

## Starość roślin

Za oknem spadły z drzew ostatnie żółte liście. Śmierć liścia rozpoczyna się od sygnału zwiastującego spowolnienie fotosyntezy, co powoduje reakcje rozkładu tylakoidów (wewnętrznych błon chloroplastów). Dotychczas najcenniejsze składniki odżywcze wytworzone w procesie fotosyntezy na obszarze chloroplastów „wysyłane” były do nasion, owoców, kłączy. Teraz liść przechodzi w fazę degradacji chloroplastów, a po ich całkowitej degradacji komórka wchodzi w stadium terminacji. Liść opada.

„Starzenie” kojarzy się nam z pomarszczoną twarzą starego człowieka. Jak i czy w ogóle starzeją się rośliny?

Nawet laik zauważy, że to, co nazywamy starzeniem się rośliny, będzie prawdopodobnie zjawiskiem różnym w roślinie jednorocznej i w wieloletniej, żyjącej nawet setki lat.

Starzenie się zwierząt regulowane jest przez geny wpływające na przetrwanie organizmu do okresu reprodukcyjnego. Odmienne jest w roślinach – starzenie się (ang. *aging*) jest etapem rozwoju rośliny, nie jej umierania, oznacza wydłużenie czasu życia. Innym etapem jest droga do śmierci (ang. *senescence*). Zestaw licznych procesów w obu typach przemian jest wciąż jeszcze mało poznany, a steruje nimi aż 25% genomu roślinnego.

Właściwie cała wiedza molekularna o starzeniu się roślin pochodzi z badań niewielkiej modelowej roślinki, rzodkiewnika. Jej zaletą są krótkie czasy przejść metabolicznych (czas jej życia to zaledwie 6–8 tygodni, liście zaczynają się starzeć 4–5 dni po rozwinięciu!) i stosunkowo niewielki w pełni poznany chemicznie genom (125 mln nukleotydów i ok. 25,5 tys. genów). Ale... funkcje zostały zidentyfikowane u zaledwie około 35% genów.

Rośliny rosną dzięki specyficznej tkance, nieobecnej u zwierząt – merystematycznej. Merystem apikalny leży na wierzchołkach górnym i dolnym; interkalarny – między węzłami; boczny – sterujący grubością łodygi, pnia.

Tkanki merystematyczne dzielą się przez całe życie rośliny. Mają aktywną telomerazę, zatem telomery chromosomów nie skracają się po każdym podziale. Zatrzymanie podziałów oznacza śmierć rośliny. U wieloletnich roślin etapy podziałów i zamierania merystemów powtarzają się cyklicznie. U roślin zimozielonych też w końcu dochodzi do zatrzymania proliferacji merystemów. W świecie życia nie ma nieśmiertelności.

Leżące poza tkanką merystematyczną komórki ulegają demontażowi i recyklingowi w procesach nieanalogicznych do zwierzęcej apoptozy. Demontaż chloroplastów, w których dochodzi do życiodajnej fotosyntezy, wiąże się ze zwiększonym zapotrzebowaniem rośliny na energię (intensyfikacja oddychania), a w dalszym przebiegu z rozkładem innych niż chloroplasty struktur komórkowych, wreszcie degradacją błon. Gdy procesy demontażu zaczynają przeważać nad recyklingiem, komórki (i cała roślina) umierają, ponieważ produkty demontażu są dla komórki toksyczne. Całością tych procesów sterują liczne hormony, których funkcje często nie są jeszcze poznane.

Rośliny są największą grupą organizmów samożywnych, syntetyzujących składniki odżywcze ze związków nieorganicznych, dlatego też przebieg i etapy ich życia ściśle związane są z warunkami środowiska. Czynniki środowiskowymi wpływającymi na starzenie się roślin są zatem: natężenie światła, zmiany temperatury, skład gleby, skład wody i atmosfery, drapieżnictwo i obecność patogenów. Pogłębieniu wiedzy o starzeniu roślin posłużą niewątpliwie w przyszłości nauki o wspólnej końcówce w nazwie: *-omika*. Dotyczy to m.in. genomiki, epigenomiki, proteomiki, metabolomiki. Takie badania wskazują na złożony i wysoce kontrolowany przebieg kolejnych etapów starzenia oraz ich wzajemną regulację i koordynację.

Życie na Ziemi zależy od dobrostanu roślin. Warto o tym pamiętać, rozwijając nowe technologie. Możemy bowiem skończyć na pustyni z wirującymi wiatrakami...

Magdalena FIKUS (magda.fikus@gmail.com)