

Wpływ acylotransferaz acylo-CoA:lizofosfatydylocholina (LPCAT) na wzrost i rozwój Arabidopsis thaliana w warunkach standardowych oraz warunkach stresu abiotycznego

Membrany są kluczowymi elementami strukturalnymi komórek wszystkich organizmów żywych. Pełnią one rolę elastycznych barier oddzielających wewnątrz komórki od jej otoczenia zewnętrznego, kontrolują ruch cząsteczek oraz uczestniczą w komunikacji międzykomórkowej. U roślin odpowiednia struktura membran jest kluczowa do utrzymania homeostazy całej rośliny, a także odgrywa fundamentalną rolę w przetrwaniu i adaptacji roślin do niekorzystnych warunków środowiskowych.

Membrany komórkowe składają się z dwuwarstwy lipidowej, w której zbudowane z części polarnej oraz dwóch niepolarnych kwasów tłuszczowych fosfolipidy, a wśród nich fosfatydylocholina (PC) są dominującymi składnikami odgrywającymi kluczową rolę w utrzymaniu prawidłowej struktury membran. Zawartość, skład oraz metabolizm fosfatydylocholino (głównego fosfolipidu membran) jest kontrolowany przez enzymy zwane acylotransferazami acylo-CoA:lizofosfatydylocholina (z ang. LPCATs).

Biochemiczna rola LPCATów w roślinach jest stosunkowo dobrze poznana i związana jest głównie z procesem przebudowy składu membran komórkowych. Enzymy te mogą bowiem działać dwukierunkowo, nie tylko syntetyzując PC z lizofosfatydylocholino (LPC) i acylo-CoA (kwas tłuszczowy połączony z koenzymem A), ale także rozkładać ją na odpowiednie acylo-CoA i LPC. Lizofosfatydylocholina może być ponownie acylowana już innym kwasem tłuszczowym (proces remodelowania PC) lub stanowić kolejny istotny składnik struktury membran komórkowych. Niemniej jednak fizjologiczna funkcja enzymów LPCAT wciąż pozostaje nie do końca poznana, dlatego też głównym celem projektu jest pogłębienie wiedzy na ten temat. Ze względu na fakt, że LPCATy to kluczowe enzymy odpowiadające za metabolizm fosfatydylocholino, głównego fosfolipidu membran komórkowych, zakładamy, że jakiegokolwiek zakłócenia w ich aktywności będą skutkować zmianami w rozwoju roślin oraz w ich adaptację do niekorzystnych warunków środowiskowych.

Badania wstępne przeprowadzone na liniach *Arabidopsis thaliana* z obniżoną aktywnością enzymów LPCAT wykazały istotne zmiany fenotypowe takie jak zredukowany rozwój korzeni, zmniejszony przyrost biomasy, czy też zaburzoną tolerancję na długotrwały stres temperaturowy. Obserwacje te potwierdzają przypuszczenie, że enzymy LPCAT odgrywają kluczową rolę w rozwoju roślin i mogą mieć istotne znaczenie dla adaptacji roślin do niekorzystnych warunków środowiskowych. Nasza hipoteza zakłada, że główną przyczyną tych efektów jest modyfikacja zawartości PC oraz LPC poprzez zaburzenie ich metabolizmu regulowanego przez LPCATy, co w konsekwencji wpływa na strukturę membran i zakłóca prawidłowy rozwój roślin.

W celu dokładnego wyjaśnienia roli enzymów LPCAT we wzroście i rozwoju roślin, planujemy również badania dotyczące współdziałania tych enzymów z innym enzymem – acylotransferazą fosfolipid: diacyloglicerol (z ang. PDAT). Jest to enzym, którego główną funkcją jest synteza triacylogliceroli, jednakże uczestniczy on pośrednio również w metabolizmie PC i LPC, które odpowiednio są substratem i produktem ubocznym jego działania. Dotychczas zaobserwowaliśmy istotne zmiany fenotypowe dla linii *A. thaliana* o zwiększonej aktywności enzymu PDAT, a dodatkowo wykryliśmy podwyższoną aktywność enzymów LPCAT w tych liniach, co jest jedną z przesłanek wskazującą na ich współdziałanie.

W naturalnym środowisku rośliny są stale narażone na działanie różnych czynników stresowych zarówno biotycznych (np. wirusy, bakterie) jak i abiotycznych (np. niska czy zbyt wysoka temperatura, susza czy zbyt wysoka wilgotność). Ich podatność na te stresory może prowadzić do wielu szkodliwych skutków takich jak ograniczenie wzrostu, zmniejszenie plonu, czy nawet obumieranie poszczególnych organów czy nawet całych roślin. Jednym z kluczowych czynników, które wpływają na zdolność adaptacyjną roślin jest dostosowanie struktury ich membran komórkowych do panujących warunków środowiskowych, a w tym kontekście, między innymi, odpowiednia modyfikacja zarówno zawartości PC oraz LPC jak i odpowiednia modyfikacja składu ich kwasów tłuszczowych. W obecnym projekcie planowane jest określenie roli enzymów LPCAT i ich współdziałania z enzymem PDAT w odniesieniu do zdolności adaptacyjnych roślin do czterech obecnie najistotniejszych zagrożeń wynikających z zachodzących zmian klimatycznych, czyli: wysokiej oraz niskiej temperatury, suszy oraz powodzi.

Planowane badania będą obejmowały kompleksową analizę linii *A. thaliana* o zwiększonej lub obniżonej aktywności enzymów LPCAT i PDAT (w różnych kombinacjach). Analizy będą skupiać się na poziomie makroskopowym, biochemicznym oraz genetycznym. Szczególny nacisk zostanie położony zarówno na zbadanie zmian w metabolizmie lipidów jak i na inne procesy związane z lipidami.

Uzyskane wyniki pozwolą na znaczne poszerzenie naszej wiedzy na temat roli enzymów wpływających na kompozycję lipidów membranowych, w prawidłowym wzroście i rozwoju roślin oraz adaptacji roślin do warunków stresowych. Wiedza ta w przyszłości może zostać wykorzystana jako cenne narzędzie w biotechnologii roślin do opracowania odmian roślin odpornych na niekorzystne warunki środowiskowe.