

Tajemnice procesu starzenia się

Z cyklu

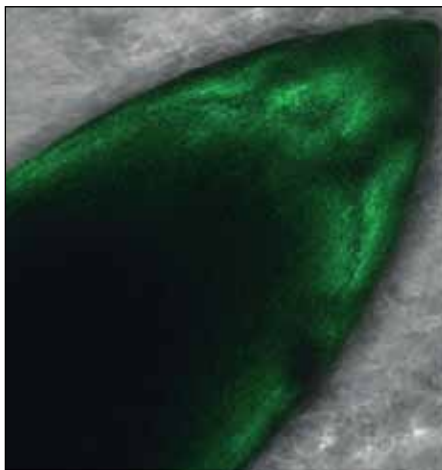
„Wiadomości z Ogrodów Kórnickich”

„Starość to jest coś takiego bez wyjścia”

– Ryszard Kapuściński

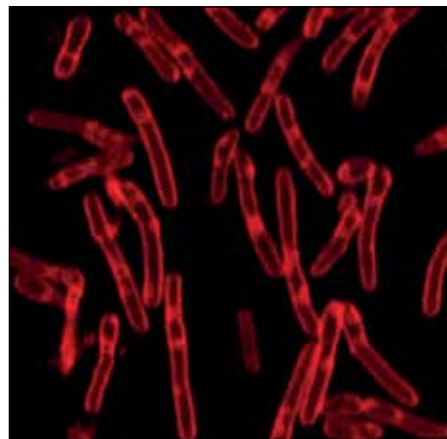
Starzenie się jest procesem uniwersalnym, dotyczącym wszystkich organizmów żywych bez wyjątku i zaczyna się właściwie od rozpoczęcia ich życia. Postępowanie procesu starzenia zależy od tempa metabolizmu danego organizmu. W porównaniu z organizmem człowieka, rośliny charakteryzują się większą zmiennością tego procesu. Proces ten dotyczy oczywiście samej rośliny (jako całości), jak i poszczególnych jej organów, np. nasion. W każdym z nich znajduje się zarodek, z którego rozwinię się kolejne pokolenie roślin danego gatunku. Długość życia nasion jest dla nas wszystkich bardzo istotna szczególnie dla ochrony różnorodności biologicznej, która w dobie współczesnego tempa zmian klimatu jest systematycznie i nieodwracalnie niszczone. Żywotność nasion zależy od wielu czynników, m.in. wewnętrznych (genetycznych, strukturalnych, fizjologicznych) oraz zewnętrznych (warunków klimatycznych w czasie ich dojrzewania i rozwoju oraz warunków ich przechowywania). Z obserwacji wynika, że zmieniające się warunki klimatyczne mają istotny wpływ na zaburzenia istniejących od tej pory w przyrodzie cykli, tzw. lat nasiennych, w których masowo obradają cenne gospodarczo gatunki drzew, takie jak dęby czy buki. W wyniku tych zmian produkowane są nasiona o niższej jakości, co ma przełożenie na ich przechowywanie, bowiem szybko tracą one swoją żywotność. Dlaczego tak się dzieje? W czasie przechowywania w nasionach zachodzą procesy starzenia, czego wynikiem jest utrata zdolności do kiełkowania.

Od kilku lat także naukowcy z Kórnika poszukują odpowiedzi na pytania: „Co jest główną przyczyną starzenia się nasion?” oraz „Gdzie rozpoczyna się ten proces w komórkach nasion?”. Znalezione odpowiedzi nie jest takie łatwe. To, co nazywamy procesem starzenia, jest tak naprawdę wynikiem współdziałania wielu różnych procesów fizjologicznych, biochemicznych i molekularnych, które zachodzą w komórkach. Jednym z nich jest nagromadzenie cząsteczek tzw. reaktywnych form tlenu (RFT). Co ciekawe, RFT są produkowane w normalnych warunkach w każdej komórce, powstają w wyniku niepełnej redukcji tlenu. Wchodząc w reakcje ze składnikami komórki, cząsteczki te pełnią funkcję sygnalizatorów – przekazują sygnał do rozpoczęcia innych procesów metabolicznych, np. związanych z kiełkowaniem. Poziom tych toksycznych cząsteczek jest



Rys. 1 Przekrój podłużny przez oś zarodkową buka zwyczajnego. Lokalizacja *in situ* nadtlenu wodoru za pomocą mikroskopu konfokalnego

regulowany w komórkach przez system obronny (antyoksydacyjny). Jego wzrost spowodowany różnymi czynnikami, np. atakiem grzybów, owadów czy powodzią, wywołuje w komórkach tzw. stres oksydacyjny, który prowadzi do ograniczenia prawidłowego funkcjonowania komórek. W przechowywanych nasionach dochodzi do zakłócenia równowagi pomiędzy szybkością tworzenia i usuwania RFT w wyniku obniżonej aktywności systemu obronnego. Wzrost ilości RFT powoduje niekorzystne zamiany w syntezie związków ważnych dla funkcjonowania roślin, np. białek i cukrów, i prowadzi do uszkodzenia materiału genetycznego. Sumą tych wszystkich niekorzystnych zjawisk jest zapoczątkowanie procesu starzenia. Wykazano, że te reaktywne cząsteczki gromadzą się głównie w rejonie merystematu osi zarodkowej nasion (Rys. 1) – to on zarządza prawidłową organizacją korzenia, tak aby miał odpowiedni kształt i rozmiar. Rejon ten jest obszarem najbardziej podatnym na uszkodzenia. Wysoki poziom RFT może przyspieszać proces starzenia i hamować rozwój korzenia zarodkowego, a w dalszej perspektywie kiełkowanie nasion. Znany jest więc główny sprawca tego procesu. A co z miejscem rozpoczęcia – inicjacji procesu starzenia? Przeprowadzone przez nas badania wskazały, że to składniki komórek, a dokładniej mitochondria, są miejscem inicjacji procesu starzenia. Mitochondria to ważne organelle komórkowe, które nie tylko biorą udział w produkcji energii, lecz także pełnią istotną rolę w regulacji stanu redoks (utleniania i redukcji) oraz w sygnalizacji komórkowej. Organelle te są głównym miejscem generowania RFT, które w nadmiarze wpływają destrukcyjnie na ich strukturę i prowadzą do ich nieprawidłowego funkcjonowania. Nasiona buka zwyczajnego tracą żywotność,



Rys. 2 Mitochondria wyizolowane z przechowywanych nasion buka zwyczajnego po 3 (powyżej) i 14 (poniżej) latach przechowywania.



dochodzi także do zmian w budowie mitochondriów w ich komórkach. W nasionach przechowywanych przez dłuższy okres (14 lat) zaobserwowano mniejszą liczbę mitochondriów niż w nasionach przechowywanych przez krótszy okres (3 lata), uwzględniając dalsze zmiany w budowie mitochondriów obserwowano ich obniżoną aktywność energetyczną (Rys. 2). Obniżają się wskaźniki związane z prawidłowym funkcjonowaniem mitochondriów, redukowany jest m.in. proces oddychania komórkowego. Zmiany są tym silniejsze, im dłużej trwało przechowywanie nasion. Mitochondria poddane procesom starzenia nie spełniają swoich funkcji, nie produkują odpowiedniej ilości energii.

„Mitochondrialna teoria starzenia się”, według której zmiany w tej organeli wpływają na długość życia komórki, zyskuje coraz więcej zwolenników – nie tylko w świecie roślin. Może już niedługo uda się nam zrozumieć mechanizm tego procesu i ograniczyć jego niszczące działanie.

♦ Ewelina Ratajczak
Instytut Dendrologii PAN