



Życie w glebie



WSTĘP

Różnorodność życia w glebie nie jest mniejsza niż różnorodność świata, któremu poświęcamy uwagę na co dzień. Przeciwnie – jest dużo większa. Biomasa samych roztoczy glebowych żyjących w lesie klimatu umiarkowanego przewyższa znacznie łączną biomasę ptaków i ssaków na tym samym obszarze. Organizmy żyjące w glebie zapewniają byt wszystkim, którzy korzystają z pło-
nów ziemi. Dlatego warto poznać je i ich siedlisko bliżej.



Przedstawiciele mezofauny glebowej

JAK ZBUDOWANA JEST GLEBA?

Gleba jest to biologicznie czynna górna warstwa litosfery, która powstała ze skały macierzystej na skutek współdziałania czynników abiotycznych (temperatura, woda, światło) i biologicznych (działalność organizmów żywych). W glebie można wyróżnić fazy stałą (cząstki mineralne, organiczne i organiczno-mineralne o różnym stopniu rozdrobnienia, tworzące gruzełki glebowe), ciekłą (woda z rozpuszczonymi w niej związkami – roztwór glebowy) oraz gazową (para wodna i powietrze wypełniające pory glebowe). Wszystkie te fazy wzajemnie się przenikają tworząc dynamiczny układ.

Gleba składa się z tzw. poziomów genetycznych. Najwyższy poziom to warstwa akumulacji biologicznej (A), która składa się ze ściółki (A_0) i próchnicy, czyli humusu (A_1). Jeśli materia organiczna opadła na dno lasu rozkłada się szybko, tworzy się lekko alkaliczna próchnica typu *mull*. Obfituje ona w bakterie i przedstawicieli fauny glebowej. Szczególnie liczne w glebach o tym typie próchnicy są dżdżownice. Występują one w eutroficznych lasach liściastych. W mniej korzystnych warunkach powstaje próchnica *moder*. Jest ona bardziej kwaśna i powstaje w mniej żyznych lasach liściastych oraz w lasach mieszanych. Próchnica typu *mor* powstaje w lasach iglastych o niskiej aktywności biologicznej. Jest to silnie kwaśna, wolno rozkładająca się próchnica zalegająca w grubych warstwach. Jej fauna jest wyraźnie uboższa, dominują w niej roztocze, skoczogonki i wazonkowce. Mikroflora jest zdominowana przez grzyby.



Jaja ślimaka

Poniżej poziomu akumulacji biologicznej znajduje się poziom wymywania (tzw. eluwialny, A_2). Jest on najbardziej charakterystyczny dla gleb bielcowych. Powstaje w wyniku wymycia związków mineralnych i organicznych. Kolejna warstwa gleby to poziom iluwialny (wmywania, B). Osadzają się w nim związki wymyte z poziomu eluwialnego. Poziomy glebowe zalegają na skale macierzystej. Większość zwierząt glebowych żyje w poziomie akumulacyjnym, który obfituje w związki pokarmowe i powietrze. W głębszych

warstwach gleby występują tylko organizmy zdolne do samodzielnego życia korytarzy w glebie i odbywania wędrówek w kierunku pionowym lub dobrze znoszące warunki beztlenowe.

ORGANIZMY ŻYJĄCE W GLEBIE

Organizmy zamieszkujące glebę to tak zwany edafon lub pedofauna. Można je podzielić na kilka grup ze względu na to w jakiej części gleby występują:

- epigeon – gatunki występujące na powierzchni gleby i związane z roślinnością;
- hemiedafon – gatunki bytujące w górnej warstwy gleby oraz w ściółce;
- euedafon – gatunki występujące w głębszych warstwach gleby.

Każda z tych grup wykazuje szereg przystosowań do niszy zajmowanej w glebie. Organizmy powierzchniowe są silniej ubarwione i mają większe rozmiary. Mają także różnego rodzaju przydatki ciała. Im głębiej organizmy występują w glebie, tym są słabiej ubarwione i mają mniejsze rozmiary, a także coraz mniej odstających przydatków ciała, mają np. krótsze kończyny i czułki.

Inny podział edafonu uwzględnia rozmiary organizmów. Ze względu na wielkość można wyróżnić:

- megafaunę: powyżej 2 cm, np. dżdżownice, kret, królik, gryzonie;
- makrofaunę: 2–20 mm, np. stonogi, pająki, zaleszczotki, chrząszcze, wije, ślimaki, mrówki, kosarze;
- mezofaunę: od 100 mikrometrów do 2 mm, np. roztocze, niesporczaki,



skoczogonki;

- mikrofaunę i mikroflorę: 1–100 mikrometrów, np. bakterie, grzyby, pierwotniaki, nicienie, wrotki.

Edafon wykazuje różny stopień przywiązania do środowiska glebowego. Można wyróżnić:

- geobionty – przebywające w glebie stale, gleba jest dla nich głównym miejscem życia;
- geofile – przebywające w glebie tylko w pewnym stadium rozwojowym swojego życia (np. larwy wielu owadów) lub organizmy, które penetrują siedlisko glebowe i powierzchniowe;
- geokseny – organizmy żyjące głównie na powierzchni ziemi, a tylko penetrujące glebę, np. w poszukiwaniu schronienia lub pokarmu.



Stonoga

PRZEGLĄD ORGANIZMÓW GLEBOWYCH

Bakterie, grzyby i pierwotniaki

Bakterie i grzyby to jedne z najważniejszych organizmów w środowisku glebowym. To dzięki nim zachodzą procesy takie jak rozkład martwej materii organicznej i wiązanie azotu atmosferycznego, które są kluczowe dla istnienia życia. W jednym gramie gleby można znaleźć kilka miliardów bakterii. Najbardziej liczne są tzw. promieniowce. Stanowią one nawet 70% mikroorganizmów w glebie. To właśnie promieniowce odpowiadają za charakterystyczny zapach unoszący się w powietrzu po deszczu. Bakterie i grzyby rozkładają martwą materię organiczną i powodują jej mineralizację, a tym samym udostępniają związki pokarmowe innym organizmom. Grzyby przodują w rozkładzie celulozy, natomiast bakterie znacznie lepiej radzą sobie z rozkładem białka. Grzyby stanowią także pokarm dla wielu organizmów glebowych – większość przedstawicieli mezofauny odżywia się grzybnią.

Spośród pierwotniaków w glebie występują przedstawiciele 3 grup: wiciowce, orzęski i korzenionózki. Wiciowce są opatrzone długą wicią, orzęski mają setki małych rzęsek, a korzenionózki tworzą nibynóżki. W glebach stwierdzono kilkaset gatunków pierwotniaków, ale jedynie część z nich to formy typowo glebowe. Wynika to z biologii pierwotniaków: zwierzęta



Liniejący prosionek

te bardzo łatwo przechodzą w stan anabiozy i tworzą cysty, które mogą być przenoszone przez wiatr i gdy tylko znajdą odpowiednie warunki wracają do normalnej aktywności. Pierwotniaki występują w cienkiej warstwie gleby pokrywającej gruzełki i występującej w kapilarach glebowych. Pierwotniaki preferują określone typy gleb. Korzenionózki posiadające wapienny pancerzyk szczególnie licznie występują w glebach leśnych. W glebie rolnej mieszczącej się w łyzeczce do herbaty występuje około setki osobników

tych pierwotniaków, natomiast w glebie leśnej – nawet 1000 razy więcej. Korzenionózki pozbawione pancerzyka są wyraźnie liczne w glebach wilgotnych. W glebach uprawnych pierwotniaki występują najliczniej, ale ich zgrupowania charakteryzują się ubogim składem gatunkowym. Natomiast w glebach leśnych występuje mniej osobników, ale znacznie więcej gatunków. Największe zagęszczenie pierwotniaków zaobserwowano w ryzosferze – było ich tam 2–3 razy więcej niż w innych strefach gleby. Pierwotniaki stanowią pokarm dla szeregu organizmów glebowych i pozytywnie wpływają na bakterie glebowe i aktywność biochemiczną gleby.

Płazińce i nicienie

Przedstawiciele płazińców występujących w glebie to wirki. Wirki zasiedlają wodę glebową. Są to bardzo drobne robaki płaskie. Ich ciało, tak jak większości płazińców, jest wydłużone, ale wirki glebowe są bardziej obłe niż ich wodni krewniacy. Są także drobniejsze. Mimo małych rozmiarów są to bardzo żarłoczni drapieżnicy. Ich pokarmem są głównie pierwotniaki i drobne zwierzęta glebowe.

Nicienie także zasiedlają cienkie warstewki wody pokrywające gruzełki gleby oraz wodę wypełniającą wąskie pory glebowe. Są to najliczniejsze zwierzęta glebowe. Nicienie odżywiają się bakteriami, grzybami, glonami i promieniowcami, a także drobnymi bezkręgowcami. Wśród nicieni spotkać można także pasożyty roślin. Nicienie są pokarmem dla wielu przedstawicieli fauny glebowej, a nawet dla niektórych grzybów i pierwotniaków.

Dżdżownice i wazonkowce



Dżdżownice są zdecydowanie najpowszechniej znaną grupą zwierząt glebowych. Są także najlepiej zbadanymi przedstawicielami fauny glebowej. Wazonkowce są mniej znane, choć równie powszechne jak dżdżownice. Są one bardzo do nich podobne, ale znacznie mniejsze (maksymalna długość tych organizmów to około 50 mm). Dodatkowe różnice to znacznie dłuższe pierścienie ciała oraz brak pigmentacji. Wazonkowce, w przeciwieństwie do dżdżownic, nie są w stanie samodzielnie tworzyć korytarzy i ko-

rzystają z już gotowych przestworów w glebie. Są wrażliwe na niedobory tlenu i dlatego większość z nich można spotkać w górnej warstwie gleby. Źle znoszą również niedobór wody i wysoką temperaturę (preferują niskie temperatury). Wazonkowce, podobnie jak dżdżownice, są obojnakami, u których występuje zapłodnienie krzyżowe. Ciekawostką jest bezpłciowy sposób rozrodu polegający na rozpadzie osobnika macierzystego na szereg osobników potomnych.

Dżdżownice najliczniej występują w strefie umiarkowanej półkuli północnej. Najwięcej można ich spotkać w próchnicznych glebach łąk o odczynie zasadowym oraz w glebach leśnych z próchnicą *mull*. Najmniej dżdżownic występuje w glebach leśnych o próchnicy surowej oraz w glebach kwaśnych (np. na siedliskach torfowych i wrzosowiskowych).

Dżdżownice wydają się być dobrze przystosowane do życia na lądzie, jednak mają szereg cech typowych dla organizmów wodnych: wydalają amoniak, powierzchnia ich ciała musi być stale wilgotna, a zdolność do poruszania się jest zapewniana przez odpowiednie ciśnienie płynu celomatycznego wypełniającego wnętrze ciała. Ciało to składa się w 88% z wody. Ubytek wody powoduje unieruchomienie dżdżownicy z powodu spadku ciśnienia wewnątrz jej ciała.

Dżdżownice można podzielić na trzy typy ekologiczne, w zależności od występowania w glebie: epigeiczne, endogeiczne i anecigeiczne. Formy epigeiczne są niewielkie (do 4 cm) i silnie ubarwione. Odżywiają się martwą materią organiczną znajdującą się na powierzchni gleby, szybko osiągają dojrzałość płciową i szybko się namnażają. Często padają ofia-



Rosochatka



Wij drewniak

rają drapieżników. Dżdżownice endogeiczne występują w głębi gleby. Są barwy szarawej lub mleczej. Odżywiają się glebą, którą przepuszczają w ogromnej ilości przez swój przewód pokarmowy (około 35 ton gleby przechodzi przez przewód pokarmowy dżdżownic zamieszkujących powierzchnię hektara w ciągu jednego roku). Formy anecigeiczne są znacznie większych rozmiarów (aż do 30 cm długości). Są ciemno ubarwione. Występują w głębszych warstwach gleby, które opuszczają nocą w celu znalezienia

pokarmu. Żywią się, podobnie jak dżdżownice epigeiczne, ściółką.

Pozytywną rolę dżdżownic zauważył już Karol Darwin, który zasugerował, że dżdżownice ryjąc swoje korytarze spulchniają glebę i powodują jej napowietrzenie. Wciągając części organiczne w głąb gleby przyczyniają się także do wymieszania ich z jej składnikami mineralnymi. Ponadto działalność dżdżownic zwiększa aktywność mikroorganizmów glebowych.

Ślimaki

Ślimaki to jedyne mięczaki, które skolonizowały środowisko lądowe. Jest to także największa i najbardziej zróżnicowana grupa wśród mięczaków. Na lądzie można je spotkać w bardzo różnych miejscach, ale generalnie preferują miejsca wilgotne i zapewniające schronienie. Ślimaki lądowe należą do dwóch podgromad: przodoskrzelne i płucodyszne. Ślimaki oddychające skrzelami na lądzie to zdecydowana mniejszość. Należą tu tylko nieliczni lądowi przedstawiciele rodziny igliczkowatych. Ślimaki te są bardzo charakterystyczne i łatwe do odróżnienia od ślimaków płucodysznych: przodoskrzelne mają przyrośnięte do nogi rogowe wieczko, które w razie potrzeby zamyka otwór muszli. Nie oddychają one za pomocą skrzeli, ale całą powierzchnią ciała. Ogromna większość ślimaków lądowych to gatunki płucodyszne. Oddychają one za pomocą silnie unaczynionej jamy płaszczowej spełniającej dzięki temu rolę analogiczną do płuc. Ślimaki płucodyszne są obojnakami, co znacznie ułatwia im znalezienie partnera do rozrodu. Najbardziej charakterystyczna cecha ślimaków to mięsista noga. Muszla występuje jedynie u części gatunków (ślimaki oskorupione), inne utraciły ją (ślimaki nagie).



Ślimaki kojarzone są z siedliskami wilgotnymi i rzeczywiście obecność wody jest dla nich bardzo ważna. Wilgoć jest potrzebna ślimakom między innymi do poruszania się – pełzając zostawiają na podłożu umożliwiającą im przesuwanie się smugę śluzu, która składa się głównie z wody. Jednak potrafią przeżyć znaczne odwodnienie. Obserwowano osobniki wracające do normalnego funkcjonowania po utracie masy wody równej 50% masy ciała bez skorupy. Większość oskorupionych ślimaków może przetrwać nieko-



Zieminek

rzystne warunki stosując estywację (tzw. sen letni). Otwór muszli zamykany jest wtedy za pomocą wieczka (ślimaki skrzelodyszne) lub tzw. epifragmy (ślimaki płucodyszne). Z kolei ślimaki bezskorupowe mogą przetrwać trudne warunki suszy w zapadlinach i szparach w ziemi lub zakopując się w glebie. Można zauważyć wyraźne zróżnicowanie w budowie muszli ślimaków w zależności od preferowanej wilgotności siedliska. Ślimaki występujące w siedliskach stale wilgotnych mają delikatne, półprzezroczyste muszle z szerokim otworem (np. przeźrotkowate, bursztynkowate). Ślimaki, które żyją pod powierzchnią ściółki mają drobne i dość grube muszle (np. białkowate, poczwarówkowate). Gatunki, które występują w najbardziej ekstremalnych siedliskach, czyli na odsłoniętych skałach, mają bardzo grubą ścianę muszli i niewielki otwór (świdrzykowate).

Kolejnym czynnikiem, który ogranicza występowanie ślimaków jest zawartość wapnia. Wapń jest niezbędnym składnikiem muszli. Dodatkowo podłoże bogate w ten pierwiastek zapewnia wyższą temperaturę i więcej schronień, co ma duże znaczenie dla bezkręgowców. Oczywiście obecność wapnia będzie wpływała przede wszystkim na ślimaki oskorupione. Gatunki nagie mają inne wymagania. Z tego powodu najwięcej ślimaków można spotkać w wilgotnych i cienistych lasach liściastych o niezbyt kwaśnej glebie. W lasach mieszanych i iglastych jest ich zdecydowanie mniej. W tych ostatnich, ze względu na niską dostępność wapnia w podłożu, dominują formy nagie.

Większość ślimaków żyje na powierzchni gleby i związana jest z roślinnością. Jedynie nieliczne gatunki można uznać za typowe formy gle-



Kosarz

bowe. Euedaficznym ślimakiem jest *Cecilioides acucula*. Jest on niewielki (wysokość wieżyczkowej muszli wynosi około 4 mm), ślepy i w zasadzie bezbarwny.

Ślimaki mają bardzo zróżnicowane preferencje pokarmowe. Można wśród nich wyróżnić saprofagi, gatunki grzybożerne i roślinożerne oraz drapieżniki. Ich obecność wpływa korzystnie na rozkład martwej materii organicznej oraz strukturę gleby.

Stonogi

Stonogi to niewielkie stawonogi (2 mm – 2 cm długości), które występują powszechnie w środowisku glebowym. Spotkanie stonogi nie jest jednak łatwe – prowadzą one raczej ukryty tryb życia. Można je spotkać schowane pod kamieniami, w ściółce i tym podobnych siedliskach. Stonoga po wydobyciu na światło dzienne natychmiast stara się na powrót ukryć w cieniu. Wynika to z jej biologii i pochodzenia. Stonogi są skorupiakami, które skolonizowały ląd i podobnie jak ich morscy krewni oddychają za pomocą skrzeli. Jedynie najlepiej przystosowane do życia na lądzie gatunki wykształciły inny narząd oddechowy, tzw. pseudotchawki. Przepuszczający wodę oskórek i skrzela czynią je wyjątkowo wrażliwymi na przesuszenie. Stonogi giną już przy wilgotności względnej powietrza poniżej 86%. Zwierzęta te wykazują jednak szereg przystosowań behawioralnych (określonych zachowań), które mają zapobiec utracie wody, takich jak nocny tryb życia, zdolność zwijania się w kulkę, zdolność tworzenia skupień. W ciągu dnia ukrywają się zagrzebane w ściółce i resorbują wodę z otoczenia, a w nocy żerują. W miarę ubytku wody stonogi wydzielają charakterystyczny zapach, który zachęca je do znalezienia schronienia lub do tworzenia skupień z innymi osobnikami. Poza wilgotnością występowanie stonóg ogranicza ilość wapnia i pH gleby, podobnie jak w przypadku ślimaków oskorupionych.

Stonogi odżywiają się martwą materią organiczną pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Mają mocne szczęki, które umożliwiają także odcinanie żywych części roślin. Najchętniej wybierany przez stonogi pokarm to świeżo opadłe liście.



Najpowszechniej spotykany gatunek to prosionek szorstki i stonoga murowa. Oba gatunki są sporych, jak na stonogi, rozmiarów (powyżej 5 mm) i oba są szare, ale odróżnia je wyraźnie struktura oskórka. Prosionek szorstki jest raczej matowy, a stonoga murowa jest wyraźnie błyszcząca. Kolejnym charakterystycznym gatunkiem jest kulanka nadobna. Żywe osobniki można łatwo rozpoznać po umiejętności zwijania się w kulkę.

Wije

Charakterystyczną cechą wijów jest wydłużone, nieodróżnicowane na tułów i odwłok, segmentowane ciało opatrzone sporą liczbą członowanych odnóży. Ich rozmiary są różne – skąponogi i pierwowije są drobniejsze, mają około 1 cm długości. Przez to trudniej je zauważyć w glebie. Pareczniki i krocionogi osiągają rozmiary kilku centymetrów.

Krocionogi (Diplopoda) bardzo łatwo zidentyfikować – mają po dwie pary odnóży na każdym członie ciała (z wyjątkiem kilku pierwszych segmentów). Mają krótkie czułki w porównaniu z parecznikami. Ich ciało okrywa twardy pancerz z otworkami, przez które w razie obrony wystrzykiwana jest cuchnąca ciecz (cyjanowodór), a zwierzę zwija się wtedy w kłębek. Krocionogi są grupą zróżnicowaną morfologicznie: można wśród nich wyróżnić trzy podstawowe typy: roschatki, skulice i julusy. Julusy zamieszkują ściółkę oraz głębsze warstwy gleby. Mają twardy pancerz i wydłużone ciało. W razie zagrożenia zwijają się spiralnie. Roschatki zasiedlają powierzchniową, luźną warstwę ściółki. Skulice, jak nazwa wskazuje, mogą zwinąć się w kulkę. Mają twardy pancerz i dość krótkie i szerokie ciało. Skulice bywają bardzo ciekawie ubarwione (ciemne z żółtymi lub czerwonymi cętkami). Krocionogi odżywiają się martwą materią organiczną. Preferują siedliska wilgotne i zasobne w wapń niezbędny do budowy ich pancerzyka.

Pareczniki mają jedną parę odnóży na każdym segmencie i stosunkowo długie czułki. Ostatnia para odnóży jest zwykle wydłużona i służy jako organ dotyku lub obrony. Pierwsza para odnóży to potężne szczękonoża zaopatrzone w gruczoły jadowe. W przeciwieństwie do krocionogów pareczniki nie mogą same tworzyć przestworów w glebie. Są to bardzo ruchliwe drapieżniki. Mają przepuszczalny dla wody oskórek, dlatego muszą unikać środowisk suchych lub okresowo zalewanych wodą. Drewniaki mają ciało złożone z kilkunastu segmentów. Są bardzo sprawnymi drapieżnikami. Ich ciało składa się z segmentów wąskich i szerokich ułożonych na przemian, co zapewnia im odpowiednią sztywność podczas szybkiego przemieszczania się. Sprawny bieg umożliwiają także długie



Przedstawiciel roztoczy glebowych
- mechowiec

odnóży. Zieminki mają ciało bardzo wydłużone, które może liczyć aż 180 segmentów. Ich nogi są krótkie, a poruszają się w charakterystyczny „węzowaty” sposób. Przetaczniki mają ciało krótkie (do 3 cm długości) opatrzone bardzo długimi nogami. Mają podobnie jak drewniaki kilkanaście segmentów ciała. Wszystkie przetaczniki są drapieżnikami. Polują na drobne owady i dżdżownice. Zieminki mogą odżywiać się także szczątkami roślin.

Do przetaczników należą także skolopendry występujące w ciepłym klimacie.

Pajęczaki

Przedstawiciele pajęczaków występujący w glebach to przede wszystkim roztocze, pająki, zaleszczotki i kosarze. Charakterystyczną cechą pajęczaków jest ciało złożone z głowotułowia i odwłoku, a także szczękonoża i nogogłaszczki – specyficzne odnóży gębowe.

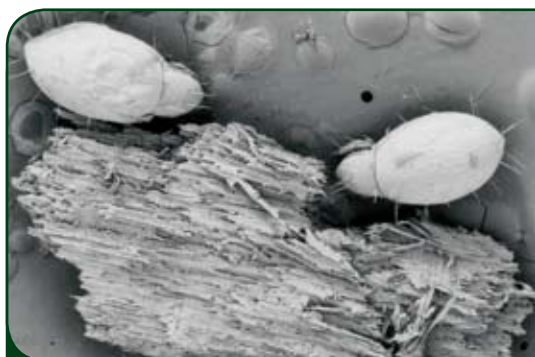
Zaleszczotki przypominają trochę małe skorpiony pozbawione odwłoka zakończonego kolcem. Charakterystyczną cechą zaleszczotków są silnie rozwinięte, przypominające szczytce nogogłaszczki z gruczołami jadowymi. Sposób poruszania się zaleszczotków również przypomina nieco skorpiony. Pajęczaki te mogą biegać tak samo sprawnie we wszystkich kierunkach – do przodu, do tyłu i w bok. Na szczękonożach zaleszczotków znajdują się ujścia gruczołów przędných. Nie służą one do budowy sieci łownych, gdyż zaleszczotki aktywnie polują na swoje ofiary (skoczogonki i inne niewielkie owady). Oprzęd jest używany do budowy gniazd.

W Polsce można je spotkać w ściółce albo w księgozbiorach. Gatunek *Neobisium muscorum* to typowy glebowy drapieżnik odżywiający się drobnymi owadami. Zaleszczotek książkowy to gatunek synantropijny, czyli występujący w bezpośrednim otoczeniu człowieka. Poluje on na drobne owady żerujące na celulozie książek, np. na gryzki, które znane są bibliotekarzom ze swoich niszczyielskich zapędów.

Kosarze przypominają nieco pająki, jednak ich ciało jest bardziej szerokie i owalne – odwłok łączy się z głowotułowiem szeroką nasadą. W przeciwieństwie do pajaków nie wytwarzają sieci. Kosarze występujące



na powierzchni gleby mają charakterystyczne długie nogi, które mogą odrzucać w razie zagrożenia (tzw. autotomia). Odrzucona kończyna po oddzieleniu od ciała podryguje aby zwrócić uwagę drapieżnika atakującego kosarza. Kosarze żyjące w głębszych warstwach gleby mają znacznie krótsze odnóża i poruszają się wolniej. Ich pokarmem są ślimaki, często znacznie od nich większe, oraz inne zwierzęta glebowe.



Roztocze odżywiają się m.in. martwą materią organiczną

Pająki to najpowszechniej znani przedstawiciele pajęczaków. Ich głowotułów jest połączony z odwłokiem wąskim stylikiem. Szczękoczułki mają gruczoły jadowe, a na odwłoku znajdują się gruczoły przedne. Jednak większość pajaków żyjących w glebie z oczywistych względów nie buduje sieci łownych. Pokarmem pajaków są przede wszystkim owady. Ze środowiskiem glebowym związane są trzy rodziny pajaków: pogońcowate, osnuwikowate, ukośnicowate i skakunowate. Przedstawiciele rodziny osnuwikowatych używają sieci łownych poziomo rozciągniętych na powierzchni gleby. Pozostałe pająki polują z zasadzki. Pogońcowate potrafią bardzo szybko biegać. Skakunowate przemieszczają się skokami. Ukośnicowate czają się wśród roślinności czekając na ofiarę. Spośród wymienionych pajaków większość związana jest z roślinnością i ściółką, jedynie pogońcowate wygrzebują w glebie korytarze i komory, które służą im za schronienie oraz pułapkę do chwytania zdobyczy.

Roztocze są najliczniejszymi pajęczakami występującymi w glebie, jednak najtrudniej je zauważyć. Większość roztoczy mierzy mniej niż pół milimetra długości i do ich obserwacji potrzebny jest mikroskop. Wśród roztoczy glebowych najliczniejsze są mechowce. Odżywiają się martwą materią organiczną oraz grzybnią. Największe mechowce należące do rodziny *Belbidae* można zauważyć gołym okiem wśród mszaków i w ściółce. Drapieżne roztocze to przedstawiciele żukowców. Roztocze, wraz ze skoczogonkami, stanowią mezofaunę glebową.

Owady

Owady to jedne z najlepiej dostosowanych i najbardziej rozpowszechnionych na Ziemi zwierząt. Zasiedlają różnego rodzaju siedliska i wyka-



Skoczogonek

zują bardzo zróżnicowane strategie życiowe. W glebie także nie brakuje owadów. Najliczniej w siedlisku glebowym występują tzw. owady bezskrzydłe. Należą tu skoczogonki, pierwogonki, widłogonki i szczeciogonki.

Szczeciogonki to największe i najwyżej rozwinięte owady bezskrzydłe. Występują w glebie, pod korą, w ściółce, w gniazdach mrówek. Mają 8–15 mm długości. Ich ciało jest wrzecionowate, spłaszczone, często pokryte łuseczkami. Charakterystyczną cechą są 3 długie wyrostki

na odwłoku. W odróżnieniu od pozostałych owadów bezskrzydłych mają oczy złożone. Przedstawicielem szczeciogonków jest rybik. Rybiki, poza siedliskiem glebowym, przystosowały się także do siedlisk synantropijnych i często można je spotkać w naszych łazienkach. Żywią się głównie resztkami organicznymi. Widłogonki mają dwa długie wyrostki na odwłoku. Wyrostki te mogą być nitkowate lub szczypcowate. Kolejną charakterystyczną cechą widłogonków jest brak oczu. W otoczeniu orientują się one za pomocą czułków. Widłogonki są drapieżnikami lub saprofagami. Pierwogonki to niewielkich rozmiarów owady, które są szeroko rozpowszechnione, ale rzadko zauważane. Ich istnienie zostało odkryte dopiero w 1907 roku. Najbardziej charakterystyczną dla nich cechą jest brak czułków, oczu i przydatków odwłokowych. Rolę czuciową pełnią odnóża kroczone pierwszej pary, które są w charakterystyczny sposób wyciągnięte do przodu. Do tej pory poznano jedynie kilka gatunków pierwogonków żyjących na terenie Polski. Nieznana jest także ich biologia. Skoczogonki to najliczniejsza, obok roztoczy, grupa stawonogów w glebie. Są bardzo szeroko rozpowszechnione na wszystkich kontynentach, włącznie z Antarktyką. Występują wszędzie tam, gdzie są obecne rośliny lub szczątki organiczne. Są to organizmy niewielkich rozmiarów. Mierzą od ok. 0,2 do 10 mm długości. Formy powierzchniowe są nieco większe (ok. 7 mm), a formy euedaficzne odznaczają się niewielkimi rozmiarami ciała (ok. 1 mm długości). Swoją nazwę skoczogonki zawdzięczają obecności wideltek skocznych na odwłoku. Dzięki nim mogą przemieszczać się skokami na znaczne odległości. Skoczogonki odżywiają się mikroorganizmami. Część gatunków jest drapieżna. Skoczogonki pojawiają się czasem



masowo zimą – stąd wzięta się ich potoczna nazwa „pchły śnieżne”.

Poza owadami bezskrzydłymi w glebie występują także inne grupy tych zwierząt. Chrząszcze, błonkówki i muchówki wykazują silny związek z glebą. Spośród chrząszczy, najbogatszej w gatunki grupy owadów, w glebie można spotkać biegaczowate, kusakowate, sprężykowate i żukowate. W większości przypadków w glebie żyją formy larwalne, ale są również chrząszcze, które całe swoje życie spędzają w tym siedlisku. Wśród kusakowatych można

spotkać gatunki typowo glebowe. Dorosłe postacie tych chrząszczy mają charakterystyczny pokrój ciała: krótkie czułki oraz wydłużone i spłaszczone ciało ze skróconymi twardymi pokrywami przykrywającymi tylko dwa pierwsze segmenty odwłoka. To właśnie skróconym pokrywom skrzydłowym kusakowate zawdzięczają swoją nazwę – ich skrzydła są kuse. Taka budowa ciała zapewnia im giętkość i ułatwia penetrowanie gleby. Zaniepokojone unoszą w charakterystyczny sposób odwłok – przypominają wtedy skorpiony. Kusakowate są zwykle drapieżne, chociaż część z nich może odżywiać się także pokarmem roślinnym. Larwy biegaczowatych to ważne drapieżniki glebowe. Także prawie wszystkie formy dorosłe to drapieżniki. Większość biegaczowatych charakteryzuje się wąskim spektrum biologicznym i przez to mogą spełniać funkcję bioindykatorów. Sprężykowate to chrząszcze związane głównie z terenami uprawnymi. Mają wydłużone ciało, z obu stron klinowato zwężone. Charakterystyczna dla sprężykowatych jest umiejętność podskakiwania po odwróceniu na plecy. Dorosłe owady żerują na miękkich częściach roślin, a formy larwalne, zwane drutowcami, żyją w ziemi i odżywiają się również pokarmem roślinnym. Mogą wyrządzać spore szkody w uprawach.

Pospolite w lasach żuki gnojarze, chrząszcze z rodziny żukowatych, przyczyniają się do użyźnienia gleby zakopując w niej odchody zwierząt. W wykopanych komorach, położonych nawet na głębokości jednego metra, owady te gromadzą odchody i składają w nich jaja. Rodziną chrząszczy szczególnie silnie związanych z glebą są piórkoskrzydłe. Są to najmniejsze spośród chrząszczy. Mierzą od 0,5 mm do ok. 1,2 mm długości. Łatwo je



Biegacz zielonozłoty



Larwa chrząszcza

rozpoznać po charakterystycznych skrzydłach drugiej pary – są one poszarpane i przypominają wyglądem piórka.

Turkuć podjadek to także owad dobrze przystosowany do środowiska glebowego. Jest to krewniak konika polnego, czyli przedstawiciel prostoskrzydłych. Turkuć odżywia się przede wszystkim korzeniami roślin. Ma charakterystyczny pokrój ciała – jego przednie kończyny przypominają kończyny kreta. Stąd wzięła się łacińska nazwa turkucia – *Gryllotalpa*, czyli „świerszczokret”.

Spośród błonkówek z glebą związane są osy i pszczoły zakładające gniazda w ziemi oraz larwy niektórych gatunków, które żyją w ściółce. Przedstawicielami błonkówek są także mrówki. Są to społeczne owady, które penetrują powierzchnię ziemi i roślinność oraz wpływają pozytywnie na stan gleby (napowietrzają glebę i mieszają ją). Mrówki odpowiadają także za szybki rozkład materii organicznej pochodzenia zwierzęcego.

Formy dorosłe muchówek nie kojarzą się z glebą, ale larwy tych owadów to w ogromnej większości typowe organizmy glebowe. Larwy ziemiorzki pleniówki, niewielkiej muchy zamieszkującej wilgotne lasy, bardzo rzadko tworzą tak zwany pleń. Jest to ogromna masa poruszających się razem larw, o długości nawet kilku metrów. Pleń jest rzadkim zjawiskiem, a jego pojawienie się odczytywano jako zapowiedź nieszczęścia. Inne larwy muchówek żyjące w glebie to przedstawiciele leniowatych i kobyliczkowatych. Larwy muchówek występują na wszystkich poziomach troficznych konsumentów – są saprofagami, drapieżnikami, pasożytami.

Kręgowce w glebie

W naszej strefie klimatycznej niewiele kręgowców związanych jest trwale ze środowiskiem glebowym. Płazy bezogonowe, takie jak kumaki, ropuchy i grzebiuszka, a także wszystkie płazy ogoniaste, wykorzystują glebę jako schronienie w okresie suszy oraz zimą. Gady składają jaja do gleby. Ssaki związane z glebą to przede wszystkim kret, a także ryjówki i gryzonie. Spośród wymienionych zwierząt kret jest najsilniej związany ze środowiskiem glebowym. Opuszcza je tylko na wiosnę, w czasie



godów. Krety można spotkać prawie we wszystkich typach gleb, ale zdecydowanie unikają siedlisk piaszczystych i zbyt wilgotnych. Charakterystyczne krecie kopce powstają, gdy zwierzę przemieszcza się pionowo ku powierzchni lub gdy wyrzuca glebę wydobytą z głębiej położonych chodników. Pokarm kreta stanowią właściwie niemal wszystkie drobne zwierzęta, które spotyka na swojej drodze. Unikają jedynie krocionogów, które w razie zagrożenia wydzielają drażniącą substancję. Ulubionym pokarmem kreta są dżdżownice. Można je znaleźć w krecich spizarniach. Krety odgryzają przednie części ciała dżdżownic, nie zabijając ich jednak. Tak uszkodzone są składowane w ścianach gniazda i korytarzy kreta. W miarę ochładzania się gleby zapasy są przenoszone coraz głębiej. Krety mają szereg cech umożliwiających im życie w glebie. Sierść kreta jest bardzo krótka i ustawiona pod kątem prostym w stosunku do powierzchni skóry. Ułatwia to cofanie się w wąskich korytarzach. Przednie kończyny kreta są łopatomate i mają mocne, zagięte do tyłu pazury. Oczy kreta są niewielkie. Zwierzę posługuje się głównie zmysłem węchu i dotyku.

Obecność kreta może być uciążliwa dla właścicieli ogrodów, ale ma ogromne znaczenie dla funkcjonowania gleby. Krety drążąc korytarze sprzyjają jej spulchnianiu i przewietrzaniu. W glebie zamieszkaney przez krety znacznie intensywniej zachodzi mieszanie się materii organicznej i mineralnej gleby. W lesie kopce kreta sprzyjały naturalnemu odnawianiu się świerka. Młode siewki świerka nie mają dostępu do gleby i muszą przedostać się do niej przez grubą warstwę ściółki. Z tego powodu wiele z nich nie może się ukorzenić. Stąd kretowiny znacznie ułatwiały zakorzenianie się siewek. Krety zjadają duże ilości dżdżownic, które również wpływają pozytywnie na glebę, jednak pokazano, że pochłaniają jedynie 1/20 populacji tych organizmów.

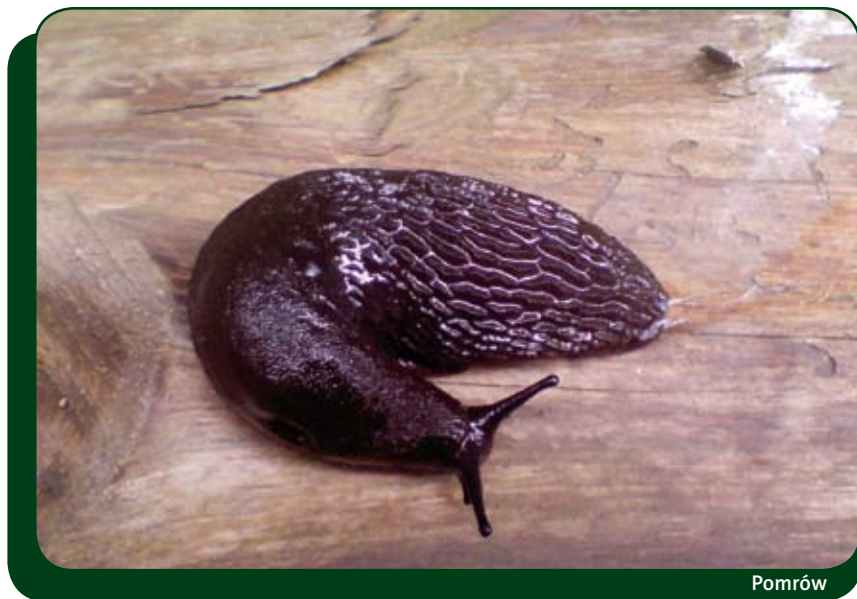
Inne ssaki związane z glebą to ryjówki. Są one pod wieloma względami przeciwieństwem kreta – są to zwierzęta smukłe i szybko się poruszające. Prowadzą nocny tryb życia. Ryjówki są bardzo żarłocznymi drapieżnikami – zjadają ogromne ilości owadów żyjących w ściółce. Nie potrafią



Larwa chrząszcza

same drążyć korytarzy w glebie, ale wykorzystują przestwory wydrążone przez inne organizmy. Także szereg gryzoni występuje w glebie. Korytarze w glebie wykopują nornice, karczowniki, myszy i polniki. Mało znanym gryzoniem silnie związanym z glebą i występującym w naszej strefie klimatycznej jest chomik europejski. Jest to największy gatunek spośród chomików. Mierzy aż 34 centymetry długości i osiąga wagę 700 gramów. Chomik europejski występuje na terenach otwartych i stepowych. Kopie skomplikowane systemy nor ciągnące się nawet do 7 metrów w głąb ziemi. Chomiki europejskie są z natury agresywne i żyją pojedynczo. Są aktywne głównie w nocy.

W innych strefach klimatycznych jest znacznie więcej gatunków kręgowców związanych z glebą. Spośród ssaków można tu wymienić pieski preriowe, surykatki, kolczatki, wombaty. Nawet niektóre gatunki ptaków są związane z glebą, między innymi pewien gatunek sów, maskonury czy nieloty kiwi.



Pomrów

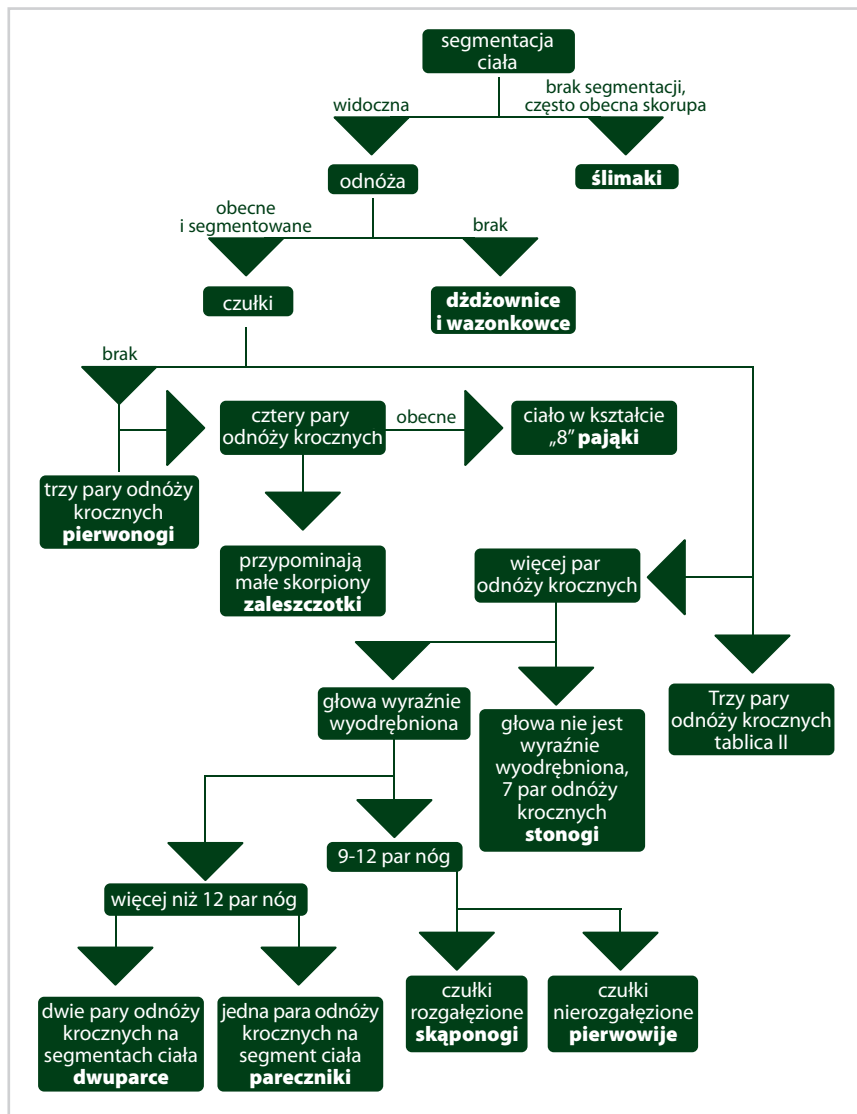
KLUCZ DO OZNACZANIA WYBRANYCH BEZKRĘGOWCÓW GLEBOWYCH

Poniżej przedstawiono dwa przykładowe klucze do oznaczania bezkręgowców glebowych. Pierwszy klucz, w formie tabeli, jest przeznaczony dla starszych użytkowników, natomiast drugi klucz w formie schematu jest jego wersją uproszczoną.

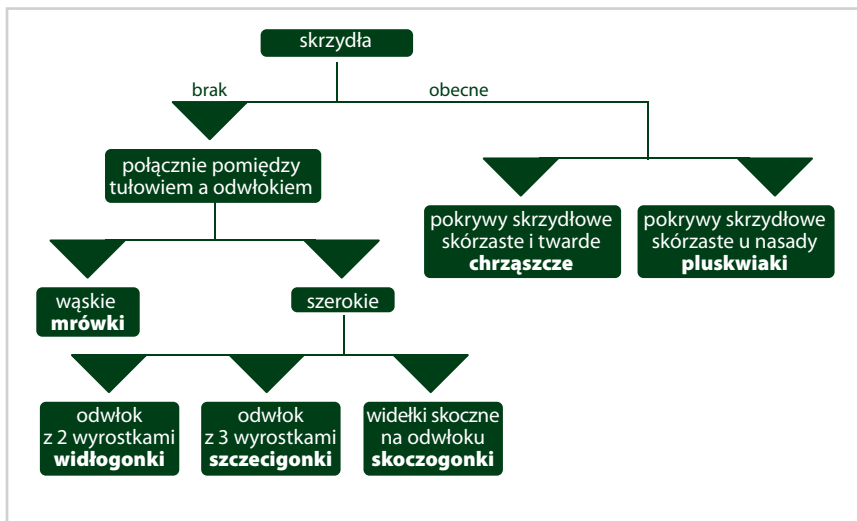


Lp.	Cecha	Odnosińnik
1	Brak odnóży kroczych	2
	3 pary odnóży kroczych	7
	4 pary odnóży kroczych	12
	Więcej par odnóży kroczych	14
2	Widoczna segmentacja ciała	3
	Brak segmentacji	6
3	10-15 segmentów	4
	Więcej niż 15 segmentów	5
4	Głowa dobrze wyodrębniona, widoczny gryzący aparat gębowy	larwy chrząszczy
	Głowa niewyodrębniona, aparat gębowy niewidoczny	larwy muchówek
5	Segmenty krótkie, wyraźne tzw. siodełko, czyli zgrubiałe segmenty ciała	dżdżownice
	Segmenty długie, siodełko niewyraźne	wazonkowce
6	Duże organizmy z silnie umięśnioną nogą	ślimaki
	Drobne obłe organizmy (do 1 cm długości)	nicienie
7	Brak czułków	pierwogonki
	Czułki obecne	8
8	6 segmentów odwłoka	skoczogonki
	Więcej niż 6 segmentów odwłoka	9
9	Skrzydeł brak	10
	Skrzydła obecne	11
10	Na odwłoku widoczne długie widelki, brak oczu	widłogonki
	Brak przydatków na odwłoku, połączenie pomiędzy tułowiem i odwłokiem wąskie	mrówki
11	Pierwsza para skrzydeł skórzasta, pokrywa drugą parę skrzydeł, często zredukowaną	chrząszcze
	Pierwsza para skrzydeł skórzasta do połowy	pluskwiaki
12	Wyglądem przypominają skorpiony	zaleszczotki
	Ciało z wyraźnym przewężeniem	pająki
	Połączenie przedniej i tylnej części ciała szerokie	13
13	Organizmy niewielkich rozmiarów (do 1 mm)	roztocze
	Organizmy większe (wielkości pająka)	kosarze
14	Głowa nie jest wyraźnie wyodrębniona, 7 par odnóży kroczych	stonogi
	Więcej niż 12 par nóg	15
15	Para odnóży kroczych na segmencie ciała	pareczniki
	Dwie pary odnóży kroczych na segmencie ciała	dwuparce

Tablica I. Fauna glebowa



Tablica II



WSPÓŁZALEŻNOŚCI

Organizmy glebowe są ze sobą powiązane szeregiem zależności i wzajemnie na siebie oddziałują. Interakcje te można podzielić na wewnątrzgatunkowe i międzygatunkowe. W interakcjach wewnątrzgatunkowych można zaobserwować ciekawą zależność dotyczącą sposobu rozmnażania się bezkręgowców glebowych. Im większe zagęszczenie i liczebność osobników, tym mniejszy kontakt z partnerem rozrodu. Mechowce, których ilość w glebie jest ogromna, nie muszą w ogóle spotykać się z partnerem rozrodu – samce pozostawiają w miejscach żerowania samic pakiety spermy na stylikach, tzw. spermatofory. W przypadku zwierząt takich jak wiję, które są bardziej mobilne niż mezofauna glebowa, partnerzy muszą spotkać się ze sobą w celu zapłodnienia.

Wśród interakcji międzygatunkowych można wyróżnić także zależności antagonistyczne i nieantagonistyczne. Przykładem współzależności antagonistycznych jest drapieżnictwo, pasożytnictwo, amensalizm i konkurencja. Drapieżnictwo to powszechnie znana podstawowa zależność pokarmowa. Potencjalne ofiary drapieżników wykazują szereg przystosowań mających zmylić przeciwnika. Często spotykane jest okrycie ciała cząsteczkami gleby lub oskórkiem wycinkowym, które ma upodobnić zwierzę do jego otoczenia i stanowi swoisty kamuflaż. Podobną rolę pełni ochronne ubarwienie ciała. U skoczogonków żyjących w powierzchni-

wych warstwach gleby występuje ciemne ubarwienie i maskujące plamki. Skoczogonki posiadają także inną przydatną umiejętność – zdolność wykonywania skoków. Skakać potrafią także niektóre gatunki mechowców. Kolejna adaptacja to osłonięcie ciała twardym pancerzem (mechowce, krocionogi, część ślimaków). Pomocna bywa także zdolność zwijania się w kulkę (stonogi i dwuparce) lub zamykania się jak scyzoryk (niektóre mechowce). Wije i niektóre owady wydzielają substancje odstraszające drapieżniki. Ślimaki i dżdżownice posługują się śluzem, który znacznie utrudnia ich złapanie. Zdarza się także zatkanie otworu gębowego drapieżnika kleistą wydzieliną. Część organizmów wykonuje gwałtowne ruchy, które mają odstraszyć przeciwnika. Kusakowate unoszą wysoko odwłok, a nicienie, wazonkowce i dżdżownice wiją się energicznie. Również drapieżniki wykazują szereg przystosowań mających ułatwić im zdobycie pokarmu. Są to zwykle organizmy szybko poruszające się. Niektóre potrafią wykonywać skoki, jak np. skakuny. Część drapieżników potrafi biegać nie tylko po powierzchni gleby i szybko penetrować ściółkę, ale mogą zapuszczać się także w jej głąb. Kusakowate i niektóre pareczniki mają elastyczne ciało, które łatwo dostosowuje się do korytarzy glebowych. Inną strategią drapieżników jest zakładanie pułapek. Larwa mrówkolwa nie musi być szybka. Jest to mało ruchliwe zwierzę obdarzone sporym odwłokiem. Larwa ta zagrzebuje się w piaszczystej glebie i tworzy w niej niewielkie, lejcowate zagłębienie, na dnie którego sama się zagrzebuje. Mrówka, która wpadnie do takiej pułapki osuwa się w głąb lejka i zostaje pożarta przez mrówkolwa. Pająki z rodziny osnuwиковатych tworzą rozległe poziome sieci rozsнутe na powierzchni ziemi, w które łapią swoje ofiary. Gryziele, inni przedstawiciele pajaków, tworzą charakterystyczne sieci łowne przypominające rozsнутe po ziemi skarpetki. Oprzęd zamaskowany jest częstkami gleby i ściółki. W ciągu dnia gryziele chowają się w norkach znajdujących się na końcu sieci, a w nocy wchodzi do niej i czatują na nieostrożne ofiary mijające ich oprzęd. Gdy ofiara nastąpi na oprzęd pająk rzuca się w jej kierunku przebijając ścianę sieci i wciąga ją w głąb.

W glebie nie tylko zwierzęta są drapieżnikami. Również grzyby polują. Pewne gatunki zakładają ze swoich strzępek przypominających lasso pułapki na nicienie.

Amensalizm to układ, w którym jedna strona traci, a druga nic nie zyskuje. Przykładem amensalizmu jest antybioza i ujemna allelopatia. Antybioza to oddziaływanie pomiędzy grzybem produkującym antybiotyk, a bakteriami, których wzrost jest ograniczany przez ten antybiotyk.



Allelopatia ujemna to wydzielanie przez rośliny substancji, które wpływają na inne rośliny negatywnie (np. hamowanie wzrostu perzu przez grykę i gorczycę). Także zwierzęta mogą nawzajem ograniczać swoją liczebność. Zaobserwowano, że wazonkowce i dżdżownice rzadko występują razem. Okazało się, że dżdżownice wydzielają substancje, które hamują rozwój wazonkowców. Jest to jednak przykład konkurencji o pokarm.

Organizmy glebowe mogą się wspierać wzajemnie w pozyskiwaniu zasobów środowiska. Symbioza w glebie jest częstym zjawiskiem. Najpowszechniejsza jej forma to endosymbionty umożliwiające trawienie celulozy. Bardzo często obecność orzęsków w przewodzie pokarmowym zwierząt glebowych umożliwia trawienie pokarmu bogatego w celulozę. Mrówki mają symbiotyczne komórki grzybów występujące w specjalnych komórkach (tzw. mycetocytach), które umożliwiają przyswajanie niektórych pokarmów. Dżdżownice mają endosymbiotyczne bakterie, które zaopatrują ich jaja w substancje bakteriobójcze w nefrydiach (narządach wydalniczych).

Istotne dla funkcjonowania gleby są symbiotyczne związki roślin z grzybami (mikoryzy) i bakteriami (bakterioryzy). Mikoryza to współżycie korzeni roślin naczyniowych z grzybami. Jest to zjawisko bardzo powszechne i dotyczy większości roślin lądowych. Dzięki mikoryzie mają zapewniony lepszy dostęp do wody i substancji mineralnych oraz substancji regulujących ich wzrost, które produkuje grzyb. Grzyb otrzymuje od rośliny pokarm.

Bakterioryza to symbioza bakterii z roślinami wyższymi. Przykładem bakterioryzy jest zależność pomiędzy bakteriami brodawkowymi a roślinami motylkowymi. Bakterie z rodzaju *Rhizobium* wnikają do korzeni roślin takich jak łubin czy wyka i powodują powstawanie charakterystycznych czerwonych brodawek. W brodawkach przeprowadzają one proces wiązania azotu atmosferycznego w formę dostępną dla roślin. Same bakterie mogą również występować samodzielnie w glebie, ale nie wiążą wtedy azotu. Proces ten wymaga środowiska beztlenowego, które zapewniają bakteriom właśnie czerwone brodawki. Twory te zawierają białko leghemoglobinę, która wiąże tlen w komórce. Leghemoglobina jest produkowana przez roślinę. Bakteria w tym związku otrzymuje substancje odżywcze, a roślina cenny azot.

Nie tylko mikroorganizmy wpływają korzystnie na faunę glebową. Obecność zwierząt także poprawia warunki życia bakterii i grzybów. Mechaniczne rozdrobnienie cząsteczek gleby, ich nawilżenie śliną zwierząt, a nawet przejście przez przewód pokarmowy i wymieszanie z odchodami



Ropucha szara

– to wszystko wpływa korzystnie na rozwój bakterii, grzybów i promieniowców.

JAK BADAĆ GLEBOWE ŚRODOWISKO I FAUNĘ W SZKOLE?

Właściwości gleby wpływają na zamieszkującą to siedlisko faunę. Istnieje kilka prostych sposobów, za pomocą których można określić podstawowe warunki panujące w glebie. Ważny jest także sposób zbioru prób glebowych. Najlepiej pobierać górną warstwę gleby, około

7–12 cm, w zależności od rodzaju gleby. W tej warstwie koncentruje się większość organizmów żywych. Próby gleby można zbierać w różny sposób, w zależności od przyświecającego nam celu. Jeżeli chcemy porównać parametry gleby w różnych siedliskach, zalecany jest losowy zbiór prób. Pobranie próbek z większej liczby punktów w interesującym nas terenie zmniejszy zmienność wynikającą z obecności mikrosiedlisk. Badanie właściwości można przeprowadzić także w tzw. transekcje. Szczególnie wyraźne różnice będą widoczne między lasem iglastym a polem uprawnym.

Pomiar pH gleby

Kwasowość wpływa na wiele procesów zachodzących w glebie, między innymi na rozkład ściółki, rozwój mikroorganizmów, zdolność przyswajania związków z roztworu glebowego, w tym biodostępność związków toksycznych. Najbardziej korzystne dla procesów tworzenia się próchnicy i aktywności biologicznej gleb jest pH lekko kwaśne lub obojętne. Pomiar pH wymaga użycia pasków lakmusowych lub kwasomierza. W przypadku pasków należy wymieszać glebę z wodą destylowaną i pozostawić na kilka godzin. Następnie zanurzamy pasek w roztworze i czekamy na zmianę barwy. Uzyskaną barwę paska porównuje się ze skalą kolorystyczną. Użycie kwasomierza jest łatwiejsze i można tą metodą określić pH w terenie. Kwasomierz składa się z porcelanowej płytki z zagłębieniem i z roztworu reagentu. W zagłębieniu umieszczamy odrobinę roztartej gleby i zalewamy odrobiną roztworu. Po zmianie barwy zlewamy roztwór z nadgleby w drugie zagłębienie na płytce kwasomierza i porównujemy kolor ze skalą.



Pomiar zawartości wapnia

Ilość wapnia w glebie wpływa na jej pH oraz na mikroorganizmy i faunę glebową. Generalnie wapń wspiera życie w glebie. Pomiar zawartości wapnia jest bardzo prosty. Należy zaopatrzyć się w szalkę Petriego, 10% roztwór kwasu solnego oraz zakraplacz. Niewielką ilość przesianej i rozdrobnionej gleby umieszczamy w szalce i zalewamy kwasem. Kwas solny reaguje z węglanem wapnia, co jest widoczne jako pienienie się roztworu na glebie. Im dłuższe musowanie roztworu, tym więcej wapnia w glebie. Określanie zawartości wapnia tą metodą jest oczywiście bardzo przybliżone, dlatego najlepiej porównywać gleby ze skrajnie różnych siedlisk, np. z boru i żyznej buczyny albo pola uprawnego.

Wilgotność i pojemność wodna gleby

Określenie wilgotności gleby jest bardzo proste. Po zebraniu próbek glebę należy zważyć i wysuszyć przez kilka dni na powietrzu lub w piekarniku w temperaturze 105°C, aż do uzyskania przez próbki stałej masy.

Wilgotność wyraża się wzorem:

$$\% \text{ wody} = [(m_1 - m_2) / (m_1 - m_0)] \times 100$$

gdzie:

m_0 – masa naczynia

m_1 – masa naczynka z próbką świeżego substratu

m_2 – masa naczynka z wysuszoną w 105°C próbką substratu

Zdolność gleby do zatrzymywania wody można obliczyć zgodnie ze wzorem:

$$\text{WHC} = [(m_1 - m_2) / (m_2 - m_0)] \times 100$$

m_0 – masa naczynia

m_1 – masa naczynka z próbką świeżego substratu

m_2 – masa naczynka z wysuszoną w 105°C próbką substratu

Wilgotność i pojemność wodna zależą między innymi od gęstości gleby, porowatości i zawartości materii organicznej.

Pomiar gęstości

Gęstość gleby wymaga pobrania próbki o nienaruszonej strukturze. Można to zrobić w prosty sposób używając przekrojonej wzdłuż na połowę rury PCV. Tak skonstruowane urządzenie wbijamy pionowo w glebę i obracając wyciągamy nienaruszoną próbę. Ważne jest, żeby nie wypychać gleby z pobieraka, ale usunąć ją rozkładając połówki rurki. Wyciska-

nie gleby zatyka jej pory i zwiększa gęstość. Próbkę gleby należy zważyć, a następnie obliczyć jej objętość. Objętość gleby można zmierzyć zalewając ją znaną objętością wody lub piasku w cylindrze miarowym. Gęstość gleby wpływa na jej napowietrzenie i zdolność zatrzymywania wody. Zarówno zbyt duża, jak i zbyt mała gęstość może być niekorzystna dla organizmów glebowych.

Ziarnistość gleby

Pomiar ziarnistości wymaga jedynie sit o różnych średnicach oczek. Próbkę gleby przesiewamy kolejno najpierw przez sito o większych oczkach, a następnie przez sita o oczkach coraz mniejszych. Oddzielone frakcje ważymy i określamy ich udział procentowy w glebie.

Próba palcowa

Próba palcowa pozwala określić rodzaj gleby. Glebę należy pobrać z głębokości około 30 cm, delikatnie zwilżyć i postępować według poniższego klucza:

1. Czy gleba da się ugnieść w kielbaskę?

tak (patrz 2)

nie (patrz 5)

2. Czy chrzęści przy zgniataniu?

tak – glina piaszczysta

nie (patrz 3)

3. Czy wygładzona powierzchnia jest matowa?

tak – ił

nie (patrz 4)

4. Czy chrzęści między zębami?

tak – glina ilasta

nie – glina

5. Czy wyczuwasz ziarna przy ucieraniu?

tak (patrz 6)

nie (patrz 7)

6. Czy w liniach papilarnych pozostają drobne cząsteczki gleby?

tak – piasek ilasty

nie – piasek

7. Czy można formować w dłoniach?

tak – piaszczysta glina

nie – piaszczysty ił



Pozyskiwanie organizmów glebowych

Zbiór przedstawicieli fauny powierzchniowej gleby jest możliwy dzięki zastosowaniu pułapek Barbera. Mogą to być wkopane w ziemię słoiki lub plastikowe kubeczki. Należy zadbać o to, by pułapki miały gładkie brzegi. Sposób przygotowania pułapki Barbera opisano poniżej.

Krok 1. Ustaw pułapkę: wykop dziurę wielkości słoika (tak, by brzeg zakopanego słoika nie wystawał ponad glebę).

Krok 2. Zostaw pułapkę na tydzień, ale sprawdzaj ją codziennie. Notuj jakie organizmy znalazły się każdego dnia w pułapce.

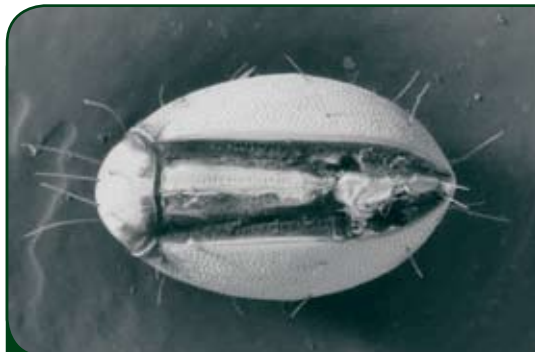
W przypadku mezofauny glebowej zbiór osobników jest utrudniony – należy je wydobyć z wnętrza gleby. Służą do tego aparaty Tullgrena. Urządzenie takie można wykonać samodzielnie dysponując lejkiem, sitkiem, litrowym słoikiem i lampką biurkową.

Krok 1. Ustaw lejek w słoiku z wodą, tak by nie dotykał jej powierzchni. Najlepiej jest zaciemnić słoik z zewnątrz.

Krok 2. Na lejku umieść sito. Na sicie ułóż glebę i ściółkę. Nad sitem umieść lampę.

Krok 3. Po 24 godzinach zbierz z powierzchni wody organizmy (np. pędzelkiem) i obserwuj je pod lupą.

Mezofauna glebowa zebrana w ten sposób utrzymuje się na błonce powierzchniowej i pozostaje żywa. Umożliwia to obserwacje aktywnych organizmów, które są z pewnością atrakcyjniejsze niż obserwacje martwych preparatów.



Jeden ze sposobów obrony przed drapieżnikami - możliwość schowania odnóży pod grubą kutikulą

PROPOZYCJE ZAJĘĆ

Scenariusz 1. Porównanie fauny różnych siedlisk

Zajęcia przeznaczone są dla starszej młodzieży. Część zajęć odbywa się w terenie, a część w laboratorium. Należy wybrać dwa różniące się siedliska, np. pole i las, i porównać właściwości gleb oraz faunę glebową. Część terenowa obejmuje zbiór prób gleby oraz zbiór organizmów. Można zastosować pułapki Barbera oraz zbierać przedstawicieli fauny tzw. metodą na upatrzonego. Aby próby zebrane z różnych siedlisk były porównywalne, należy zbierać je albo w określonej jednostce czasu (polecane w przypadku większych organizmów, jak np. ślimaki), albo z określonej powierzchni. Zebrane organizmy oznaczają się na podstawie klucza. Należy również zebrać próby gleby do analiz fizyko-chemicznych. Dysponując informacjami o składzie gatunkowym oraz właściwościach gleby w różnych siedliskach można wywnioskować o wpływie analizowanych czynników na faunę glebową.

Scenariusz 2. Świat pod naszymi stopami

Zajęcia przeznaczone są dla młodszych dzieci. Niezbędne pomoce to lupy, kartki papieru i sznurek. Zajęcia są prowadzone w terenie. Każde z dzieci otrzymuje „sвій” fragment gleby, który wytyczamy sznurkiem. Zadanie polega na obserwacji tego niewielkiego wycinka przestrzeni za pomocą lupy i na sporządzeniu mapy badanego terenu. Użycie lupy umożliwia obserwację przyrody w innej skali, spojrzenie na glebę z innego punktu widzenia.

Scenariusz 3. Rola dżdżownic dla funkcjonowania gleby

Zajęcia przeznaczone są dla młodszych dzieci. Jest to propozycja eksperymentu, który można przeprowadzić w szkole. Należy skonstruować mikrokosmosy w dwóch pojemnikach. Do przezroczystej obciętej butelki PET nasypujemy w identyczny sposób równe warstwy piasku i gleby, a na wierzch ściółkę. W jednym pojemniku umieszczamy kilka dżdżownic, a w drugim dwa razy większą ich ilość. Należy pamiętać o regularnym zwilżaniu gleby. Pojemniki zaciemniamy z zewnątrz i odstawiamy w ustronne miejsce. Po tygodniu obserwujemy zmiany w rozkładzie warstw gleby.



PIŚMIENNICTWO

- Bednarek i in. Badania ekologiczno-gleboznawcze. PWN, Warszawa 2005.
- Dindal D.L. Soil Biology Guide. Willey, New York 1990.
- Górny M. Zooekologia gleb leśnych. PWRiL, Warszawa 1975.
- Mayer J. Podręcznik badania gleby. http://www.lop.szczecin.pl/downloads/badania_gleby.pdf, dostęp 06.10.2010.
- Nardi J. Life in Soil. University of Chicago Press, Chicago, London 2007.
- Sandner H. Owady. PWN, Warszawa 1989.

NOTATKI



Fotografia na okładce zewnętrznej: grzyby przerastające ściółkę
Fotografia na okładce wewnętrznej: mozaika mikrosiedlisk na powierzchni gleby

Tekst i zdjęcia: Magdalena Maślak
Korekta i redakcja: Jacek Jaworski
Projekt graficzny i skład: Paweł Mizia

ISBN 978-83-925250-3-5

Copyright © 2010 by Śląski Ogród Botaniczny
Mikołów 2010

Wydawnictwo
dofinansowane przez:



Mikołów



Tychy



Łaziska
Górne



Radzionków



Powiat
Raciborski

