Aleksandra Eckstein „Regulacja przemieszczeń chloroplastów w roślinach wyższych. Interakcje szlaków sygnałowych indukowanych przez światło i auksyny" – streszczenie

Auksyna (kwas indolilo-3-octowy, IAA) jest hormonem roślinnym o bardzo szerokim spektrum działania, odgrywającym kluczową rolę w niemal wszystkich procesach wzrostu i rozwoju. Ogromne zróżnicowanie odpowiedzi na auksynę jest możliwe dzięki regulacji aktywności tego hormonu na kilku poziomach: metabolizmu, transportu i przekazu sygnału. Dzięki interakcjom z wieloma innymi szlakami sygnałowymi auksyna uczestniczy w odpowiedziach na różne czynniki środowiskowe, m. in. światło. Należą do nich reakcje kontrolowane przez receptory światła niebieskiego, fototropiny: fototropizm i otwieranie aparatów szparkowych.

Inną ważną odpowiedzią na światło kontrolowaną przez fototropiny są ruchy chloroplastów. Występują one powszechnie w świecie roślin, w obrębie różnych grup taksonomicznych. Stanowią mechanizm aklimacji roślin do zmian natężenia światła. Pod wpływem słabego światła chloroplasty wykonują reakcję akumulacji, ustawiając się pod ścianami komórki prostopadłymi do kierunku padania światła. Służy to optymalizacji fotosyntezy poprzez zwiększenie powierzchni absorpcji światła przez chloroplasty. w silnym świetle chloroplasty ustawiają się wzdłuż ścian komórki równoległych do kierunku padania światła. Jest to reakcja ucieczki, która chroni chloroplasty przed uszkodzeniami spowodowanymi przez silne światło. w modelowej roślinie *Arabidopsis thaliana* występują dwie fototropiny: phot1 i phot2. Akumulacja chloroplastów jest kontrolowana przez obie fototropiny, natomiast reakcja ucieczki tylko przez phot2. Mechanizm ruchu chloroplastów oparty jest na cytoszkielecie aktynowym. Proces przekazu sygnału od fototropin do układu efektorowego nie jest natomiast w pełni poznany. Specyficzne role poszczególnych białek i wtórnych przekaźników sygnału w reakcjach akumulacji i ucieczki wskazują na istnienie odrębnych ścieżek sygnałowych kontrolujących obie reakcje. Szereg przesłanek przemawia za występowaniem interakcji między auksyną a elementami szlaku sygnałowego lub układu efektorowego ruchu chloroplastów.

Podjęto zatem próbę identyfikacji powiązań między działaniem auksyny a mechanizmem ruchu chloroplastów. Badano wpływ zmian w homeostazie, transporcie i przekazie sygnału od auksyny na reakcje chloroplastowe na słabe i silne światło niebieskie. Zastosowano różne podejścia eksperymentalne oraz trzy gatunki roślin jako modele doświadczalne: *Nicotiana tabacum*, *Arabidopsis thaliana* i *Tradescantia albiflora*. Zaburzenie homeostazy auksynowej rośliny poprzez dekapitację pędu skutkowało częściowym zahamowaniem obu reakcji chloroplastowych w liściach położonych poniżej miejsca odcięcia wierzchołka. Efekt ten mógł być zniesiony przez aplikację egzogennych auksyn na powierzchnię cięcia. Zmiany w ruchach chloroplastów nie były jednak skorelowane z poziomem auksyny w liściach. Wykluczono też reakcję na stres wywołany zranieniem jako przyczynę osłabienia ruchów chloroplastów pod wpływem dekapitacji. Bezpośrednia ekspozycja liści

na egzogenną auksynę nie wpływała natomiast na ruchy chloroplastów ani organizację cytoszkieletu aktynowego. Zahamowanie polarnego transportu auksyny przez inhibitory lub w wyniku mutacji, w niektórych przypadkach również powodowało zaburzenie ruchów chloroplastów. Nie stwierdzono specyficznego wpływu inhibicji dokomórkowego transportu lub wypływu auksyny z komórki. Zmiany te nie były związane z endogennym stężeniem auksyny ani defektami anatomicznymi liści. Sprawdzono też, że inhibitory transportu auksyn nie powodują zmian w strukturze cytoszkieletu aktynowego, które mogłyby niespecyficznie wpływać na przemieszczenia chloroplastów. Ruchy chloroplastów ulegały też częściowej inhibicji pod wpływem antyauksyny PCIB oraz mutacji w genach kodujących niektóre elementy szlaku przekazu sygnału od auksyny SCF^{TIR1}-Aux/IAA-ARF. Wydaje się zatem, że modulacja ruchów chloroplastów jest związana z regulacją ekspresji genów przez auksynę. Specyficzny wpływ mutacji w genach *AXR2* i *AXR3* na ruchy chloroplastów wskazuje na możliwy udział auksyny w interakcji pomiędzy szlakami przekazu sygnału od fototropin i fitochromów. Na podstawie doświadczeń z użyciem inhibitorów transportu auksyn i antyauksyny stwierdzono natomiast, że auksyna nie wpływa na przemieszczenia chloroplastów poprzez regulację poziomu fototropin.

W niniejszej pracy po raz pierwszy wykazano, że auksyna bierze udział w modulacji ruchów chloroplastów indukowanych światłem niebieskim. Uzyskane wyniki wskazują na istotną rolę homeostazy auksynowej dla prawidłowego funkcjonowania aparatu ruchowego chloroplastów. Zaproponowano też udział szlaku przekazu sygnału auksynowego SCF^{TIR1}-Aux/IAA-ARF w regulacji ruchów chloroplastów.

Część otrzymanych wyników została opublikowana w pracy Eckstein A, Krzeszowiec W, Waligórski P, Gabryś H (2016) Auxin and chloroplast movements. *Physiol Plantarum* 156: 351-366.

12 WRZ. 2016

A. Eckstein