымі экасістэмамі з'яўляюцца тундра, тайга, кавыльны стэп. Тэарэтычна клімаксавая экасістэма здольная падтрымліваць сябе неабмежавана доўга. У адрозненне ад серыяльных стадый гадавая прадукцыя клімаксавай экасістэмы ўраўнаважвае яе гадавое спажыванне.

У залежнасці ад першапачатковага стану субстрату вылучаюць два асноўныя тыпы сукцэсій — першасныя і другасныя.

Першасныя сукцэсіі пачынаюцца на месцы, якое раней было пазбаўлена жыцця і не мела глебавага покрыва. Напрыклад, на застылай лаве пасля вывяржэння вулканаў, на марскіх астравах пасля землетрасенняў, на пячаных дзюнах, на голых скалах, наносах рэк.

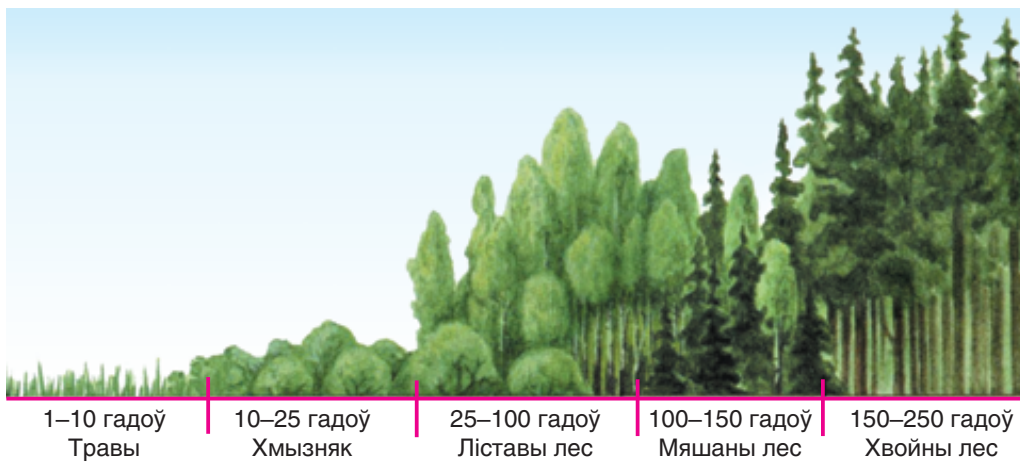
Першапачаткова на такіх месцах пасяляюцца цыянабактэрыі, лішайнікі і імхі. Яны фарміруюць так званае «піянернае згуртаванне», якое сваёй жыццядзейнасцю ўплывае на неарганічны субстрат і забяспечвае пачатковы этап глебаўтварэння.

Пры першасных сукцэсіях серыяльныя стадыі змяняюць адна адну на працягу значнага прамежку часу. Дасягненне клімаксавай стадыі займае працяглы перыяд (стагоддзі і тысячагоддзі). Пры гэтым пачатковыя стадыі маюць значна большую працягласць за канчатковыя.

Першасная сукцэсія на пясчаных дзюнах мае адметныя асаблівасці праходжання ў сувязі з рухомасцю субстрату і яго няздольнасцю ўтрымліваць вільгаць. На голых зыбкіх пясках першымі пасяляюцца некаторыя шматгадовыя злакі (напрыклад, пырнік паўзучы, асот пясчаны) і іншыя засухаўстойлівыя расліны-пескалюбы. Яны здольныя жыць ва ўмовах засухі, а таксама сваёй развітой каранёвай сістэмай ці разгалінаваным карэнішчам умацоўваць паверхню дзюны і ўзбагачаць пясок арганічнымі рэчывамі. Разам з раслінамі засяляюцца норныя павукі, конікі, рыючыя восы. Потым з'яўляецца разнатраўе: палын, букашнік, куравай, ястрабок, кмен, дуброўка. Ствараецца арганічнае рэчыва, якое ўзбагачае субстрат, паступова фарміруецца глеба. Услед за травой з'яўляюцца хмызнякі (вербалоз, алешнік), затым сасна, якая яшчэ больш замацоўвае пяскі, а пасля гэтага ліставыя пароды дрэў. Багацейшым становіцца жывёльны свет. Новыя месцы засяляюць мурашкі, кабылкі, жукі, дажджавыя чэрві, малюскі, грызуны і іншыя насельнікі ліставога лесу. Такім чынам, галоўная роля ў гэтай сукцэсіі належыць раслінам. Яны выклікаюць утварэнне і змяненне глебы, што служыць асновай для змены відавочнага складу экасістэмы.

Другасныя сукцэсіі пачынаюцца на месцы разбуранай экасістэмы. Прыкладам можа служыць зарастанне закінутага поля, лясной высечкі, вадаёма, які з'яўляецца забруджаным ці высыхае. Другаснай сукцэсіяй з'яўляецца таксама аднаўленне лугоў і лясоў пасля пажару, засухі, паводкі, эрозіі. У сучасных умовах другасныя сукцэсіі назіраюцца паўсюдна.

Змена серыяльных стадый і дасягненне клімаксу ў гэтым выпадку адбываецца значна хутчэй (дзясяткі і сотні гадоў), чым пры першасных сукцэсіях. У разбураных экасістэмах, у адрозненне ад месцаў, пазбаўленых жыцця, захоўваецца глеба, насенне раслін, некаторая колькасць жывых насельнікаў. Дзякуючы гэтаму пачатковыя стадыі другасных сукцэсій менш працяглыя, чым першасных.



Мал. 80. Схема другой сукцэсіі на месцы ляснага пажару ва ўмераным поясе

У якасці прыкладу разгледзім другую антрапагенную сукцэсію, што працякае на месцы ляснага пажару (мал. 80).

У першыя дзесяць гадоў на месцы пажарышча развіваецца густы травастой з пажарніцы наземнай, іван-чаю вузкалістага, мар'янніку дуброўнага і іншых відаў траў у залежнасці ад тыпу глеб. У наступныя 10—25 гадоў адбываецца зарастанне хмызняком. Першымі з дрэў з'яўляюцца бяроза і асіна. Іх насенне пераносіцца ветрам і, прарастаючы, лёгка дае параснік. На працягу 25—100 гадоў фарміруецца ліставы лес. З часам кроны дрэў змыкаюцца і для праросткаў ствараюцца неспрыяльныя ўмовы. Пад полагам бяроз і асін прарастае насенне яліны, і праз 100—150 гадоў фарміруецца мяшаны лес. Яліна, зацяняючы, паступова выцясняе бярозу і асіну. У выніку мяшаны лес праз 150—250 гадоў замяняецца яловым, які можа існаваць бясконца доўга. Яловы лес з'яўляецца клімаксавай стадыяй, таму што пад яго полагам можа ісці аднаўленне толькі яліны.

Сталая клімаксавая экасістэма валодае высокай устойлівасцю. Чым большая разнастайнасць відаў у экасістэме і складанейшыя трафічныя сувязі паміж імі, тым устойлівейшая экасістэма. Пры высокай відавай разнастайнасці кансументы маюць шырокую сетку харчовых рэсурсаў. У выпадку недахопу ці адсутнасці аднаго віду корму яны здольныя пераключыцца на іншую крыніцу харчання. Гэта дае магчымасць корму, якога не хапае, аднавіцца. Так устанаўліваецца дынамічная раўнавага паміж харчовымі рэсурсамі і іх спажывцамі ва ўмовах пастаянных змяненняў асяроддзя.

■ **Паўторым галоўнае.** Сезонная дынаміка — перыядычныя змяненні экасістэмы, звязаныя са зменай пор года. Сезонная дынаміка не прыводзіць да змены экасістэмы. Сукцэсія — заканамерная, паслядоўная змена адных экасістэм іншымі на пэўнай тэрыторыі пад уплывам прыродных фактараў і дзейнасці чалавека. Яна ўключае серыяльныя стадыі і стадыю клімаксу. Сукцэсіі бываюць першасныя і другасныя.

? Праварым веда

Ключавыя пытанні. 1. Чым сезонная дынаміка экасістэмы адрозніваецца ад сукцэсіі? 2. Дайце азначэнне сукцэсіі. Якія бываюць тыпы сукцэсій? У чым іх адрозненне? 3. Што такое клімаксавая стадыя сукцэсіі? Чым яна адрозніваецца ад серыяльнай стадыі? 4. Пакажыце, якія з пералічаных ніжэй сукцэсій з'яўляюцца першаснымі, а якія — другаснымі: аднаўленне лугу пасля пажару, ператварэнне вадаёму ў балота, з'яўленне лесу на месцы вулканічнай лавы, ператварэнне лесу ў пустыню, зарастанне пясчанай дзюны.

Складаныя пытанні. 1. Складзіце экалагічны прагноз працякання сукцэсіі на месцы палігона бытавых адходаў у вашай мясцовасці. Як вы лічыце, колькі гадоў спатрэбіцца для дасягнення клімаксавой стадыі і ад чаго залежыць хуткасць яе дасягнення? 2. Устаноўце паслядоўнасць працэсаў пры праходжанні першаснай сукцэсіі на голых скалах: 1) утварэнне глебы ў выніку эрозіі мацярынскай пароды і адмірання лішайнікаў; 2) фарміраванне драбналісцевага лесу; 3) прарастанне насення травяністых раслін; 4) развіццё маладых ялін пад полагам ліставых дрэў; 5) засяленне тэрыторыі імхамі і кусцістымі лішайнікамі; 6) утварэнне травяніста-хмызняковага згуртавання; 7) утварэнне верхняга яруса дарослымі ялінамі; 8) засяленне накіпнымі лішайнікамі і бактэрыямі. 3. Устаноўце паслядоўнасць працэсаў пры праходжанні другаснай сукцэсіі пасля высечкі яловага лесу, пашкоджанага жуком-тыпографам: 1) рост хмызнякоў з бярозавым і асінавым падростам; 2) фарміраванне яловага лесу; 3) развіццё ліставога лесу з яловым падростам; 4) зарастанне высечкі шматгадовымі святлолюбівымі травамі; 5) утварэнне мяшанага лесу.



§48-1
§48-2
§48-3
§48-4
§48-5
§48-6

§ 49. Аграэкасістэмы і іх асаблівасці. Разнастайнасці аграэкасістэм

- **Успомніце,** адкуль чалавек атрымлівае прадукцыю для свайго існавання.
- **Як вы думаеце?** Па якіх крытэрыях можна адрозніць штучную экасістэму ад прыроднай?
- **Вы даведаецеся** пра структуру аграэкасістэм, іх разнастайнасць і адрозненне ад прыродных экасістэм.

Паняцце аграэкасістэмы. Чалавек атрымлівае дастаткова шмат розных відаў прадукцыі ад прыродных экасістэм. Тым не менш асноўнай крыніцай сродкаў для задавальнення яго патрэбнасцей з’яўляецца *сельская гаспадарка*. Сельскагаспадарчая дзейнасць чалавека здольна змяняць прыродныя экасістэмы. Акрамя таго, чалавек мае магчымасць фарміраваць штучныя экасістэмы і падтрымліваць іх існаванне з мэтай атрымання сельскагаспадарчай прадукцыі. Гэтыя штучныя экасістэмы называюцца аграэкасістэмамі.

Аграэкасістэмы (ад грэч. *agrós* — поле) — штучныя экасістэмы, якія створаны і выкарыстоўваюцца чалавекам для атрымання сельскагаспадарчай прадукцыі ці адпачынку.

Аграэкасістэмы займаюць прыкладна 30 % свабоднай ад лёду сушы нашай планеты. З іх каля 10 % прыпадае на ворныя землі, амаль 20 % займаюць пашы. У Рэспубліцы Беларусь сельскагаспадарчая прадукцыя як тавар адыгрывае ў эканоміцы важную ролю. Па інфармацыі Белстата, у структуры зямельных рэсурсаў Беларусі на 1 студзеня 2018 г. сельскагаспадарчыя землі склалі 42,3 % тэрыторыі, лясы — 41 %, паверхневыя воды, уключаючы балоты, — 6,1 %, іншыя землі — 10,6 %. У цяперашні час у выніку гаспадарчай дзейнасці чалавека сфарміравалася вялікая разнастайнасць аграэкасістэм. Яны істотна адрозніваюцца па маштабах, структуры і складзе відаў арганізмаў у залежнасці ад мэт іх фарміравання. Асноўнымі тыпамі аграэкасістэм у Рэспубліцы Беларусь з’яўляюцца: ворныя палі, сенажаці і пашы, фруктовыя сады, агароды, цяпліцы, фермы, сажалкі, курортна-санаторныя зоны (мал. 81).

Індустрыялізацыя сельскай гаспадаркі мае не толькі плюсы, але і мінусы. Сучасныя аграэкасістэмы ўяўляюць экалагічную небяспеку для прыродных экасістэм. Хімічныя сродкі, якія ўжываюцца ў іх для барацьбы са шкоднікамі, — пестыцыды — з дапамогай вады, паветра па ланцугах харчавання пераносяцца ў прыродныя экасістэмы, забруджваючы іх. Такім чынам, трэба пашыраць выкарыстанне біялагічных метадаў барацьбы. Залішняе занясенне мінеральных і арганічных угнаенняў можа выклікаць забруджванне грунтавых вод і паверхневых вадаёмаў. Пустазелле і насякомыя-шкоднікі з аграэкасістэм здольныя мігрыраваць у прыродныя экасістэмы і адмоўна ўплываць на іх.

Для таго каб знізіць негатыўнае ўздзеянне аграэкасістэм на прыроднае асяроддзе, у Рэспубліцы Беларусь праводзіцца вялікая работа па стварэнні прадукцыйных, эканамічных і экалагічных агракомплексаў.



Цяпліца



Поле



Сад



Паша

Мал. 81. Аграэкасістэмы

► **Гэта цікава.** Інстытут агародніцтва НАН Беларусі распрацаваў комплекс машын па апрацоўцы агароднінних культур з ужываннем сучасных тэхналогій. Напрыклад, культыватар-апырсквальнік не толькі апрацоўвае міжрадзі агароднінних культур, але і ўносіць растваральныя пестыцыды і мінеральныя ўгнаенні. Яго можна выкарыстоўваць для апрацоўкі бульбы і іншых прাপашных культур. Камбінаваны пасяўны аграгат адначасова апрацоўвае глебу, рыхтуе яе да сяўбы і высейвае пункцёрным спосабам насенне агароднінних культур. Пры гэтым ён ажыццяўляе дазіраванае занясенне грануляваных мінеральных угнаенняў.

Структура аграэкасістэмы. Аграэкасістэмы з'яўляюцца біясістэмамі таго ж узроўню арганізацыі, што і прыродныя экасістэмы. Яны ўключаюць згуртаванне і біятоп, якія звязаны абменам рэчываў і энергіі.

Згуртаванне складаецца з прадукцэнтаў, кансументаў і рэдукцэнтаў. Яны ўзаемадзейнічаюць за кошт трафічных сувязей, дзякуючы чаму ажыццяўляецца кругаварот рэчываў. Адрозненне згуртавання



аграэкасістэмы ад прыроднага згуртавання адзначаецца на ўзроўні відавочнага складу функцыянальных груп арганізмаў і іх узаемасувязей. Кожная функцыянальная група складаецца з невялікай колькасці спецыфічных відаў. Сярод прадукцэнтаў дамінуе культурны від раслін, маецца некалькі відаў пастазеля, што расце разам з ім. Кансументы прадстаўлены беспазваночнымі, паразітычнымі грыбамі і бактэрыямі, якія кормяцца пераважна культурнымі раслінамі. Часам могуць прысутнічаць дробныя грызуны, некаторыя птушкі. На пашах па колькасці дамінуюць віды свойскай жывёлы (каровы, коні, авечкі). Функцыю рэдукцэнтаў выконваюць глебавыя грыбы, дажджавыя чэрві, бактэрыі. Чалавек увесь час парушае ўзаемадзеянне відаў у згуртаванні, ажыццяўляючы розныя прыёмы аграэхнікі.

Адрозненні аграэкасістэм ад прыродных экасістэм. Аграэкасістэмы істотна адрозніваюцца ад прыродных экасістэм (табл. 20).

Табліца 20. Параўнальная характарыстыка экасістэм

Крытэрыі параўнання	Прыродныя экасістэмы	Аграэкасістэмы
Паходжанне	Першасныя натуральныя структурныя адзінкі біясферы, якія ўтварыліся ў выніку працяглай эвалюцыі	Другасныя штучныя структурныя адзінкі біясферы, створаныя чалавекам
Відавая структура	Складаныя сістэмы з вялікай відавочнай разнастайнасцю, у якіх, як правіла, дамінуе некалькі відаў. Відавая структура фарміруецца пад дзеяннем фактараў асяроддзя. Культурныя (сельскагаспадарчыя) расліны адсутнічаюць	Спрошчаныя сістэмы з невялікай відавочнай разнастайнасцю, у якіх дамінуе, як правіла, адзін від раслін, які культывуецца чалавекам, ці жывёл. Відавая структура фарміруецца як пад дзеяннем фактараў асяроддзя, так і пры вызначальнай ролі чалавека
Устойлівасць	Уласціва ўстойлівая дынамічная раўнавага, якая дасягаецца самарэгуляцыяй, дзякуючы разнастайнасці трафічных сувязей. Харчовыя ланцугі доўгія (3—5 звёнаў), а харчовая сетка складаная	Няўстойлівыя, без падтрымкі чалавека хутка разбураюцца. Самарэгуляцыя адсутнічае. Харчовыя ланцугі кароткія (2—3 звёны), харчовая сетка простая

Працяг

Крытэрыі параўнання	Прыродныя экасістэмы	Аграэкасістэмы
Прадукцыйнасць	Прадукцыйнасць вызначаецца колькасцю паступаючай сонечнай энергіі і ступенню замкнутасці кругавароту рэчываў	Прадукцыйнасць вызначаецца колькасцю сукупнай энергіі (сонечная энергія + энергія, якая прыносіцца чалавекам), што паступае ў сістэму, і залежыць ад тэхнічных і эканамічных магчымасцей чалавека
Экалагічная бяспека	Экалагічна бяспечныя, не з'яўляюцца крыніцай забруджвальных рэчываў	Экалагічна небяспечныя, з'яўляюцца крыніцай забруджвальных рэчываў, здольных ўплываць на ўстойлівасць прыродных экасістэм
Кругаварот рэчываў	Уся чыстая першасная прадукцыя выкарыстоўваецца кансументамі і рэдуцэнтамі, якія ўключаюць яе ў поўны і замкнуты кругаварот рэчываў	Асноўную частку чыстай першаснай прадукцыі ў выглядзе ўраджаю чалавек забірае для сваіх патрэбнасцей і на корм жывёле. Забраныя на ўзроўні прадукцентаў рэчывы папаўняюцца на ўзроўні дэтрытных ланцугоў у выглядзе арганічных (дэтрыт) ці мінеральных угнаенняў. Кругаварот рэчываў няпоўны і незамкнуты

■ **Паўторым галоўнае.** Аграэкасістэмы — штучныя сістэмы, якія створаны і падтрымліваюцца чалавекам з мэтай атрымання сельскагаспадарчай прадукцыі ці адпачынку. Адметнымі асаблівасцямі аграэкасістэм з'яўляюцца: невялікая відавая разнастайнасць, дамінаванне відаў культурных раслін або свойскай жывёлы, нізкая ўстойлівасць, няздольнасць да самарэгуляцыі, няпоўны і незамкнуты кругаварот рэчываў, наяўнасць дадатковай крыніцы энергіі, высокая біялагічная прадукцыйнасць.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Параўнайце аграэкасістэмы і прыродныя экасістэмы па відавой структуры. У чым іх адрозненне? 2. Вызначыце, якія з пералічаных ніжэй аб'ектаў з'яўляюцца аграэкасістэмамі: акіян, агарод, стэп, возера, парк, альпійскі луг, яблыны, сад, трапічны лес, пшанічнае поле. 3. Чаму ў аграэкасістэмах кругаварот рэчываў няпоўны і незамкнуты?





§49-1

Складаныя пытанні. 1. Чаму аграэкасістэмы няўстойлівыя і хутка разбураюцца без падтрымкі чалавека? Прапануйце шляхі павышэння іх устойлівасці. 2. У чым экалагічная небяспека аграэкасістэм? Якім чынам можна яе паменшыць?

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

У прыродзе з папуляцый фарміруюцца біялагічныя сістэмы больш высокага ўзроўню арганізацыі — біяцэнозы. Біяцэноз уяўляе сабой сукупнасць узаемазвязаных папуляцый раслін (фітацэноз), жывёл (зоацэноз), грыбоў (мікацэноз) і мікраарганізмаў (мікробацэноз), якія насяляюць участак тэрыторыі з аднароднымі ўмовамі асяроддзя — біятоп. Біятоп уключае паветра з кліматычнымі фактарамі (кліматоп), глебу (эдафатоп) і ваду (гідратоп).

У біяцэнозе паміж папуляцыямі розных відаў узнікаюць трафічныя, тапічныя, фарычныя і фабрычныя сувязі. На аснове гэтых сувязей фарміруюцца розныя біятычныя ўзаемаадносіны. Найбольшае значэнне для рэгуляцыі колькасці папуляцый маюць канкурэнцыя, драпежніцтва і паразітызм. Каменсалізм і мутуалізм забяспечваюць максімальнае выкарыстанне харчовых рэсурсаў і асяроддзя пражывання, што спрыяе выжыванню відаў і захаванню відавой разнастайнасці. Устойлівасць біяцэнозаў забяспечваецца дзякуючы ўраўнаважванню рознанакіраваных узаемаадносін.

Для біяцэнозаў характэрна пэўная відавая і прасторавая структура. Відавая структура біяцэнозу — відавая разнастайнасць і суадносіны відаў па іх колькасці. Відавая разнастайнасць вызначаецца відавым багаццем і відавой насычанасцю. Віды, якія ўдзельнічаюць у фарміраванні ўмоў асяроддзя ў біятопе, называюцца відамі-эдыфікатарамі. Рэдкія віды заносзяцца ў Чырвоную кнігу, калі іх колькасць і (ці) арэалы хутка скарачаюцца за кароткія прамежкі часу. Прасторавая структура біяцэнозу — размяшчэнне відаў у вертыкальным (яруснасць) і гарызантальным (мазаічнасць) напрамках. Вертыкальная структура фарміруецца дзякуючы наяўнасці раслін рознай вышыні, якія ўтвараюць ярусы. У біяцэнозах адрозніваюць надземную і падземную яруснасць. Гарызантальная структура біяцэнозу фарміруецца ў выніку неаднастайнасці глебы і рэльефу ў біятопе.

Біялагічная сістэма, якая складаецца з жывых арганізмаў і асяроддзя іх пражывання, звязаных сукупнасцю сувязей, што здзяйсняюць абмен рэчывам і энергіяй паміж імі, называецца экасістэмай. Наземныя экасістэмы — біягеацэнозы — уяўляюць сабой сукупнасць біяцэнозу і біятопу, дзе ажыццяўляецца кругаварот рэчываў і ператварэнне энергіі.

Функцыянальнымі кампанентамі экасістэмы (біягеацэнозу) з’яўляюцца прадукцэнты, кансументы і рэдуцэнты. У экасістэме яны звязаны трафічнымі сувязямі і ўтвараюць ланцугі харчавання: пашавыя і дэтрытныя. Сукупнасць арганізмаў, якія складаюць пэўнае звязно харчовага ланцуга, называецца трафічным узроўнем. У прыродзе пашавыя і дэтрытныя ланцугі звязаны паміж сабой агульнымі харчовымі звёнамі і ўтвараюць адзіную *харчовую сетку*, або *сетку харчавання экасістэмы*.

У пашавых ланцугах харчавання пераход энергіі і біямасы ад аднаго трафічнага ўзроўню да іншага падпарадкоўваецца правілу 10 %, або правілу Ліндэмана. Графічнае выяўленне дадзенай заканамернасці атрымала назву правіла экалагічнай піраміды. Для шэрага пашавых ланцугоў харчавання можна пабудаваць тры тыпы экалагічных пірамід: лікаў, біямасы і энергіі.

У экасістэме адбываецца бесперапынны кругаварот рэчываў і накіраваны струмень энергіі. Дзякуючы гэтаму ідзе аднаўленне і запашанне біямасы арганізмаў. Агульная колькасць біямасы ўсіх арганізмаў, назапашанай у экасістэме за перыяд яе існавання, называецца біямасай экасістэмы. Працэс аднаўлення біямасы арганізмаў, якія ўваходзяць у склад экасістэмы, называецца біялагічнай прадукцыйнасцю. Яна выяўляецца колькасцю прадукцыі — біямасай, што зноў аднаўляецца ў экасістэме за адзінку часу (звычайна за год) на дадзеным этапе яе існавання. У экасістэме адрозніваюць першасную, створаную прадукцэнтамі, і другасную, створаную кансументамі і рэдуцэнтамі, прадукцыі. Гэтыя віды прадукцыі выкарыстоўваюцца ў ланцугах харчавання ў якасці корму. Энергія корму расходуюцца арганізмамі на працэсы жыццядзейнасці, прырост біямасы і экскрэменты. На трафічных узроўнях пашавых ланцугоў захоўваецца балансовая роўнасць паміж энергіяй, якая паступіла, і энергіяй, якая расходуюцца.

Штучныя сістэмы, што створаны і падтрымліваюцца чалавекам з мэтай атрымання сельскагаспадарчай прадукцыі ці адпачынку, называюць аграэкасістэмамі. Адметнымі асаблівасцямі аграэкасістэм з’яўляюцца: невялікая відавая разнастайнасць, дамінаванне відаў культурных раслін ці свойскай жывёлы, нізкая ўстойлівасць, няздольнасць да самарэгуляцыі, няпоўны і незамкнуты кругаварот рэчываў, наяўнасць дадатковай крыніцы энергіі, высокая біялагічная прадукцыйнасць.





Раздзел 6

Біясфера — жывая абалонка Зямлі

Вы даведаецеся:

- пра біясферу, яе межы і кампаненты;
- пра жывое, біягеннае, коснае і біякоснае рэчывы біясферы;
- пра ролю жывога рэчыва ў біясферы;
- пра значэнне кругавароту рэчываў у біясферы;
- пра асноўныя этапы эвалюцыі біясферы;
- пра ўмовы стабільнасці біясферы.

Вы навучыцеся:

- адрозніваць межы і кампаненты біясферы;
- праводзіць параўнанне розных сфер біясферы;
- прагназаваць далейшае развіццё біясферы;
- выкарыстоўваць набытыя веды пра біясферу для абгрунтавання мер па рацыянальным выкарыстанні прыродных рэсурсаў, аховае біялагічнай разнастайнасці жывых арганізмаў і ўдзелу ў прыродаахоўных мерапрыемствах.

У дадзеным раздзеле вы даведаецеся пра біясферу і межы распаўсюджвання жыцця. Вывучаючы кампаненты біясферы (жывое, коснае, біякоснае і біягеннае рэчывы), вы пазнаёміцеся з умовамі іх утварэння, вывучыце біягеахімічныя функцыі жывога рэчыва. Вы пазнаёміцеся з кругаваротамі вады, вугляроду і кіслароду, якія з'яўляюцца асновай падтрымання жыцця на Зямлі. У завяршэнні раздзела вы зможаце прасачыць этапы эвалюцыі біясферы, даведаецеся пра ролю жывых арганізмаў у гэтым працэсе і пра ўмовы, неабходныя для захавання стабільнасці біясферы.

§ 50. Біясфера і яе межы

- **Успомніце**, якія прыметы характэрны для жывога арганізма. Назавіце экалагічныя фактары, якія лімітуюць існаванне жыцця на Зямлі.
- **Як вы думаеце?** Чым абумоўлены межы распаўсюджвання жыцця на Зямлі?
- **Вы даведаецеся**, што сабой уяўляе біясфера, якія яе межы і чым лімітуецца распаўсюджванне жыцця ў атмасферы, літасферы і гідрасферы.

Біясфера (ад грэч. *bíos* — жыццё, *spháira* — шар) — абалонка Зямлі, створаная і заселеная жывымі арганізмамі.

Тэрмін «біясфера» ў 1875 г. увёў у навуку аўстрыйскі геалаг Э. Зюс. Паняцце «біясфера» ён тлумачыў як «тонкую плёўку жыцця на зямной паверхні, якая ў значнай меры вызначае аблічча Зямлі».

Годам з’яўлення вучэння пра біясферу лічыцца 1926 г., калі выйшла кніга рускага вучонага-прыродазнаўца У. І. Вернадскага «Біясфера». Ён абагульніў вялізную колькасць навуковых даных, якія паказваюць на цесную ўзаемасувязь жывога і нежывога рэчыва. Паказаў, што планета Зямля не толькі населена жывымі арганізмамі, але і актыўна імі пераўтвараецца. Падкрэсліваючы геалагічную ролю жывых арганізмаў, У. І. Вернадскі пісаў: «На зямной паверхні няма хімічнай сілы, якая дзейнічае больш пастаянна, а таму больш магутнай, чым жывыя арганізмы, узятыя ў цэлым». З удзелам жывых арганізмаў адбываецца ўтварэнне глебы, асадкавых парод, карысных выкапняў, разбурэнне горных парод, забалочванне.

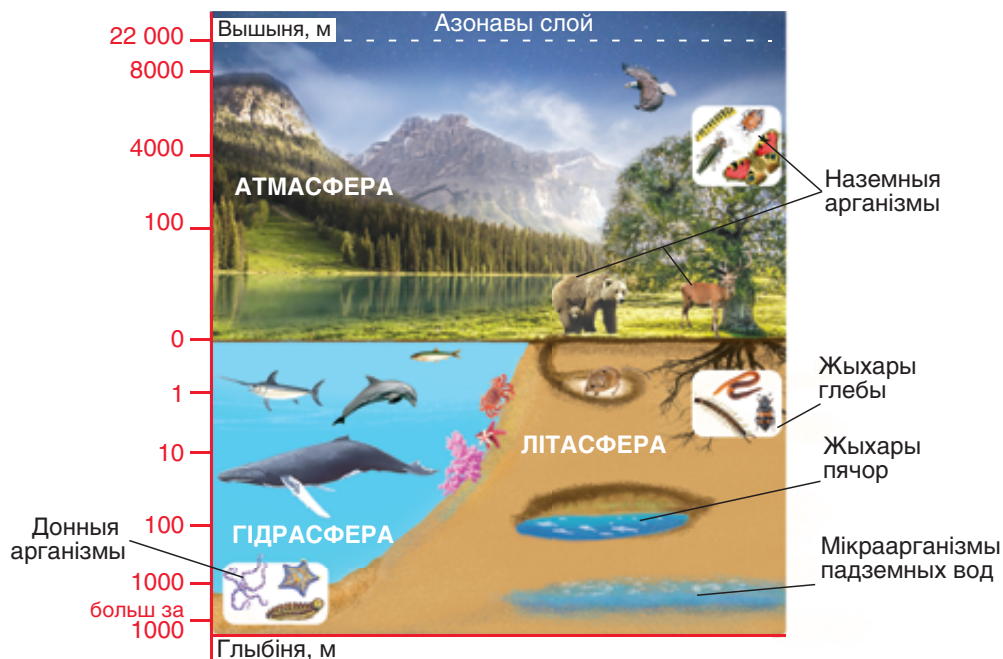
У. І. Вернадскі распаўсюдзіў паняцце «біясфера» не толькі на арганізмы, але і на асяроддзе іх пражывання.

Межы біясферы вызначаюцца ўмовамі, неабходнымі для жыцця: наяўнасцю вады, мінеральных рэчываў, кіслароду, вуглякіслага газу, спрыяльнага тэмпературнага рэжыму, ступенню салёнасці вады ў вадаёмах, узроўнем радыяцыі. Усе гэтыя ўмовы аптымальна спалучаюцца ў месцах кантакту трох абалонак Зямлі — атмасферы, літасферы і гідрасферы (мал. 82, с. 228). Таму біясфера як жывая абалонка планеты размяшчаецца ў межах гэтых трох сфер.

Атмасфера — паветраная абалонка Зямлі. Яна мае пэўны хімічны склад: каля 78 % азоту, 21 % кіслароду, 1 % аргону і 0,03 % вуглякіслага газу. Бліжэй да паверхні Зямлі ў якасці прымесі ў атмасферы змяшчаецца вадзяная пара. Пры ўзаемадзеянні з асноўнымі парніковымі газамі, такімі як метан, азон і вуглякіслы газ, вадзяная пара ўдзельнічае ў награванні ніжняга слоя атмасферы. Гэтыя атмасферныя прымесі дзейнічаюць падобна празрыстаму даху парніка, раскінутага над Зямлёй, прапускаючы да яе даўгахвалевае цеплавое выпраменьванне. Адгэтуль і іх назва — парніковыя газы. Парніковы эфект, што ўзнікае дзякуючы ім, адыгрывае важную ролю ў цеплавым балансе Зямлі. Ён захоўвае цяпло каля паверхні Зямлі, і тэмпература паветра становіцца вышэйшай.

У склад біясферы ўваходзіць толькі самы ніжні пласт атмасферы — *трапасфера*. Таўшчыня трапасферы на экватары складае 18—22 км, ва ўмераных шыроты — 10—16 км, а на полюсах — 8—10 км. Яна вызначаецца інтэнсіўнасцю вертыкальных (узыходных або сыходных) струменяў





Мал. 82. Межы біясферы

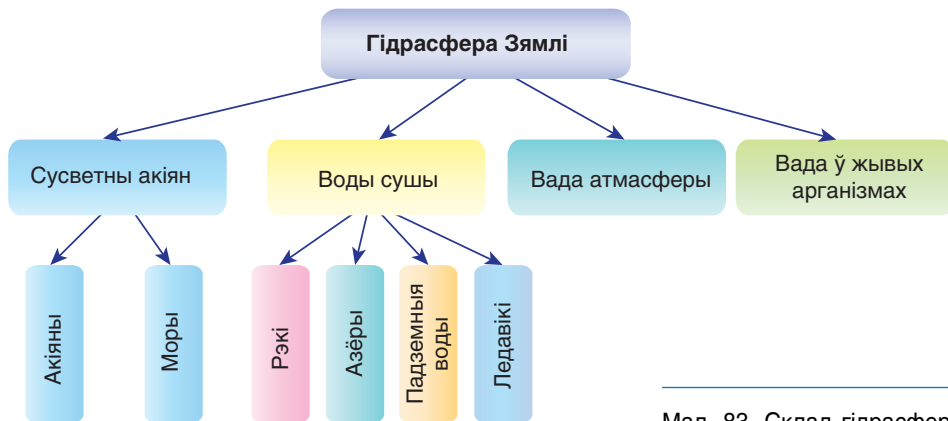
паветра, выкліканых награваннем зямной паверхні. Тэмпература паветра ў трапасферы з вышынёй паніжаецца на $0,6^{\circ}\text{C}$ на кожныя 100 м і вагаецца ад $+40^{\circ}\text{C}$ да -50°C . Верхняй мяжой біясферы прынята лічыць азоны слой. Ён размешчаны на рознай адлегласці ад паверхні Зямлі і мае максімальную шчыльнасць азону на вышыні 22—25 км. Вышэй за азоны экран жыццё немагчыма з прычыны цвёрдага ультрафіялетавага выпраменьвання Сонца.

► **Гэта цікава.** Над Антарктыкай выяўлена шырокая «азонавая дзірка», паме-ры якой маюць сезонны характар. З’яўляецца яна ў канцы зімы — пачатку вясны. Вучоныя тлумачаць яе ўтварэнне так: хлорфторвуглевадароды (фрэоны), што вызваляюцца аэразолямі і ахаладжальнымі ўстаноўкамі, пераносяцца ў Антарктыку паветранымі струменямі. З прычыны дзеяння вельмі нізкіх тэмператур утвараюцца стратасферныя воблакі. У іх адбываюцца складаныя хімічныя рэакцыі. Хлор, што змяшчаецца ў фрэонах, аддзяляецца ад іншых рэчываў і захоўваецца на працягу халоднага цёмнага перыяду года. Калі інтэнсіўнасць ультрафіялетавых прамянёў узмацняецца, атамы хлору вызваляюцца і разбураюць азоны слой. Узнікненне азнавай дзіркі — экалагічная праблема, што ставіць пад пагрозу жыццё на Зямлі.

Атмасфера бліжэй да паверхні зямлі насычана разнастайнымі жывымі арганізмамі. Насякомыя, птушкі, кажаны падымаюцца над ёй на сотні метраў. Некаторыя віды драпежных птушак здольныя лятаць на вышыні 3—7 км. Насенне, споры раслін, грыбоў, бактэрыі ўзыходнымі паветранымі струменямі пасіўна падымаюцца ўверх на дзясяткі кіламетраў (да вышыні 20—22 км). Аднак усе пералічаныя лятучыя арганізмы толькі часова знаходзяцца ў атмасферы. Арганізмаў, якія ўвесь час жывуць у паветры, няма.

Літасфера — цвёрдая абалонка Зямлі. Яе таўшчыня вагаецца ў межах 50—200 км. Распаўсюджванне жыцця ў літасферы абмежавана і рэзка памяншаецца з глыбінёй. Распаўсюджванню жыцця ў глыб літасферы перашкаджаюць розныя фактары: адсутнасць святла, нарастанне з глыбінёй шчыльнасці асяроддзя, высокая тэмпература. У сярэднім тэмпературны прыrost складае каля 3 °C на кожныя 100 м. Менавіта таму тэмпература з'яўляецца галоўным фактарам, які абмяжоўвае жыццё ў літасферы. Пераважная большасць відаў засяроджана ў глебе — верхнім рыхлым пласце, які мае таўшчыню ў некалькі дзясяткаў сантыметраў. Некаторыя віды пранікаюць у глыбіню на некалькі метраў (карані раслін, рыючыя жывёлы — краты, чэрві, бактэрыі). Найбольшая глыбіня, на якой былі выяўлены некаторыя віды бактэрыяў, складае 3—4 км. Тэмпература тут дасягае +100 °C. Менавіта гэта глыбіня лічыцца ніжняй мяжой распаўсюджвання жыцця ў літасферы.

Гідрасфера — водная абалонка Зямлі (мал. 83). У адрозненне ад літасферы і атмасферы яна цалкам засвоена жывымі арганізмамі. Нават на дне Сусветнага акіяна, на глыбінях каля 11 км, выяўлены разнастайныя віды жывёл, бактэрыяў.



Мал. 83. Склад гідрасферы

► **Гэта цікава.** Англіійскі натураліст Э. Форбс у 1841 г. па выніках сваіх назіранняў заявіў, што глыбей за 540 м жыццё ў акіянічных водах немагчыма. Аднак 23 студзеня 1960 г. акіянолагі Ж. Пікар і Д. Уолш апусціліся ў батыскафе ў Марыянскую ўпадзіну Ціхага акіяна і на глыбіні больш за 10 525 м убачылі рыб і крэветак. Такім чынам было даказана існаванне жывых арганізмаў на вялікай глыбіні.

Неабходна адзначыць, што шчыльнасць пражывання арганізмаў у акіяне нераўнамерная. Асноўная маса відаў знаходзіцца ў гідрасферы ў межах 150—200 м ад паверхні. Гэта звязана з глыбінёй пранікнення святла, якое з’яўляецца лімітуючым фактарам для існавання аўтатрофных арганізмаў, а значыць, і відаў жывёл, якія кормяцца раслінамі. Аднак існуе немалая колькасць відаў глыбакаводных драпежных жывёл і мікраарганізмаў, якія прыстасаваны да жыцця ў поўнай цемры. Іх прадстаўнікі маюць звышадчувальныя органы слыху і дотыку, моцна развітыя вочы, што дае магчымасць улоўліваць нават самыя слабыя светлавыя хвалі, або не маюць вачэй зусім. Яшчэ адно прыстасаванне глыбакаводных арганізмаў — гэта люмінесцэнтныя органы, якія могуць святліцца, выкарыстоўваючы энергію хімічных рэакцый. Такое святло аблягчае перамяшчэнне і прываблівае здабычу.

На самай справе вялізная плошча Сусветнага акіяна, які з’яўляецца асноўнай часткай гідрасферы, усё яшчэ застаецца недаследаванай.

Гідрасфера адыгрывае вялізную ролю ў фарміраванні прыроднага асяроддзя нашай планеты. Яна вельмі актыўна ўплывае на атмасферныя працэсы, такія як награванне і ахаладжэнне паветраных мас, насычэнне іх вільгаццю.

Атмасфера, літасфера і гідрасфера цесна звязаны паміж сабой. На межах гэтых сфер засяроджана асноўная частка відаў жывых арганізмаў, утвараючы адносна тонкую «плеўку жыцця» на паверхні нашай планеты.

■ **Паўторым галоўнае.** Біясфера — абалонка Зямлі, створаная і заселеная жывымі арганізмамі. Біясфера як вобласць існавання жыцця ахоплівае ніжнюю частку атмасферы (трапасферу) (ад 8 км у вышыню каля полюсаў і да 22 км у вышыню каля экватара), верхнюю частку літасферы (3—4 км у глыбіню) і ўсю гідрасферу (да 11 км у глыбіню). Лімітуючым фактарам распаўсюджвання жыцця ў атмасферы з’яўляецца ультрафіялетавае выпраменьванне, у літасферы — высокая тэмпература, гідрасфера заселена практычна цалкам і абмежавана дном Сусветнага акіяна.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Што такое біясфера? 2. У межах якіх сфер Зямлі размяшчаецца біясфера? 3. Назавіце лімітуючыя фактары, якія абмяжоўваюць распаўсюджванне жыцця ў атмасферы, літасферы і гідрасферы.

Складаныя пытанні. 1. Распаўсюджванне жыцця ў біясферы вельмі нераўнамернае. Прывядзіце канкрэтныя прыклады гэтага факту і растлумачце, чым гэта абумоўлена. 2. Чаму антрапагенны ўплыў на біясферу выклікае сур'ёзныя асцярогі ў вучоных і грамадскіх дзеячаў? Прывядзіце не менш за тры аргументы.



§50-1

§ 51. Кампаненты біясферы

- **Успомніце**, чым адрозніваюцца жывыя аб'екты прыроды ад нежывых.
- **Як вы думаеце?** Якую ролю адыгрываюць жывыя арганізмы ў біясферы?
- **Вы даведаецеся** пра асноўныя кампаненты біясферы і пра функцыі жывога рэчыва ў ёй.

Паводле вучэння У. І. Вернадскага, біясфера складаецца з некалькіх кампанентаў: жывое, коснае, біякоснае і біягеннае рэчывы (мал. 84).

Галоўнае месца ў вучэнні пра біясферу займае ўяўленне пра жывое рэчыва.

Жывое рэчыва — сукупнасць жывых арганізмаў, якія насяляюць Зямлю. Маса жывога рэчыва параўнальна малая і складае менш за адну



Мал. 84. Кампаненты біясферы

мільённую частку біясферы, што складае менш за адну тысячную масы Зямлі. Нягледзячы на гэта, жывое рэчыва з’яўляецца «самай магутнай геахімічнай сілай нашай планеты», паколькі жывыя арганізмы не проста засяляюць Зямлю, але і пераўтвараюць яе.

Біямаса — гэта агульная маса ўсіх жывых арганізмаў, якія прысутнічаюць у біясферы. Як ужо раней адзначалася, жывыя арганізмы засяляюць зямную паверхню нераўнамерна. Як вы думаеце, чаму працэнтныя суадносіны раслін, жывёл і мікраарганізмаў на сушы і ў акіяне адрозніваюцца? Зыходзячы з даных табліцы 21, бачна, што асноўная роля на планеце Зямля належыць аўтатрофным раслінам сушы.

Табліца 21. Маса жывога рэчыва на планеце Зямля

Асяроддзе	Група арганізмаў	Маса, 10^{12} т	Суадносіны, %
Наземна-паветранае	Зялёныя расліны	2,40	99,2
	Жывёлы і мікраарганізмы	0,02	0,8
Усяго		2,42	100
Воднае	Фотасінтэзуючыя арганізмы	0,0002	6,3
	Жывёлы і мікраарганізмы	0,0030	93,7
Разам		0,0032	100
Глебавае	Жывёлы і мікраарганізмы	ад 0,015 да 0,023	100
Усяго	Агульная біямаса	2,4382	—

Біямаса сушы залежыць ад колькасці цяпла, вільгаці і павялічваецца ад полюсаў да экватара. Біямаса раслін на сушы значна большая за біямасу жывёл, аднак відавая разнастайнасць жывёл у 5 разоў большая за відавую разнастайнасць раслін (1,5—1,7 млн відаў жывёл і прыкладна 300 тыс. відаў раслін). Штогод у біясферы ў працэсе фотасінтэзу ўтвараецца каля 150 млрд тон сухога арганічнага рэчыва. Найбольшая біямаса жывога рэчыва сушы сканцэнтравана ў трапічных і субтрапічных лясах. Яны з’яўляюцца найбольш прадукцыйнымі згуртаваннямі мацерыковай часткі біясферы.

Біямаса акіянічнай часткі біясферы размеркавана нераўнамерна і прадстаўлена пераважна ў верхняй частцы фітапланктонам. Нягледзячы на тое што біямаса акіянічных жывых арганізмаў у 1000 разоў меншая за біямасу наземных раслін, 80 % першаснай прадукцыі ўтвараецца менавіта ў акіяне. Сусветны акіян лічыцца самым прадукцыйным асяроддзем па стварэнні біямасы. Гэта звязана з высокай хуткасцю росту і размнажэння, кароткай працягласцю жыцця прадстаўнікоў фіта- і зоопланктону. Таму агульны аб'ём першаснай гадавой прадукцыі, якая ўтвараецца прадукцэнтамі Сусветнага акіяна, можа быць супастаўлены з аб'ёмам прадукцыі раслін сушы.

Біямаса глебы прадстаўлена сукупнасцю жывых арганізмаў, якія шчыльна яе засяляюць і адыгрываюць важную ролю ў фарміраванні глебы. У паверхневых пластах жывуць зялёныя водарасці і цыянабактэрыі, якія забяспечваюць глебу кіслародам, што ўтвараецца ў працэсе фотасінтэзу. Сярод жывёл глебы шматлікімі з'яўляюцца чэрві, мурашкі, кляшчы, сустракаюцца краты, суркі, суслікі. Біямаса толькі дажджавых чарвей у сугліністых глебах дасягае 1,2 т на 1 га. У глебе таксама жыве вялікая колькасць бактэрыяў — іх налічваецца сотні мільёнаў. Усе жывыя арганізмы, якія жывуць у глебе, вядуць вялікую глебаўтваральную работу. Асаблівая роля адводзіцца бактэрыям, якія раскладаюць гумус да мінеральных рэчываў, забяспечваючы ўрадлівасць глебы.

Коснае рэчыва — гэта неарганічныя рэсурсы біясферы, якія фарміруюцца без удзелу жывых арганізмаў. Яны ўтвараюцца ў выніку выветрывання горных парод, вывяржэння вулканаў. Па масе коснае рэчыва біясферы значна пераўзыходзіць масу жывога рэчыва і прадстаўлена мінераламі (ізмурод, алмаз, кварц) і горнымі пародамі (граніт, мармур). Паміж жывым і косным рэчывам існуе непарыўная сувязь дзякуючы працэсам дыхання, харчавання і размнажэння жывых арганізмаў. Адбываецца міграцыя атамаў з косных цел біясферы ў жывыя і назад. Узаемадзеянне жывога і коснага рэчыва характарызуецца, перш за ўсё, тым, што частка коснага рэчыва засвойваецца і асімілюецца жывым рэчывам.

Біякоснае рэчыва — вынік узаемадзеяння жывых і косных кампанентаў. Да яго залічваюць глебу, сучасную атмасферу, прыродныя воды. Іх уласцівасці залежаць ад дзейнасці жывога рэчыва. Так, старажытная атмасфера Зямлі ўтварылася ў выніку магутнай вулканічнай і горнаўтваральнай дзейнасці. Значна пазней у яе складзе з'явіўся кісларод як прадукт фотасінтэзу і сфарміравалася сучасная атмасфера. Яе газавы склад вызначаецца суадносінамі біялагічных (фотасінтэз, дыханне) і геахімічных працэсаў. У розных відах біякоснага рэчыва суадносіны жывога і нежывога кампанентаў адрозніваюцца. Напрыклад,



§51-1

глеба змяшчае ў сярэднім 93 % мінеральных і 7 % арганічных рэчываў, утвораных у працэсе жыццядзейнасці жывых арганізмаў.

Біягеннае рэчыва ўтвараецца ў працэсе жыццядзейнасці жывых арганізмаў або ў выніку іх адмірання. Яно прадстаўлена асадкавымі пародамі, якія ўтварыліся пры раскладанні рэшткаў жывых арганізмаў ці з прадуктаў іх жыццядзейнасці (вапнякоў, ракушчакных парод, гаручых сланцаў, даламітаў, каменнага вугалю, мелу, сапрапелю, торфу, нафты). Біягеннае рэчыва з'яўляецца запасам патэнцыяльнай энергіі.



§51-2

■ **Паўторым галоўнае.** Асноўнымі кампанентамі біясферы з'яўляюцца: жывое, коснае, біякоснае і біягеннае рэчывы. Жывое рэчыва прадстаўлена жывымі арганізмамі, якія насяляюць Зямлю і ўдзельнічаюць у яе пераўтварэнні. Найбольшая маса жывога рэчыва засяроджана на мацерыках. Аднак па прадукцыйнасці першаснага арганічнага рэчыва акіянічная частка не саступае сушы. Коснае рэчыва — гэта неарганічныя рэсурсы біясферы, якія ўтвараюцца без удзелу жывых арганізмаў. Біякоснае рэчыва — вынік узаемадзеяння жывых і косных кампанентаў біясферы. Біягеннае рэчыва ствараецца ў працэсе жыццядзейнасці жывых арганізмаў або ў выніку іх адмірання.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. З якіх асноўных кампанентаў складаецца біясфера? 2. У якой частцы біясферы самая вялікая біямаса жывых арганізмаў? З чым гэта звязана? 3. Якія тыпы рэчыва ўтварыліся на Зямлі пры ўдзеле жывога рэчыва? Прыведзіце прыклады.



Складаныя пытанні. 1. Чаму біямаса біясферы павялічваецца ад полюсаў да экватара? З чым гэта звязана? 2. Выходзячы з даных параграфа, разлічыце, колькі тон сухога арганічнага рэчыва ўтвараецца за год у ходзе фотасінтэзу ў Сусветным акіяне.

§ 52. Функцыі жывога рэчыва

- **Успомніце**, якія функцыі на Зямлі выконваюць жывыя арганізмы.
- **Як вы думаеце?** Што адбудзецца, калі на Зямлі знікнуць фотааўтатрофныя арганізмы?
- **Вы даведаецеся** пра функцыі жывога рэчыва і яго значэнне ў падтрыманні спрыяльных умоў для жыцця на Зямлі.

У. І. Вернадскі ў сваім вучэнні паказаў, што жывыя арганізмы ў біясферы выконваюць шэраг важных біягеахімічных функцый: энергетычную, газавую, канцэнтрацыйную і акісляльна-аднаўленчую.

Энергетычная функцыя — акумуляванне энергіі ў арганічным рэчыве і пераразмеркаванне яе па харчовых ланцугах. Як вы ўжо ведаеце, жывыя арганізмы не проста залежаць ад пастаяннага паступлення энергіі Сонца, але і выступаюць як гіганцкі накапляльнік і ўнікальны пераўтваральнік гэтай энергіі. Таму ў аснове гэтай функцыі ляжыць працэс фотасінтэзу, які здзяйсняецца фотааўтатрофнымі арганізмамі. Гэта адзіны на нашай планеце працэс, які забяспечвае ператварэнне энергіі сонечнага святла ў энергію хімічных сувязей арганічнага рэчыва. З дапамогай фотасінтэзу сонечная энергія, якую запасаць зялёныя расліны, забяспечвае жыццядзейнасць усіх гетэратрофаў. Энергетычная функцыя жывога рэчыва звязана і з такімі працэсамі жыццядзейнасці жывых арганізмаў, як харчаванне, дыханне, выдзяленне, размнажэнне. У выніку гэтых працэсаў ідзе ператварэнне энергіі.

► **Гэта цікава.** Выяўлены цэлыя экасістэмы, функцыянаванне якіх заснавана на актыўнасці хемасінтэзуючых бактэрый. Яны не залежаць ад прадуктаў фотасінтэзу. Гэта глыбакаводныя сістэмы, дзе ў абсалютнай цемры паблізу ад выхадаў гарачай вады, багатай мінеральнымі солямі і серай, акрамя бактэрый, існуюць і ўнікальныя мнагаклетачныя жывёлы, якія нагадваюць двухстворкавых малюскаў даўжынёй каля 30 см, і трохметровыя чэрві, што атрымліваюць энергію ад хемасінтэзуючых бактэрый. Магчыма, быў час, калі сонечныя прамяні не маглі трапіць на Зямлю з прычыны інтэнсіўнай вулканічнай дзейнасці, і такія формы жыцця былі больш разнастайнымі.

Газавая функцыя — здольнасць жывога рэчыва змяняць і падтрымліваць пэўны газавы склад асяроддзя пражывання і атмасферы ў цэлым. Пераважная маса газаў на Зямлі мае біягеннае паходжанне. Вядучая роля ў ажыццяўленні газавай функцыі належыць зялёным раслінам. Для сінтэзу арганічных рэчываў яны выкарыстоўваюць вуглякіслы газ і вылучаюць у атмасферу кісларод. Усе астатнія арганізмы выкарыстоўваюць кісларод у працэсе дыхання і папаўняюць пры гэтым запасы вуглякіслага газу ў атмасферы. У працэсе функцыянавання жывога рэчыва, акрамя кіслароду і вуглякіслага газу, утвараюцца такія газы, як азот, серавадарод, метан. Жывое рэчыва падтрымлівае газавы склад сучаснай атмасферы на пэўным узроўні.

Канцэнтрацыйная функцыя — здольнасць арганізмаў выбарча назапашваць у сваім целе хімічныя элементы, рассеяныя ў навакольным



Мал. 85. Дыятомавыя водарасці (1), крэмніевыя губкі (2)

асяроддзі, павышаючы іх утрыманне ў арганізме ў параўнанні з навакольным асяроддзем на некалькі парадкаў. Любы жывы арганізм у працэсе сваёй жыццядзейнасці паглынае з навакольнага асяроддзя неабходныя для яго рэчывы і назапашвае іх у сваім целе. Напрыклад, утрыманне вугляроду ў раслінах у 200 разоў, а азоту — у 30 разоў перавышае іх узровень у зямной кары. Дыятомавыя водарасці і крэмніевыя губкі назапашваюць крэмній (мал. 85), водарасць ламінарыя — ёд. Шкілеты пазваночных жывёл змяшчаюць да 60 %, а ракавіны некаторых малюскаў — да 100 % фасфату кальцыю.

► **Гэта цікава.** Актыўнымі канцэнтратарамі з'яўляюцца мікраарганізмы. Адны бактэрыі канцэнтруюць жалеза, іншыя — марганец, трэція — серабро. Бактэрыі здольныя павялічваць утрыманне жалеза ў 650 тыс. разоў, марганцу — у 120 тыс. разоў, ванадыю — у 420 тыс. разоў. Гэта здіўная здольнасць дазволіла вучоным выказаць здагадку, што згуртаванні бактэрыі уносяць істотны ўклад у фарміраванне радовішчаў металаў. Кожная тона бурых водарасцей змяшчае некалькі кілаграмаў ёду. Золата «збіраюць» дуб, кукуруза, хвощ, бурія і чырвоныя водарасці, а ў 1 т попелу палыну можа змяшчацца да 85 г гэтага каштоўнага металу. Малюскі канцэнтруюць нікель, васьміногі — медзь, медузы — цынк і алюміній. Ва ўмовах антрапагеннага забруджвання навакольнага асяроддзя пабочным следствам канцэнтрацыйнай функцыі можа з'яўляцца назапашванне харчовымі раслінамі таксічных рэчываў, шкодных для чалавека.

Частка энергіі Сонца дзякуючы канцэнтрацыйнай функцыі жывых арганізмаў назапашваецца ў зямной кары ў складзе карысных выкапняў —

Мал. 86. Здабыча вугалю, торфу, нафты

нафты, каменнага вугалю, торфу (мал. 86). Гэта звязана з працяканнем у бескіслародным асяроддзі рэакцый аднаўлення, з утварэннем і запашаннем серавадароду і метану.

Акісляльна-аднаўленчая функцыя — акісленне і аднаўленне розных рэчываў з удзелам жывых арганізмаў. У яе аснове ляжыць абмен рэчываў і энергіі арганізма з навакольным асяроддзем. Так, у ходзе сінтэзу арганічных рэчываў (працэс фотасінтэзу) пераважаюць аднаўленчыя рэакцыі з паглыннаннем энергіі. А пры расшчапленні і акісленні ў прысутнасці кіслароду (працэс дыхання) пераважаюць акісляльныя рэакцыі, і вылучаецца энергія.

Такім чынам, жыццё ў біясферы ўяўляе сабой бесперапынны працэс сінтэзу і распаду арганічных рэчываў, які аб'ядноўвае ўсе жывыя арганізмы на Зямлі ў глабальную біялагічную сістэму. Біясфера з'яўляецца складанай дынамічнай сістэмай, якая ажыццяўляе фіксацыю, пераўтварэнне, запашанне і перанос энергіі шляхам абмену рэчываў паміж жывым і косным рэчывам.

Значыць, жывыя арганізмы, якія выконваюць біягеахімічныя функцыі, з'яўляюцца найважнейшай пераўтваральнай сілай на планеце Зямля. Падкрэсліваючы актыўнасць жывых арганізмаў і іх значнасць у біясферы, У. І. Вернадскі пісаў: «Жывое рэчыва ахоплівае і перабудоўвае ўсе хімічныя працэсы біясферы. Арганізмы — самая магутная геалагічная сіла».

■ **Паўторым галоўнае.** Біясфера ўяўляе сабой складаную дынамічную сістэму, якая ажыццяўляе абмен рэчываў дзякуючы пастаяннаму прытоку энергіі. Жывыя арганізмы біясферы з'яўляюцца найважнейшай біягеахімічнай сілай, што пераўтварае планету. Яны выконваюць шэраг функцый: энергетычную, газавую, канцэнтрацыйную і акісляльна-аднаўленчую. За кошт гэтых функцый жывога рэчыва падтрымліваюцца спрыяльныя ўмовы для жыцця на Зямлі.



? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Якія функцыі выконвае жывое рэчыва ў біясферы? 2. Дзякуючы якой функцыі жывога рэчыва ўтварыліся залежы гаручых карысных выкапняў, вапнякоў, руд? 3. Якое значэнне мае газавая функцыя жывога рэчыва для біясферы?

Складаныя пытанні. 1. Якія фізіялагічныя працэсы ляжаць у аснове энергетычнай і акісляльна-аднаўленчай функцый? Адказ абгрунтуйце. 2. Дакажыце, што біясфера з’яўляецца дынамічнай сістэмай.



§ 53. Кругаварот рэчываў у біясферы

- **Успомніце** з курсаў хіміі і фізікі асноўны закон захавання масы рэчыва і энергіі.
- **Як вы думаеце?** Як закон захавання масы рэчыва можа быць звязаны з біясферай?
- **Вы даведаецеся** пра кругаварот рэчываў і значэнне ў біясферы вады, кіслароду і вугляроду.

Асновай жыцця на Зямлі з’яўляюцца кругавароты рэчываў у біясферы і пастаянны прыток сонечнай энергіі.

Кругаварот рэчываў — цыклічны, шматразова паўтаральны працэс перамяшчэння і пераходу хімічных элементаў з жывых цел у злучэнні нежывой прыроды і наадварот. З выкарыстаннем сонечнай энергіі на планеце працякае два ўзаемазвязаныя кругавароты рэчываў: вялікі — геалагічны і малы — біялагічны.

Геалагічны (вялікі) кругаварот рэчываў — працэс міграцыі рэчываў і прыродных вод, які адбываецца ў выніку ўздзеяння абіятычных фактараў (фактараў нежывой прыроды). Пры вялікім геалагічным кругавароце, які праходзіць мільёны гадоў, горныя пароды разбураюцца, выветрываюцца, рэчывы раствараюцца і трапляюць у Сусветны акіян. Менавіта вялікі кругаварот пастаўляе жывым арганізмам элементы харчавання і шмат у чым вызначае ўмовы іх існавання.

Біялагічны (малы) кругаварот рэчываў (мал. 87) — працэс цыркуляцыі рэчываў паміж раслінамі, жывёламі, грыбамі, мікраарганізмамі, атмасферай і глебай. Усе хімічныя элементы, што выкарыстоўваюцца ў працэсах жыццядзейнасці арганізмаў, увесь час перамяшчаюцца, пераходзячы з жывых цел у злучэнні нежывой прыроды і наадварот. Так, у прыродзе з неарганічных рэчываў аўтатрофамі сінтэзуюцца арганічныя рэчывы. Вылучаныя ў працэсе жыццядзейнасці ці пасля гібелі арганізмаў (як аўтатрофаў, так і гетэратрофаў) арганічныя рэчывы праходзяць





Мал. 87. Біялагічны кругаварот рэчываў у прыродзе

мінералізацыю, гэта значыць ператварэнне ў неарганічныя рэчывы. Гэтыя неарганічныя рэчывы могуць быць зноў выкарыстаны аўтатрофамі для сінтэзу арганічных рэчываў. Такім чынам, сутнасць біялагічнага кругавароту заключаецца ва ўтварэнні жывога рэчыва з неарганічных злучэнняў і ў ператварэнні арганічнага рэчыва пры раскладанні ў неарганічныя злучэнні. Магчымасць шматразовага выкарыстання рэчываў робіць жыццё на Зямлі практычна вечным пры ўмове пастаяннага прытоку патрэбнай колькасці энергіі Сонца.

Геалагічны і біялагічны кругавароты ў сукупнасці фарміруюць агульны біягеахімічны кругаварот рэчываў, аснову якога складаюць цыклы азоту, вады, вугляроду і кіслароду.

Кругаварот вады. Вада — самае распаўсюджанае рэчыва на Зямлі і асноўны кампанент біясферы. Яна з’яўляецца асяроддзем для растварэння практычна ўсіх элементаў. Большая частка біясфернай вады прадстаўлена водамі Сусветнага акіяна і вадой вечных ільдоў. Больш за 99 % усіх запасаў вады ў біясферы знаходзіцца ў цвёрдым стане. Нязначная частка вады знаходзіцца ў газападобным стане — гэта атмасферная вадзяная пара. На выпарэнне вады з паверхні акіянаў і сушы затрачваецца каля паловы ўсёй сонечнай энергіі, што паступае на Зямлю. Пасля выпарэння вада струменямі паветра пераносіцца на розныя адлегласці



Мал. 88. Кругаварот вады ў прыродзе

(мал. 88). Большая яе частка ў выглядзе ападкаў выпадае ў акіян, адкуль інтэнсіўна выпараецца, меншая — на сушу. Лішкі сцякаюцца ў рэкі, азёры, а з іх у Сусветны акіян. Вада, якая выпала на паверхню сушы, спрыяе разбурэнню горных парод, размывае верхні пласт глебы і вяртаецца разам з растворанымі і суспензаванымі ў ёй рэчывамі ў рэкі, моры і акіяны. Такім чынам, вада пераносіць вялізную колькасць неарганічных і арганічных злучэнняў.

У кругавароце вады важную ролю адыгрываюць жывыя арганізмы, якія на $\frac{2}{3}$ складаюцца з вады. Расліны здабываюць ваду з глебы і выпараюць яе ў атмасферу. Маса вады, што пры гэтым выпараецца, можа быць вельмі значная. Так, з 1 га лесу выпараецца 20—50 т вады ў суткі. У буйных лясных зонах асноўная колькасць ападкаў утвараецца з вадзяной пары, якая паступае ў атмасферу дзякуючы выпарэнню з гэтых жа зон.

► **Гэта цікава.** Каб вырабіць 10 кг біямасы, большасць раслін спажываюць прыкладна 1000 л вады. З гэтай, прапушчанай праз карані, вады прыкладна 991 л ідзе на выпарэнне з паверхні лістоў, што неабходна расліне ў першую чаргу для ахаладжэння. З астатніх 9 л вады 7,5 л захоўваецца ў тканках раслін у выглядзе хімічна свабоднай вады, і толькі 1,5 л выкарыстоўваецца ў працэсе фотасінтэзу.

Жывёльныя арганізмы таксама актыўна ўдзельнічаюць у кругавароце вады. Яны спажываюць ваду для падтрымання працэсаў жыццядзей-

насці і вылучаюць яе з прадуктамі абмену рэчываў. Вада як найважнейшы кампанент асяроддзя пражывання робіць значны ўплыў на арганізм жывёлы, пачынаючы з перыяду эмбрыянальнага развіцця. Недахоп вады жывёлы адчуваюць надзвычай востра. Так, страта 10 % вады суправаджаецца паслабленнем сардэчнай дзейнасці, павышэннем тэмпературы цела, зніжэннем апетыту і сакрэцыі страўнікавага соку, узбуджэннем нервовай сістэмы, мышачнай дрыготкай, сухасцю і жаўтушнасцю слізістых абалонак. Пры страце жывёльным арганізмам 20 % вады настае смерць.

Кругаварот вады ў цэлым адыгрывае асноўную ролю ў фарміраванні прыродных умоў на нашай планеце.

Кругаварот кіслароду. Ператварэнне кіслароду непасрэдна звязана з кругаваротам вады і іншых рэчываў. Практычна ўвесь атмасферны кісларод мае біягеннае паходжанне і праходзіць праз жывое рэчыва за 2000 гадоў.

У функцыянаванні біясферы кісларод адыгрывае выключна важную ролю. Пастаянная канцэнтрацыя кіслароду ў атмасферы падтрымліваецца дзякуючы працэсу фотасінтэзу. У ходзе гэтага працэсу зялёныя расліны пад дзеяннем сонечнага святла ператвараюць вуглякіслы газ і ваду ў вуглявод і кісларод. Асноўная частка ўтворанага кіслароду ўдзельнічае ў працэсах дыхання аэробных арганізмаў і ў абмене рэчываў (мал. 89). Невялікая частка кіслароду атмасферы ўдзельнічае ў працэсах утварэння аэравага экрану.



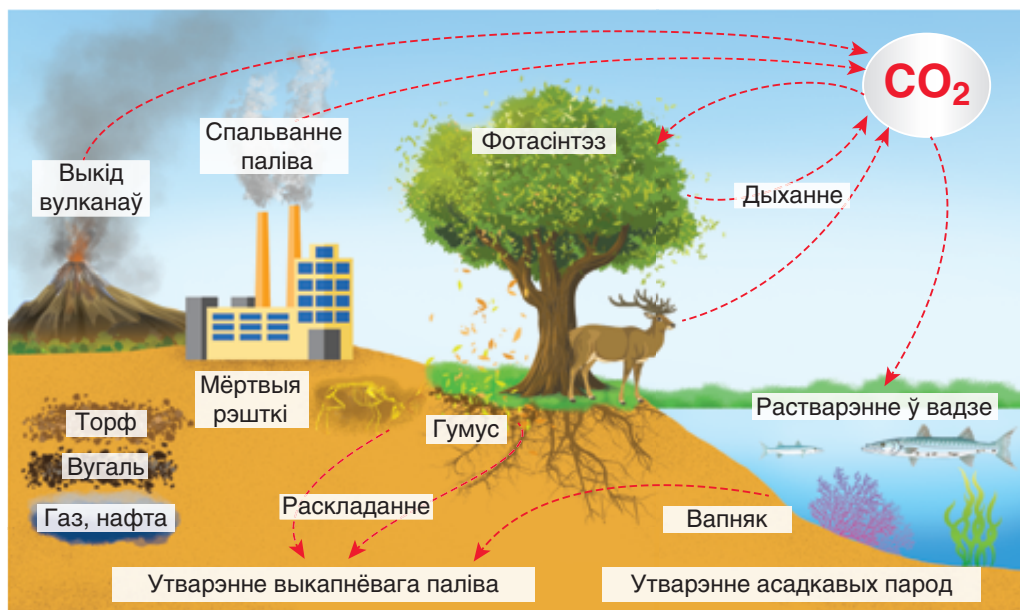
Мал. 89. Кругаварот кіслароду ў прыродзе

Памяншэнне колькасці кіслароду адбываецца ў атмасферы ў выніку працэсаў дыхання, акіслення горных парод, гарэння пры лясных пажарах, спальвання чалавекам паліва. Гэта кампенсуецца ў працэсе фотасінтэзу. Такім чынам, у прыродзе бесперапынна здзяйсняецца кругаварот кіслароду і падтрымліваецца пастаянства складу атмасфернага паветра.

Аднак у апошнія дзесяцігоддзі дзейнасць чалавека, звязаная з высечкай лясоў, асушэннем балот, памяншае прадукцыю фотасінтэзу. А гэта, у сваю чаргу, парушае натуральны ход кругавароту кіслароду на значных тэрыторыях Зямлі.

Кругаварот вугляроду. Вуглярод у атмасферы змяшчаецца галоўным чынам у складзе вуглякіслага газу. Першасная крыніца вуглякіслага газу — вулканічная дзейнасць.

Біясферны цыкл вугляроду (мал. 90) пачынаецца з працэсу фотасінтэзу. Штогод у яго ўцягваецца да 50 млрд т вугляроду. Расліны паглынаюць яго ў складзе вуглякіслага газу. Арганічныя рэчывы, якія імі прадукуюцца, змяшчаюць значную колькасць вугляроду (больш за 50 % вугляроду біясферы змяшчаецца ў цэлюлозе раслін). Гэтыя рэчывы выкарыстоўваюць самі расліны і жывёлы (кансументы) для атрымання энергіі. Акрамя таго, злучэнні вугляроду выкарыстоўваюцца



Мал. 90. Кругаварот вугляроду ў прыродзе

марскімі арганізмамі для пабудовы ракавін і шкiлетных утварэнняў. Адначасова з гэтым адбываецца адваротны працэс. Вуглярод вяртаецца ў асяроддзе, замыкаючы цыкл, двума шляхамі. Першы шлях — у выглядзе вуглякіслага газу, які ўтвараецца ў працэсе дыхання жывых арганізмаў. Другі шлях — раскладанне (мінэралізацыя) экскрэментаў, адмерлых раслін і жывёл мікраарганізмамі (рэдуцэнтамі). Жывыя арганізмы прапускаюць праз сябе ўвесь вуглярод атмасферы на працягу 6—8 гадоў. Адзін цыкл кругавароту вуглякіслага газу праходзіць за 300 гадоў.

Аднак цыкл кругавароту вугляроду замкнуты не цалкам. Частка вугляроду, як ужо адзначалася, на працяглы час выводзіцца з кругавароту, канцэнтруючыся ў залежах торфу, каменнага вугалю, нафты і гаручых сланцаў, якія ўтвараюцца пры раскладанні мёртвых арганізмаў без доступу кіслароду. Вуглярод таксама фарміруе магутныя адклады вапнякоў на дне мораў і акіянаў, якія ўтварыліся з рэшткаў ракавін і шкiлетаў адмерлых марскіх арганізмаў.

Пры спальванні выкапнёвага паліва, якое выкарыстоўваецца чалавекам для атрымання энергіі, утвараецца вуглякіслы газ, які вяртаецца ў атмасферу. За кошт гэтага за апошнія сто гадоў яго ўтрыманне ў атмасферы ўзрасло на 25 %, што парушае адрэгуляваны стагоддзямі кругаварот вугляроду. Гэта можа прывесці да ўзмацнення парніковага эфекту і, як вынік, да затаплення шырокіх прыбярэжных тэрыторый па ўсім свеце.



■ **Паўторым галоўнае.** Галоўнымі ўмовамі ўстойлівага існавання біясферы з'яўляюцца пастаянны кругаварот рэчываў і патокаў энергіі. З выкарыстаннем сонечнай энергіі на планеце працякаюць два ўзаемазвязаныя кругавароты рэчываў: вялікі — геалагічны і малы — біялагічны. У кругаваротах вугляроду і кіслароду асноўная роля належыць жывым арганізмам. Аснову ж глабальнага кругавароту вады ў біясферы забяспечваюць фізічныя працэсы.



? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Што ўяўляе сабой кругаварот рэчываў у біясферы? 2. Якім чынам жывыя арганізмы ўдзельнічаюць у кругавароце рэчываў? 3. Якая роля фотасінтэзу ў кругавароце рэчываў?



Складаныя пытанні. 1. Якія ўмовы з'яўляюцца неабходнымі для падтрымання бесперапыннасці кругавароту рэчываў? 2. Вызначыце магчымыя наступствы празмернага паступлення вуглякіслага газу ў атмасферу.

§ 54. Паняцце пра эвалюцыю і стабільнасць біясферы

- **Успомніце**, якая роля жывога рэчыва планеты.
- **Як вы думаеце?** Наколькі важна захаванне відавой разнастайнасці жывых арганізмаў на Зямлі?
- **Вы даведаецеся** пра эвалюцыю біясферы і ролю чалавека ў гэтым працэсе.

Сучасная біясфера ўзнікла не адразу, а ў выніку працяглай эвалюцыі ў працэсе пастаяннага ўзаемадзеяння абіятычных і біятычных фактараў. **Эвалюцыя біясферы** — гэта натуральны працэс развіцця жывой прыроды, які суправаджаецца змяненнем генетычнага складу папуляцый, фарміраваннем адаптацый, відаўтварэннем і выміраннем відаў, пераўтварэннем экасістэм і біясферы ў цэлым.

У. І. Вернадскі вылучаў тры этапы ў эвалюцыі біясферы.

Першы этап — узнікненне жыцця і першаснай біясферы. На гэтым этапе пануючае становішча займалі хімічныя рэакцыі, натуральныя геалагічныя і кліматычныя змяненні.

Другі этап — гэта з’яўленне новых разнастайных адна- і мнагаклетачных арганізмаў. На гэтым этапе галоўную ролю адыгрывала біялагічная эвалюцыя.

Трэці этап — з’яўленне чалавека і грамадства, якое пачынае ў сваіх інтарэсах уздзейнічаць на біясферу, ператвараючы яе ў наасферу, або новы эвалюцыйны стан.

Эвалюцыя біясферы складае гісторыю жыцця на Зямлі. Зямля як геалагічнае цела ўтварылася прыблізна 4,54 млрд гадоў назад, калі на яе расплаўленай паверхні з’явілася цвёрдая, хоць вельмі тонкая і гарачая, зямная кара.



Расплаўлены вонкавы пласт Зямлі з часам ахалоджваўся. Вулканічная актыўнасць і вылучэнне газаў прывялі да ўзнікнення першаснай атмасферы, а кандэнсацыя вадзяной пары пры ахаладжэнні — да ўзнікнення акіянаў. У гэтым водным асяроддзі з’явіліся першыя формы жыцця. Па меркаванні вучоных, яны былі прадстаўлены *гетэратрофнымі анаэробнымі бактэрыямі* (мал. 91). Гэтыя арганізмы назапашвалі энергію ў асноўным у выніку працэсаў глікалізу і брадженія. Аднак стваральная і пераўтваральная роля жывога рэчыва стала ажыццяўляцца толькі са з’яўленнем у біясферы фотасінтэзуючых аўтатрофаў — цыянабактэрый. Дзейнасць гэтых арганізмаў прывяла да запасання ў атмасферы свабоднага кіслароду, колькасць якога павялічвалася, а ўтрыманне вуглякіслага газу памяншалася. Гэта дало штуршок інтэнсіўнаму

развіццю *аэробных арганізмаў*. Мяркуецца, што каля 1,5 млрд гадоў назад утрыманне кіслароду ў атмасферы дасягнула прыкладна 1 %. Гэта забяспечыла арганізмы неабходнай для жыццядзейнасці энергіяй і прывяло да ўтварэння *мнагаклетачных арганізмаў*, іх далейшага развіцця і ўскладнення.

Далейшае насычэнне атмасферы кіслародам спрыяла таму, што ў верхніх слаях атмасферы на вышыні 22—25 км пад уздзеяннем электрахімічных працэсаў утварыўся *азонавы экран*, які ахоўваў жывыя арганізмы на Зямлі ад згубнага ўздзеяння ультрафіялетавых сонечных і касмічных прамянёў. Гэта мела рашаючае значэнне для фарміравання сучаснай біясферы і разглядаецца як адзін з найважнейшых этапаў эвалюцыі. У створаных умовах адбывалася далейшае павелічэнне колькасці жывых арганізмаў. Азонавы экран даў магчымасць жывым арганізмам *выйсці з вады на сушу* і распаўсюдзіцца па ёй.

Арганізмы, заваяваўшы розныя асяроддзі пражывання, сталі інтэнсіўна развівацца. Каля 475 млн гадоў назад з'явіліся першыя *наземныя зялёныя расліны*. Гэта спрыяла далейшаму ўзбагачэнню атмасферы кіслародам і больш інтэнсіўнаму працэсу ўтварэння арганічнага рэчыва.

Паралельна развіваліся і *гетэратрофы* (членістаногія, рыбы, амфібіі), якія для дыхання спажывалі кісларод і вылучалі ў атмасферу вуглякіслы газ. Яны таксама падтрымлівалі энерге-



Аблічча Зямлі 4,54 млрд гадоў назад



Гетэратрофныя анаэробныя бактэрыі



Першыя наземныя расліны
(рыніяфіты)



Першыя наземныя жывёлы
(іхтыястэгі)

Мал. 91. Зараджэнне жыцця на Зямлі

тычны баланс у прыродзе, рэгулюючы колькасць раслін і іншых арганізмаў.

Прыкладна 350—400 млн гадоў назад *усталявалася раўнавага* паміж утварэннем і расходаваннем кіслароду, утрыманне яго ў атмасферы дасягнула 21 % (па аб'ёме), і гэта раўнавага захоўваецца і зараз.

У выніку ўраўнаважвання дзейнасці аўтатрофаў і гетэратрофаў, якія ўдзельнічаюць у кругавароце рэчываў у біясферы, сфарміраваўся стан гомеастазісу (пастаянства, устойлівасці).

У цэлым эвалюцыя жывой прыроды суправаджалася пастаянным развіццём біясферы, павелічэннем разнастайнасці жывых арганізмаў і ўскладненнем экасістэм.

Каля 200 млн гадоў назад з'явіліся першыя *млекакормячыя*. Яны асвоілі не толькі сушу, але таксама прэсныя і марскія вадаёмы, глебу, паветраную прастору. Млекакормячыя забяспечылі незвычайна шырокае ў параўнанні з іншымі пазваночнымі выкарыстанне харчовых рэсурсаў. Іх спектр харчавання быў больш разнастайным за рацыёны іншых наземных і водных пазваночных. Гэта павялічыла значэнне млекакормячых у біясферы.

Род Чалавек з'явіўся 2,5 млн гадоў назад. Па меркаванні вучоных, прыкладна 50 тыс. гадоў назад чалавек набыў сучасны выгляд і пачаў сваю працоўную дзейнасць. Выраб і ўжыванне прылад працы далі чалавеку магчымасць актыўна ўздзейнічаць на прыроду. Гэта прывяло да ўтварэння вельмі магутнага ў гісторыі біясферы фактару — *антрапагеннага*, які па ступені ўздзеяння можна параўнаць з буйным геалагічным працэсам. Гэты фактар можа стаць прычынай парушэння гомеастатычнага стану біясферы.

Свядомая дзейнасць чалавека ў межах біясферы спрыяла ператварэнню яе ў *наасферу*. Паняцце «наасфера» (ад грэч. *noos* — розум, *sphaira* — шар) было ўпершыню ўведзена ў навуку ў 1927 г. французскім геалагам Э. Леруа. У. І. Вернадскі тлумачыў наасферу як вышэйшую стадыю развіцця біясферы, пры якой разумная дзейнасць чалавецтва становіцца галоўнай рухаючай сілай яе развіцця.

Чалавецтва стварае на Зямлі сваё культурнае асяроддзе, якое інтэнсіўна развіваецца, перадаючы ад пакалення да пакалення працоўны і духоўны вопыт. Маштабы ўзаемадзеяння сучаснага грамадства з прыродай вызначаюцца ў асноўным патрэбнасцямі чалавека. Яны звязаны з узроўнем тэхнічнага і сацыяльнага развіцця, які безупынна нарастае.

У выніку вытворчай дзейнасці чалавека ўзнік новы працэс абмену рэчываў і энергіі паміж прыродай і грамадствам. Гэты абмен носіць ужо тэхнагенны характар і называецца *антрапагенным абменам рэчываў і энергіі*. Ён істотна змяняе агульнапланетарны кругаварот рэчываў, рэзка паскараючы яго, і адрозніваецца ад біялагічнага кругавароту сваёй незамкнутасцю, г. зн. носіць адкрыты характар. На ўваходзе антрапагеннага абмену знаходзяцца прыродныя рэсурсы, а на выхадзе — вытворчыя і бытавыя адходы. Адходы вытворчасці пагаршаюць прыроднае асяроддзе, шмат якія з іх не раскладаюцца да прыроднага стану. У перыяд навукова-тэхнічнага прагрэсу маштабы і хуткасць антрапагеннага абмену рэзка ўзрастаюць, выклікаючы прыметныя змяненні ў біясферы. Тэхнічныя магчымасці чалавека дасягнулі маштабаў, суадносных па сваёй велічыні з біясфернымі. Таму чалавек павінен правільна разумець заканамернасці эвалюцыі біясферы і, зыходзячы з гэтага, разумна рэгуляваць яе экалагічнае развіццё. Мы павінны навучыцца ўсвядомлена кіраваць эвалюцыяй біясферы і падтрымліваць яе стабільнасць.

Стабільнасць біясферы — гэта яе здольнасць захоўваць раўнаважны стан, перш за ўсё ў выніку бесперапыннага паступлення сонечнай энергіі, што выкарыстоўваецца фотааўтатрофнымі арганізмамі і ператвараецца імі ў першаснае арганічнае рэчыва. Таксама стабільнасць біясферы засноўваецца на высокай разнастайнасці жывых арганізмаў, іх пастаянным размнажэнні і адаптацыі да жыцця ў розных умовах асяроддзя. Не менш важна для стабільнасці біясферы падтрыманне бесперапыннага біягеннага кругавароту рэчываў за кошт розных тыпаў і спосабаў харчавання жывых арганізмаў.

► **Гэта цікава.** Вынікам мільярдаў гадоў эвалюцыі з'яўляецца сучасная біясфера Зямлі, якая дыферэнцыруецца на мноства экасістэм і ўключае больш за 2,5 млн відаў жывых арганізмаў, што жывуць цяпер. За ўсю гісторыю Зямлі, па прыблізных падліках, існавала прыкладна 500 млн відаў.

Аднак стабільнасць біясферы мае пэўныя межы, і парушэнне яе рэгулярных магчымасцей можа мець сур'ёзныя наступствы. Некаторыя працэсы, выкліканыя тэхнагеннай дзейнасцю чалавека, накіраваны процілегла іх натуральнаму ходу ў біясферы.

У цяперашні час перад чалавецтвам стаіць шэраг глабальных праблем па захаванні стабільнасці біясферы. Гэта, у прыватнасці, прадухіленне высечкі лясоў, памяншэнне хімічнага забруджвання асяроддзя, аб'ёму

бытавых адходаў, скарачэнне выкідаў парніковых газаў, захаванне біялагічнай разнастайнасці. Сусветным згуртаваннем прадпрымаюцца спробы рашэння гэтых праблем у межах міжнародных канвенцый і пагадненняў (Канвенцыя аб трансмежавым забруджванні атмасфернага паветра на вялікія адлегласці, Рамачная канвенцыя ААН аб змяненні клімату і Кіёцкі пратакол, Канвенцыя аб біялагічнай разнастайнасці), што будзе спрыяць падтрыманню стабільнасці біясферы.

■ **Паўторым галоўнае.** Сучасная біясфера ўзнікла ў выніку працяглай эвалюцыі. Вылучаюць тры этапы ў эвалюцыі біясферы: узнікненне жыцця і першаснай біясферы (хімічныя рэакцыі, натуральныя геалагічныя і кліматычныя змяненні); з’яўленне біялагічнай разнастайнасці — новых відаў раслін і жывёл (асваенне новых асяроддзяў жыцця); з’яўленне чалавека і грамадства (уздзеянне на біясферу антрапагеннага фактару, ператварэнне яе ў наасферу). Галоўная задача чалавецтва — навучыцца ўсвядомлена кіраваць эвалюцыяй біясферы і падтрымліваць яе стабільнасць.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Якія этапы вылучаюць у эвалюцыі біясферы? 2. Якія першыя жывыя арганізмы з’явіліся на Зямлі? 3. Што паслужыла прычынай асваення арганізмамі сушы? 4. Якія істотныя змяненні адбыліся ў эвалюцыі біясферы са з’яўленнем чалавека?

Складаныя пытанні. 1. Што спрыяе падтрыманню стабільнасці біясферы? 2. Якая роля чалавека ў падтрыманні стабільнасці біясферы? Прывядзіце канкрэтныя прыклады.



ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Біясфера — гэта абалонка Зямлі, склад, структура і энергетыка якой вызначаюцца дзейнасцю жывых арганізмаў. Вучэнне пра біясферу было створана рускім вучоным У. І. Вернадскім. Межы біясферы вызначаюцца наяўнасцю неабходнай для жыццядзейнасці колькасці вады, мінеральных рэчываў, кіслароду, вуглякіслага газу, спрыяльнага тэмпературнага рэжыму. Усё гэта аптымальна спалучаецца ў месцах кантакту трох абалонак Зямлі — атмасферы, літасферы і гідрасферы. Верхняй мяжой біясферы прынята лічыць азоны слой на вышыні 22—25 км. Ніжняй мяжа біясферы ў літасферы размешчана на глыбіні 3—4 км, у гідрасферы — 11 км. Лімітуючым фактарам распаўсюджвання жыцця

ця ў атмасферы з'яўляецца ультрафіялетавае выпраменьванне, у літасферы — высокая тэмпература, гідрасфера заселена практычна цалкам і абмежавана дном Сусветнага акіяна.

Асноўнымі кампанентамі біясферы з'яўляюцца: жывое, коснае, біякоснае і біягеннае рэчывы. Жывое рэчыва выконвае шэраг функцый (энергетычную, газавую, канцэнтрацыйную, акісляльна-аднаўленчую) і актыўна ўдзельнічае ў кругавароце рэчываў.



Кругаварот рэчываў — цыклічны, шматразова паўтаральны працэс узаемазвязанага ператварэння і перамяшчэння рэчываў у біясферы. На нашай планеце працякаюць два кругавароты рэчываў: вялікі — геалагічны і малы — біялагічны. Геалагічны кругаварот — гэта працэс міграцыі цвёрдых рэчываў і вады ў выніку ўздзеяння абіятычных фактараў. Біялагічны кругаварот — працэс цыркуляцыі рэчываў паміж раслінамі, жывёламі, грыбамі, мікраарганізмамі і глебай. Сутнасць біялагічнага кругавароту заключаецца ва ўтварэнні жывога рэчыва з неарганічных злучэнняў у працэсе фотасінтэзу і ў ператварэнні арганічнага рэчыва ў неарганічныя злучэнні пры раскладанні. Геалагічны і біялагічны кругавароты ў сукупнасці фарміруюць агульны біягеахімічны кругаварот рэчываў, аснову якога складаюць цыклы вады, вугляроду і кіслароду.

Біясфера эвалюцыяніруе. Але, нягледзячы на гэта, характарызуецца стабільнасцю, г. зн. здольнасцю захоўваць раўнаважны стан за кошт бесперапыннага паступлення сонечнай энергіі, яе пераўтварэння і ажыццяўлення кругаваротаў рэчываў. На сучасным этапе эвалюцыі біясферы галоўным фактарам, які ўплывае на яе стан, з'яўляецца дзейнасць чалавека.



Раздзел 7



Чалавек і біясфера

Вы даведаецеся:

- пра экалагічныя праблемы лесу, сельскай гаспадаркі і горада;
- пра спецыялізаваныя ахоўныя тэрыторыі;
- пра ролю чалавека ў біясферы.

Вы навучыцеся:

- выкарыстоўваць набытыя веды для абгрунтавання мер па рацыянальным выкарыстанні прыродных рэсурсаў, ахове біялагічнай разнастайнасці жывых арганізмаў і біясферы ў цэлым;
- выкарыстоўваць набытыя веды пра біясферу для ўдзелу ў прыродаахоўных мерапрыемствах.

У дадзеным раздзеле вы даведаецеся пра экалагічныя праблемы лесу, сельскай гаспадаркі, горада і пра шляхі іх рашэння. Адной з сур'ёзных экалагічных праблем біясферы ў цэлым з'яўляецца скарачэнне відаў жывёл і раслін. Вывучаючы асноўныя прычыны скарачэння біялагічнай разнастайнасці, вы даведаецеся пра меры, якія прадпрымаюцца ў Беларусі для захавання відаў. Таксама ў гэтым раздзеле вы больш дэтальна пазнаёміцеся з Чырвонай кнігай Рэспублікі Беларусь і ахоўнымі прыроднымі тэрыторыямі — запаведнікамі, нацыянальнымі паркамі, заказнікамі, рэзерватамі.

§ 55. Экалагічныя праблемы лесу, сельскай гаспадаркі і горада

- **Успомніце**, якія фактары належаць да антрапагенных.
- **Як вы думаеце?** Ці існуе сувязь паміж экалагічным станам прыроды, здароўем чалавека і ступенню ўплыву антрапагенных фактараў на прыроду?
- **Вы даведаецеся**, якія экалагічныя праблемы, звязаныя з дзейнасцю чалавека, характэрныя для лесу, сельскай гаспадаркі і горада.

Экалагічныя праблемы сучаснага свету ўяўляюць сур'ёзную небяспеку для планеты Зямля. Каля 10—15 % паверхні сушы ўзарана, 25 % уяўляюць сабой пашы. Калі да гэтага дабавіць 3—5 % паверхні, занятай транспартнай сеткай, прамысловасцю, будынкамі і збудаваннямі, 1—2 % тэрыторыі Зямлі, пашкоджанай распрацоўкамі карысных выкапняў, то выявіцца, што амаль палова паверхні сушы перайначана чалавекам.

Нерацыянальная дзейнасць чалавека наносіць сур'ёзную шкоду прыродным экасістэмам. Яна прывяла да спусташэння глеб і рэсурсаў прэсных вод, скарачэння плошчы лясоў, знікнення відаў жывёл і раслін, глабальнага забруджвання навакольнага асяроддзя, парніковага эфекту і змянення клімату. Пагаршэнне гэтых глабальных праблем сігналізуе пра сур'ёзны экалагічны крызіс.

Экалагічныя праблемы лесу. Лясныя экасістэмы ўзбагачаюць атмасферу кіслародам, таму іх па праве называюць «зялёнымі лёгкімі» планеты. Лясы выконваюць найважнейшыя функцыі ў біялагічным і геалагічным кругаваротах рэчываў, дабратворна ўплываюць на клімат, павялічваючы вільготнасць паветра, ахоўваюць глебы ад эрозіі.

Значэнне лесу ў жыцці чалавека мае экалагічны, сацыяльны і эканамічны аспекты. *Экалагічная роля* заключаецца ў забеспячэнні ўсяго жывога кіслародам і ўтварэнні большай часткі першаснай прадукцыі, а таксама ў фарміраванні асяроддзя пражывання для жывёл, грыбоў і мікраарганізмаў. *Эканамічная роля* лесу — выкарыстанне лясных рэсурсаў у гаспадарчай дзейнасці. З драўніны вырабляюць будаўнічыя матэрыялы, паперу, мэблю, паліва. Ігліца і кара дрэў служаць матэрыялам для шмат якіх галін хімічнай прамысловасці. Лес забяспечвае чалавека харчовымі і лекавымі прадуктамі. *Сацыяльная роля* лесу заключаецца ў тым, што ён з'яўляецца месцам адпачынку і здараўлення людзей, крыніцай натхнення для паэтаў і мастакоў.

Лясныя зоны — самыя шырокія на Зямлі. 1500 гадоў назад лясы займалі 7 млрд га плошчы сушы на планеце, сёння — не больш за 4 млрд га, што складае прыкладна 30 % паверхні сушы. Лясы Беларусі ў цяперашні час займаюць 8,7 млн га (42,3 % ад агульнай плошчы дзяржавы). Каля 5,2 % ляснога фонду належыць запаведнікам і нацыянальным паркам. Ва ўмовах Беларусі 1 га лесу ў сярэднім у год вылучае каля 35 млн т кіслароду.

Знікненне лясоў з'яўляецца сусветнай экалагічнай праблемай. За апошнія 25 гадоў адзначаецца рэзкае скарачэнне плошчы лясных угоддзяў. Адна з прычын — змяненне пагодных умоў у сувязі з пацяпленнем



Мал. 92. Лясныя пажары



Мал. 93. Высечка лесу



Мал. 94. Пасадка лесу

клімату. У Беларусі сярэднегадавая тэмпература за апошнія два дзесяцігоддзі павялічылася прыкладна на 3 °С. Таму ападкі выпадаюць у асноўным не ў выглядзе снега, а ў выглядзе дажджу. У выніку гэтага часцей сталі назірацца засухі, дрэвы пачалі адчуваць недахоп вады ўжо вясной. У выніку — масавыя ўсыханні, бураломы і пашкоджанні драўніны караедамі. Штогод па ўсёй краіне губляецца да 20 тыс. га яловых лясоў. Таксама вызначана, што змена хвойных лясоў на ліставыя назіраецца ў сувязі са змяненнем клімату.

Пакідаюць свой негатыўны след і пажары, якія звязаны з засухамі ў летні перыяд (мал. 92). Для Беларусі характэрна паўтарэнне экстрэмальных пажаранебяспечных сезонаў 2—3 разы за дзесяцігоддзе. Штогод узнікае ў сярэднім 850 лясных пажараў, якія ахопліваюць плошчу да 22 тыс. га.

Адзначаецца рост нагузаў на лясныя экасістэмы з боку чалавека. Асноўнымі фактарамі ўздзеяння з'яўляюцца: высечка, браканьерства, пажары, выкарыстанне лясных зямель пад сельскагаспадарчыя ўгоддзі, прамысловае і грамадзянскае будаўніцтва, забруджванне лясных масіваў прамысловымі (уключаючы радыёнуклідны) і бытавымі адходамі.

У лясх Беларусі апошнія 50 гадоў штогод высакаецца 28—30 тыс. га спелых дрэвастояў (мал. 93). На высечаных плошчах штогод высаджваецца да 20—25 тыс. га дрэвавых культур (мал. 94), а на астатніх плошчах адбываецца натуральнае зарастанне, як правіла, са зменай галоўнай лесаўтваральнай пароды. У выніку адбываюцца інтэнсіўныя працэсы змены натуральных лясных згуртаванняў штучнымі. Гэта вядзе да парушэння экалагічнай устойлівасці лясных экасістэм і зніжэння

біразнастайнасці. У цяперашні час прыродныя згуртаванні лясоў складаюць каля 52 %, а штучныя — 48 %.

Больш за 1,7 млн га лясоў Беларусі (25 % ляснога фонду) забруджана радыёнуклідамі ў выніку аварыі на Чарнобыльскай АЭС.

Яшчэ адна сур'ёзная праблема лясоў — забруджванне бытавымі адходамі. Вялікія страты лесу наносіць смецце, якое вывозяць у лясныя масівы жыхары гарадоў, ствараючы тым самым звалкі (мал. 95). За названыя парушэнні заканадаўствам Рэспублікі Беларусь прадугледжана адказнасць.

Экалагічныя праблемы сельскай гаспадаркі. Задача сельскай гаспадаркі — забяспечыць насельніцтва харчам, сыравінай для шэрага галін прамысловасці, наладзіць экспарт. На сённяшні дзень у сельскагаспадарчым прыродакарыстанні адбываецца нарастанне экалагічных праблем, такіх як хімічнае забруджванне глеб і апустыньванне.

Асноўныя шляхі забруджвання глеб — ужыванне мінеральных ўгнаенняў і пестыцыдаў. Невялікія дозы ўгнаенняў, якія выкарыстоўваюцца з улікам асаблівасцей глеб і кліматычных умоў, спрыяюць павышэнню ўраджайнасці сельскагаспадарчых культур. Але часта правілы ўнясення ўгнаенняў парушаюцца. Сістэматычнае ўнясенне ўгнаенняў у высокіх дозах, страты ў час транспарціроўкі прыводзяць да забруджвання асяроддзя і ўплываюць на здароўе чалавека.

Пестыцыды — зборная назва хімічных сродкаў, якія выкарыстоўваюцца ў сельскай гаспадарцы для барацьбы з пугазеллем, шкоднікамі і хваробамі сельскагаспадарчых раслін. Пры дасягненні пэўнай канцэнтрацыі ў сельскагаспадарчых культурах пестыцыды становяцца небяспечнымі.

Яны могуць назапашвацца ў тканках раслін, жывёл і чалавека. Небяспека атручэння пестыцыдамі праз прадукты харчавання і пітную ваду існуе для ўсяго насельніцтва Зямлі.

У цяперашні час для Беларусі актуальная праблема **апустыньвання зямель** (мал. 96). Гэта адбываецца ў



Мал. 95. Звалкі смецця ў лесе



§55-1



Мал. 96. Апустыньванне зямель

выніку нерацыянальнага выкарыстання зямельных рэсурсаў, масавага знішчэння лясоў і іншых прыродных экасістэм, узмацнення тэхнагеннага забруджвання глеб. Акрамя таго, павелічэнне паўтаральнасці засушлівых перыядаў на поўдні Беларусі спрыяе актыўнаму развіццю кліматычнага апустыньвання. Яго прычына не толькі ў змяненні клімату, але і ў інтэнсіўнай меліярацыі зямель для далейшай сельскагаспадарчай вытворчасці. У цяперашні час у Беларусі меліяравана 3,4 млн га (16,4 %) зямель, з іх 1,3 млн га балот. Пры гэтым было выключана каля 20 млн м³ вады. Гэта істотна ўплывае на вільготнасць прыземнага слоя паветра і глебы і прыводзіць да змяненняў у біягеаэнозах.

Дадзеныя праблемы прывялі да парушэння натуральных умоў існавання мноства жывых арганізмаў і дысбалансу ў харчовых ланцугах.



§55-2

Экалагічныя праблемы горада. Экалагічныя праблемы гарадоў, асабліва буйных, звязаны з празмернай канцэнтрацыяй на параўнальна невялікіх тэрыторыях насельніцтва, транспарту і прамысловых прадпрыемстваў, з пераўтварэннем глебавага покрыва і абмежаванай колькасцю зялёных насаджэнняў.

У гарадах спажыванне прэснай і пітной вады ў 10 разоў большае ў разліку на 1 чалавека, чым у сельскіх раёнах. Аб'ём сцёкавых вод дасягае 1 м³ у суткі на аднаго чалавека. Вадаёмы, размешчаныя ў гарадской мясцовасці, больш забруджаныя. Таму практычна ўсе буйныя гарады маюць дэфіцыт водных рэсурсаў, і шмат якія з іх атрымліваюць ваду з аддаленых крыніц.

Атмасфера над буйнымі гарадамі змяшчае ў 10 разоў больш аэразоляў і ў 25 разоў больш газаў, чым над сельскімі раёнамі (мал. 97). Пры гэтым 60—70 % газавага забруджвання дае аўтамабільны транспарт. Разам з забруджваннем атмасферы адмоўна адбіваюцца на здароўі чалавека ў га-



Мал. 97. Забруджванне атмасферы ў гарадах

радах вібрацыя, шумавое і светлавое забруджванні.

Вялізныя рэкламныя шыльды, асвятленне стадыёнаў і іншых аб'ектаў спрыяюць утварэнню над гарадамі так званых «светлавых купаў», святло якіх рассяеваецца ў атмасферы. Светлавое забруджванне прыводзіць да змянення біярытмаў жывых арганізмаў, парушае сутачны рытм раслін, выклікае зніжэнне імунітэту ў людзей і скарачае працягласць жыцця.

Яшчэ адна сур'ёзная праблема гарадоў шмат у якіх краінах свету — утылізацыя адходаў. Беларусь — не выключэнне. Штогод на тэрыторыі краіны ўтвараецца больш за 3 млн т смецця. З кожным годам гэта лічба расце. Сярод смецця шмат сінтэтычных матэрыялаў — пластмас. Такія адходы павольна акісляюцца і разбураюцца. Час іх раскладання — дзясяткі гадоў. Для таго каб ліквідаваць праблемы ў сферы перапрацоўкі смецця, практычна ва ўсіх буйных гарадах рэспублікі сярод насельніцтва вядзецца актыўная прапаганда раздзельнага збору адходаў. Функцыянуюць спецыялізаваныя прадпрыемствы, якія займаюцца сартаваннем.

Забруджванне гарадоў можна паменшыць, мадэрнізуючы дзеючыя прамысловыя і гаспадарча-бытавыя аб'екты, абнаўляючы аўтамабільны транспарт, прадумваючы гарадскую планіроўку, якая ўключае рацыянальнае размяшчэнне жылых і прамысловых зон.

■ **Паўторым галоўнае.** У сучасным свеце існуе шэраг экалагічных праблем, якія звязаны з эксплуатацыяй чалавечым прыродных рэсурсаў: забруджванне атмасферы, спусташэнне глеб і рэсурсаў прэсных вод, знікненне відаў жывёл і раслін. Да сучасных экалагічных праблем лесу належаць: скарачэнне плошчы лясоў з прычыны змянення клімату, высечкі дрэў, лясных пажараў, выкарыстання лясных зямель пад сельскагаспадарчыя ўгоддзі, прамысловага і гарадабудаўніцтва. Не менш важнымі праблемамі лесу з'яўляюцца браканьерства і забруджванне лясных масіваў бытавымі адходамі. У сельскагаспадарчым прыродакарыстанні існуюць такія экалагічныя праблемы, як хімічнае забруджванне глеб пестыцыдамі і лішкам мінеральных угнаенняў, апустыньванне зямель. Экалагічныя праблемы сучасных гарадоў звязаны з празмернай канцэнтрацыяй на параўнальна невялікіх тэрыторыях насельніцтва, транспарту і прамысловых прадпрыемстваў, утылізацыяй адходаў, абмежаванай колькасцю зялёных насаджэнняў. Пагаршэнне якасці навакольнага асяроддзя адбіваецца на здароўі чалавека і ўстойлівасці экасістэм.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Пералічыце экалагічныя праблемы лесу. 2. Якія экалагічныя праблемы актуальныя для сельскай гаспадаркі? 3. Ад якіх фактараў залежаць экалагічныя праблемы горада?

Складаныя пытанні. 1. Прапануйце напрамкі дзейнасці па зніжэнні і мінімізацыі працэсаў апустыньвання зямель. 2. Якія шляхі вырашэння праблемы забруджвання навакольнага асяроддзя аўтатранспартам вы можаце прапанаваць?



§ 56. Прычыны страты біялагічнай разнастайнасці

- **Успомніце** царствы жывых арганізмаў, тыпы ўзаемаадносін жывых арганізмаў у экасістэмах.
- **Як вы думаеце?** Ад чаго ў першую чаргу залежыць стабільнасць экасістэмы?
- **Вы даведаецеся** пра прычыны зніжэння біялагічнай разнастайнасці.

Біяразнастайнасць — сукупнасць усіх відаў арганізмаў, якія жывуць на Зямлі. У наш час на планеце, паводле даных шэрага даследчыкаў, налічваецца прыкладна 500 тыс. відаў бактэрый, 300 тыс. відаў грыбоў, 500 тыс. відаў раслін і каля 1,5 млн відаў жывёл. Раней адзначалася, што біяразнастайнасць з’яўляецца адным з найважнейшых паказчыкаў, якія забяспечваюць устойлівасць экасістэм і біясферы ў цэлым. Чым большая колькасць відаў уваходзіць у склад экасістэмы, тым яна больш устойлівая і стабільная. Выміранне відаў натуральным шляхам даволі працяглы працэс. Палеанталагічныя даныя паказваюць, што сярэдняя хуткасць вымірання складае прыблізна 1 від у стагоддзе. Аднак у апошні час з прычыны дзейнасці чалавека і шэрага іншых прычын назіраецца працэс інтэнсіўнага і хуткага знікнення відаў жывых арганізмаў. Гэта выклікае разбурэнне цэлых экасістэм.

За апошнія 400 гадоў з твару Зямлі, па некаторых даных, знікла 107 відаў і падвідаў млекакормячых, 160 відаў і падвідаў птушак. Па даных Міжнароднага саюза аховы прыроды, на мяжы знікнення знаходзяцца 11 167 відаў жывёл і 5714 відаў раслін. У Беларусі ў гэту катэгорыю трапляюць амаль трэць відаў дзікіх жывёл. Згодна з прагнозамі вучоных, калі тэмпы вымірання захаваюцца на такім жа ўзроўні, да 2100 г. могуць быць згублены $\frac{2}{3}$ усіх відаў арганізмаў, якія насяляюць планету. На глабальным узроўні могуць знікнуць 13 % усіх відаў птушак, 41 % амфібіяў, 26 % млекакормячых. Гэта можа прывесці да біясфернага крызісу. На аднаўленне біяразнастайнасці біясферы спатрэбіцца 5 млн гадоў.

У Беларусі, як і ў іншых краінах, біяразнастайнасць залежыць ад стану прыродных экасістэм: лясоў, балот, азёр, — якія займаюць каля 50 % тэрыторыі краіны.

У цяперашні час асноўнымі прычынамі скарачэння біялагічнай разнастайнасці з’яўляюцца: парушэнне і забруджванне асяроддзя пражывання, празмернае спажыванне і браканьерства, акліматызацыя чужародных відаў.

Парушэнне асяроддзя пражывання можа быць следствам як антрапагеннага ўздзеяння (высечка лясоў, асушэнне балот, узворванне стэпаў і цалінных зямель), так і натуральных прычын.

► **Гэта цікава.** Пракладка газаводу без уліку міграцыі аленяў у тундры прывяла да таго, што жывёлы сталі збівацца перад трубай у вялізныя статкі, і нішто не магло іх прымусіць звярнуць з векавога шляху. У выніку загінулі шматлікія тысячы жывёл.

За апошнія 100 гадоў у Беларусі назіраецца ўстойлівы рост тэмпературы паветра ў розных раёнах рэспублікі. У сувязі з гэтым ідзе натуральная эвалюцыйная змена відаў флоры і фаўны. Адбываецца адступленне лясоў на поўнач. На змену ім усё актыўней на тэрыторыю Беларусі пранікаюць стэпавая расліннасць і спадарожныя віды жывёл. Так, напрыклад, назіраецца скарачэнне колькасці белай курапаткі (мал. 98) з прычыны з'яўлення на тэрыторыі Беларусі новых відаў птушак, тыповых для стэпавай і лесастэпавай зоны.



Сал. 98. Белая курапатка

Іншым прыкладам можа служыць распаўсюджванне вялікай белай чаплі (мал. 99), якая выпяняе шэрую чаплю.

Забруджванне асяроддзя. З прычыны забруджвання прыроднага асяроддзя шэраг відаў жывых арганізмаў гіне. Мы ўжо гаварылі пра гэту праблему. Нагадаем, што прыкладамі забруджвання асяроддзя пражывання арганізмаў могуць служыць выкіды прадпрыемстваў і аўтатранспарту, забруджванне водна-балотных угоддзяў сцёкавымі водамі, нафтай, нафтапрадуктамі і іншымі таксічнымі рэчывамі.

Празмернае спажыванне — гэта выключэнне жывёл і раслін з прыроднага асяроддзя для розных мэт (харчовых, гаспадарчых, медыцынскіх).



Мал. 99. Белая і шэрая чаплі



Так, напрыклад, шмат якія лекі вырабляюцца з дзікарослых раслін. Аднак гэты спосаб малапрадукцыйны, таму шмат у якіх краінах ажыццяўляюць культываванне і вырошчванне лекавых раслін на плантацыях.

Браканьерства — гэта незаконныя дзеянні па здабычы, знішчэнні дзікіх жывёл ці раслін, якія парушаюць заканадаўства аб ахове навакольнага асяроддзя. Да браканьерства належыць паляванне і рыбная лоўля ў забароненых месцах ці забароненымі прыладамі і спосабамі. Незаконнымі з’яўляюцца паляванне ў забароненую пару года ці без спецыяльнага дазволу, адстрэл і адлоў жывёл, занесеных у Чырвоную кнігу, збор яек і пуху птушак, разбурэнне гнёздаў, нор. Таксама браканьерствам лічыцца высечка лесу, збор расліннай сыравіны без адпаведнага дазволу. У залежнасці ад меры нанесенай шкоды браканьерства лічыцца адміністрацыйным праступкам ці злачынствам.

У Беларусі ў лістападзе 2014 г. уступіў у сілу Закон № 197-З «Аб унясенні змяненняў і дапаўненняў у некаторыя кодэксы Рэспублікі Беларусь». Ён датычыцца ўзмацнення мер адказнасці за правапарушэнні ў сферы палявання і рыбалоўства, у сувязі з чым уведзена больш сур’ёзная адміністрацыйная і крымінальная адказнасць за незаконныя дзеянні ў сферы аховы і выкарыстання жывёльнага свету. Але, нягледзячы на закон, адзначаецца зніжэнне колькасці шэрага прамысловых відаў жывёл. Такая сітуацыя характэрна не толькі для Беларусі.

У жывёльным свеце існуе самарэгуляцыя колькасці асобных відаў за кошт біятычных узаемаадносін. Умяшанне чалавека парушае гэты працэс. Рэгулярны адстрэл ваўкоў шмат у якіх паляўнічых гаспадарках Беларусі прывёў да росту, а затым да памяншэння колькасці ласёў і аленьў у выніку іх гібелі з прычыны хвароб і аслаблення патомства. Вядома, што ваўкі выконваюць функцыю санітараў лесу, паколькі забіваюць у першую чаргу хворых і аслабленых жывёл, ажыццяўляючы біялагічнае выбракоўванне.

У выніку празмернага спажывання і браканьерства на Зямлі ўжо назаўжды зніклі: тур, тарпан (дзікі еўрапейскі конь), карова марская (стэлерава), гагарка бяскрылая, голуб вандроўны. Захаванне біяразнастайнасці — найважнейшая задача ўсяго сусветнага згуртавання.

Акліматызацыя чужародных відаў. *Акліматызацыя* — працэс прыстасавання жывых арганізмаў да новых умоў існавання з прычыны змянення месцаў пражывання. У апошнія дзесяцігоддзі ў сувязі з актыўнай гаспадарчай дзейнасцю чалавека на тэрыторыю Беларусі трапіў цэлы шэраг відаў, чужародных для фаўны і флоры нашай краіны. Гэтыя віды добра прыстасаваліся да жыцця ў нашых кліматычных умовах. Пра-

цэс іх адаптацыі значна паскорыўся ў сувязі з глабальным змяненнем клімату і павелічэннем транспартных патокаў. У цяперашні час чужародныя віды прызнаны глабальнай экалагічнай праблемай, якая мае цэлы шэраг негатыўных наступстваў экалагічнага, эканамічнага і сацыяльнага характару. Паводле вывадаў міжнародных экспертаў, чужародныя віды ў глабальным маштабе з'яўляюцца другой па значнасці (пасля антрапагеннага забруджвання асяроддзя) прычынай вымірання абарыгенных відаў. Яны здольныя не толькі выцясняць мясцовыя віды, але і відазмяняць цэлыя экасістэмы. Такія віды называюцца *інвазіўнымі*.

Найбольш вядомымі прыкладамі негатыўных наступстваў акліматызацыі чужародных відаў можна назваць з'яўленне каларадскага жука ў Еўропе і труса ў Аўстраліі. У Беларусі ў XX ст. таксама была акліматызавана амерыканская норка, якая практычна выцесніла абарыгенную еўрапейскую норку. Іншым такім прыкладам з'яўляецца янотападобны сабака, завезены з Кітая (мал. 100). Гэты від добра адаптаваўся да новых умоў, пачаў хутка размнажацца, выдаючы носкі птушак, якія гняздуюцца на зямлі, акупіруючы норы ліс і барсукоў. Больш за тое, янотападобны сабака стаў адным з асноўных пераносчыкаў смяротна небяспечнага віруса шаленства.

Аналагічная сітуацыя склалася і з завезеным у Беларусь для гаспадарчага выкарыстання (як корм для буйной рагатай жывёлы) раслінай — баршчэўнікам Сасноўскага. Гэта магутная з шырокімі сакавітымі лістамі расліна сямейства парасонавых стала выцясняць іншыя травяністыя расліны і ўтвараць суцэльныя зараснікі амаль у чалавечы рост. Акрамя таго, баршчэўнік Сасноўскага ўяўляе рэальную пагрозу здароўю, а парой і жыццю чалавека (гл. с. 79). Сумнік канадскі таксама з'яўляецца чужародным інвазіўным відам для Беларусі (мал. 101).

У цяперашні час у Рэспубліцы Беларусь заканадаўча забаронена праводзіць



Мал. 100. Янотападобны сабака



Мал. 101. Сумнік канадскі



наўмыснае ўсяленне чужародных відаў. Паколькі знікненне відаў — гэта незаменная страта для біясферы. Зараз у Беларусі налічваецца каля 35 чужародных відаў жывёл і 306 відаў раслін. Найбольш агрэсіўныя і шкодныя з іх, якія наносзяць экалагічную ці эканамічную шкоду абарыгенным прадстаўнікам фаўны, занесены ў Чорную кнігу інвазіўных відаў жывёл Беларусі. Да іх залічылі янотападобнага сабаку, амерыканскую норку, фараонаву мурашку, матылькоў каштанавага і ліпавага мінэраў, рыбу галавешку-ратана (або бычка амурскага).

У Рэспубліцы Беларусь ёсць пазітыўныя прыклады мерапрыемстваў па захаванні біязнастайнасці. Іх вынікам з'яўляецца распаўсюджванне па тэрыторыі краіны, а затым і Заходняй Еўропы лебедзя-шыпуна, гусі шэрай і баклана вялікага, а таксама аднаўленне папуляцыі зубра еўрапейскага. Колькасць зуброў у Беларусі ў цяперашні час самая вялікая ў свеце — больш за 1600 асобін. Гэтыя прыклады паказваюць, што чалавек здольны станоўча ўплываць на відавы склад флоры і фаўны.

■ **Паўторым галоўнае.** Біялагічная разнастайнасць відаў з'яўляецца важным паказчыкам, які забяспечвае ўстойлівасць экасістэм і біясферы ў цэлым. Асноўнымі прычынамі скарачэння біялагічнай разнастайнасці можна лічыць: парушэнне і забруджванне асяроддзя пражывання, празмернае спажыванне і браканьерства, акліматызацыю чужародных відаў. У цяперашні час у Беларусі пад пагрозай знікнення знаходзіцца амаль трэць відаў дзікіх жывёл і раслін.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Ад чаго залежыць біязнастайнасць? 2. Як дзейнасць чалавека ўплывае на біязнастайнасць? Прывядзіце прыклады. 3. Якія віды і чаму называюцца інвазіўнымі? Прывядзіце прыклады інвазіўных відаў жывёл у Беларусі?

Складаныя пытанні. 1. Чаму вучоныя лічаць небяспечным для чалавека скарачэнне відавой разнастайнасці экасістэм? 2. Чаму важна захоўваць біязнастайнасць Зямлі?



§ 57. Шляхі захавання біязнастайнасці

- **Успомніце,** якія мерапрыемствы з мэтай аховы прыроды праводзяцца ў вашым раёне?
- **Як вы думаеце?** Ці можа дзейнасць чалавека дабратворна ўплываць на стан прыроды і на біялагічную разнастайнасць відаў?
- **Вы даведаецеся** пра мерапрыемствы па захаванні біязнастайнасці, якія праводзяцца на ўзроўні дзяржавы.

Захаванне біразнастайнасці жывых сістэм на Зямлі — необходимая ўмова для выжывання чалавека і ўстойлівага развіцця біясферы. Сярод асноўных экалагічных праблем сучаснасці асаблівае месца займае скарачэнне разнастайнасці відаў і экалагічных сістэм. Прыродныя экалагічныя сістэмы цалкам зменены на $\frac{1}{5}$ частцы сушы.



Для рашэння гэтай глабальнай праблемы 5 чэрвеня 1992 г. у Рыа-дэ-Жанэйра (Бразілія) была падпісана Канвенцыя аб біялагічнай разнастайнасці. Яе мэтамі з'яўляюцца захаванне відаў жывёльнага і расліннага свету і ўстойлівае выкарыстанне кампанентаў біясферы. Беларусь была ў ліку 145 краін, якія падпісалі дадзеную Канвенцыю. У 2010 г. у Рэспубліцы Беларусь была распрацавана Стратэгія па захаванні і ўстойлівым выкарыстанні біялагічнай разнастайнасці на 2011—2020 гг. і план дзеянняў да яе. Дадзеная Стратэгія накіравана на дасягненне трох асноўных мэт:

- прадухіленне скарачэння колькасці відаў дзікіх жывёл і дзікарослых раслін, плошчы іх пражывання і вырастання; аднаўленне колькасці рэдкіх відаў дзікіх жывёл і дзікарослых раслін, а таксама відаў, якія знаходзяцца пад пагрозай знікнення;
- карыстанне біялагічнай разнастайнасцю такім чынам і такімі тэмпамі, якія не прывядуць да яе вычарпання і дазваляць захаваць здольнасць задавальняць эканамічныя, эстэтычныя і іншыя патрэбнасці цяперашняга і будучых пакаленняў;
- падтрыманне аднаўленчых магчымасцей біясферы, забеспячэнне рэгіянальнай і глабальнай экалагічнай раўнавагі ва ўмовах магчымых кліматычных змяненняў.

Рашэнне праблем захавання біразнастайнасці. План дзеянняў, паводле Стратэгіі, уключае каля 90 мерапрыемстваў па ахове біразнастайнасці, у аснове якіх ляжаць два падыходы: папуляцыйна-відавы і экасістэмны.

Папуляцыйна-відавы падыход заключаецца ў стварэнні пералікаў відаў раслін і жывёл, якія знікаюць, з'яўляюцца малаколькаснымі і падлягаюць ахове. Гэтыя віды заносзяцца ў Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь.

Яшчэ адзін шлях рэалізацыі папуляцыйна-відавога падыходу — развядзенне жывёл, што з'яўляюцца рэдкімі ці знікаюць, у заапарках і спецыяльных гадавальніках, а раслін — у батанічных садах з наступным вяртаннем віду, які размножыўся, у прыроднае асяроддзе. Напрыклад, зубр еўрапейскі, які да пачатку 30-х гг. мінулага стагоддзя захаваўся толькі



ў няволі, быў паспяхова размножаны ў запаведніках пры паўвольным утрыманні і затым выпушчаны ў прыроду. Пры гэтым, паколькі для аднаўлення віду выкарыстоўвалі скрыжаванне з блізкім відам — бізонам амерыканскім, была атрымана дастатковая колькасць нечыстапародных зуброў, якія склалі аснову статка зуброў Каўказскага запаведніка. У Белавежскай пушчы жывуць толькі чыстапародныя зубры.



► **Гэта цікава.** У Окскім біясферным запаведніку (Расія) вядзецца работа па аднаўленні колькасці стэрхаў — белых жураўлёў. Штогод у экспедыцыях у тундру заолагі збіраюць яйкі ў іх гнёздах. Птушкі звычайна адкладаюць па два яйкі, хоць выкормліваюць толькі аднаго птушаня. Вучоныя дастаўляюць сабраныя яйкі ў спецыяльны жураўліны гадавальнік Окскага біясфернага запаведніка. Там у інкубатары выводзяць птушанят. Іх выкормліваюць і падгадоўваюць, каб стварыць у гадавальніку паўвольную папуляцыю, якая размнажаецца. Тым самым з'явілася магчымасць захаваць від з перспекывай яго вяртання ў прыроду.

Яшчэ адзін напрамак работы — стварэнне калекцыі насення рэдкіх раслін і генетычных банкаў замарожаных палавых клетак відаў жывёл, якія знікаюць.

Але папуляцыйна-відавы падыход сам па сабе не можа забяспечыць дастатковай захаванасці відавой разнастайнасці.

Справа ў тым, што прычынай знікнення біялагічнага віду звычайна бывае не столькі свядомае знішчэнне яго чалавекам, колькі захоп ці парушэнне яго экалагічнай нішы. У свеце штогод непрыметна знікаюць шматлікія сотні відаў дробных жывёл і раслін, а іншыя аказваюцца на мяжы вымірання не таму, што іх знішчылі, а таму, што заняты іх месца пражывання ці недастаткова кармавых рэсурсаў. Таму захаванне цэлых прыродных біягеацэнозаў — неабходная ўмова захавання біяразнастайнасці Зямлі. Усе кампаненты біясферы — атмасфернае паветра, ваду, глебу — трэба ахоўваць не паасобку, а ў цэлым, як адзіную прыродную сістэму біясферы. Толькі пры такім экалагічным падыходзе магчыма забяспечыць захаванне ландшафтаў, нетраў, жывёл, раслін.

Такі падыход можна назваць *экасістэмным*, і ён асабліва важны, таму што дазваляе захаваць і тыя віды, пра існаванне якіх нам нічога невядома. А такіх відаў вельмі шмат, асабліва ў тропіках. Па некаторых адзнаках, навуцы вядома не больш за 30 % біялагічных відаў, што жывуць на Зямлі.

Такім чынам, каб захаваць генафонд біясферы, трэба паспрабаваць захаваць у першародным выглядзе пры мінімальным антрапагенным уздзеянні дастаткова вялікія плошчы ў выглядзе запаведнікаў, нацыянальных паркаў і заказнікаў. Іншае важнае прызначэнне гэтых *асабліва ахоўных тэрыторый* — служыць зонамі адпачынку і аздаравлення, а таксама быць рэзервам рэсурсаў, якія могуць спатрэбіцца чалавецтву ў будучым.

Разам са стварэннем ахоўных тэрыторый у Беларусі праводзяць і іншыя мерапрыемствы па захаванні біялагічнай разнастайнасці на экасістэмным узроўні. Гэта перадача ў склад ляснога фонду малапрадукцыйных сельскагаспадарчых і парушаных зямель, правядзенне лесааднаўлення і лесаразвядзення, адаптацыя лясной гаспадаркі да змянення клімату.

Акрамя таго, у Беларусі была распрацавана і зацверджана метадыка вартаснай адзнакі экасістэмных паслуг і вартаснай каштоўнасці біялагічнай разнастайнасці. З аднаго боку, так фарміруецца рынак экасістэмных паслуг і вылічваецца эканамічны эфект ад захавання экасістэмы (напрыклад, ацэньваецца фотасінтэзуючы патэнцыял лясных экасістэм). З іншага боку, разлічваецца кошт кампанентаў асяроддзя для задавальнення сацыяльна-эканамічных патрэбнасцей (платная рыбалка, паляванне, высечка дрэвастою). Дзейнасць чалавека павінна адпавядаць прынцыпу «экалагічнае — эканамічна».

■ **Паўторым галоўнае.** Захаванне разнастайнасці жывых сістэм на Зямлі — неабходная ўмова для выжывання чалавека і ўстойлівага развіцця цывілізацыі. У Беларусі ў 2010 г. была распрацавана Стратэгія па захаванні і ўстойлівым выкарыстанні біялагічнай разнастайнасці на 2011—2020 гг. і распрацаваны план дзеянняў. План уключае каля 90 мерапрыемстваў па ахове біразнастайнасці. У аснове ўсіх дзеянняў ляжаць два падыходы: папуляцыйна-відавы і экасістэмны. Папуляцыйна-відавы падыход заключаецца ў арганізацыі мерапрыемстваў па ахове і захаванні пэўных відаў жывых арганізмаў. Экасістэмны падыход заснаваны на захаванні цэлых прыродных біягеацэнозаў.

? Праверым ведаў

Ключавыя пытанні. 1. Чаму захаванне разнастайнасці жывых сістэм на Зямлі з'яўляецца актуальным і вострым пытаннем для сучаснага чалавецтва? 2. Якія меры прадпрымаюцца ў свеце для рашэння пытання захавання відавой разнастайнасці? 3. Якія падыходы ляжаць у аснове рашэння праблем захавання біразнастайнасці?



Складаныя пытанні. 1. Якія з пералічаных мерапрыемстваў засноўваюцца на папуляцыйна-відавым падыходзе: аднаўленне парушаных і неэфектыўна выкарыстоўваемых экалагічных сістэм; аднаўленне папуляцый відаў дзікіх жывёл і дзікарослых раслін, уключаных у Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь; зніжэнне паступлення біягенных забруджвальных рэчываў у водныя аб'екты; распрацоўка і апрабаванне тэхналогіі паскоранага аднаўлення адкрытых нізінных асаковых балот на месцы дэградаваных тарфяных балот; распрацоўка і рэалізацыя мерапрыемстваў па стабілізацыі і павелічэнні колькасці відаў птушак, якія знаходзяцца пад пагрозай глабальнага знікнення? 2. Якія пэўныя мерапрыемствы можна праводзіць у вашай мясцовасці для аднаўлення папуляцый відаў дзікіх жывёл і дзікарослых раслін, уключаных у Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь? Прапануйце не менш за тры мерапрыемствы.

§ 58. Спецыялізаваныя ахоўныя тэрыторыі

- **Успомніце** віды жывёл і раслін, якія занесены ў Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь.
- **Як вы думаеце?** Ці можа стварэнне запаведных зон захаваць відавую разнастайнасць?
- **Вы даведаецеся** пра ахоўныя аб'екты і запаведныя тэрыторыі Беларусі.



Ахова прыроды — комплекс дзяржаўных і грамадскіх мерапрыемстваў, накіраваных на захаванне расліннасці і жывёльнага свету, глеб, вод, зямных нетраў і атмасферы. Асноўнай задачай прыродаахоўнай дзейнасці з'яўляецца захаванне ўнікальных куткоў прыроды, колькасці рэдкіх і знікаючых відаў флоры і фаўны. Для арганізацыі назіранняў за змяненнямі ў прыродзе ў Беларусі створаны асабліва ахоўныя прыродныя тэрыторыі: запаведнікі, нацыянальныя паркі, заказнікі, рэзерваты, помнікі прыроды. Зараз іх на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь дзейнічае больш за 1200 і агульная плошча складае прыкладна 1,8 млн га. Гэта каля 9 % усёй плошчы Беларусі.

Запаведнікі — асабліва ахоўныя дзяржавай тэрыторыі, цалкам выключаныя з гаспадарчай дзейнасці чалавека. Сёння ў свеце вядома каля 2 тыс. запаведнікаў. Мэтай іх стварэння з'яўляецца захаванне ў некаранутым выглядзе натуральных прыродных згуртаванняў, аднаўленне папуляцый рэдкіх і знікаючых жывёл, а таксама правядзенне навуковых даследаванняў. У межах запаведнікаў не дапушчаецца гаспадарчая (лесанарыхтоўка, сенакос, нарыхтоўка смалы) і рэкрэацыйная (адпачынак, збор ягад, грыбоў) дзейнасць.

Асабліва катэгорыя — **біясферныя запаведнікі**, дзе захоўваюцца цэлыя ландшафты і вядуцца назіранні па адзіных метадыках, складзеных у адпаведнасці з праграмай ЮНЕСКА «Чалавек і біясфера». Усяго ў свеце каля 560 біясферных запаведнікаў.



Мал. 102. Бярэзінскі біясферны запаведнік. Бабёр

У цяперашні час у Беларусі функцыянуюць Бярэзінскі біясферны і Палескі радыяцыйна-экалагічны запаведнікі.

Бярэзінскі біясферны запаведнік быў заснаваны ў 1925 г. для аховы і развядзення каштоўных відаў птушак і звяроў (баброў) (мал. 102). У 1979 г. ён увайшоў у сістэму міжнароднага назірання за станам прыроднага асяроддзя і атрымаў статус біясфернага. Запаведнік займае плошчу больш за 130 тыс. га і размешчаны на мяжы Віцебскай і Мінскай абласцей. Тут працякаюць ці бяруць пачатак каля 70 рэк, самая буйная з якіх — Бярэзіна.

Уздоўж рэчышча Бярэзіны размяшчаюцца разнастайныя па расліннасці балотныя экасістэмы і найбуйнейшыя ў Еўропе ўнікальныя для поўначы Беларусі шыракалістыя лясы з дуба, ясеня, клёна, вольхі чорнай.



У цяперашні час у запаведніку расце больш за 2 тыс. відаў раслін і жыве каля 4 тыс. відаў жывёл. З іх больш за 200 відаў занесены ў Чырваную кнігу Рэспублікі Беларусь. У запаведніку вядома больш за 200 паселішчаў баброў і жыве каля 40 асобін мядзведзя бурага.

Палескі дзяржаўны радыяцыйна-экалагічны запаведнік. Гісторыя яго стварэння трагічная. Запаведнік быў арганізаваны ў 1988 г. пасля аварыі на Чарнобыльскай АЭС з мэтай назірання за радыяебіялагічнымі і экалагічнымі наступствамі аварыі. Ён размешчаны на тэрыторыі трох раёнаў Гомельскай вобласці, якія найбольш пацярпелі ад аварыі. Гэта запаведная тэрыторыя па-свойму ўнікальная. Тут ва ўмовах мінімальнага ўмяшання чалавека вядуцца назіранні за развіццём дзікай прыроды ва ўмовах радыеактыўнага забруджвання (гл. с. 92). Вучоныя запаведніка вывучаюць спосабы аднаўлення глеб Беларусі, якія пасля аварыі аказаліся забруджанымі радыенуклідамі.



Нацыянальныя паркі — гэта асабліва ахоўныя тэрыторыі, на якіх размешчаны прыродныя комплексы, што ўяўляюць гістарычную, экалагічную і культурную каштоўнасць. У нацыянальных парках вылучаюць зоны з запаведным рэжымам і зоны з рэжымам заказніка, дзе дапускаецца прысутнасць чалавека.

► **Гэта цікава.** Першы ў свеце Елаўстонскі нацыянальны парк плошчай каля 900 тыс. га быў створаны ў ЗША ў 1872 г.

У Рэспубліцы Беларусь у цяперашні час дзейнічаюць чатыры нацыянальныя паркі.

Нацыянальны парк Белавежская пушча — адна з найстарэйшых ахоўных тэрыторый у свеце. У 2019 г. Белавежскай пушчы споўнілася 610 гадоў. Агульная плошча ахоўных зямель парку складае больш за 150 тыс. га. Нацыянальны парк Белавежская пушча на тэрыторыі Беларусі размяшчаецца ў Брэсцкай і Гродзенскай абласцях, а з захаду да яго прылягае польскі Белавежскі нацыянальны парк. Тут знаходзіцца найбуйнейшы масіў старажытных лясоў Еўропы. Іх сярэдні ўзрост больш за 100 гадоў, а на некаторых участках дасягае 250—350 гадоў. У Белавежскай пушчы зарэгістравана больш за тысячу дрэў-волатаў (цардуб і іншыя 400—600-гадовыя дубы, 250—350-гадовыя ясені і хвой, 200—250-гадовыя яліны).

Па колькасці відаў раслін і жывёл Белавежская пушча з'яўляецца рэкардсменам і не мае сабе роўных у Еўропе. У парку жыве самая вялікая ў свеце папуляцыя зуброў (мал. 103). У беларускай частцы пушчы іх каля 570. Флора і фаўна тут прадстаўлены вялікай колькасцю рэдкіх відаў раслін і жывёл, занесеных у Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь. У 1992 г. Нацыянальны парк Белавежская пушча быў уключаны ў Спіс сусветнай прыроднай спадчыны ЮНЕСКА.



Мал. 103. Белавежская пушча. Зубры

Нацыянальны парк Браслаўскія азёры — яркае сведчанне таго, чаму Беларусь называюць сінявокай. Створаны парк у 1995 г. Размешчаны ў Браслаўскім раёне Віцебскай вобласці. Займае плошчу каля 65 тыс. га. Асноўная мэта яго стварэння — захаванне ўнікальных прыродных комплексаў Браслаўскай азёрнай групы. Тут на параўнальна невялікай тэрыторыі знаходзіцца больш за 30 азёр. У парку жывуць больш за 200 відаў птушак. У тым ліку рэдкія віды: бусел чорны, журавель шэры, чайка шызая, курапатка белая. Для Браслаўскіх азёр характэрна вялікая відавая разнастайнасць рыб: лін, сняток, рапушка, вугор.

Нацыянальны парк Прыпяцкі знаходзіцца ў Гомельскай вобласці і займае плошчу 188,5 тыс. га. Утвораны ў 1996 г. Лясы, балоты поймы ракі Прыпяць складаюць каля 95 % яго плошчы. Асноўная мэта стварэння гэтай ахоўнай тэрыторыі — захаванне ўнікальных поймавых ландшафтаў Палесся. У парку налічваецца больш за 1 тыс. відаў раслін, 45 відаў млекакормячых, звыш за 250 відаў птушак. Дзякуючы багатай відавой разнастайнасці птушак Нацыянальны парк Прыпяцкі атрымаў *міжнародны статус ключавой арніталагічнай тэрыторыі*. У парку адзначана гнездаванне птушак, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення: падворліка вялікага і драча.

Нацыянальны парк Нарачанскі быў створаны ў 1999 г. Ён размешчаны на паўночным захадзе краіны, у асноўным на тэрыторыі Мядзельскага раёна Мінскай вобласці. Плошча парку складае 87 тыс. га. Тут знаходзіцца Нарачанская група азёр. Мэтай стварэння парку было захаванне прыродных комплексаў лясоў і лугоў, якія прылягаюць да возера Нарач.

У флоры нацыянальнага парку налічваецца больш за 1 тыс. відаў раслін, з іх больш за 100 рэдкіх і знікаючых відаў. Тут пастаянна жыве каля 50 відаў млекакормячых і гняздуецца 220 відаў птушак. Асабліваю каштоўнасць уяўляюць рэдкія і ахоўныя ў Беларусі віды жывёл: барсук, гагара чорнаваллёвая, скапа, бусел чорны.

Заказнікі — ахоўныя прыродныя тэрыторыі, на якіх увесь час ці часова забаронены асобныя віды гаспадарчай дзейнасці чалавека. Пад аховай у заказніках знаходзіцца не ўвесь прыродны комплекс, а толькі некаторыя яго элементы. Напрыклад, асобныя віды раслін, жывёл, гісторыка-мемарыяльныя ці геалагічныя аб'екты. У Рэспубліцы Беларусь зараз дзейнічаюць каля 400 заказнікаў.

Рэзерваты — невялікія тэрыторыі, дзе прыродныя аб'екты знаходзяцца пад асаблівай аховай дзяржавы. Тут можа ахоўвацца адзін від ці група відаў, магчыма, і ўвесь прыродны комплекс. Рэзерваты адрозніваюць паводле тыпу ахоўнай тэрыторыі: марскія, балотныя, батанічныя, заалагічныя, паляўнічыя і інш.



► **Гэта цікава.** У 2012 г. на стыку меж Беларусі, Польшчы і Украіны быў створаны першы міжнародны біясферны рэзерват «Заходняе Палессе». Рэзерват уваходзіць у Сусветную сетку біясферных рэзерватаў ЮНЕСКА.

Помнікі прыроды — унікальныя, каштоўныя ў экалагічных, навуковых, эстэтычных, гісторыка-культурных адносінах прыродныя аб’екты натуральнага і штучнага паходжання, у дачыненні да якіх устаноўлены асаблівы рэжым аховы і выкарыстання. Усе аб’екты на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь, абвешчаныя помнікамі прыроды, з’яўляюцца нацыянальным здабыткам і знаходзяцца пад аховай дзяржавы. У Беларусі налічваецца каля 900 помнікаў прыроды.



► **Гэта цікава.** Статус батанічнага помніка прыроды прысвоены Цэнтральнаму батанічнаму саду Нацыянальнай акадэміі навук Рэспублікі Беларусь у Мінску, Мірскаму парку ў Гродзенскай вобласці і асобным рэдкім, мудрагелістай формы раслінам ці дрэвам-волатам.

Адной з мер аховы прыроды ў Беларусі з’яўляецца стварэнне **Чырвонай кнігі Рэспублікі Беларусь**. Асноўная яе задача складаецца ў прыцягненні ўвагі грамадскасці да відаў жывых арганізмаў, схільных да найбольшай рызыцы знікнення. Чырвоная кніга — унікальны спіс відаў жывёл, раслін, грыбоў, лішайнікаў і пратыстаў, што з’яўляюцца рэдкімі ці знаходзяцца пад пагрозай знікнення. Чырвоная вокладка гэтай кнігі — невыпадковасць: яна з’яўляецца своеасаблівым сігналам трывогі. У ёй ёсць і «чорны спіс» — спіс відаў, якія зніклі ці не знойдзены ў апошнія гады на тэрыторыі Беларусі (асетр балтыйскі, драфа, лясны кот, звычайная хахуля). Збор раслін, лоўля рыбы і паляванне на птушак і звярай, уключаных у Чырвоную кнігу, забаронены.

► **Гэта цікава.** Першая ў гісторыі Чырвоная кніга была выдадзена ў Парыжы ў 1902 г. У 1963 г. з’явілася першае выданне Міжнароднай Чырвонай кнігі. У 1981 г. выйшла першае выданне Чырвонай кнігі Беларусі. Кніга складалася з аднаго тома і ўключала 80 відаў жывёл і 85 відаў раслін. У 2015 г. выйшла ўжо чацвёртае выданне Чырвонай кнігі Рэспублікі Беларусь. З кожным новым выданнем колькасць відаў павялічваецца. Так, у склад спіса чацвёртага выдання Чырвонай кнігі занесена 202 віды дзікіх жывёл і 303 віды дзікарослых раслін. Аднак адзначаецца і станоўчая дынаміка. Назіраецца прыrost ліку некаторых відаў дзікіх жывёл. Напрыклад, вялікай белай чаплі, крачкі белакрылай, жукаля рашэцістага, ордэнскай стужкі пурпурнай, рапушкі еўрапейскай. Таму дадзеныя віды дзікіх жывёл выключаны з Чырвонай кнігі Рэспублікі Беларусь.

■ **Паўторым галоўнае.** Асноўныя напрамкі прыродаахоўнай дзейнасці ў Рэспубліцы Беларусь рэалізуюцца праз развіццё сістэмы асабліва ахоўных прыродных тэрыторый і аб'ектаў (запаведнікаў, нацыянальных паркаў, заказнікаў, рэзерватаў, помнікаў прыроды), а таксама праз стварэнне Чырвонай кнігі, экалагічную адукацыю і выхаванне падростаючага пакалення. У Рэспубліцы Беларусь у цяперашні час дзейнічаюць 2 запаведнікі, 4 нацыянальныя паркі, заказнікі, рэзерваты. Налічваецца каля 900 помнікаў прыроды.

? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Пeralічыце асноўныя віды прыродаахоўнай дзейнасці. 2. Прычына стварэння Палескага дзяржаўнага радыяцыйна-экалагічнага запаведніка нам вядома. Якія работы праводзяцца на тэрыторыі запаведніка? Як прадухіляецца распаўсюджванне небяспечных радыёнуклідаў за межы запаведніка? Якая роля гэтага запаведніка на сённяшні дзень? 3. Што такое рэзерваты? Чым яны адрозніваюцца ад заказнікаў? 4. Са спіса жывёл выберыце ахоўныя віды Беларусі: рысь еўрапейская, чапля вялікая белая, алень высакародны, падворлік вялікі, куніца лясная, мядзведзь буры, выдра рачная, чарапах балотная, курапатка белая, заяц русак.



Складаныя пытанні. 1. Які, на ваш погляд, уклад у прыродаахоўную дзейнасць могуць унесці навучэнцы? 2. Якія ахоўныя тэрыторыі ёсць у вашай мясцовасці? Як вы лічыце, якія яшчэ ахоўныя тэрыторыі неабходна арганізаваць у вашай мясцовасці? Адказ абгрунтуйце.

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Экалагічныя праблемы сучаснага свету ўяўляюць сур'ёзную небяспеку для планеты. Нерацыянальная дзейнасць чалавека зрабіла вялікую шкоду прыродным экасістэмам і прывяла да збыднення глеб і рэсурсаў прэсных вод, скарачэння плошчы лясоў, знікнення відаў жывёл і раслін, да глабальнага забруджвання навакольнага асяроддзя і парніковага эфекту. Цэлы шэраг экалагічных праблем у цяперашні час характэрны для дзікай прыроды, сельскай гаспадаркі і горада.

Асноўнымі фактарамі ўздзеяння на лясныя экасістэмы з'яўляюцца: высечка лясоў, выкарыстанне лясных зямель пад сельскагаспадарчыя ўгоддзі, прамысловае і грамадзянскае будаўніцтва, забруджванне лясоў бытавымі адходамі, браканьерства, лясныя пажары. Да экалагічных праблем сельскай гаспадаркі належаць: хімічнае забруджванне (ужыванне

пестыцыдаў, залішняй колькасці мінеральных угнаенняў) і апустыньванне зямель.

Экалагічныя праблемы гарадоў звязаны з празмернай канцэнтрацыяй на параўнальна невялікіх тэрыторыях насельніцтва, транспарту і прамысловых прадпрыемстваў. Пагаршэнне якасці навакольнага асяроддзя адбываецца і на здароўі людзей.

У апошні час у свеце назіраецца працэс інтэнсіўнага знікнення шэрага відаў арганізмаў, што вядзе да дэградацыі экасістэм. Па даных Міжнароднага саюза аховы прыроды, пад пагрозай знікнення на Зямлі знаходзяцца больш за 28 тыс. відаў жывых арганізмаў. У наш час асноўнымі прычынамі зніжэння біялагічнай разнастайнасці можна лічыць наступныя: парушэнне асяроддзя пражывання і яго забруджванне, празмернае спажыванне, браканьерства і акліматызацыя чужародных відаў.

З мэтай выпраўлення экалагічнай сітуацыі і захавання відавой разнастайнасці ў Беларусі праводзіцца шэраг мерапрыемстваў экалагічнага характару. У аснове гэтых мерапрыемстваў ляжаць два падыходы: папуляцыйна-відавы і экасістэмны. Папуляцыйна-відавы падыход заключаецца ў стварэнні пералікаў знікаючых і ўразлівых відаў раслін і жывёл, якія падлягаюць ахове, назіранні за імі і кантролі іх колькасці, а таксама ў развядзенні рэдкіх і знікаючых відаў у закрытых гадавальніках. У аснове экасістэмнага падыходу — захаванне цэлых біягеацэнозаў.

З мэтай захавання ўнікальных куткоў прыроды, прымнажэння колькасці рэдкіх і знікаючых відаў флоры і фаўны ў Беларусі створаны запаведнікі, нацыянальныя паркі, заказнікі, рэзерваты, помнікі прыроды, Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь. Зараз на тэрыторыі краіны дзейнічаюць каля 1200 асабліва ахоўных прыродных тэрыторый. Іх агульная плошча складае прыкладна 1,8 млн га. Гэта прыблізна 9 % усёй плошчы Беларусі.

Слоўнік асноўных тэрмінаў і паняццяў

Абіятычныя фактары (ад грэч. *a* — адмаўленне, *biōticós* — жывы, жыццёвы) — элементы нежывой прыроды, якія прама ці ўскосна ўплываюць на арганізм і выклікаюць у яго рэакцыю ў адказ.



Аграэкасістэмы (ад грэч. *agrós* — поле і экасістэма) — штучныя экасістэмы, створаныя і выкарыстоўваемыя чалавекам для атрымання сельскагаспадарчай прадукцыі або адпачынку.

Адаптацыя (ад лац. *adaptatio* — прыладжванне, прыстасаванне) — прымета або комплекс прымет, якія забяспечваюць выжыванне і размнажэнне арганізмаў у канкрэтным асяроддзі пражывання.

Анабіёз — часовы стан арганізма, пры якім жыццёвыя працэсы замедлены да мінімуму і адсутнічаюць усе бачныя прыметы жыцця.

Антагенез — сукупнасць паслядоўных марфалагічных, фізіялагічных і біяхімічных пераўтварэнняў, якія адбываюцца ў арганізме ад моманту яго зараджэння (утварэння зіготы) да смерці.

Антрапагенныя фактары (ад грэч. *ánthrōpos* — чалавек, *génesis* — паходжанне) — разнастайныя віды дзейнасці чалавека, якія ўплываюць як на самі арганізмы, так і на іх месцапражывання.

Арэал (ад лац. *area* — плошча, прастора) — частка зямной паверхні, у межах якой распаўсюджаны і праходзяць поўны цыкл развіцця асобіны дадзенага віду.

Асяроддзе жыцця — частка прыроды з асаблівым комплексам фактараў, для існавання ў якой у розных сістэматычных груп арганізмаў сфарміраваліся падобныя адаптацыі.

Асяроддзе пражывання — частка прыроды, якая акружае арганізм і з якой ён непасрэдна ўзаемадзейнічае на працягу ўсяго жыццёвага цыкла.

Ахова прыроды — сукупнасць міжнародных, дзяржаўных і рэгіянальных мерапрыемстваў для захавання, рацыянальнага выкарыстання і ўзнаўлення прыроды Зямлі ў інтарэсах цяперашніх і будучых пакаленняў людзей.

Бентас (ад грэч. *bénthos* — глыбіня) — арганізмы, якія жывуць на дне вадаёма ці ў тоўшчы доннага грунту.

Біягеацэноз (ад грэч. *bíos* — жыццё, *geo* — Зямля, *koinós* — агульны) — гістарычна складзеная сукупнасць жывых (біяцэноз) і нежывых (біятоп) кампанентаў аднароднага ўчастка сушы, дзе адбываецца кругаварот рэчываў і ператварэнне энергіі.

Біягеннае рэчыва — мінеральна-арганічныя і чыста арганічныя прадукты, створаныя жывымі арганізмамі ў выніку жыццядзейнасці ці адмірання.

Біякоснае рэчыва — вынік узаемадзеяння жывых і косных кампанентаў біясферы.

Біялагічна актыўныя дабаўкі (БАД) — канцэнтраты прыродных ці атрыманыя шляхам хімічнага сінтэзу рэчывы, якія выкарыстоўваюцца для ўзбагачэння і аптымізацыі харчавання чалавека.

Біялагічнае забруджванне — прыўнясенне ў біятычныя згуртаванні чужародных арганізмаў (бактэрый, вірусаў і інш.).

Біялагічны кругаварот рэчываў — цыркуляцыя рэчываў паміж раслінамі, жывёламі, грыбамі, мікраарганізмамі і глебай.

Біямаса экасістэмы — агульная колькасць арганічнага рэчыва ўсіх жывых арганізмаў, назапашанага ў дадзенай экасістэме за папярэдні перыяд яе існавання.

Біясфера (ад грэч. *bíos* — жыццё, *spháira* — шар) — абалонка Зямлі, створаная і заселеная жывымі арганізмамі.

Біятоп (ад грэч. *bíos* — жыццё, *tópos* — месца) — участак тэрыторыі з аднароднымі ўмовамі асяроддзя.

Біятычныя фактары (ад грэч. *bióticos* — жывы, жыццёвы) — элементы жывой прыроды (жывыя арганізмы), якія ўплываюць на пэўны арганізм і выклікаюць у яго рэакцыю ў адказ.

Біяцэноз (ад грэч. *bíos* — жыццё, *koinós* — агульны) — гістарычна складзеная сукупнасць узаемазвязаных папуляцый раслін, жывёл, грыбоў і мікраарганізмаў, што насяляюць экалагічна аднароднае асяроддзе пражывання.

Бластапор — першасны рот зародка жывёл.

Бластацыста — стадыя аднаслойнага зародка, характэрная толькі для плацэнтарных млекакормячых.

Бластула (ад грэч. *blastós* — парастак) — аднаслойны зародак на стадыі драблення.

Вібрацыя — малыя механічныя ваганні, якія ўзнікаюць у пругкіх целах пад уздзеяннем пераменных сіл.

Відавая насычанасць — колькасць відаў, якія прыходзяцца на адзінку плошчы ці адзінку аб'ёму біятопу.

Відавое багацце — агульная колькасць відаў, якія жывуць у пэўным біятопе.

Газавая функцыя жывога рэчыва — здольнасць змяняць і падтрымліваць пэўны газавы склад асяроддзя пражывання і атмасферы ў цэлым.

Гастрэцэль — першасная кішка зародка жывёл.

ГаSTRUляцыі (ад грэч. *gastér* — страўнік) — працэс перамяшчэння эмбрыянальнага матэрыялу з утварэннем двух ці трох зародкавых лісткоў.

Гіграфіты (ад грэч. *hygrós* — вільготны, *phytón* — расліна) — расліны, якія жывуць на багата ўвільготненых глебах і пры высокай вільготнасці паветра.

Гідрабіёнты (ад грэч. *hýdōr* — вада) — арганізмы, якія жывуць у водным асяроддзі.

Гідрасфера (ад грэч. *hýdōr* — вада, *spháira* — шар) — воднае асяроддзе жыцця.

Гідрафіты (ад грэч. *hýdōr* — вада, *phytón* — расліна) — расліны, якія жывуць у водным асяроддзі.

Гранічна дапушчальная канцэнтрацыя (ГДК) — колькасць шкоднага рэчыва ў навакольным асяроддзі і жывым арганізме, якая не робіць на іх негатыўнага ўздзеяння і не прыводзіць да ўзнікнення паталогій.

Гранічна дапушчальны ўзровень (ГДУ) — максімальны ўзровень уздзеяння радыяцыі, шуму, вібрацыі, магнітных палёў і іншых шкодных фізічных уздзеянняў, які не ўяўляе небяспекі для здароўя чалавека, стану жывёл, раслін, іх генетычнага фонду.

Дзяржаўны стандарт — тэхнічны нарматыўны прававы акт, які змяшчае тэхнічныя патрабаванні да прадукцыі, працэсаў яе распрацоўкі, вытворчасці, эксплуатацыі, захоўвання, перавозкі, рэалізацыі і ўтылізацыі ці да аказання паслуг.

Другасная прадукцыя — біямаса, створаная гетэратрофнымі арганізмамі (кансументамі і рэдуцэнтамі) з арганічнага рэчыва пасля яго частковага расшчаплення.

Дэтрыт (ад лац. *detritus* — сцёрты) — мёртвае арганічнае рэчыва (адмерлыя рэшткі раслін і грыбоў, трупы і экскрэменты жывёл з бактэрыямі, якія змяшчаюцца ў іх).

Жывое рэчыва — сукупнасць усіх жывых арганізмаў на Зямлі з іх здольнасцю да размнажэння і распаўсюджвання на планеце, да барацьбы за ежу, ваду, тэрыторыю, паветра.

Заказнік — участак ахоўнай прыроднай тэрыторыі, на якой увесь час ці часова забаронены асобныя віды гаспадарчай дзейнасці (рыбалоўства, паляванне, касьба).

Запаведнік — асабліва ахоўная дзяржавай прыродная тэрыторыя, цалкам выключаная з гаспадарчай дзейнасці чалавека.

Згуртаванне — любая сукупнасць папуляцый розных відаў, якія ўзаемадзейнічаюць паміж сабой і існуюць у агульным асяроддзі.

Здранцвенне — стан рэзка паніжанай жыццядзейнасці, пры якім усе ўнутраныя працэсы запавольваюцца нашмат мацней, чым пры спячцы.

Зоатаксіны — яды, што выпрацоўваюцца жывёламі.

Зоацэноз (ад грэч. *zōon* — жывёла, *koinós* — агульны) — сукупнасць папуляцый жывёл, якія насяляюць пэўны біятоп.

Каменсалізм (ад лац. *commensalis* — сатрапезнік) — тып узаемаадносін, пры якім папуляцыя аднаго віду здабывае карысць, не прыносячы ні шкоды, ні карысці папуляцыі іншага віду.

Канкурэнцыя (ад лац. *concurrentia* — саперніцтва) узаеманевыгадны тып узаемаадносін паміж відамі з падобнымі патрэбнасцямі.

Кансументы (ад лац. *consumo* — спажываю), або **спажывуцы**, — гетэратрофныя арганізмы, якія спажываюць жывое арганічнае рэчыва і перадаюць наяўную ў ім энергію па харчовых ланцугах.

Кан'югацыя — форма палавога працэсу, пры якой абмен генетычным матэрыялам адбываецца шляхам узаемнага абмену ядрамі, якія мігрыруюць.

Капуляцыя — форма палавога працэсу, пры якой дзве адрозныя па поле клеткі — гаметы — зліваюцца і ўтвараюць зіготу.

Касмапаліты (ад грэч. *cosmopolítēs* — грамадзянін свету) — віды, якія маюць шырокі арэал распаўсюджвання ў межах розных кантынентаў.

«Кодэкс Аліментарыус» — збор харчовых міжнародных стандартаў, якія ахопліваюць асноўныя прадукты харчавання і паўфабрыкаты.

Коснае рэчыва — неарганічныя рэсурсы, якія фарміруюцца без долі жывых арганізмаў.

Кругаварот рэчываў — цыклічны, шматразова паўтаральны працэс узаемазвязанага ператварэння і перамяшчэння рэчываў.

Ксерафіты (ад грэч. *xērós* — сухі, *phytón* — расліна) — расліны, якія прыстасаваліся да жыцця ў засушлівых месцах (стэпах, пустынях, паўпустынях, саваннах, высакагор'ях).

Ланцуг харчавання (харчовы ланцуг) — лінейная паслядоўнасць арганізмаў, у якой адбываецца паэтапны перанос рэчыва і энергіі ад крыніцы (папярэдняга звяна) да спажыўца (наступнаму звяну).

Лімітуючы (абмежавальны) фактар — фактар, які найбольш адхіліўся ад свайго аптымальнага значэння ў параўнанні з іншымі фактарамі і вызначае ўзровень жыццядзейнасці арганізма ў дадзеным асяроддзі.

Межы трываласці — дыяпазон сілы ўздзеяння фактару, у якім магчымая жыццядзейнасць арганізма.

Мезадэрма (ад грэч. *mésos* — сярэдні, *dérma* — скура) — сярэдні зародкавы лісток.

Мезафіты (ад грэч. *mésos* — сярэдні, прамежкавы, *phytón* — расліна) — расліны, якія жывуць ва ўмовах умеранага ўвільгатнення.

Мікатаксіны — яды, якія выпрацоўваюцца рыбамі.

Мікацэноз (ад грэч. *mýkēs* — грыб, *koinós* — агульны) — супольнасць розных відаў грыбоў.

Мікоз — грыбковае захворванне скуры чалавека.

Мікробацэноз (ад грэч. *micrós* — малы, *koinós* — агульны) — сукупнасць бактэрый і пратыстаў.

Мутуалізм (ад лац. *mutuus* — узаемны) — узаемавыгадны і абавязковы для жыцця хоць бы адной з папуляцый тып узаемаадносінаў.

Навакольнае асяроддзе — такая сукупнасць усіх прыродных цел, сіл і з'яў на планеце Зямля, у якой існуе жыццё.

Нацыянальны парк — шырокі ахоўны ўчастак тэрыторыі, на якім размешчаны прыродныя комплексы, што ўяўляюць гістарычную, экалагічную і культурную каштоўнасць.

Нектон (ад грэч. *nēktós* — які плыве) — арганізмы, што жывуць у тоўшчы вады і вядуць актыўны спосаб жыцця.

Пайкілатэрмныя арганізмы (ад грэч. *poikilos* — зменлівы, *thérme* — цяпло) — арганізмы, тэмпература цела якіх непастаянная і змяняецца разам з тэмпературай навакольнага асяроддзя.

Палавы працэс — сукупнасць падзей, якія прыводзяць да абмену генетычным матэрыялам паміж асобінамі аднаго віду ці да яго аб'яднання, што стварае ўмовы для ўзнікнення спадчынай зменлівасці.

Папуляцыя — група асобін аднаго віду з агульным генафондам, якія знаходзяцца ва ўзаемадзеянні паміж сабой і жывуць на агульнай тэрыторыі.

Паразітызм (ад грэч. *parásitos* — нахлебнік) — тып узаемаадносін папуляцый розных відаў, з якіх адна папуляцыя (паразіт) выкарыстоўвае іншую (гаспадара) у якасці асяроддзя і крыніцы ежы.

Партэнагенез — спосаб палавога размнажэння, калі дарослая асобіна развіваецца з неаплодненай яйцаклеткі.

Першасная прадукцыя — біямаса, створаная аўтатрофнымі арганізмамі (прадцэнтамі) з мінеральнага рэчыва ў працэсе фота- ці хемасінтэзу.

Пестыцыды — зборная назва ядахімікатаў, якія выкарыстоўваюцца ў сельскай гаспадарцы для барацьбы з пустазеллем, шкоднікамі і хваробамі.

Планктон (ад грэч. *planktós* — які лунае, блукае) — арганізмы, якія жывуць у тоўшчы вады і вядуць пасіўны спосаб жыцця.

Помнік прыроды — асобны ахоўны прыродны аб'ект жывой ці нежывой прыроды, унікальны ў навуковых, культурных, гісторыка-мемарыяльных ці эстэтычных адносінах.

Прадукцыя экасістэмы — колькасць біямасы, якая ўтвараецца ў экасістэме на адзінцы плошчы ці ў адзінцы аб'ёму біятопу за адзінку часу.

Прадцэнты (ад лац. *producens* — які стварае), або **вытворцы**, — аўтатрофныя арганізмы, што сінтэзуюць арганічнае рэчыва з мінеральнага з выкарыстаннем энергіі.

Радзяцыйнае выпраменьванне — від электрамагнітнага выпраменьвання, небяспечны для здароўя людзей, якія пражываюць на тэрыторыях, забруджаных радыёнуклідамі.

Рацыянальнае харчаванне — збалансаванае і разнастайнае харчаванне, якое забяспечвае пастаянства ўнутранага асяроддзя арганізма (гамеастазіс) і жыццёвыя патрэбнасці арганізма.

Рэдуцэнты (ад лац. *reducens* — які вяртае), або **разбуральнікі**, — гетэратрофныя арганізмы, што разбуралюць мёртвае арганічнае рэчыва любога паходжання да мінеральнага.

Рэзерват — невялікая прыродная ахоўная тэрыторыя, створаная для аховы аднаго з элементаў прыроднага комплексу.

Сертыфікат адпаведнасці — дакумент, які пацвярджае адпаведнасць прадукцыі, што сертыфікуецца, патрабаванням тэхнічных нарматыўных прававых актаў у галіне стандартызацыі.

Сертыфікацыя — дзейнасць адпаведных органаў па пацвярджэнні адпаведнасці харчовай сыравіны і харчовых прадуктаў патрабаванням, вызначаным тэхнічнымі нарматыўнымі прававымі актамі ў галіне стандартызацыі.

Склерафіты (ад грэч. *sclērós* — цвёрды, *phytón* — расліна) — расліны са зніжанай транспірацыяй і здольнасцю актыўна здабываць ваду пры яе недахопе ў глебе.

Стэнабіёнты (ад грэч. *stenós* — вузкі, *bíos* — жыццё) — віды арганізмаў, якія маюць вузкія межы талерантнасці і здольныя існаваць на невялікіх тэрыторыях з адносна пастаяннымі ўмовамі асяроддзя.

Сукуленты (ад лац. *succulentus* — сакавіты) — шматгадовыя расліны, здольныя запасіць ваду ў сваіх тканках і органах, а затым эканомна яе расходваць.

Сукцэсія (ад лац. *successio* — пераемнасць, паслядоўнасць) — заканамерная, паслядоўная змена адных экасістэм іншымі на пэўнай тэрыторыі пад уплывам накіраванага змянення прыродных фактараў ці дзейнасці чалавека.

Суспензаванія цвёрдыя рэчывы — забруджвальнікі атмасфернага паветра памерам ад 0,0001 да 0,1 мм, якія ўяўляюць сабой сумесь пылу, попелу, сажы, дыму, сульфатаў, нітратаў і інш.

Тапічныя сувязі (ад грэч. *tópos* — месца) — сувязі паміж папуляцыямі, калі асобіны адной папуляцыі выкарыстоўваюць асобін іншай папуляцыі ў якасці месцапражывання ці адчуваюць іх уплыў на сваё асяроддзе пражывання.

Трафічны ўзровень — сукупнасць арганізмаў, якія ў залежнасці ад спосабу іх харчавання і віду корму складаюць пэўнае звяно харчовага ланцуга.

Трафічныя сувязі (ад грэч. *trophé* — ежа) — сувязі паміж папуляцыямі, калі асобіны адной папуляцыі атрымліваюць ежу за кошт асобін іншай папуляцыі.

Умовы існавання, або **ўмовы жыцця**, — комплекс экалагічных фактараў, без якіх арганізм не можа існаваць у дадзеным асяроддзі.

Фабрычныя сувязі (ад лац. *fabríco* — вырабляць) — сувязі паміж папуляцыямі, калі асобіны адной папуляцыі выкарыстоўваюць выдзяленні ці мёртвыя часткі цел асобін іншай папуляцыі ў якасці матэрыялу для будаўніцтва гнёздаў, нор, сховішчаў і інш.

Фарычныя сувязі (ад грэч. *phóra* — нашэнне) — сувязі паміж папуляцыямі, калі асобіны адной папуляцыі ўдзельнічаюць у рассяленні (распаўсюджванні) асобін іншай папуляцыі.

Фітапрэпараты — лекавыя прэпараты, якія змяшчаюць у сваім складзе лекавыя расліны.

Фітатаксіны — яды, якія выпрацоўваюцца раслінамі.

Фітацэноз (ад грэч. *phytón* — расліна, *koinós* — агульны) — расліннае згуртаванне на пэўнай тэрыторыі, якое змяняецца як па сезонах года, так і па гадах.

Харчовая каштоўнасць — характарыстыка карысных уласцівасцей прадукта і яго смакавых якасцей, абумоўленая ўтрыманнем пажыўных рэчываў.

Харчовыя дабаўкі — рэчывы, якія дабаўляюць у прадукты харчавання для надання ім жаданых уласцівасцей.

Цэлом — другасная поласць цела.

Чырвоная кніга — спіс відаў жывёл, раслін, грыбоў, лішайнікаў і пратыстаў, што з'яўляюцца рэдкімі ці знаходзяцца пад пагрозай знікнення.

Экалагічная ніша — месца віду ў прыродзе, якое ўключае яго прасторавае становішча, функцыянальную ролю ў згуртаванні, адносіны да абіятычных умоў асяроддзя.

Экалагічная пластычнасць, або экалагічная валентнасць, — уласцівасць відаў адаптоўвацца да таго ці іншага дыяпазону змянення сілы ўздзеяння фактараў асяроддзя.

Экалагічны знак адпаведнасці — знак пацвярджэння бяспекі прадукцыі для навакольнага асяроддзя.

Экалагічныя фактары — уласцівасці і кампаненты асяроддзя пражывання, якія выклікаюць у арганізмаў прыстасавальныя рэакцыі — адаптацыі.

Экасістэма — любы комплекс са згуртавання жывых арганізмаў і нежывых кампанентаў асяроддзя іх пражывання, звязаных паміж сабой абменам рэчыва і энергіі.

Эктадэрма (ад грэч. *ectós* — звонку, *dérma* — скура) — вонкавы зародкавы лісток.

Эмбрыянальны этап, або эмбрыягенез (ад грэч. *embryon* — зародак, *genesis* — развіццё), — зародкавае развіццё арганізма ад утварэння зіготы да нараджэння ці выхаду з яйцавых абалонак у жывёл, да прарастання насення ў раслін.

Эндэмікі (ад грэч. *éndēmos* — мясцовы) — віды, якія маюць вельмі вузкі арэал распаўсюджвання ў межах невялікага рэгіёна.

Энергетычная каштоўнасць (каларыйнасць) харчовых прадуктаў — колькасць энергіі, якая вызваляецца з іх у працэсе біялагічнага акіслення і выкарыстоўваецца для забеспячэння фізіялагічных функцый арганізма.

Энергетычная функцыя жывога рэчыва — акумуляванне энергіі ў арганічным рэчыве і пераразмеркаванне яе па харчовых ланцугах. Гэта функцыя звязана з харчаваннем, дыханнем, размнажэннем і іншымі працэсамі жыццядзейнасці арганізмаў.

Энтадэрма (ад грэч. *entós* — унутры, *dérma* — скура) — унутраны зародкавы лісток.

Эўрыбіёнты (ад грэч. *eurýs* — шырокі, *bíos* — жыццё) — віды арганізмаў, якія маюць шырокія межы талерантнасці і здольныя засяляць шырокія тэрыторыі са значнымі ваганнямі ўмоў асяроддзя.

Змест

Прадмова	3
Як працаваць з вучэбным дапаможнікам	4
Уводзіны	5

Раздзел 1. Арганізм і асяроддзе

§ 1. Агульныя ўласцівасці жывых арганізмаў	7
§ 2. Паняцце пра асяроддзе пражывання і пра навакольнае асяроддзе. Фактары асяроддзя і іх класіфікацыя	11
§ 3. Заканамернасці ўдзеяння фактараў асяроддзя на арганізм. Межы трываласці	15
§ 4. Лімітуючыя фактары асяроддзя	19
§ 5. Святло ў жыцці арганізмаў. Фотаперыяд і фотаперыядызм	23
§ 6. Тэмпература як экалагічны фактар. Прыстасаванні раслін і жывёл да розных тэмпературных умоў асяроддзя	27
§ 7. Вільготнасць як экалагічны фактар. Прыстасаванні раслін да рознага воднага рэжыму	32
§ 8. Прыстасаванні жывых арганізмаў да сезонных рытмаў умоў асяроддзя пражывання	36
§ 9. Паняцце пра асяроддзе жыцця. Воднае асяроддзе жыцця	42
§ 10. Адаптацыі арганізмаў да жыцця ў вадзе	46
§ 11. Наземна-паветранае асяроддзе жыцця. Адаптацыі арганізмаў да жыцця ў наземна-паветраным асяроддзі	50
§ 12. Глебавае асяроддзе жыцця. Адаптацыі арганізмаў да жыцця ў глебе ...	55
§ 13. Жывы арганізм як асяроддзе жыцця. Адаптацыі да жыцця ў іншым арганізме	59

Раздзел 2. Чалавек у наваковым асяроддзі

§ 14. Адаптацыя чалавека да змянення тэмпературных умоў	66
§ 15. Інфекцыйныя захворванні чалавека	70
§ 16. Ядавітыя грыбы	73
§ 17. Ядавітыя расліны	76
§ 18. Ядавітыя жывёлы	80
§ 19. Лекавыя расліны і іх выкарыстанне чалавекам	84
§ 20. Асноўныя хімічныя забруджвальнікі навакольнага асяроддзя	89
§ 21. Уплыў электрамагнітнага забруджвання на чалавечы арганізм	94
§ 22. Тэхнагенны шум і вібрацыя — сучасныя крыніцы небяспекі для здароўя чалавека	97
§ 23. Кампаненты ежы і іх функцыі	99
§ 24. Роля харчовых дабавак у харчовай індустрыі	103
§ 25. Шляхі забруджвання харчовых прадуктаў і кантроль іх бяспекі	107
§ 26. Сертыфікацыя харчовых прадуктаў у Беларусі	110
§ 27. Сучасныя ўпаковачныя матэрыялы	114
§ 28. Транспарціроўка і захоўванне прадуктаў харчавання	118

Раздзел 3. Размнажэнне і індывідуальнае развіццё арганізмаў

§ 29. Тыпы размнажэння. Спосабы бясплага размнажэння	124
§ 30. Паняцце палавога размнажэння і палавога працэсу	131
§ 31. Асемянненне і апладненне ў жывёл. Спосабы палавога размнажэння ў жывёл	135
§ 32. Чаргаванне спосабаў размнажэння і пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін	139
§ 33. Антагенез жывёл. Эмбрыянальнае развіццё арганізмаў	145
§ 34. Постэмбрыянальнае развіццё арганізмаў	149
§ 35. Антагенез чалавека	154

Раздзел 4. Від і папуляцыя

§ 36. Від — біялагічная сістэма. Крытэрыі віду	161
§ 37. Паняцце папуляцыі. Уласцівасці папуляцыі	167
§ 38. Структура папуляцыі	171
§ 39. Механізмы захавання і падтрымання ўласцівасцей і структуры папуляцый	176

Раздзел 5. Экасістэма — асноўная адзінка біясферы

§ 40. Біяцэноз і біятоп. Сувязі арганізмаў у біяцэнозах	183
§ 41. Тыпы біятычных узаемаадносін арганізмаў у біяцэнозах	187
§ 42. Відавая структура біяцэнозу	191
§ 43. Прасторавая структура біяцэнозу	194
§ 44. Экасістэма. Біягеацэноз	198
§ 45. Ланцугі і сеткі харчавання. Трафічныя ўзроўні	202
§ 46. Экалагічныя піраміды. Правіла Ліндэмана	207
§ 47. Біямаса і прадукцыйнасць экасістэм	211
§ 48. Дынаміка экасістэм. Паняцце экалагічнай сукцэсіі	214
§ 49. Аграэкасістэмы і іх асаблівасці. Разнастайнасць аграэкасістэм	219

Раздзел 6. Біясфера — жывая абалонка Зямлі

§ 50. Біясфера і яе межы	226
§ 51. Кампаненты біясферы	231
§ 52. Функцыі жывога рэчыва	234
§ 53. Кругаварот рэчываў у біясферы	238
§ 54. Паняцце пра эвалюцыю і стабільнасць біясферы	244

Раздзел 7. Чалавек і біясфера

§ 55. Экалагічныя праблемы лесу, сельскай гаспадаркі і горада	250
§ 56. Прычыны страты біялагічнай разнастайнасці	256
§ 57. Шляхі захавання біяразнастайнасці	260
§ 58. Спецыялізаваныя ахоўныя тэрыторыі	264
Слоўнік асноўных тэрмінаў і паняццяў	271

(Назва ўстановы адукацыі)

Навучальны год	Імя і прозвішча навучэнца	Стан вучэбнага дапаможніка пры атрыманні	Адзнака навучэнцу за карыстанне вучэбным дапаможнікам
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			

Вучэбнае выданне

Маглыш Сабіна Сцяпанаўна
Краўчанка Вячаслаў Анатольевіч
Даўгун Таццяна Янаўна

БІЯЛОГІЯ

Вучэбны дапаможнік для 10 класа
ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі
з беларускай мовай навучання
(з электронным дадаткам для
павышанага ўзроўню)

Заг. рэдакцыі *Г. А. Бабаева*. Рэдактар *К. І. Чэрнікава*. Мастацкі рэдактар *В. М. Карповіч*.
Тэхнічнае рэдагаванне і камп'ютарная вёрстка *Г. А. Дудко*. Карэктары *В. С. Казіцкая*,
В. С. Бабеня, *А. П. Тхір*, *Г. В. Алешка*.

Падпісана да друку 20.03.2020. Фармат 70×90¹/₁₆. Папера афсетная. Друк афсетны.
Ум. друк. арк. 20,48. Ул.-выд. арк. 16,0 форз. Тыраж 11 500 экз. Заказ .

Выдавецкае рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства «Народная асвета»
Міністэрства інфармацыі Рэспублікі Беларусь.

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў 1/2 ад 08.07.2013.
Пр. Пераможцаў, 11, 220004, Мінск, Рэспубліка Беларусь.

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства
«Выдавецтва «Беларускі Дом друку».

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 2/102 ад 01.04.2014.
Пр. Незалежнасці, 79, 220013, Мінск, Рэспубліка Беларусь.

Правообладатель Народная асвета