

Pośmiertne losy roślin – kilka słów o dekompozycji

Dekompozycja to jeden z dwóch głównych, obok fotosyntezy, procesów odpowiedzialnych za obieg dwutlenku węgla na kuli ziemskiej. Zachodzi najczęściej przy powierzchni ziemi lub tuż pod nią. W szerokim ujęciu termin dekompozycja oznacza fizyczne, chemiczne i biologiczne procesy, w trakcie których materia organiczna ulega przemianom w coraz bardziej stabilne formy.

Proces ten jest ściśle związany z krążeniem pierwiastków w przyrodzie i jest kluczowy dla odtwarzania związków przyswajalnych przez różne organizmy. Podczas dekompozycji nekromasa (martwa materia organiczna) ulega mineralizacji, co oznacza, że zostają z niej uwolnione pierwiastki, które ponownie mogą być wykorzystane przez rośliny w procesach wzrostowych. W jej trakcie pochłaniany jest tlen, a wydzielony zostaje dwutlenek węgla, który powraca do atmosfery. Część martwej materii organicznej nie ulega jednak mineralizacji, lecz humifikacji. Powstaje humus, który nie tylko wpływa na żyzność gleb, ale również ma znaczenie dla długoterminowego przechowywania węgla (ryc. 1).

Dekompozycja to proces bardzo złożony, który przykuwa uwagę specjalistów różnych dziedzin, a jego badania trwają już od przeszło 70 lat. W ostatnich latach nabrały szczególnego znaczenia w kontekście zmian klimatycznych i zwiększonej koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze. Współczesne badania zgłębiają istotę tego procesu, w tym rolę różnych czynników wpływających na tempo dekompozycji.

Trzy grupy czynników

Czynniki odpowiedzialne za tempo dekompozycji zwykle dzielone są na zewnętrzne (np. klimat i destruenci) oraz wewnętrzne (właściwości ściółki). Warunki klimatyczne (przede wszystkim temperatura i wilgotność) wywierają największy wpływ na tempo rozkładu materii organicznej w skali globalnej. Wyższa temperatura powietrza zwykle skutkuje wzrostem tempa procesów biochemicznych, a w konsekwencji związki organiczne ulegają szybszym przemianom. Jeżeli jednak mamy do czynienia z deficytem wody, to automatycznie dekompozycja spowalnia i tak np. w ciepłym, ale suchym klimacie śród-

ziemnomorskim dekompozycja przebiega wolniej niż w chłodniejszym, ale wilgotnym klimacie strefy umiarkowanej.

Istotne znaczenie dla tempa przebiegu procesu dekompozycji mają destruenci, czyli organizmy żywe przetwarzające martwą materię organiczną. Są to przede wszystkim bakterie i grzyby, ale również liczni przedstawiciele mikro-, mezo-, a nawet makrofauny glebowej. Gleby, w których biota destrucentów jest zdominowana przez bakterie i dżdżownice, cechują się szybkim tempem rozkładu materii organicznej. Na powierzchni takich gleb nie zalega zbyt wiele nierozłożonych szczątków roślinnych, a w ekosystemach leśnych, w których one dominują, spotykamy próchnicę typu mull. Z kolei w glebach, gdzie głównymi organizmami odpowiedzialnymi za rozkład biomasy są grzyby i roztocza, dekompozycja przebiega powoli, a na powierzchni zalega gruba warstwa nierozłożonych szczątków roślinnych, w lesie określana jako próchnica typu mor.

Trzecią grupę czynników odpowiedzialnych za tempo rozkładu martwej materii organicznej stanowi rodzaj ściółki. Jest on określany poprzez właściwości chemiczne, np. zawartość azotu, węgla czy stosunek za-

wartości tych dwóch pierwiastków. Nekromasa roślin, których tkanki są bogate w azot (np. olsze, rośliny motylkowate), jest atrakcyjnym pokarmem dla szerokiej grupy destrucentów, dlatego szybko ulega rozkładowi. Z kolei martwa materia organiczna o dużej zawartości węgla ulega rozkładowi wolniej. Związane jest to również z większą zawartością związków odpowiedzialnych za obronność u roślin (lignin i fenoli), które stanowią wyzwanie dla destrucentów i wpływają na spowolnienie procesu dekompozycji. Istnieje również koncepcja, która mówi, że cechy funkcjonalne żywych roślin (np. cechy liści, łodyg, korzeni, alokacja biomasy), które odpowiadają za funkcjonowanie rośliny w środowisku, wpływają na tempo dekompozycji. Mamy tu do czynienia z pośmiertnym efektem tych cech, a dekompozycja jest ściśle związana ze strategią życiową roślin. Rośliny o cechach wskazujących na strategię pozyskiwania zasobów, czyli produkujące bogate w pierwiastki krótkotrwałe organy, rozkładają się szybciej niż te produkujące organy długotrwałe (co wiąże się z dużymi inwestycjami w obronę tych organów).

Jak badamy?

Proces dekompozycji jest wieloetapowy. W pierwszym etapie ulegają jej najłatwiej rozkładalne związki (łatwo rozpuszczalne i małowartościowe: białka, cukry proste), czyli labilna frakcja ściółki, w kolejnych etapach trudniej rozkładalne związki (hemicelulozy, celulozy) oraz ligniny. Czas trwania poszczególnych etapów jest odmienny dla różnych rodzajów ściółki i zależy od wielu czynników. Przyjmuje się, że za przebieg początkowych etapów dekompozycji odpowiadają bakterie i grzyby, a dalszych – przedstawiciele mikro- i mezofauny glebowej.

W badaniach dekompozycji najczęściej stosuje się metodę worków ściółkowych. Zważoną porcję suchego materiału roślinnego wkłada się do woreczka ściółkowego. Zestaw takich zaetykietowanych woreczków umieszcza się np. na dnie lasu, skąd partiami pobierany jest po określonym czasie, np. co miesiąc czy kwartał. W laboratorium ważony jest ponownie wysuszony materiał roślinny, który pozostał w woreczku, co pozwala na określenie ubytku masy w danym czasie (fot. 1).

Ryc. 1 Uproszczony schemat procesu dekompozycji



Co z zielnymi?

Badania dekompozycji w ekosystemach leśnych skupiały się w przeszłości przede wszystkim na liściach drzew. Liczne opracowania podają, jak długo rozkładają się liście i drewno poszczególnych gatunków drzew oraz które czynniki wpływają na rozkład wymienionych organów w najwyższym stopniu. W naszych badaniach, przeprowadzonych w Zakładzie Ekologii Instytutu Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku, zajęliśmy się tempem rozkładu roślin zielnych runa leśnego. Wspomniana grupa roślin w tego typu badaniach (podobnie, jak w przypadku badań produktywności ekosystemów leśnych) jest najczęściej pomijana. To istotna luka w naszej wiedzy, gdyż runo stanowi ponad 15% biomasy ściółki, która ulega rozkładowi w ciągu pierwszego roku dekompozycji, zawartość pierwiastków w liściach roślin zielnych jest znacznie wyższa niż w liściach drzew, a dopływ ściółki z runa w ciągu roku jest ciągły, a nie tylko jednorazowy – jesienny, jak w przypadku liści drzew. Ponadto warto pamiętać, że warstwa zielna obejmuje średnio 80% różnorodności biologicznej gatunków naczyniowych roślin leśnych, a rzadkie gatunki runa są



używane jako wskaźniki różnorodności biologicznej lub jakości siedlisk. Ponadto poprzez konkurencję z gatunkami roślin drzewiastych warstwa zielna wpływa na skład gatunkowy drzewostanu lub nawet go determinuje, a bio-

masa gatunków zielnych jest również ważnym źródłem pożywienia dla zwierząt.

Nasze badania dotyczyły dekompozycji roślin zielnych runa grądu środkowoeuropejskiego (np. zawilec gajowy, podagrycznik



Nabór na studia podyplomowe

Instytut Badawczy Leśnictwa ogłasza nabór na studia podyplomowe „Hodowla selekcyjna i genetyka drzew leśnych”. Program studiów obejmuje podstawy genetyki drzew leśnych, hodowlę selekcyjną oraz ochronę bioróżnorodności genetycznej w lasach w kontekście zmian klimatu.

Oferta studiów skierowana jest do właścicieli lasów prywatnych, osób pracujących w administracji PGL LP i parkach narodowych, osób zarządzających lasami różnych form własności w jednostkach samorządowych, a także do przedstawicieli innych zawodów związanych z branżą leśną i ochroną przyrody.

Absolwenci studiów podyplomowych otrzymają wiedzę i narzędzia dotyczące obowiązków, uprawnień oraz możliwości do zarządzania zasobami genetycznymi lasów i przeciwdziałania niekorzystnym skutkom zmian środowiskowych.

Wykłady, ćwiczenia i zajęcia terenowe są realizowane przez najlepszych specjalistów w tej dziedzinie w Polsce! Kooperacja IBL, SGGW, UR w Krakowie, UP w Poznaniu, ID PAN w Kórniku oraz niektórych jednostek PGL LP – gwarantuje różnorodność problematyki i wszechstronność zdobytej wiedzy!

Czas trwania: 2 semestry

Rozpoczęcie: luty 2022

Czesne: 3500 PLN/semestr

Wymagania dla kandydatów: dyplom ukończenia studiów (jeden z wymienionych: inż.; lic.; mgr; mgr inż.)

Zgłoszenia chętnych przyjmujemy do 10.01.2022. Liczba miejsc ograniczona!

+ więcej informacji: www.ibles.pl

pospolity, czosnacek pospolity, czyściec leśny, niecierpek drobnokwiatowy; **fot. 2**). Sprawdził, jakie jest tempo rozkładu nekromasy tych roślin, a także które cechy funkcjonalne wpływają najbardziej na tempo rozkładu w tej grupie roślin. Wykazaliśmy zależność pomiędzy tempem rozkładu roślin zielnych a ich strategią życiową. Krótko żyjące geofity wiosenne (np. zawilec gajowy, zawilec żółty, kokorycz pusta) produkują biomasa, która znika z dna lasu dosłownie w okamgnieniu (w ciągu 2–3 miesięcy). Rośliny dominujące w runie latem i zimozielone produkują biomasa znacznie trudniej rozkładalną. Ich nekromasa nie zawsze ulega rozkładowi w ciągu roku, a tempo jej dekompozycji bywa zbliżone do tempa rozkładu liści drzew. Dotyczy to przede wszystkim roślin o znacznym udziale łądy w biomacie, jak podagrycznik czy czosnacek. Wykazaliśmy również, że tempo rozkładu zależy od cech funkcjonalnych roślin, takich jak zawartość suchej masy w liściach, zawartość azotu w liściach czy sumarycznej powierzchni liści danego osobnika.

Poligon badań

Dekompozycja to proces szczególnie ważny na obszarach pogórnich, na których istotnym procesem jest odtwarzanie wierzchnich poziomów gleby. Obszary takie cechują się znikomą zawartością związków azotu i węgla w substracie glebowym. Badania, które przeprowadziliśmy na zalesionym zwałowisku pogórnym w pobliżu Bełchatowa, miały na celu określenie wpływu gatunku budującego drzewostan oraz warunków klimatycznych na tempo dekompozycji roślin zielnych. Wybraliśmy powierzchnie w drzewostanach robinii akacjowej, sosny zwyczajnej oraz brzozy brodawkowatej położone na

stoku północnym i południowym. Wybrane gatunki drzew różniły się wpływem na warunki glebowe. Robinia akacjowa, dzięki symbiozie z bakteriami wiążącymi azot atmosferyczny, znacząco wzbogaca glebę w ten pierwiastek. Sosna zwyczajna, która produkuje ściółkę ubogą w wapń, przyczynia się do wymywania tego pierwiastka z wierzchnich poziomów gleb i obniżania pH. Brzoza brodawkowata przyczynia się do akumulacji węgla organicznego przy małej zawartości azotu. W naszych badaniach uwzględniliśmy różnice warunków klimatycznych panujące w różnych miejscach zwałowiska. Stok południowy jest cieplejszy i jednocześnie bardziej suchy niż stok północny, gdzie temperatury są nieco niższe, ale wilgotność większa. Do badań użyliśmy obumierających pędów trzcinika piaskowego, ostrożeńca polnego oraz lucerny siewnej – roślin pospolicie występujących w runie drzewostanów na zwałowisku (**fot. 3**). Jako materiał referencyjny (materiał powszechnie używany w badaniach dekompozycji, pozwala porównywać uzyskane wyniki z wynikami innych badaczy) użyliśmy papieru celulozowego. Trzcinik piaskowy reprezentuje rodzinę traw i charakteryzuje się dużym udziałem włókien w liściach i łodygach. Lucerna siewna to roślina motylkowata – cechuje się podwyższoną zawartością azotu w tkankach. Ostrożeń polny z kolei reprezentuje rodzinę astrowatych i cechuje się obecnością kolców – morfologicznego zabezpieczenia przed roślinożercami. Zaobserwowaliśmy, że rozkład materii organicznej przebiega najszybciej pod robinią akacjową – średni czas potrzebny na rozkład 50% masy wynosi tam niecałe 11 miesięcy. Dekompozycja przebiegała wolniej pod sosną zwyczajną i brzozą brodawkowatą, tam rozkład

50% biomasy zajmował średnio 18 miesięcy. Tempo rozkładu obumarłych roślin zielnych pod sosną i brzozą było jednakowe, jedynie celuloza rozkładała się nieco szybciej pod sosną zwyczajną niż pod brzozą brodawkowatą. Wyraźnie najwolniejszy rozkład wykazywały pędy trzcinika piaskowego – rozkład 50% masy zajmował aż ponad 31 miesięcy. Szybciej rozkładały się pędy lucerny siewnej oraz ostrożeńca polnego, w obu przypadkach rozkład 50% biomasy zajmował niespełna 11 miesięcy. Mimo że lucerna siewna jest zasobna w związki azotu, to jedynie w początkowym okresie rozkładała się szybciej od ostrożeńca polnego – najprawdopodobniej w pierwszej kolejności rozkładowi ulegały związki zasobne w azot – białka, a także liście lucerny, trudniejsze w rozkładzie łodygi nie były już tak atrakcyjne dla destruentów. Co ciekawe, okazało się, że warunki klimatyczne mają najistotniejszy wpływ na tempo dekompozycji w naszym układzie doświadczalnym. Stok południowy, cieplejszy załedwie o 0,6°C, charakteryzował się blisko o 80% wolniejszym tempem dekompozycji niż stok północny.

Z dekompozycją w lesie spotykamy się na każdym kroku, zwłaszcza jesienią i zimą, gdy nie jest przysłonięta przez mniej intensywną w tych porach roku produkcję biomasy. Obserwując opadłe liście drzew, drewna, kory czy obumarłe rośliny runa, pamiętajmy, że wraz z końcem ich wegetacji, zaczyna się bardzo ciekawy przyrodniczo proces o niebagatelnym znaczeniu dla funkcjonowania ekosystemów leśnych.



Katarzyna Rawlik,
Mateusz Rawlik, Andrzej M. Jagodziński
Instytut Dendrologii PAN w Kórniku

Fot. 2 Warstwa zielna lasu grądowego



Fot. 3 Warstwa zielna lasu na zrekultywowanym zwałowisku pogórnym

