

Wywiad z prof. Jackiem Oleksynem



Drzewo, czyli korporacja

Academia: Jak pan jako ekolog patrzy na starzenie w przyrodzie? Rośliny nie są przecież pierwszymi organizmami, jakie przychodzą na myśl, kiedy mówimy o starości.

Prof. Jacek Oleksyn: Na starość patrzę przez pryzmat tego, czym się zajmuję. Drzewa, które stanowią obiekt moich badań, są długowieczne, a więc element wieku jest w nich stale obecny. Warto odnotować, że u roślin istnieje aspekt starzenia, który nie występuje u zwierząt – starzenie się i obumieranie poszczególnych organów. Z tego właśnie powodu starzenie się roślin wieloletnich uważa się za bardziej kompleksowy proces niż starzenie się zwierząt, które posiadają bardzo mało tkanek zdolnych do rozwojowej plastyczności. Chociaż całe drzewo może rosnąć setki lat, liście u wielu gatunków żyją tylko jeden sezon i po tym czasie są zrzucane. Zanim jednak roślina się ich pozbydzie, musi przejść całą sekwencję zdarzeń, w tym odzyskanie zawartych w liściach substancji odżywczych. Są to zagadnienia z pogranicza biologii i ekonomii, które zawsze mnie interesowały. Teorie ekonomiczne znacznie lepiej się sprawdzają w przypadku drzew czy innych organizmów niż w ekonomii *per se*, dlatego że rośliny w odróżnieniu od maklerów giełdowych nie kierują się emocjami.

Skoro drzewo pozbywa się liści, to znaczy, że zostały one całkiem wyeksploatowane?

Tak, maksymalnie. Możemy wyobrazić sobie drzewo jako korporację, taki McDonald's, a gałęzie z liśćmi jako poszczególne restauracje. Korporacja zapewnia im markę, zaopatrzenie, firmowe wyposażenie, ale każda filia jest na własnym rozrachunku i jeśli zbankrutuje, to nie dotyka to firmy jako całości. Wracając do drzew – jeżeli jedna gałąź jest zacieniana przez inną i zaczyna mieć negatywny bilans asymilatów, nikt jej nie pomoże, bo to byłoby wbrew zasadom ekonomicznym. Tu nie ma miejsca na filantropię i jeśli któraś część korony znajdzie się w cieniu i będzie niedostatecznie wydajna, to dla dobra całej rośliny konieczna jest

jej eliminacja. By żyć, musi dostarczać do całego organizmu „walutę” w postaci cukrów niestrukturalnych, a jeśli tego nie robi, traci rację bytu. Zarówno rośliny, jak i firmy produkcyjne muszą działać w zmieniającym się środowisku, w którym konieczne jest długo- i krótkoterwale planowanie. Dla przykładu – rośliny zaprzestają produkcji korzeni chłonnych w tych miejscach w glebie, w których inwestycja w ich powstanie jest większa niż potencjalny zysk w postaci dostarczanych przez nie wody i składników mineralnych. Jest to więc przedsiębiorstwo, w którym zasady ekonomii naprawdę się sprawdzają. Z fizjologicznego punktu widzenia starzenie się liści jest procesem koordynowanym na różnych poziomach – od molekularnego i komórkowego do fizjologicznego i biochemicznego. Finałem jest śmierć tego organu. Proces starzenia się i opadania liści może też być indukowany przez czynniki stresowe. Jednym z nich jest susza, w trakcie której zrzucanie części liści pozwala na utrzymanie przez całe rośliny odpowiedniego bilansu wodnego. Można powiedzieć, że odbywa się to w myśl zasady: „umieraj i daj żyć innym”.

Jak kwestia starzenia wygląda u innych roślin, które nie pozbywają się liści na zimę?

Różnice nie są specjalnie duże. Trzeba się tutaj zastanowić, jakie są wady i zalety do rocznego pozbywania się liści. Zachowanie liści przez zimę pozwala na szybszy start na wiosnę. Natomiast rośliny zrzucające liście muszą przed zimą zgromadzić kapitał – wspomniane cukry niestrukturalne – które zostaną na wiosnę wykorzystane do wytworzenia nowych liści. U nich „baterie słoneczne” zaczynają więc działać dopiero po pewnym czasie, kiedy młode liście osiągną około połowy ostatecznego rozmiaru.

Czyli najpierw drzewo musi zainwestować w produkcję, a dopiero potem może z niej korzystać?

Tak. Obecnie intensywnie zajmuję się badaniem drzew w dużych transkontynentalnych transektach. Moim obiektem

jest sosna zwyczajna. Za kołem podbiegunowym jej sezon wegetacyjny trwa niewiele ponad trzy miesiące, natomiast u nas dwukrotnie dłużej, dopóki są dogodne warunki do fotosyntezy.

Czyli w różnych środowiskach istnieją różnice w długości życia drzew i ich organów u tego samego gatunku?

To mnie właśnie do tego tematu przyciągnęło. Podczas pobytu w Stanach Zjednoczonych pracowałem na kilku uczelniach. Tam wszyscy korzystają z zasobów elektronicznych i mało kto chodzi do bibliotek, które świecą pustkami i najwyżej służą jako miejsce odpoczynku dla studentów podczas sesji. Współczesne bazy elektroniczne obejmują artykuły wydane głównie w okresie ostatnich czterdziestu lat, natomiast wcześniejsze istnieją tylko w postaci drukowanej. W budynku, gdzie miałem swój gabinet, na parterze była biblioteka posiadająca w swoich zbiorach większość czasopism leśnych, jakie wydano od początku XIX wieku. Kiedy nie miałem nic lepszego do roboty, schodziłem do biblioteki i zdejmowałem z półki jakąś porcję czasopism – był więc dzień rosyjski, dzień szwedzki itd. Właśnie w dniu szwedzkim natrafiłem na pracę z roku 1915 napisaną przez leśnika, który na zlecenie Szwedzkiej Akademii Nauk miał sprawdzić, czy w tym kraju występują dwa ekotypy sosen – północny i południowy. Rozesłał więc ankietę do odpowiedników naszych nadleśnictw z prośbą o przesłanie na jego adres gałęzi ściętych drzew. Drwale pakowali je do worków i wysyłali we wskazane miejsce, a że była to zima, nie musiał martwić się, że przeschną. Opracował wyniki jeszcze w XIX-wiecznym stylu, a więc jego artykuł obejmował 100 stron tekstu z licznymi tabelami i wykresami. Autor do każdej badanej lokalizacji podał nazwę najbliższej miejscowości z kościołem, tak więc mogłem ustalić ich geograficzne współrzędne. W pracy podawał między innymi wiek igieł na podstawie liczby przyrostów rocznych na gałęziach – u sosny to bardzo dobrze widać. Wklepałem więc te dane do kom-

putera i wykorzystałem w kilku pracach. Zrobiłem też metaanalizę danych literaturowych i porównałem ich wyniki z czasami współczesnymi. Okazało się, że obecnie igły sosny żyją znacznie krócej niż sto lat temu. Żeby uniknąć zarzutów o różnice metodologiczne, uzyskaliśmy grant na ponowny objazd lasów w okolicach tych wszystkich „wsi z kościołami” z pierwotnej pracy i faktycznie, potwierdziliśmy, że zaszły dramatyczne zmiany i skróciła się długość życia igieł.

Jaka była tego przyczyna?

Wysunęliśmy dwie hipotezy. Pierwsza to transport zanieczyszczeń azotowych z Europy Wschodniej, bo takie związki mogą być przenoszone na bardzo duże odległości. Musieliśmy ją jednak odrzucić, bo w całej strefie północnych lasów borealnych jest ok. 3 kg azotu na hektar, czyli niedużo.

Druga hipoteza dotyczyła zmian klimatycznych. Okazało się, że Szwecja dysponuje danymi klimatycznymi z ostatnich 150 lat i że w tym czasie znacznie przesunął się klimatyczny okres wiosenny. Co to oznacza? Wzrost sosen narażonych na chłodne warunki jest regulowany przez fotoperiod. Nie mogą one polegać na temperaturze, bo to zawodny wskaźnik – po ciepłym wiosennym tygodniu zdarzają się przecież przymrozki. Jednak rośliny zimozielone nie mogą zatrzymać fotosyntezy, dopóki panuje dostatecznie wysoka temperatura i korzenie mają dostęp do wody. Tak więc wcześniejsza wiosna oraz przesunięcie i wydłużenie okresu wegetacyjnego dobrze tłumaczą skracanie długości życia igieł. Nie bez znaczenia jest też zapewne wzrost stężenia atmosferycznego dwutlenku węgla, podnoszący fotosyntetyczną wydajność roślin. Drzewa mogą się więc obejść bez najstarszych i mało już produktywnych roczników igieł. Przed ich opadaniem jesienią retranslokowane są z nich składniki mineralne i cukry, które w następnym sezonie wegetacyjnym wspomagają procesy wzrostowe.

Hipotezę o środowiskowym podłożu regulującym długość życia liści roślin zimozielonych potwierdzają też doświadczenia proveniencyjne. Wywodzą się one z kryzysu upraw drzew leśnych na przełomie XIX

i XX wieku wywołanych przez obsadzenie północnych lasów nasionami z wyluszczeni z Francji i Niemiec. Nikt wtedy nie zdawał sobie jeszcze sprawy, że pochodzenie nasion może wpływać na zdolności przystosowawcze drzew do nowych warunków. Nasadzenia pochodzące z nasion importowanych z cieplejszych regionów rosły dobrze w Skandynawii aż do wystąpienia katastrofalnie chłodnych zim, które przetrwały jedynie nieliczne drzewa. W celu wyjaśnienia tego zagadnienia w początkach XIX wieku zaczęto zakładać doświadczenia proveniencyjne poprzez wysadzanie w jednym miejscu siewek pochodzące z różnych miejsc, w celu określenia wpływu przenoszenia nasion na znaczne odległości na udatność upraw. Dzięki nim wiemy, że wysiane w Polsce sosny z różnych części zasięgu utrzymują igły tak długo jak drzewa lokalne, bo jest to regulowane nie przez czynniki genetyczne, ale przez klimat. Mamy dzięki temu informacje o tym, jak długoterminowe zmiany środowiska wpływają na drzewa.

Mówiliśmy o starzeniu się organów, a jak starzeją się drzewa jako całe organizmy? Choć są długowieczne, one też przecież w końcu umierają.

Na ogół wyróżnia się trzy typy starzenia się roślin: chronologiczne – obejmujące okres od kiełkowania do śmierci rośliny; fizjologiczne – związane z utratą witalności, finalnym akordem którego jest też śmierć organu lub całego organizmu, i ontogenetyczne – będące zaprogramowanym genetycznie procesem faz rozwojowych, od zarodka do dojrzałej rośliny. Drzewa to organizmy, które potrafią żyć bardzo długo. *Pinus longaeva*, czyli sosna długowieczna, nie bez powodu dostała swoją nazwę.

Mamy też rośliny klonalne, które wiele razy mogą się odradzać z korzeniowych odrosli. W Kolorado odkryto na przykład osikę, której wiek oszacowano na ponad 10 tysięcy lat. Organizmy klonalne dzielą ten sam zestaw genów, który ciągle odradza się w kolejnych „osobnikach”, jest więc to pewien rodzaj genetycznej nieśmiertelności.

Trzeba jednak pamiętać, że zasadniczą metodą reprodukcji jest rozmnażanie

generatywne. Drzewa mają najróżniejsze strategie i na przykład u niektórych gatunków, takich jak *Pinus banksiana*, szyszki otwierają się dopiero pod wpływem wysokich temperatur w czasie pożaru. Mogą one wisieć zamknięte na pędach przeszło 20 lat, czekając na odpowiedni moment do uwolnienia nasion. Inną strategię mają topole – tu pojedyncze drzewa mogą produkować do 25 milionów nasion.

Starzenie się drzew jako całości trochę przypomina bajkę Ezopa o zajączku i żółwiu, którzy postanowili się ścigać. Zając pewien zwycięstwa wybiegł do przodu, ale nie chciał przekraczać linii mety przed pojawieniem się żółwia, żeby mieć większą satysfakcję z wygranej. Zasnął więc czekając na rywala, który w tym czasie spokojnie doczłapał i przekroczył metę. Zwycięstwo można więc osiągnąć na różne sposoby – szybko jak zając albo powoli jak żółw. Tak samo jest z roślinami, bo efektem, czyli metą, jest dla jednych i drugich rozmnażanie, przekazanie dalej swoich genów. Nie ma więc znaczenia, czy drzewo jest brzydkie, pokręcone, czy proste jak strzała, liczy się tylko to, czy wytworzy ono potomstwo.

Drzewo może być solidne i rozwijać się powoli albo żyć szybko i krótko. Drzewa-żółwie to wspomniana *Pinus longaeva* z Kolorado. Żyje w górnym piętrze w górach, gdzie nie ma konkurencji, rośnie bardzo powoli i może osiągnąć ponad 5 tysięcy lat. Natomiast te zające to organizmy takie jak topole czy wierzby, które znacznie więcej inwestują w rozwój, szybki wzrost i masową produkcję nasion, ale przez to ich życie jest znacznie krótsze. Wracając do analogii ekonomicznych, mamy z jednej strony drobnego ciułacza, który powoli składa grosz do grosza, a z drugiej maklera grającego o wysokie stawki i stawiającego wszystko na jedną kartę.

Czy są jakieś symptomy, po których możemy powiedzieć, że drzewo się starzeje? Od śmierci drzewa do czasu, kiedy przerodzi się w butwiejący pień, mija przecież sporo czasu.

Procesy generatywne, wytwarzanie nasion, zatrzymują się przed śmiercią



Wywiad z prof. Jackiem Oleksynem

drzewa. Rośnie odległość od pnia do najdrobniejszych korzeni zaopatrujących drzewo w sole mineralne i wodę. Zaczyna brakować tych składników, drzewo nie może dostarczyć wystarczającej ilości węglowodanów do podtrzymania funkcjonowania wszystkich organów. Ten proces może trwać latami. Drzewo ma jednak różne triki, którymi broni się przed śmiercią. Jedną z nich są uspione pąki. Pędy powstające z takiego pąka, które leśnicy nazywają „wilkami”, mają wszystkie cechy organizmu juvenilnego. Z genetycznego i funkcjonalnego punktu widzenia ich wiek jest inny niż całego drzewa.

Dobrym przykładem takiego powolnego umierania są dęby rogałkińskie. Kiedy przyjechałem do Poznania w 1976 roku, jeszcze były zielone, ale już bardzo słabo obradzały. Dziś wszystkie są w jeszcze gorszej kondycji, ale w naszym fitotronie rosną już w próbkach dęby wyprowadzone z uspionych pąków pobranych z drzewa. W przyrodzie nie miałyby większych szans, ale pracownicy Instytutu Dendrologii dali im możliwość drugiego życia, trochę w ramach podtrzymania tego symbolu długowieczności i trwania.

Ostatnio coraz więcej mówi się o roli martwych drzew w lesie i ich „życiu po życiu”.

Uruchamianie kaskady prowadzącej do śmierci jest procesem przewidywalnym. Możemy powiedzieć, jakie są ramy czasowe każdego z gatunków bazując na informacjach o jego długowieczności. Zarówno zwierzęta, jak i rośliny po śmierci też spełniają swoją misję ekologiczną. W warunkach górskich odnowienie drzewostanu praktycznie jest możliwe głównie na martwym drewnie, bo brakuje tam materii organicznej. Jest tam więcej opadów, które wymywają glebę, a młodym roślinom ze względu na jej strukturę trudniej jest się zakorzenić. Martwa kłoda może rozkładać się przez dziesięciolecia, a że poszczególne jej części rozpadają się w różnym tempie, tworzy coś w rodzaju koryta, które może być mikrosiedliskiem dla innych ro-

ślin i grzybów. Poza tym takie martwe drewno ogrywa ważną rolę w obiegu węgla w ekosystemie.

Wywożąc drewno, zabieramy materię...

Skracamy czas, w którym węgiel jest unieruchomiony w materii organicznej. To zagadnienie to kwestia polityczna i ekonomiczna, ze względu na planowane wprowadzenie rozliczania się tzw. kwotami węglowymi. Problem jednak polega na tym, że bilans tego elementu się nie domyka, bo w ekosystemie są elementy, o których nic nie wiadomo. Po ścięciu drzewa wywozi się z lasu grubsze gałęzie i pień, ale bardzo mało wiemy o dalszym losie korzeni. Jak długo pozostają w ziemi, ile czasu się rozkładają, czy proces ten przebiega tak samo na głębokości 10 metrów i tuż pod powierzchnią gleby?

Na świecie jest blisko 4 miliardy hektarów lasów, w Polsce mamy ich nieco ponad 9 mln. Przyjmuje się, że pod ziemią znajduje się około 20% masy drzewa, ale czy jej rozkład w lasach deszczowych będzie wyglądał tak samo, jak w tajdze? Niedawno zrobiliśmy metaanalizę, z której wynika, że ta liczba nie jest zbyt wiarygodna. W lasach deszczowych korzenie raczej nie przekraczają 15% całkowitej biomasy, natomiast na północy ze względu na powolny rozkład mogą sięgać i 35%, a może i więcej. Przydałyby się tutaj porządne, systematyczne badania, ale korzeń jednego drzewa może ważyć nawet kilka ton, potrzeba zatem ciężkiego sprzętu i trudno

będzie znaleźć chętnego do finansowania tego rodzaju projektu grantodawcę.

Zacęliśmy od małych elementów, od narządów, później przeszliśmy do całych drzew. A jak wygląda starzenie się całych ekosystemów, lasów jako całości?

Jest ono wypadkową różnych czynników zewnętrznych, takich jak wiatry, susze, działalność człowieka i inne. Każdy z gatunków toleruje je w pewnym stopniu. Jeśli roślina światłolubna wyrośnie w lesie bukowym, gdzie dorosłe drzewa zacinają dno lasu, nie uda jej się tam rozwinąć. Z kolei drzewostan złożony z jednego tylko cieniulubnego gatunku drzewa może efektywnie ograniczać konkurencję do czasu, kiedy sam zaczyna się starzeć i rozpadać. Można sobie wyobrazić warunki, w których przewagę miałyby lasy bukowe czy lipowe jak w północnej części Puszczy Niepołomickiej koło Krakowa. Jeśli taki las powstał z drzew, które wyrosły w tym samym czasie, prawdopodobnie zaczną też zamierać w tym samym czasie. Takie wspólne umieranie dotyczy zresztą nie tylko drzewostanów, ale też osobników klonalnych, np. kępy wierzby, która rośnie w jednym miejscu. Zamieranie drzew w lasach naturalnych jest zazwyczaj procesem powolnym i stopniowym, w lasach gospodarczych najczęściej przychodzi pilarsz i załatwia sprawę w inny sposób.

Rozmawiała Agnieszka Kloch

Jacek Oleksyn Ukończył studia z zakresu leśnictwa (St. Petersburg, Rosja, 1976 rok), uzyskał doktorat z nauk przyrodniczych (Uniwersytet Śląski w Katowicach, 1982 rok), habilitację z nauk leśnych (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 1994 rok), profesurę z nauk biologicznych (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 2002 rok). Jego główne zainteresowania badawcze to funkcjonalna ekologia, ekofi-

zjologia i biologia roślin. W latach 1988-2010 pracował na Uniwersytetach w Arizonie (Tucson), Wisconsin-Madison i Minnesocie (St. Paul). Jest laureatem Nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w obszarze nauk przyrodniczych i medycznych (2008). Opublikował przeszło 100 prac indeksowanych przez Thomson Reuters cytowanych ok. 6000 razy. Od 1976 roku pracuje w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku.