



? 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.

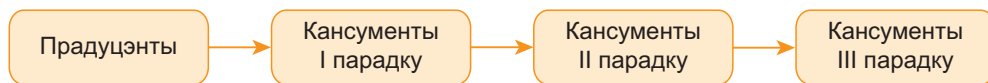
Ланцуг харчавання (харчовы ланцуг) — паслядоўнасць арганізмаў, у якой адбываецца паэтапны перанос рэчыва і энергіі ад крыніцы (папярэдняга звяна) да спажыўца (наступнага звяна). Пры гэтым адзін арганізм можа з’ядаць іншы, карміцца яго адмерлымі рэшткамі ці прадуктамі жыццядзейнасці.

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).

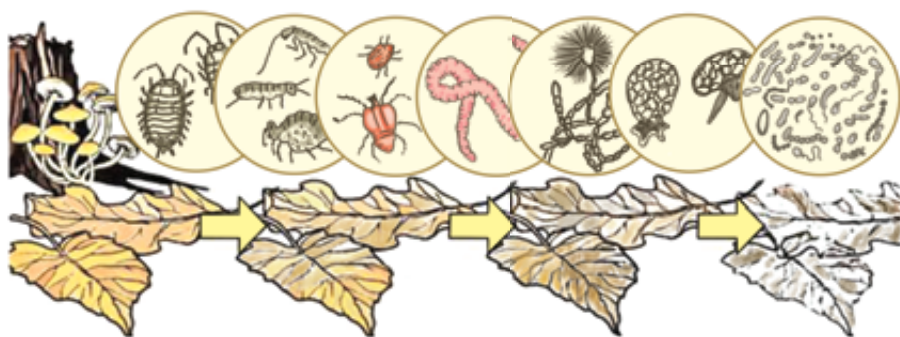
Пашавыя і дэтрытныя ланцугі. У залежнасці ад віду крыніцы рэчыва і энергіі ланцугі харчавання падзяляюць на два тыпы: пашавыя (ланцугі выядання) і дэтрытныя (ланцугі раскладання) (мал. 76, с. 204).

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)

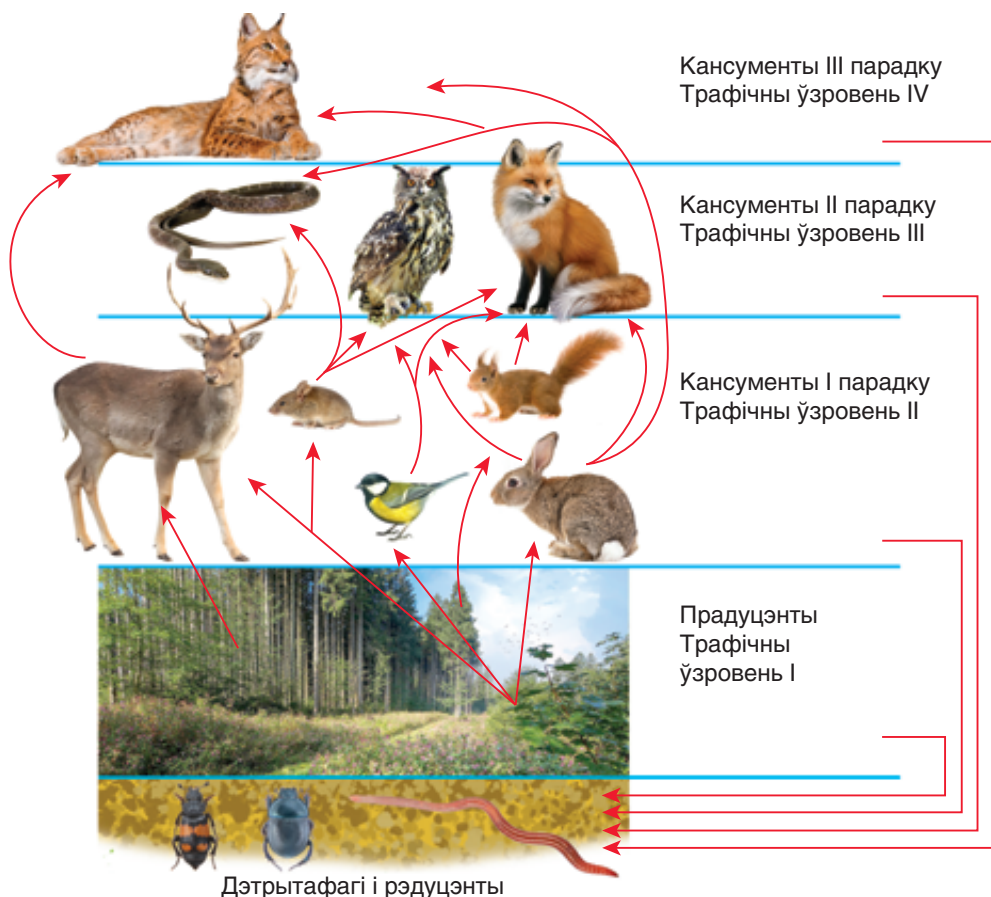
Дэтрытныя ланцугі (ланцугі раскладання) — харчовыя ланцугі, якія пачынаюцца з адмерлых арганічных рэшткаў (дэтрыту), уключаюць дэтрытафагаў і рэдуцэнтаў і заканчваюцца ўтварэннем мінеральных рэчываў. У дэтрытных ланцугах адбываецца перанос рэчыва і энергіі дэтрыту паміж дэтрытафагамі і рэдуцэнтамі праз 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.