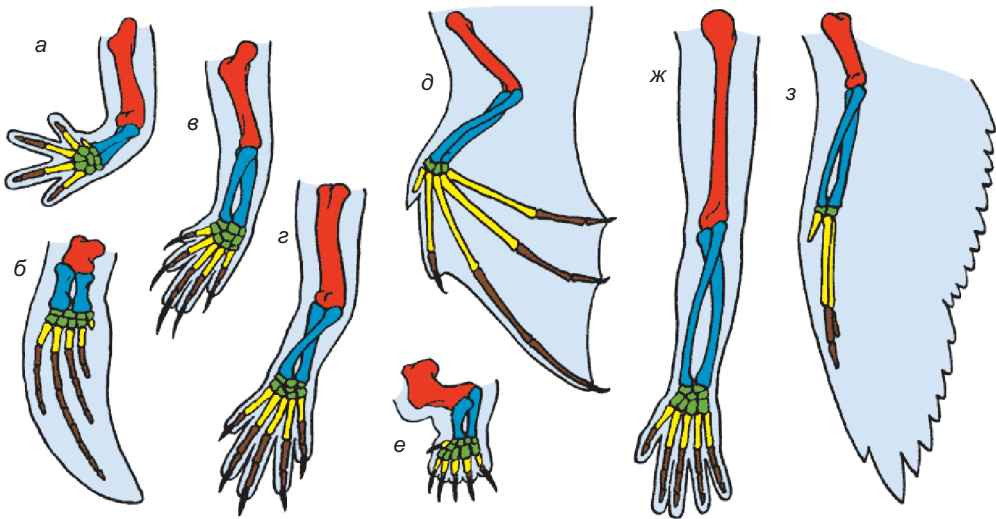


§ 48. Асноўныя доказы эвалюцыі

Сучасная навука валодае мноствам даных, якія даказваюць эвалюцыйнае развіццё жывой прыроды. Яны сведчаць пра паходжанне ўсіх жывых істот ад агульных продкаў, дазваляюць вызначаць ход *філагенезу* — гістарычнага развіцця розных груп арганізмаў (як тых, што існуюць цяпер, так і вымерлых), а таксама выяўляць ступень іх эвалюцыйнай роднасці. На сённяшні дзень доказы эвалюцыі назапашаны ў межах цэлага шэрага біялагічных дысцыплін. Разгледзім найважнейшыя з гэтых доказаў.

Параўнальна-анатамічныя доказы эвалюцыі. Параўнальная анатомія займаецца выяўленнем агульных рыс і адрозненняў у будове арганізмаў. Высокая ступень падабенства даследуемых арганізмаў паказвае агульнасць іх паходжання і блізкую эвалюцыйную роднасць. Напрыклад, пярэднія канечнасці розных пазваночных жывёл пабудаваны па адзіным плане (мал. 114). Яны складаюцца з трох аддзелаў: пляча, што ўключае плечавую костку, перадплечча з локцевай і прамянёвай касцямі і кісці, у якой выдзяляюць запясце, пясць і фалангі пальцаў.

Пры гэтым у розных пазваночных жывёл пярэднія канечнасці могуць выконваць аднолькавыя ці розныя функцыі, выглядаць падобнымі ці



Мал. 114. Гамалагічныя органы — пярэднія канечнасці пазваночных жывёл:
а — жабы; б — кіта; в — яшчаркі; г — кракадзіла; д — кажана; е — крата;
ж — чалавека; з — птушкі

ў значнай ступені адрознівацца па знешнім выглядзе. Тыя ці іншыя косці ў іх складзе могуць мець розную форму і адносныя памеры, зрастацца ці нават адсутнічаць. Аднак падабенства будовы прэдных канечнасцей пазваночных, абумоўленае адзінствам іх паходжання, відавочнае. Органы, якія незалежна ад выконваемых функцый (яны могуць быць аднолькавымі ці рознымі) маюць адзіны план будовы і *агульнае паходжанне*, называюцца **гамалагічнымі**. Такім чынам, прэднія канечнасці пазваночных жывёл уяўляюць сабой гамалагічныя органы.

Прыкладамі гамалагічных органаў могуць служыць ядавітыя залозы змей і слінныя залозы іншых пазваночных. Джала пчалы гамалагічна яйцакладу коніка і некаторых другіх насякомых. Гамалагічнымі ў адносінах адно да аднаго з'яўляюцца мясістае сцябло кактуса і донца рэпчатай цыбулі (гэта відазмененыя сцёблы), вусікі гароху і лоўчыя апараты насякомаеднай расліны расянікі (відазмененыя лісты) і г. д.

Наяўнасць гамалагічных органаў паказвае эвалюцыйную роднасць арганізмаў, іх паходжанне ад агульных продкаў. Адрозненні паміж гамалагічнымі органамі, якія могуць праяўляцца ў знешнім выглядзе і выконваемых функцыях, сведчаць пра дывергенцыю — эвалюцыйнае разыходжанне прымет у родных арганізмаў, якія прыстасоўваюцца да розных умоў асяроддзя.

Аналагічнымі называюць органы, якія маюць знешняе падабенства і выконваюць аднолькавыя функцыі, але з'яўляюцца *рознымі па паходжанні*. Напрыклад, рознае паходжанне маюць крылы птушак (прэднія канечнасці) і насякомых (вырасці хіцінавага покрыва), каранёвыя шышкі вярціні (відазмененыя карані) і клубні бульбы (відазмененыя парасткі). Калючкі барбарыса па паходжанні з'яўляюцца лістамі, а шыпы ажны — вырастамі покрывнай тканкі (мал. 115). Аналагічныя адна адной капальныя канечнасці крата і мядзведкі, ракавіна вінаграднага смаўжа і панцыр чарапахі (гл. мал. 115).

Факты наяўнасці аналагічных органаў у розных арганізмаў не сведчаць пра іх эвалюцыйную роднасць. Аднак яны паказваюць, што ў ходзе эвалюцыі ў розных груп арганізмаў, якія жывуць у падобных умовах асяроддзя і вядуць падобны спосаб жыцця, пад дзеяннем натуральнага адбору развіваліся падобныя прыстасаванні.

Рудыменты — гэта органы, якія былі добра развіты ў продкаў тых ці іншых арганізмаў, але ў ходзе эвалюцыі страцілі сваё асноўнае значэнне і захаваліся ў сучасных відаў у зачатковым стане. Закладванне такіх органаў адбываецца ў эмбрыянальным перыядзе антагенезу, аднак поўнасцю яны не развіваюцца і на працягу ўсяго жыцця застаюцца недазвытымі.

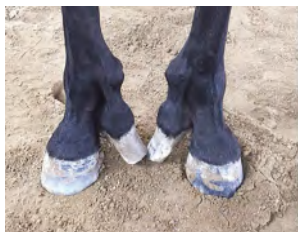


Мал. 115. Прыклады аналагічных органаў у раслін (калючкі барбарыса і шыпы ажны) і жывёл (ракавіна вінаграднага смаўжа і панцыр чарапахі)

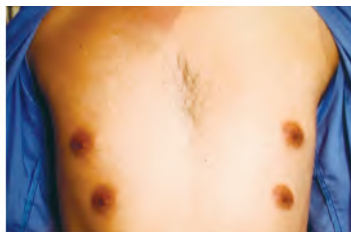
Так, рудыментамі з'яўляюцца зачаткі тазавых касцей у кітападобных і шэрага змей, рэдуцыраваныя вочы ў некаторых жыхароў пячор і глебы, напрыклад у крата, недаразвітыя крылы ў птушкі ківі, якая не лятае, і жужальцы (другая пара крылаў) у двухкрылых насякомых. Больш за 90 рудыментаў налічваюць у чалавека. Гэта хвасец, апендыкс, трэцяе паўека, мышцы, якія падымаюць валасы, рухаюць вушныя ракавіны і г. д. Наяўнасць рудыментарных органаў паказвае на роднасць сучасных відаў з іх эвалюцыйнымі продкамі, у якіх дадзеныя органы былі добра развіты і ў поўнай меры выконвалі ўласцівыя ім функцыі. Паступовая рэдукцыя гэтых органаў у ходзе эвалюцыі служыць доказам дзеяння рухаючай формы натуральнага адбору.

Праяўленне ў некаторых асобін таго ці іншага віду прыметы, уласцівай аддаленым продкам, але згубленай гэтым відам у ходзе эвалюцыі, называюць **атавізмам**. Атавізмы сведчаць пра роднасныя сувязі відаў, якія існуюць зараз, з іх продкамі і паказваюць на тое, што ў сучасных арганізмаў захаваліся гены продкаў, якія кантралююць дадзеныя прыметы.

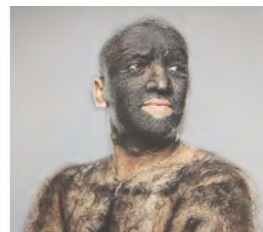
Аднак у норме дзеянне гэтых генаў падаўлена. Такім чынам, атавізмы, у адрозненне ад рудыментаў, уяўляюць сабой адхіленні ад нормы. Прыкладамі атавізмаў могуць служыць: наяўнасць дадатковых пальцаў на нагах у коней (мал. 116), развітых задніх канечнасцей у дэльфінаў, «рыбінай» лускі на асобных участках скуры ў сучасных земнаводных. У чалавека атавізмамі з'яўляюцца наяўнасць хваста, дадатковых саскоў, густога валасянога покрыва цела (гл. мал. 116).



Двухпаласць
у каня



Дадатковыя саскі
ў чалавека



Густое валасяное
покрыва цела ў чалавека

Мал. 116. Прыклады атавізмаў

Палеанталагічныя доказы эвалюцыі. Палеанталогія займаецца вывучэннем выкапнёвых рэшткаў вымерлых арганізмаў, аднаўленнем іх аблічча, выяўленнем падабенства і адрозненняў старажытных і сучасных відаў. Супастаўленне палеанталагічных знаходак, атрыманых з геалагічных пластоў розных эпох, дае магчымасць прасачыць эвалюцыю арганічнага свету ў часе, вызначыць сувязі вымерлых форм з тымі, што існуюць зараз.

Важнейшымі доказами эвалюцыі, якія дазваляюць выявіць пераемнасць паміж рознымі сістэматычнымі групамі арганізмаў, з'яўляюцца **выкапнёвыя пераходныя формы**. Так называюцца вымерлыя арганізмы, якія спалучалі ў сабе прыметы старажытных і гістарычна больш маладых груп (мал. 117). Напрыклад, вывучэнне *зверазубых яшчараў* (адна з груп выкапнёвых рэптылій), якія валодалі рысамі падабенства як да больш прымітыўных рэптылій, так і да звяроў, дазволіла высветліць шэраг дэталей, што датычацца эвалюцыйнага пераходу ад паўзуноў да млекакормячых. Пераходнай формай ад старажытных кісяпёрых рыб да сучасных земнаводных з'яўляюцца вымерлыя амфібіі *стэгацэфалы*. Даследаванне выкапнёвых раслін *рыніяфітаў* дало магчымасць выявіць эвалюцыйную сувязь паміж водарасцямі і спаравымі раслінамі.



Зверазубы яшчар



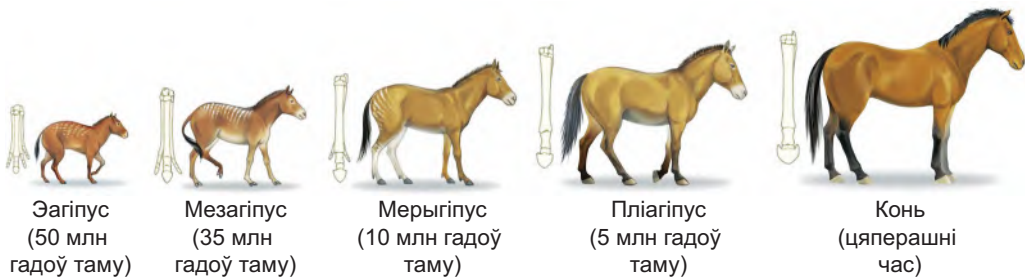
Стэгацэфал



Рыніяфіты

Мал. 117. Выкапнёвыя пераходныя формы

У некаторых выпадках вывучэнне палеанталагічных знаходак дазваляе звязваць пэўныя выкапнёвыя формы адна з адной і з сучаснымі відамі ў адзіныя **філагенетычныя рады**. Яны ўяўляюць сабой паслядоўнасці выкапнёвых форм, якія адлюстроўваюць ход гістарычнага развіцця (філагенезу) відаў, што існуюць у цяперашні час. Такія рады пабудаваны для многіх відаў пазваночных і беспазваночных жывёл. Адным з прыкладаў з'яўляецца філагенетычны рад сучаснага каня (мал. 118), назвы эвалюцыйных продкаў якога прыведзены не для запамінання.



Мал. 118. Філагенетычны рад сучаснага каня
(паказаны змяненні знешняга выгляду і будовы канечнасцей)

Эмбрыялагічныя доказы эвалюцыі. Пераканаўчыя доказы гістарычнага развіцця жывой прыроды і існавання эвалюцыйных сувязей паміж рознымі групамі арганізмаў дае эмбрыялогія. Як вы ўжо ведаеце, гэта навука вывучае эмбрыянальнае развіццё арганізмаў. Так, даныя эмбрыялогіі сведчаць пра падабенства зародкавага развіцця жывёл. Усе яны ў пачатку свайго індывідуальнага развіцця праходзяць этап драблення зіготы, стадыю аднаслойнага зародка — бластулы, а затым двухслойнай

гаструлы. Ва ўсіх, за выключэннем губак і кішэчнаполасцевых, фарміруецца трэці зародкавы лісток — мезадэрма і г. д. Асабліва выразна прасочваецца падабенства развіцця зародкаў у межах асобных тыпаў і класаў жывёл.

Упершыню гэту заканамернасць выявіў расійскі эмбрыёлаг К. Бэр у пачатку XIX ст. Ён дэталёва даследаваў зародкавае развіццё пазваночных жывёл, якія належаць да розных класаў, і высветліў, што на **ранніх этапах антагенезу зародкі розных арганізмаў развіваюцца падобна і толькі на пазнейшых стадыях паміж імі з'яўляюцца адрозненні** (мал. 119). Гэта абагульненне пасля было названа **законам зародкавага падабенства**. Падабенства развіцця эмбрыёнаў розных жывёл, якое назіраецца на ранніх стадыях, сведчыць пра агульнасць іх паходжання. Адрозненні, што ўзнікаюць пазней, гавораць пра дывергенцыю, якая ажыццяўлялася ў ходзе эвалюцыі і прывяла да з'яўлення розных сістэматычных груп.



Мал. 119. Развіццё зародкаў пазваночных жывёл (а — в — паслядоўныя стадыі)

Малекулярна-генетычныя доказы эвалюцыі. Жывыя арганізмы маюць на дзівя падобны хімічны састаў. Ва ўсіх форм жыцця, за выключэннем некаторых вірусаў, захавальнікам спадчыннай інфармацыі з'яўляецца ДНК. Бялкі, якія яна кадзіруе, адыгрываюць галоўную

ролю ў ажыццяўленні розных працэсаў жыццядзейнасці. Пастаўшчыком энергіі для працякання гэтых працэсаў служыць, галоўным чынам, АТФ. Для сінтэзу біямалекул жывыя арганізмы выкарыстоўваюць пераважна адны і тыя ж структурныя кампаненты. Напрыклад, ДНК пабудавана з чатырох асноўных тыпаў нуклеатыдаў, а бялкі — з 20 відаў амінакіслот.

Высокая ступень падабенства выяўляецца не толькі ў будове біялагічных малекул, але і ў іх функцыянаванні. Так, у жывых арганізмаў падобным чынам працякаюць працэсы энергетычнага абмену і рэакцыі матрычнага сінтэзу. Рэалізацыя спадчыннай інфармацыі, зашыфраванай з дапамогай універсальнага генетычнага кода, ва ўсіх арганізмаў ажыццяўляецца дзякуючы транскрыпцыі і трансляцыі, з удзелам мРНК, тРНК і рРНК. Гэтыя і многія іншыя факты даказваюць роднасць жывых арганізмаў і адзінства паходжання жыцця на Зямлі.



На сённяшні дзень навука валодае мноствам даных, якія даказваюць гістарычнае развіццё арганічнага свету. Да параўнальна-анатамічных доказаў эвалюцыі адносіцца наяўнасць у жывых арганізмаў гамалагічных і аналагічных органаў, рудыментаў і атавізмаў. Палеанталагічнымі доказамі з'яўляюцца выкапнёвыя пераходныя формы і філагенетычныя рады. Закон зародкавага падабенства — важнейшае абагульненне ў галіне эмбрыялогіі, якое даказвае эвалюцыю жывой прыроды. Агульныя рысы жывых арганізмаў, звязаныя з падабенствам іх хімічнага саставу, будовы і функцыянавання біямалекул, працэсаў захоўвання і рэалізацыі генетычнай інфармацыі і г. д., разглядаюцца як малекулярна-генетычныя доказы эвалюцыі.



1. Што ўяўляюць сабой гамалагічныя органы? Аналагічныя? Прывядзіце прыклады. Пра што сведчыць наяўнасць у жывых арганізмаў гамалагічных органаў? Аналагічных?
2. Прывядзіце прыклады рудыментаў і атавізмаў у розных арганізмаў. У чым заключаюцца прынцыповыя адрозненні паміж рудыментамі і атавізмамі? Чаму і тыя, і другія з'яўляюцца доказамі эвалюцыі?
3. Што вывучае палеанталогія? Якое навуковае значэнне мае даследаванне выкапнёвых пераходных форм? Што ўяўляюць сабой філагенетычныя рады?
4. Сфармулюйце закон зародкавага падабенства. Чаму ён лічыцца адным з важнейшых абагульненняў, якія даказваюць эвалюцыю арганічнага свету?
5. Якія факты могуць разглядацца ў якасці малекулярна-генетычных доказаў эвалюцыйнага працэсу?

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 зародаку млекакормячых на ранніх этапах развіцця фарміруюцца жабравыя шчыліны і жабравыя мяшкі. Аднак пасля яны пераўтвараюцца не ў жабры, 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-