



■ **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 балансовая роўнасць паміж энергіяй, якая паступіла, і энергіяй, якая расходуюцца.

? Праверым веды

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 балансовая 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. Растворыце 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 аднакіраваны 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 шыротах. 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, цвіценне, 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 выкармливаюць 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 зменіцца 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* — лясвіца). 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.

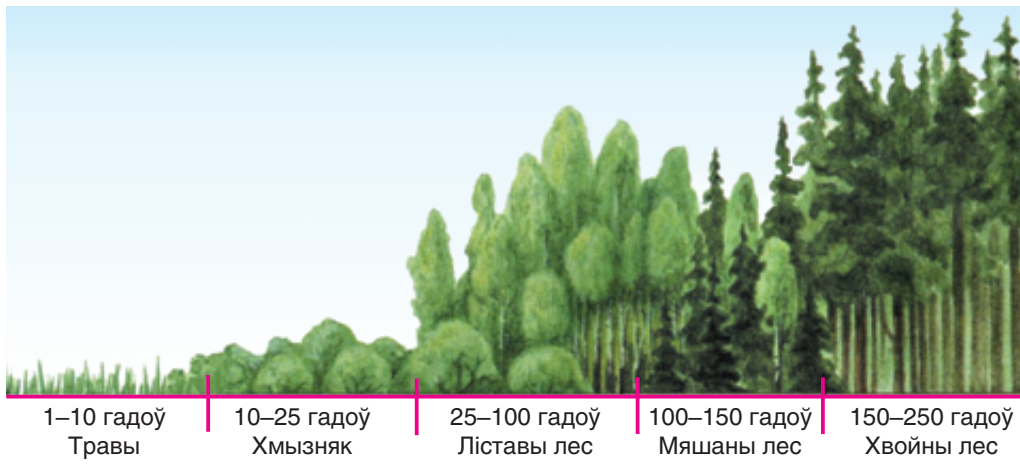
Першапачаткова на такіх месцах пасяляюцца цыянабактэрыі, лішайнікі і імхі. Яны фарміруюць так званае «піянернае згуртаванне», якое сваёй жыццядзейнасцю ўплывае на неарганічны субстрат і забяспечвае пачатковы этап глебаўтварэння.

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 стадыяў 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 ляскога пажару ва ўмераным поясе

У якасці прыкладу разгледзім другую антрапагенную сукцэсію, што працякае на месцы ляскога пажару (мал. 80).

У першыя дзесяць гадоў на месцы пажарышча развіваецца густы травастой з пажарніцы наземнай, іван-чаю вузкалістага, мар'яніку 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 відавой 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.

? Праверым ведаў

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 пустыку, 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 ліставага 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.