

Życiodajne *korzenie*

Marta Kujawska

Błogosławiony mąż, który polega na Panu, którego ufnością jest Pan! Jest on jak drzewo zasadzone nad wodą, które nad potok zapuszcza swoje korzenie, nie boi się, gdy upał nadchodzi, lecz jego liść pozostaje zielony, i w roku posuchy się nie frasuje, i nie przestaje wydawać owocu (Jr 17,8). Każdego dnia zmagamy się z różnymi przeciwnościami losu – „suszą”, która wywołuje wśród nas strach, obawy, ale też mobilizację do działania. Tło naszego życia stanowi przyroda, podlegająca nieustannym zmianom. Utrzymanie i właściwe wykorzystanie zasobów przyrody dotyczy wszystkich jej składników, w tym terenów leśnych. Wzrost i rozwój poszczególnych elementów lasu, np. roślin drzewiastych, zwierząt, grzybów itd., ograniczany jest przez wiele czynników abiotycznych i biotycznych (gospodarka leśna, zanieczyszczenie środowiska, susze, powodzie). Szereg zagrożeń wynikających z podejmowania niewłaściwych decyzji i działań pozbawionych „korzeni”, czyli z braku fundamentalnej wiedzy na temat wciąż zmieniającej się struktury wielu zbiorowisk organizmów zamieszkujących m.in. ekosystemy leśne, przyczynia się do utraty cennych siedlisk i gatunków. Przyjęte strategie ochrony i działania gospodarcze poparte gruntownymi badaniami naukowymi mogą jednak sprawić, że nasze oczy będą mogły nadal cieszyć widok takich drzew „zasadzonych nad wodą”.

Czy w obecnych czasach my również możemy utożsamiać się z drzewami opisywanymi przez proroka Jeremiasza?

Struktura społeczeństwa, niezależnie od reprezentowanego gatunku, kształtowała się przez wieki; wiadomo jednak, że zjednoczenie każdej grupy, często na kanwie pojedynania jednostek, było kluczem do jej przetrwania. Wspólne trwanie zaspokajało zarówno podstawowe potrzeby egzystencjalne, jak i społeczne, m.in. potrzebę wzajemnego poczucia bezpieczeństwa, akceptacji czy samorealizacji. Poprzez dążenie do realizacji potrzeb, dochodziło jednocześnie do poprawy jakości życia. Narzędziem stanowiącym fundament każdej dobrze współdziałającej jednostki społecznej jest łącząca ją trwała więź, tworzona przez wzajemne interakcje. Na kartach historii niejednokrotnie zapisały się sytuacje, kiedy pojedyncze relacje międzyludzkie doprowadzały do powstawania konfliktów pomiędzy skrajnymi ugrupowaniami, zarówno w skali lokalnej, jak i międzynarodowej. Rozłam jednych poprzez nowe pojednanie prowadził drugich do ponownego zjednoczenia, najpierw pojedynczych jednostek, w końcu całych grup społecznych. Zaufanie, wspólna idea i braterstwo w dążeniu do celu – wszystko to stanowiło pewien łącznik dla wydarzeń związanych z rozwojem, utrwalaniem lub rozrywaniem więzi społecznych, które zawsze przebiegały na tle zmieniającego się świata przyrody.

Harmonia interakcji

Przyroda jest wiernym towarzyszem wszystkich doświadczeń międzyludzkich. Jak pisał Henri Frideric Amiel: krajobrazy są stanami duszy. Już pierwsi Słowianie zdawali sobie sprawę z sił przyrody, które oddziaływały bezpośrednio zarówno na ich życie codzienne, jak i duchowe. Szczególne miejsce w ich kulturze zajmowały lasy. Tereny leśne przedstawiane były w wielu społecznościach jako miejsce kultu, świątynia ducha i życia, dom bogów, a ich przestrzeń była nie tylko tajemnicza i mroczna, ale także dająca poczucie bezpieczeństwa i wolności. O dowodach na istnienie silnej więzi pomiędzy człowiekiem a lasem pisał m.in. Wincenty Pol w 1851 r. w serii utworów „Obrazy życia i natury”. Z punktu widzenia ekologa, ekosystemy leśne to przede wszystkim ostoja różnorodności organizmów, tj. roślin, zwierząt, grzybów i wielu mikroorganizmów. U podstaw piękna i złożoności tego fenomenu znów leżą liczne interakcje pomiędzy osobnikami reprezentującymi te same gatunki, a także stanowiące złożone relacje pomiędzy wieloma grupami organizmów. Obecność dużej liczby wzajemnych oddziaływań istotnie wpływa na trwałość ekosystemów, dzięki czemu mogą one sprawnie reagować na zmiany środowiska. Charakter tych wewnątrz- i międzygatunkowych interakcji może być skrajnie antagonistyczny (np. relacja drapieżnik – ofiara, pasożyt – żywiciel), jak i mutualistyczny – obopólnie korzystny, a nawet niezbędny do przeżycia (np. współżycie korzeni roślin z bakteriami wiążącymi azot atmosferyczny, relacja mszyce – mrówki). W każdym ekosystemie, również w lesie, można spotkać gatunki, które na siebie nie oddziałują. To co jednak najbardziej kojarzy nam się z lasami to harmonia i wzajemne bytowanie wielu sędziwych drzew, z których każde stanowi indywidualną „istotę społeczną”. Kwintesencja tej harmonii ukryta jest głęboko pod ziemią. Aby poznać te tajemnicze zależności warto przyrzeć się temu, co leży u podstaw każdej wspólnoty, czyli jej korzeniom.

Symbioza splecionych korzeni

Krokiem milowym w ewolucji roślin lądowych było wykształcenie korzeni umożliwiających pobieranie wody z gleby. Kluczowym czynnikiem, który pozwolił roślinom skolonizować ekosystemy lądowe około 400–450 mln lat temu było nawiązanie skomplikowanych relacji symbiotycznych pomiędzy partnerem roślinnym a różnymi organizmami glebowymi takimi jak bakterie czy grzyby. Najbardziej powszechną symbiozą jest mykoryza. Termin mykoryza (z języka greckiego: *mykes* – grzyb, *rhiza* – korzeń) oznacza ścisłą, obopólnie korzystną, wzajemną relację między korzeniami drobnymi roślin (np. drzew) a strzępkami grzybni wyspecjalizowanych grzybów glebo-

wych. Grzyb i roślina połączone węzłem wzajemnie splecionych korzeni tworzą związek, bez którego 90% gatunków roślin występujących na świecie nie mogłoby prawidłowo funkcjonować. Szczególnym rodzajem symbiozy mykoryzowej jest ektomykoryza. Ektomykoryzy są stosunkowo łatwe do stwierdzenia nawet gołym okiem, choć można obserwować je również za pomocą mikroskopu. Ich obecność jest obligatoryjna dla wzrostu i rozwoju naszych rodzimych gatunków lasotwórczych takich jak sosna, świerk, buk czy dąb. W przypadku ektomykoryz interakcja między partnerem roślinnym i grzybem jest szczególnie silna – strzępki grzybni zasiedlają bowiem korzenie rośliny (tworząc na jego powierzchni mufkę grzybniovą), wypełniając przestrzenie pomiędzy zewnętrznymi warstwami komórek korzenia, wskutek czego powstaje tzw. sieć Hartiga. To właśnie w tym miejscu dochodzi do wymiany substancji między symbiontem grzybowym i roślinnym. Partner roślinny przekazuje partnerowi grzybowemu węglowodany powstałe w procesie fotosyntezy. Grzyby mykoryzowe rosną „u źródła”, czyli w strefie przykorzeniowej, gdzie korzenie drzew zapewniają im odżywcze cukry. To właśnie dzięki zachodzeniu tego zjawiska, wybierając się do lasu na grzybobranie można zauważyć, jak wybrane gatunki grzybów wyrastają w bliskim otoczeniu drzew konkretnego gatunku, np. prawdziwki rosną w towarzystwie (a dokładniej w związku symbiotycznym) z sosną, dębem czy świerkiem, maślaki w otoczeniu sosny i modrzewia, a rydze można znaleźć pod świerkiem czy sosną. Partner grzybowy w zamian za otrzymane cukry dostarcza partnerowi roślinnemu wodę i sole mineralne. Choć drzewo jest zdolne samodzielnie czerpać wodę z podłoża, to jednak korzenie drzew pozostające w symbiozie z grzybami ektomykoryzowymi mogą eksplorować glebę na dużo większe odległości, szybciej i wydajniej pobierając wodę wraz z rozpuszczonymi w niej makro- i mikroelementami. W sposób nieco mniej dosłowny o istocie wzajemnych więzi między korzeniami drzew i grzybów pisze Peter Wohlleben w swojej książce *Sekretnie życie drzew: Uzyskał wsparcie od sąsiednich drzew – poprzez korzenie. Niekiedy istnieje tylko luźne połączenie poprzez grzybnie, która otula wierzchołki i pomaga im w wymianie składników...* Istota wielu tych fascynujących zjawisk i skomplikowanych procesów regulujących życie pod ziemią opiera się na tzw. wspólnej sieci mykoryzowej, integrującej indywidualne rośliny (również należące do różnych gatunków) obecne w ekosystemie. Umożliwia ona m.in. przekazywanie produktów fotosyntezy pomiędzy roślinami, tym samym często wspomagając udatność naturalnego odnowienia. Ponadto rośliny połączone wspólną siecią mykoryzową mają możliwość przekazywania sobie cząsteczek sygnałowych wytwarzanych jako reakcja na zagrożenie ze strony patogenów. Dodatkowo ektomykoryzowa mufka stanowi mechaniczną barierę pomiędzy korzeniem a atakującym go nieprzyjacielem (patogendem), stymulując jednocześnie roślinę gospodarza do aktywacji mechanizmów obronnych całego systemu korzeniowego. Grzyby mykoryzowe pobudzają także roślinę do wydzielania specyficznych substancji hamujących działanie patogenu np. antybiotyków, kwasu szczawiooctowego czy fenoli.

Wzajemna relacja pomiędzy korzeniami drzew oraz strzępkami grzybni niesie ze sobą korzyści dla całego ekosystemu leśnego – obecność grzybów mykoryzowych jest gwarancją prawidłowego wzrostu i rozwoju tak pojedynczych drzew, jak i całych ekosystemów lądowych. Grzyby mykoryzowe zwiększają przeżywalność i odporność roślin na czynniki chorobowe

twórcze oraz różnorakie zagrożenia środowiskowe (susza, ekstremum temperatury czy skażenie środowiska), a ochronne działanie mykoryz uważa się często za najważniejszą funkcję ekologiczną symbiozy mykoryzowej, przewyższającą nawet efekt odżywczy. Zgodnie z myślą przewodnią artykułu można powiedzieć, że grzyby stanowią metaforyczną tarczę, warownię chroniącą fundament każdej rośliny, czyli jej korzenie.

Wielobarwne znaczenie „korzeni”

Z punktu widzenia czytelnika doszukującego się motywu korzeni w Piśmie Świętym, rzeczownik „korzeń” nie należy do zbyt często używanych. Księga Mahabejska ujmując wyraz „korzeń” jako przyczynę zła: *Spomiędzy nich wyszedł korzeń [wszelkiego] grzechu – Antioch Epifanes* (Mch 1,10). W księdze postać Antiocha określanego jako „korzeń wszelkiego grzechu” przedstawia krwawy czas próby dla Żydów, kiedy to ówczesny król próbował narzucić, przy użyciu siły, pogańską kulturę hellenistyczną. W Biblii zdecydowanie dominuje użycie motywu korzenia w znaczeniu dosłownym, ujmującego go jako podziemną część rośliny. Przykładem tego mogą być słowa proroka Daniela: *Zetnijcie to drzewo, zniszczcie je, ale jego [...] korzenie pozostawcie w ziemi* (Dn 4,20). Podobnie w rozdziale *Przyjaźnie* wcześniej wspomnianej książki P. Wohllebena można przeczytać o omszałych kamieniach będących w rzeczywistości starymi pniakami. Autor zwraca uwagę, że ich obecność jest owocem sąsiedzkiej pomocy ze strony otaczających ich korzeni żywych drzew, *pompujących roztwór cukrów, by zachować je przy życiu*. W świetle badań naukowych szczególnie podkreśla się rolę martwego drewna jako miejsca rozwoju i wzrostu wielu cennych organizmów nadrewnowych, czyli saproksylicznych, m.in. grzybów, śluzowców, mszaków oraz owadów (ryc. 1). Stare pniaki, gałęzie, leżące pnie czy tzw. stojące złomy to także warunek do kontynuacji procesu odnawiania lasu. Jest to szczególnie ważne dla ekosystemów narażonych na niekorzystne warunki siedliskowe (np. siedliska górskie, hydrogeniczne, skażone). Podobnie prorocstwo Daniela wskazuje, że korzeń ściętego drzewa ma symbolizować nadzieję i szansę, jaką daje Bóg człowiekowi na to, by ten zawrócił ze swojej grzesznej drogi. Poprzez swoje Miłosierdzie, Bóg nie pragnie zniszczyć stworzenia, a dba o to, by dawało dobre owoce. Zniszczenie drzewa symbolizuje odebranie władzy człowiekowi, który – polegając tylko na własnych, mizernych siłach – wydaje owoce egoizmu i samouielbienia. Kiedy jednak człowiek zrozumie swoją pychę i przyjmie to, że zbłądził, Bóg okaże swą łaskę, a *korzeń obietnicy i nadziei odbije*.

Związek między nadzieją a ufnością

Poczucie nadziei stanowi pewien impuls, powoduje gotowość i chęć do działania. Można go porównać nieco do związków wydzielanych przez rośliny i ich partnerów symbiotycznych, aktywizujących m.in. mechanizmy obronne. W kontekście relacji Boga z człowiekiem korzeń nadziei stanowi ufnosć, czyli zdanie się na Słowa Tego, który gwarantuje zbawienie. Życiowy cel człowieka, jakim jest dążenie do pełni szczęścia – Nieba – jest wypełniany zawsze na drodze zaufania. Mówi o tym pierwsze zdanie z przewodniego fragmentu artykułu. Bóg chroni drzewo od wszelkiego niepokoju i zagrożeń (suszy), a ono się nie frasuje.



Ryc. 1. Wybrane organizmy saproksyliczne (grzyby, mchy, porosty, śluzowce) zasiedlające martwe drewno, fot. M. Kujawska, T. Leski

Silna po(d)stawa

Podstawową funkcją mechaniczną korzeni jest podtrzymanie rośliny w pionie, tak aby mogła ona oprzeć się np. silnym podmuchom wiatru. Również w Piśmie Świętym korzeń utożsamiany jest z mocną postawą, wytrzymałością (Syr 23,25; Prz 12,12). Podobnie jak w świecie roślin, człowiek umocniony wiarą, zakorzenioną więzią z Panem Bogiem, gotowy jest do stawiania czoła nowym wyzwaniom, pomimo wiatru wiejącego w oczy. W Starym Testamencie można znaleźć przykłady wskazujące, że brak lub słabość korzeni, rozumiana jako brak fundamentalnej wiary, oznacza przegraną walkę. O wątlých korzeniach drzewa można przeczytać w Księdze Mądrości: *nie zapuści korzeni głęboko [...] jeśli nawet do czasu rozwinie gałęzie – wstrząśnie nim wiatr, bo słabo utwierdzone i wyrwie z korzeniami wichura* (Mdr 4, 3–4). Również Hiob wskazuje, jak ludzie podparci wyłącznie ludzkim egoizmem i poczuciem samowystarczalności ostatecznie upadną, pozbawieni nadziei na życie wieczne: *Tak z drogą niepomyślną na Boga, nadzieja nieprawych zaginie [...] korzenie umacnia we żwirze, pośród kamieni zakwita* (Hi 8,11–17).

Grunt to dobre podłoże

Poza funkcją mechaniczną korzeń przede wszystkim uczestniczy w transporcie wody i soli mineralnych zawartych w glebie. Aby korzeń mógł dobrze wypełniać swoje podstawowe zadanie, kluczowe są stan i cechy samego podłoża. Typ i właściwości fizykochemiczne gleby, sposób uprawy, a także obecność innych gatunków roślin determinują aktywność organizmów glebowych (w tym również wcześniej opisanych grzybów mykoryzowych), zapewniających roślinom dostęp do wody i mikroskładników w przyswajalnej formie. Święty Mateusz apostoł, w przypowieści o siewcy, przywołując obraz często uczęszczanej drogi,

ziemi porośniętej chwastami i cierniami oraz gleby okrytej warstwą kamieni, wskazuje, jak rodzaj podłoża decyduje o losach zasianych ziaren. Choć w początkowym etapie ziarno na każdym gruncie wszędzie, nie wszędzie ma szansę na dalszy prawidłowy rozwój. Nawet korzenie potrzebują odpowiedniej gleby, aby wspomóc roślinę w dalszym wzroście. Podobnie jest z relacją człowieka z Bogiem – więź zapoczątkowana przez sakrament chrztu stanowi maleńkie ziarenko wiary. Aby się rozwinęło, trzeba podlewać i dbać o nie przez cały czas. W dalszych wersach ewangelista podkreśla, że brak troski o ten ogromny skarb, jakim jest „ziarno/korzeń wiary”, doprowadzi do jego utracenia: *Lecz gdy słońce wzeszło, przypaliły się i uschły, bo nie miały korzenia* (Mt 13,6) *lub w innym miejscu: ale nie ma w sobie korzenia, lecz jest niestały* (Mt 13,21). Dlatego tak ważne jest ciągłe trwanie w codziennej relacji z Bogiem, pomimo trosk doczesnych, pokus wygody i bogactwa. Z każdego zasianego ziarna może wyrosnąć *drzewo zasadzone nad wodą, które nad potok zapuszcza swoje korzenie* – po stronie człowieka pozostaje dbanie o stały dostęp do odżywczego Strumienia.

Szczególnie warto również dbać o naszą przyrodę, lasy i ich wszystkie elementy składowe. Polskie powiedzenie: „Nie było nas, był las, nie będzie nas, będzie las” niestety w świetle dzisiejszych badań mija się nieco z prawdą. Naukowcy pracujący m.in. w Instytucie Dendrologii Polskiej Akademii Nauk każdego dnia starają się odkryć i szczegółowo scharakteryzować cechy wybranych zbiorowisk leśnych i nieleśnych, w tym także charakter symbiotycznych relacji korzeni drzew z grzybami. Chcąc uchronić nasze piękne, polskie krajobrazy przed skutkami zachodzących zmian klimatycznych, uzyskiwane od lat wieloaspektowe analizy wyników stanowią swoisty korzeń, podstawę do podejmowania dobrych decyzji i działań realizowanych przez leśników, ekologów, specjalistów ds. ochrony przyrody oraz przedstawicieli władz państwowych.

Instytut Dendrologii Polskiej Akademii Nauk