

**6\*.** Як вы думаеце, для чаго ў сучаснай навуцы можа выкарыстоўвацца метада параўнання амінакіслотнага саставу пэўных бялкоў (гемаглабіну, інсуліну і г. д.) і нуклеатыдных паслядоўнасцей адпаведных генаў у розных відаў жывых арганізмаў?

**7\*.** У зародкаў млекакормячых на ранніх этапах развіцця фарміруюцца жабравыя шчыліны і жабравыя мяшкі. Аднак пасля яны пераўтвараюцца не ў жабы, а ў такія структуры, як слыхавыя трубы, міндаліны, вілачкавую залозу (тымус) і інш. Паспрабуйце растлумачыць дадзеныя факты з пункту гледжання эвалюцыйнай тэорыі.

## § 49. Прагрэс і рэгрэс у эвалюцыі.

### Шляхі дасягнення біялагічнага прагрэсу.

### Спосабы ажыццяўлення эвалюцыйнага працэсу

**Прагрэс і рэгрэс у эвалюцыі.** Як вы ўжо ведаеце, узнікненне надзвычайных сістэматычных груп (родаў, сямействаў і г. д.) у ходзе гістарычнага развіцця жывой прыроды называюць макраэвалюцыяй.

Аналіз макраэвалюцыйных працэсаў паказвае, што развіццё арганічнага свету адбывалася ад ніжэйшых форм жыцця да вышэйшых, г. зн. ад прымітыўных арганізмаў да складанаарганізаваных. Аднак у сучасным свеце разам з арганізмамі, для якіх характэрны высокі ўзровень арганізацыі, такія як млекакормячыя, птушкі, кветкавыя расліны і інш., шырока распаўсюджаны і параўнальна проста пабудаваныя, напрыклад бактэрыі і пратысты. У той жа час многія групы даволі высокаарганізаваных арганізмаў (зверазубыя яшчары, дыназаўры, насенныя папараці, рыніяфіты і г. д.) зніклі. Гэта дае аснову вылучыць два асноўныя напрамкі эвалюцыйнага працэсу — біялагічны прагрэс і біялагічны рэгрэс.

**Біялагічны прагрэс** — напрамак эвалюцыі, які суправаджаецца павышэннем прыстасаванасці арганізмаў той ці іншай групы да ўмоў навакольнага асяроддзя. Вынікам гэтага з'яўляецца павелічэнне колькасці асобін відаў, якія ўваходзяць у састаў дадзенай сістэматычнай групы, іх рассяленне ў новыя месцапражывання, што вядзе да пашырэння арэалаў і спрыяе відаўтварэнню. З часам на аснове ўтвораных відаў узнікаюць новыя роды, сямействы і г. д. Такім чынам, біялагічны прагрэс з'яўляецца вынікам эвалюцыйнага поспеху пэўных груп арганізмаў і вядзе гэтыя групы да росквіту.

**Біялагічны рэгрэс**, наадварот, характарызуецца зніжэннем прыстасаванасці арганізмаў пэўнай сістэматычнай групы да асяроддзя пражывання. Ён праяўляецца ў памяншэнні колькасці асобін, скарачэнні арэалаў і нават поўным знікненні відаў. Зніжэнне біялагічнай разнастайнасці ў межах той ці іншай сістэматычнай групы, якое назіраецца пры біяла-

гічным рэгрэсе, нярэдка становіцца прычынай вымірання дадзенай групы арганізмаў.

Важна адзначыць, што ў сучасным свеце біялагічны прагрэс ці рэгрэс вызначаецца не толькі здольнасцю арганізмаў адаптавацца да змянення абіятычных і біятычных фактараў, але і да антрапагеннага ўздзеяння. Дзейнасць чалавека, звязаная як з прамым знішчэннем арганізмаў, так і з парушэннем асяроддзя іх пражывання, стала прычынай вымірання цэлага шэрага відаў. Многія віды, якія існуюць у цяперашні час, сталі рэдкімі ці знаходзяцца пад пагрозай знікнення. Разам з тым чалавек з'яўляецца магутным фактарам, які абумоўлівае біялагічны прагрэс свойскай жывёлы, культурных раслін і ў той жа час пустазелля, шкоднікаў сельскай гаспадаркі і інш.

Трэба адрозніваць біялагічны прагрэс і рэгрэс ад морфафізіялагічнага прагрэсу і рэгрэсу. **Морфафізіялагічны прагрэс** — гэта павышэнне ўзроўню арганізацыі жывых арганізмаў у ходзе эвалюцыі, г. зн. прыняповае ўскладненне іх будовы і працэсаў жыццядзейнасці. Пад **морфафізіялагічным рэгрэсам** разумеюць спрашчэнне арганізацыі жывых арганізмаў. Такая з'ява назіраецца, галоўным чынам, пры іх пераходзе да маларухамага ці сядзячага (у жывёл) або паразітычнага спосабу жыцця. Морфафізіялагічны прагрэс не заўсёды вядзе да біялагічнага: многія складанаарганізаваныя арганізмы ў ходзе эвалюцыі вымерлі ці зараз знаходзяцца на мяжы знікнення. Нельга гаварыць і пра тое, што морфафізіялагічны рэгрэс звязаны з біялагічным рэгрэсам. Наадварот, многія віды і больш буйныя сістэматычныя групы, якія ў ходзе эвалюцыі падвергліся спрашчэнню арганізацыі, на сённяшні дзень шырока распаўсюджаны.

**Шляхі дасягнення біялагічнага прагрэсу.** У працэсе эвалюцыі біялагічны прагрэс можа дасягацца трыма асноўнымі шляхамі. Гэта арагенез, алагенез і катагенез. Кожны з іх абумоўлены ўзнікненнем у жывых арганізмаў пэўных адаптацый.

**Арагенез** — шлях дасягнення біялагічнага прагрэсу, звязаны з фарміраваннем буйных, прыняпова новых прыстасаванняў, якія істотна павышаюць узровень арганізацыі жывых арганізмаў. Іншымі словамі, гэта шлях эвалюцыйнага развіцця, пры якім біялагічны прагрэс дасягаецца за кошт морфафізіялагічнага прагрэсу. Арагенез прыводзіць да з'яўлення буйных сістэматычных груп — царстваў, аддзелаў (тыпаў), класаў.

Адаптацыі, якія абумоўліваюць арагенез той ці іншай сістэматычнай групы, называюцца **арамарфозамі**. Яны не з'яўляюцца прыстасаваннямі да якіх-небудзь пэўных фактараў асяроддзя, а носяць універ-

сальны характар. Арамарфозы даюць жывым арганізмам магчымасць выкарыстання разнастайных умоў навакольнага асяроддзя і ў шэрагу выпадкаў дазваляюць асвойць новае для іх асяроддзе пражывання. Некаторыя прыклады арагенезу і адпаведных арамарфозаў прыведзены ў табліцы 17.

Табліца 17. Прыклады арагенезу і арамарфозаў

| Прыклады арагенезу                | Адпаведныя арамарфозы                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Узнікненне плоскіх чарвей         | Развіццё трэцяга зародкавага лістка (мезадэрмы); двухбаковая сіметрыя цела; фарміраванне нервовых вузлоў (гангліяў); наяўнасць скурна-мускульнага мяшка і сістэм органаў (стрававальнай, выдзяляльнай, палавых) і інш. |
| Узнікненне млекакормячых          | Развітая кара вялікіх паўшар'яў; чатырохкамернае сэрца; цеплакроўнасць; альвеаларныя лёгкія; выкормліванне дзіцянят малаком; дыферэнцыраваныя зубы і інш.                                                              |
| Узнікненне пакрытанасенных раслін | Наяўнасць кветкі і плода; двойное апладненне; наяўнасць сасудаў у праводзячай тканцы і інш.                                                                                                                            |

**Алагенез** — гэта шлях эвалюцыйнага развіцця, пры якім арганізмы набываюць асобныя адаптацыі, што не змяняюць іх агульны ўзровень арганізацыі. Такія адаптацыі называюцца **аламарфозамі** (мал. 120). У адрозненне ад арамарфозаў, звязаных з глабальнай перабудовай структуры і функцыянавання арганізма, аламарфозы ўяўляюць сабой дробныя эвалюцыйныя змяненні (табл. 18). Дзякуючы ім жывыя арганізмы прыстасоўваюцца да пэўных знешніх умоў, займаючы ў сваім асяроддзі пражывання разнастайныя экалагічныя нішы. Шляхам алагенезу ў складзе буйных сістэматычных груп узнікаюць больш дробныя — новыя віды, роды, сямействы, парадкі (атрады).



Мал. 120. Прыклады аламарфозаў: дзюбы рознай формы ў птушак

Табліца 18. Прыклады алагенезу і аламарфозаў

| Прыклады алагенезу                                                 | Адпаведныя аламарфозы                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Узнікненне розных відаў, родаў, сямействаў і атрадаў насякомых     | Розная форма і ступень развіцця крылаў; розныя тыпы хадзільных ног і ротавага апаратаў; розныя варыянты ахоўнай і папярэджальнай афарбоўкі і інш.                    |
| Узнікненне розных відаў, родаў, сямействаў і атрадаў птушак        | Розныя тыпы дзюбы; розная ступень развіцця шыі, ног і крылаў, разнастайная афарбоўка апярэння; розныя формы шлюбных паводзін і інш.                                  |
| Узнікненне розных відаў, родаў і сямействаў пакрытанасенных раслін | Розная форма, афарбоўка і будова кветак; розныя тыпы суквеццяў; лісты рознай формы і памераў; разнастайныя прыстасаванні для распаўсюджвання пладоў і насення і інш. |

**Катагенез** уяўляе сабой шлях эвалюцыі, пры якім біялагічны прагрэс арганізмаў дасягаецца за кошт спрашчэння іх арганізацыі (морфафізіялагічнага рэгрэсу). Як ужо адзначалася, зніжэнне ўзроўню арганізацыі характэрна, перш за ўсё, для паразітычных форм, маларухомых ці сядзячых жывёл, г. зн. для арганізмаў, якія ў ходзе эвалюцыі прыстасоўваліся да больш простага, у параўнанні з продкамі, спосабу жыцця, да больш паспяхавых умоў асяроддзя. У такіх умовах некаторыя органы і функцыі арганізма, якія былі неабходны продкам, губляюць сваё першапачатковае біялагічнае значэнне і падвяргаюцца рэдукцыі аж да поўнага знікнення. Так, у сядзячых форм рэдуцыруюцца органы перамяшчэння, у паразітычных жывёл — органы пачуццяў, спрашчаецца будова і функцыянаванне асноўных сістэм арганізма (за выключэннем палавых), у раслін-паразітаў рэдуцыруюцца лісты і інш. Такія адаптацыі, звязаныя са спрашчэннем будовы і працэсаў жыццядзейнасці арганізмаў, называюцца **катамарфозамі** (табл. 19). Нягледзячы на спрашчэнне сваёй арганізацыі, арганізмы, якія ідуць па шляху катагенезу, становяцца больш прыстасаванымі да ўмоў асяроддзя пражывання, што і абумоўлівае іх біялагічны прагрэс.

Табліца 19. Прыклады катагенезу і катамарфозаў

| Прыклады катагенезу                                                   | Адпаведныя катамарфозы                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пераход двухстворкавых малюскаў да маларухамага доннага спосабу жыцця | Страта галаўнога аддзела цела і некаторых гангліяў; спрашчэнне будовы стрававальнай сістэмы, органаў пачуццяў і інш. |

| Прыклады катагенезу                     | Адпаведныя катамарфозы                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пераход шэрага чарвей да паразітызму    | Спрашчэнне будовы мускулатуры, нервовай і выдзяляльнай сістэм; рэдукцыя органаў пачуццяў; страта стрававальнай сістэмы (у стужачных чарвей) і інш. |
| Пераход некаторых раслін да паразітызму | Рэдукцыя вегетатыўных органаў (лістоў, каранёў) і інш.                                                                                             |

**Спосабы ажыццяўлення эвалюцыйнага працэсу.** Асноўным спосабам ажыццяўлення эвалюцыйнага працэсу з'яўляецца **дывергенцыя**. Успомнім, што так называюць працэс эвалюцыйнага разыходжання прымет у роднасных арганізмаў, якія жывуць у розных умовах. Яшчэ Ч. Дарвін адзначаў важнае значэнне дывергенцыі для ўтварэння новых відаў. Паводле СТЭ дывергенцыя ажыццяўляецца пры наяўнасці ізаляцыі дзякуючы натуральнаму адбору, які дзейнічае на ізаляваныя групы арганізмаў у розных напрамках. У ходзе дывергенцыі пэўныя органы і структуры цела роднасных арганізмаў, якія маюць адзінае паходжанне і агульны прынцып будовы, могуць відазмяняцца для выканання розных функцый. Такім чынам, дывергенцыя прыводзіць да фарміравання гамалагічных органаў.

У выніку дывергенцыі роднасныя арганізмы набываюць пэўныя адrozenні, абумоўленыя адаптацыяй да розных умоў асяроддзя. У той жа час формы, якія дывергіруюць, захоўваюць і рысы падабенства, што тлумачыцца іх эвалюцыйнай роднасцю (агульнасцю паходжання).

Арганізмы, якія належаць да розных буйных сістэматычных груп, напрыклад тыпаў ці класаў, але жывуць у падобных умовах, у ходзе эвалюцыйнага развіцця могуць набываць падобныя рысы. У гэтым выпадку гавораць пра такі спосаб ажыццяўлення эвалюцыйнага працэсу, як канвергенцыя.

**Канвергенцыя** — незалежнае з'яўленне падобных прымет (сыходжанне прымет) у няроднасных арганізмаў, якія жывуць у аднолькавых ці вельмі блізкіх умовах асяроддзя. Так, падобны знешні выгляд маюць акула (клас Храстковыя рыбы) і дэльфін — прадстаўнік класа Млекакормячыя (мал. 121). Відавочна, што дадзенае падабенства выклікана прыстасаваннем да жыцця ў водным асяроддзі. Падабенства ў будове капальных канечнасцей крата (млекакормячае) і мядзведкі (насякомае) з'яўляецца вынікам рыючага спосабу жыцця гэтых жывёл. Наяўнасць крылаў у птушак і на-



Мал. 121. Канвергентнае падабенства ў знешнім выглядзе акулы і дэльфіна

сякомых — вынік асваення паветра як асяроддзя для перамяшчэння. Пры гэтым органы, якія ў выніку канвергенцыі пачалі выконваць аднолькавыя функцыі, маюць зусім рознае паходжанне. Значыць, канвергенцыя прыводзіць да развіцця аналагічных органаў.

Такім чынам, канвергентнае падабенства арганізмаў тлумачыцца іх адаптацыяй да падобных экалагічных умоў, а існаванне адрозненняў — розным паходжаннем.



Вылучаюць два галоўныя напрамкі эвалюцыі — біялагічны прагрэс і біялагічны рэгрэс. Біялагічны прагрэс характарызуецца павышэннем прыстасаванасці арганізмаў да ўмоў асяроддзя, а рэгрэс — зніжэннем. Асноўнымі шляхамі дасягнення біялагічнага прагрэсу з'яўляюцца арагенез, алагенез і катагенез. Арагенез суправаджаецца павышэннем узроўню арганізацыі жывых арганізмаў, г. зн. морфафізіялагічным прагрэсам. Алагенез — шлях фарміравання асобных адаптацый, якія не змяняюць узровень арганізацыі. Пры катагенезе назіраецца спрашчэнне арганізацыі жывых арганізмаў, г. зн. морфафізіялагічны рэгрэс. Асноўны спосаб ажыццяўлення эвалюцыйнага працэсу — дывергенцыя. Гэта разыходжанне прымет у роднасных арганізмаў, якія жывуць у розных умовах. Яшчэ адным спосабам з'яўляецца канвергенцыя — сыходжанне прымет у няроднасных арганізмаў, якія жывуць у падобных умовах асяроддзя.



1. Што такое біялагічны прагрэс? Біялагічны рэгрэс? Якія прыметы сведчаць пра тое, што эвалюцыя той ці іншай сістэматычнай групы накіравана на біялагічны прагрэс? На біялагічны рэгрэс?
2. Што ўяўляе сабой морфафізіялагічны прагрэс і рэгрэс? Назавіце галоўныя прычыны морфафізіялагічнага рэгрэсу жывых арганізмаў.
3. Ахарактарызуйце асноўныя шляхі дасягнення біялагічнага прагрэсу і адпаведныя ім адаптацыі. Прывядзіце прыклады арамарфозаў, аламарфозаў і катамарфозаў.

4. Апішыце вядомыя вам спосабы ажыццяўлення эвалюцыйнага працэсу, прывядзіце прыклады. Растлумачце, чаму дывергенцыя прыводзіць да фарміравання гамалагічных органаў, а канвергенцыя — аналагічных.

5\*. На аснове ведаў, якія вы атрымалі пры вывучэнні біялогіі ў 6—10-м класах, растлумачце, узнікненне якіх арамарфозаў у ходзе эвалюцыйнага развіцця жывой прыроды абумовіла асваенне наземна-паветранага асяроддзя: а) раслінамі; б) беспазваночнымі жывёламі; в) пазваночнымі жывёламі.

## § 50. Прынцыпы сістэматыкі. Сучасная біялагічная сістэма

У выніку біялагічнай эвалюцыі на Зямлі ўзнікла дзівосная разнастайнасць арганізмаў. Па ацэнках шэрага вучоных, у цяперашні час на планеце жывуць больш за 10 млн відаў. Да гэтай колькасці трэба дабавіць сотні мільёнаў відаў, якія існавалі ў мінулым, але ў ходзе эвалюцыі вымерлі. Для вывучэння такой вялізнай разнастайнасці арганізмаў вельмі важна іх *класіфікаваць*, г. зн. размяркоўваць па групам у адпаведнасці з пэўнымі прыметамі. Класіфікацыяй арганізмаў, вывучэннем іх разнастайнасці, паходжання і філагенетычных (роднасных) адносін займаецца *сістэматыка*.

Першую навуковую сістэму жывой прыроды распрацаваў шведскі вучоны Карл Ліней у сярэдзіне XVIII ст. Ён класіфікаваў жывыя арганізмы на аснове невялікай колькасці адвольна выбраных прымет. Так, напрыклад, птушкі былі падзелены К. Лінеем на сістэматычныя групы ў залежнасці ад формы дзюбы, а кветкавыя расліны — на аснове колькасці тычынак і пясцікаў. Ліней быў крэацыяністам, таму яго класіфікацыя не засноўвалася на аналізе паходжання і роднасці арганізмаў. Разам з тым яна аказалася самай удалай сярод сістэм таго часу. Сістэма прыроды, распрацаваная К. Лінеем, была шырока прынята прыродазнаўцамі і стала асновай для сучаснай класіфікацыі арганізмаў.

Асноўным сачыненнем К. Лінея, прысвечаным класіфікацыі жывых арганізмаў, была праца «Сістэма прыроды». Першае выданне гэтай кнігі было апублікавана ў 1735 г. і змяшчала ўсяго 11 старонак. А ў дванаццатым выданні (1766—1768 гг.), якое выйшла пад аўтарствам К. Лінея апошнім, было ўжо каля 2400 старонак. Яно змяшчала апісанне больш за 7500 відаў раслін і звыш 4000 відаў жывёл.

Сучасная сістэматыка для класіфікацыі арганізмаў выкарыстоўвае цэлы комплекс прымет. Улічваюцца, напрыклад, іх знешнія і ўнутраная будова, гісторыя эвалюцыйнага развіцця на аснове палеанталогічных даных, працэсы жыццядзейнасці і біяхімічныя асаблівасці (састаў бялкоў, запасныя пажыўныя рэчывы і інш.), эмбрыянальнае развіццё, асаблівасці будовы клетак, карыятып, распаўсюджанне на планеце.