



ROŚLINNY INTERNET

Komunikujemy się ze sobą za pomocą sieci od zaledwie kilkunastu lat. Rośliny naczyniowe posiadały tę umiejętność wieki temu.

**MARTYNA DOMINIAK,
PAWEŁ PISZCZAŁKA,
MARLENA LEMBICZ**

INTERNET to sieć komputerów połączonych ze sobą, w której każdy komputer ma swoje prawa i zadania. Sieć ta rozrasta się, zachodzi w niej wymiana danych i/lub współdzielenie zasobów, jest podatna na zagrożenia i ma swoje systemy obronne. Te same cechy możemy odnaleźć w świecie roślin klonalnych – połączonych ze sobą podobnie jak komputery w sieci. One także wymieniają informacje, dzielą się zasobami, a nawet ostrzegają wzajemnie, by sąsiedzi przygotowali się na nadchodzący atak. Gdzie można spotkać te niezwykle organizmy? Wszędzie wokół nas: należy do nich bowiem ponad 80% roślin naczyniowych, w tym truskawka, perz, koniczyna i mniszek lekarski.

GUERILLA I FALANGA

Na początku z nasiona (rozmnażanie płciowe) rozwija się genety, który stanowi organizm macierzysty dla powstających w procesach rozmnażania wegetatywnego jednostek zwanych rametami. Ramety, połączone ze sobą organami podziemnymi, tworzą swoistą sieć, na którą może się składać od kilku do nawet kilku tysięcy jednostek. Taka struktura zapewnia roślinom klonalnym wielokierunkowy transport zasobów (wody, substancji odżywczych), dzięki czemu mogą one przetrwać nawet w bardzo niekorzystnych warunkach.

Sposób połączenia zależy od gatunku, generalnie wyróżnia się dwie charakterystyczne formy wzro-

stu: rozłogową (guerilla) i kępową (falanga). W języku hiszpańskim słowo „guerillas” oznacza wojenkę, a określenie to stosowano do nielegalnych oddziałów hiszpańskich walczących z okupacją francuską na początku XIX w. Rośliny o tej formie wzrostu wkradają się na niezajęte siedliska niczym partyzanci, by następnie zwiększyć swój zasięg i wyprzeć konkurentów. Formą rozłogową charakteryzują się m.in. truskawka, ziarnopłon, mniszek, koniczyna i konwalijka.

Z kolei pojęciem falangi określano bojowe oddziały piechoty greckiej, później również macedońskiej i hellenistycznej, które powstały już w VII w. p.n.e. Falangę tworzyli ustawieni w zwartych szeregach jeden za drugim hoplici. Kiedy na polu walki jeden z nich ginął, jego miejsce zajmował kolejny. Podobnie jest u roślin charakteryzujących się tą formą wzrostu – ramety znajdujące się na zewnątrz są najbardziej narażone na niekorzystne oddziaływanie środowiska, podczas gdy jednostki wypełniające środkową część kępy są dobrze chronione.

KORZYŚCI I WADY „BYCIA W SIECI”

Badacze holenderscy (zespoły Josefa Stuefera i Hansa de Kroona) odkryli, że ramety w sieci specjalizują się w wykonywaniu jednego (a czasem kilku) zadań. Jedną z nich (zwykle ta młodsza) rosnąca w nasłonecz-

Klon topoli *Populus tremuloides* zajmujący powierzchnię 42 ha na terenie USA. Zmiana barwy liści pod wpływem ograniczenia produkcji zielonego barwnika – chlorofilu – zachodząca u 47 tys. „drzew” (ramet), stanowi niezwykle widowisko jesienią.

nionym miejscu zwiększa biomasa nadziemną, aby efektywniej prowadzić fotosyntezę, natomiast druga (starsza) zwiększa biomasa korzeni, by skuteczniej pobierać substancje odżywcze z gleby.

To nie wszystko. Jeśli dojdzie do naruszenia tkanek, nadgryziona rameta produkuje organiczne substancje lotne (takie jak alkaloidy, terpenoidy czy fenole) mające odstraszyć atakującego roślinożercę lub mu zaszkodzić. Wśród tego typu związków najbardziej znane są pinen (główny składnik żywicy), mentol i kamfora. Jedna zaatakowana rameta rośliny klonalnej może wyzwolić reakcję w całej roślinie, nawet w nienaruszonych jej częściach. Stężenia i rodzaje substancji obronnych zależą zarówno od gatunku rośliny, jak i roślinożercy. Co ciekawe, rośliny klonalne preferujące rozłogową formę wzrostu najczęściej wydzielają większą liczbę substancji lotnych, ale o niższym stężeniu niż klony o formie kępowej. Ostrzegawczy sygnał dociera też do ramet żyjących poza siecią.

Związki chemiczne syntetyzowane w odpowiedzi na atak mogą docierać do sąsiednich ramet również wiązkami przewodzącymi (komunikacja wewnętrzna). W ten sposób sąsiednie jednostki są przygotowane do walki z roślinożercami, zanim ci przystąpią do ataku. Wiazkami przewodzącymi przemieszcza się np. kwas salicylowy syntetyzowany po kontakcie rośliny z patogenem. Uruchamia on kaskadę sygnałów prowadzącą do wytworzenia specjalnych białek wspomagających ochronę całego organizmu.

Mechanizmem uruchamianym w celu obrony przed patogenami jest też PTGS, czyli potranskrypcyjne wyciszanie genów, w czym biorą udział cząsteczki miRNA (mikroRNA). W odpowiedzi na atak – np. grzybów czy wirusów – przemieszczają się one wzdłuż wiązek przewodzących rośliny, docierając do zdrowych jej rejonów, zanim dotrze tam patogen. Hamują agresora poprzez wstrzymywanie syntezy białek potrzebnych mu do inwazji i rozwoju w roślinie. W ten sposób, nawet gdy tylko mała część rośliny klonalnej zostanie zaatakowana, dzięki komunikacji między rametami

cały organizm staje się lepiej przygotowany do walki z patogenem.

Niestety, „pomysł” na połączenie się w sieć ma też swoje negatywne strony. Rozłogi są np. fizycznymi mostami dla drobnych roślinożerców i różnych patogenów ogólnoustrojowych przemieszczających się wzdłuż naczyń.

ZDOBYWCY ŚWIATA

Najstarszym organizmem na świecie jest krzew *Lomatia tasmanica*, rosnący na Tasmanii, w Parku Narodowym Southwest. Wiek całego klonu zajmującego areał 1,2 km² oszacowano na 43 600 lat. Pojedyncze ramety klonu mają około 300 lat. Jest to roślina triploidalna, czyli posiadająca w komórkach somatycznych trzy właściwe dla gatunku zestawy chromosomów. Ze względu na trudności z ich równomiernym podziałem i przekazaniem do komórek potomnych jest ona nieplodna, a więc nie wytwarza owoców i nasion, lecz rozmnaża się tylko wegetatywnie. (U roślin częściej niż u zwierząt zdarzają się gatunki poliploidalne). Wyjątkowy wśród roślin klonalnych jest też hiacynt wodny (*Eichhornia crassipes*) – skuteczny kolonizator większości zbiorników wodnych na świecie. Gatunek ten pochodzi z Ameryki Południowej i może osiągać masę nawet 50 t/ha. Może podwoić swoją masę zaledwie w ciągu 12 dni!

Natomiast za największą obecnie roślinę klonalną na świecie uważa się topolę *Populus tremuloides* „Pando”. Badania genetyczne wykazały, że jeden osobnik topoli „Pando” w Fishlake National Forest (Utah, USA) zajmuje 42 ha i składa się z 47 tys. pni, które łącznie ważą około 6 tys. ton. Większa od niego jest tylko opieńka ciemna, niezaliczana jednak do roślin – w Oregonie jej podziemna grzybnia powstała z jednego zarodnika rozwijała się przez 8–9 tys. lat i dziś pokrywa około 900 ha dolnego piętra lasu.

Martyna Dominiak, Paweł Piszczalka, Marlena Lembicz
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Biologii, Poznań

Schemat struktury rośliny klonalnej na przykładzie truskawki. W wyniku rozmnażania płciowego powstał genet, dzięki któremu na drodze wegetatywnego rozwinęły się sąsiednie jednostki nazywane rametami. Powstały organizm roślinny to klon.

