

Z chloroplastu do jądra, i z powrotem - rola stromuli w utrzymywaniu przepływu informacji

Wyobraźmy sobie, że zaglądamy do chloroplastu. Mieszka tu pan Białko Chloroplastowy. Niczym Bilbo Baggins, Hobbit, ma małeńki domek w pobliżu zielonych ogrodów tylakoidów, które - oświetlane szczerze acz łagodnie przez słońce, dają bujny plon. I nagle - larum grają! Słońce w zenicie przypieka a armia Orków, spod chorągwi Reaktywnych Form Tłenu, atakuje, niszcząc wszystko na swej drodze. Trzeba pilnie obudzić obrońców, przegrupować siły, i wreszcie - wysłać posłańca do Króla w Stolicy Komórki, żeby przysłał armię i zaopatrzenie. Ale, ale - może wcale tak nie jest? Może posłańcy nie są wysyłani tylko w razie niebezpieczeństwa, ale do Stolicy prowadzi trakt, z regularnie kursującym zastępem pocztowców? Może wcale nie trzeba zwoływać Drużyny, ale wystarczy przesłać Jedyny Pierścień pocztą?

Komunikacja między chloroplastem a jądrem komórkowym, tak zwana komunikacja zwrotną (ang. retrograde signaling), może więc powstawać w sytuacji zagrożenia (czyli, Gandalf przybywa do Shire, i tworzy drużynę Krasnoludów, aby razem z Bilbo udali się do Gór Samotnych i Legowiska Smauga), ale może też istnieć stale, lub prawie stale (czyli, Krasnoludy codziennie wędrują z domu do kopalni, wesoło śpiewając hej-ho, do jądra by się szło). Aby zrozumieć, jak jest naprawdę, przede wszystkim musimy ustalić, jakie istnieją szlaki i połączenia między jądrem a chloroplastem. Jedną z możliwości jest połączenie fizyczne, tak zwane stromule. Są to wydłużone, tubularne wypustki błon chloroplastowych, skierowane do jądra, ale także niekiedy do innych struktur komórkowych. Stromule obserwowane są w obecności patogenów, ale także po pewnym czasie ekspozycji na światło. Wypełnione są stromą chloroplastu, nie zawierają więc chlorofilu, co czyni je niewidocznymi w mikroskopie świetlnym. Istnieje jednak metoda wizualizacji stromuli, dzięki użyciu białek znakowanych białkami fluorescencyjnymi wzbogaconymi o peptyd kierujący do chloroplastów. Podobnie, można wyznakować białka, które podejrzewamy o bycie posłańcem. Naszymi kandydatami do roli Hobbita są białka AtPhr2 i AtPhr3, zaliczane do rodziny CryDASH. Przypuszczano, że względu na homologię sekwencji aminokwasowej, że białka te pełnią funkcje kryptochromów lub fotoliaz, jednakże dane eksperymentalne zaprzeczyły tej hipotezie. Uważamy obecnie, że białka AtPhr2 i AtPhr3 są czujnikami określonego stanu chloroplastu (odpowiednio homeostazy redoks stromy i rozpadu chlorofilu) być może - ale nie koniecznie - w powiązaniu z obecnością oświetlenia przy działaniu wymienionych czynników. Udało nam się zaobserwować dotychczas, że AtPhr2 przemieszcza się do stromuli, istnieje więc spora szansa na odnalezienie go w jądrze. Analiza in silico pozwoliła także zaproponować warunki, w których to samo zadzieje się dla białka AtPhr3.

Dysponując układem opisanym wyżej, będziemy w stanie powiązać powstawanie stromuli z przemieszczeniem się białek sygnałowych. Tym samym określimy, co przyciąga je do jądra; czy jest to gradient pH, gradient potencjału redoks czy jeszcze inny czynnik. Pokażemy także, czy zdolność tworzenia stromuli zmienia się z wiekiem rośliny. W szczególności, skupimy się na wczesnym etapie rozwoju siewki, kiedy chloroplasty są dopiero tworzone, a więc szczególnie wymagają ścisłej wymiany informacji z jądrem komórkowym. Sprawdzimy także, jak czynniki stresowe (susza, stres świetlny, stres temperaturowy) wpływają na zachowanie się białek sygnałowych. Określimy, czy przemieszczają się niezależnie od innych, czy też tworzą większe kompleksy z innymi białkami. Ta ostatnia sytuacja jest wysoce prawdopodobna i oznacza, że efekt końcowy ekspresji genów zależy od wielu współistniejących cech środowiska. Wreszcie, określimy miejsce oddziaływania badanych białek w obrębie chromatyny. Tym samym, opiszemy co jest Jedynym Pierścieniem, powodującym że nasz Hobbit rusza w drogę, znajdziemy mu Drużynę oraz poznamy cel jego wędrówki.

Nasz projekt zrealizujemy używając stabilnych linii z wprowadzonymi genami białek znakowanych fluorescencyjnie lub transformacji przejściowych roślin modelowych, *Arabidopsis thaliana* i *Nicotiana sp.* Wykorzystamy także model in vitro tworzenia stromuli na izolowanych chloroplastach. Chociaż oba układy to ciągle modele, a więc system laboratoryjny, uzyskane wyniki będą miały ogromne znaczenie dla zrozumienia komunikacji zwrotnej, a tym samym - regulacji chloroplastów i wydajności fotosyntezy, co znów przekłada się wprost na produkcję biomasy roślinnej. Dość gadania, pora brać się za pracę! Hej-ho, hej ho, do labu by się szło... hej-ho, hej-ho.....