

Alterations in granum ultrastructure under salt stress in spearmint (*Mentha spicata* L. var. *crispa*) as revealed by transmission electron microscopy and small-angle neutron scattering

Richard Hembrom¹, Roumaissa Ounoki¹, Ferenc Ágh^{1,2}, Renáta Ünnepe³, Bernadett Szögi-Tatár², Andrea Böszörményi², Katalin Solymosi¹

¹ *Dep Plant Anatomy, Eötvös Loránd Univ, Budapest*

² *Dep Pharmacognosy, Semmelweis Univ, Budapest*

³ *Dep Neutron Spectroscopy, Centre for Energy Research, Budapest*

In this study we investigated ultrastructural changes of chloroplasts in freshly cut spearmint (*Mentha spicata* L. var. *crispa*) shoots exposed to 0, 5, 25 and 50 mM NaCl concentrations of salt stress for 2 weeks. In another set of experiments, we compared the effect of 150 mM NaCl and isosmotic polyethylene glycol (PEG-6000, with the same osmolarity as 150 mM NaCl) on freshly cut (rootless) and rooted spearmint plants for 1 week. Transmission electron microscopy (TEM) revealed normal chloroplasts in 0 (control), 5 and 25 mM NaCl treated plants, and in rooted plants treated with PEG, but plastoglobuli became electron-transparent in them. In contrast, rooted plants treated with 150 mM NaCl for 1 week had brownish and greenish leaf regions, which had similar chloroplast with highly electron-dense stroma containing large plastoglobuli, no starch, some spotted bodies and disorganized thylakoid system, with irregular grana. Small-angle neutron scattering of the leaves of intact, control rooted spearmint plants and salt stressed ones showed that the Bragg peak characteristic for the highly ordered structure of grana disappeared under salt stress. The drying leaves of rootless plants treated with 150 mM NaCl, PEG, or 50 mM NaCl had disrupted cells and plastids, but grana were still visible in these plants. Taken together, these ultrastructural alterations offer insights into how ionic and osmotic stress affects plastid structure in spearmint.

Acknowledgements: This research was financed by the grants OTKA FK 124748 and the Bolyai János Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences (to K.S.).

Transzmissziós elektronmikroszkópiával és kisszögű neutronszórással kimutatott gránum ultrastruktúra változások sóstressz hatására fodormentában (*Mentha spicata* L. var. *crispa*)

Richard Hembrom¹, Roumaissa Ounoki¹, Ágh Ferenc^{1,2}, Ünnepe Renáta³, Szögi-Tatár Bernadett², Böszörményi Andrea², Solymosi Katalin¹

¹ **ELTE NövénySZervezettani Tanszék, Budapest**

² **SE Farmakognóziái Intézet, Budapest**

³ **Energiatudományi Kutatóközpont, Neutronspektroszkópiái Laboratórium, Budapest**

Munkánkban kloroplasztiszok ultrastruktúráját tanulmányoztuk frissen levágott fodormenta (*Mentha spicata* L. var. *crispa*) hajtásokon, melyeket 0, 5, 25 és 50 mM NaCl sóstressz kezelésnek tettünk ki 2 hétig. Másik kísérletünkben 150 mM NaCl kezelést és vele azonos ozmolaritású polietilén glikol (PEG-6000) alkalmaztunk frissen vágott (gyökértelen) és gyökeres fodormentán, 1 hétig. Transzmissziós elektronmikroszkópiával tipikus kloroplasztiszokat találtunk a 0 (kontroll), 5 és 25 mM NaCl kezelt növényekben, és a gyökeres PEG-gel kezelt növényekben, melyekben a plasztoglobulusok electron-transzparensékké váltak. Ezzel szemben, a 150 mM NaCl oldattal 1 hétig kezelt gyökeres növényeknek barnás és zöldes levél régiói is voltak, melyekben hasonló, elektrondenz sztrómájú szintestek fordultak elő, nagy plasztoglobulusokkal, keményítő nélkül, pontozott testekkel, szabálytalan tilakoid rendszerrel, rendezetlen gránumokkal. Az intakt, kontroll illetve sóstresszelt gyökeres fodormenta növények kisszögű neutronszórás mérései kimutatták, hogy a gránumok szabályosan rendezett szerkezetét jellemző Bragg csúcs eltűnt a sóstressz kezelés hatására. A 150 mM NaCl-dal, PEG-gel vagy 50 mM NaCl-dal kezelt frissen vágott növények kiszáradó leveleiben károsodott sejtek és szintestek fordultak elő, de a gránumok még jól kivehetők voltak. Vizsgálataink betekintést nyújtanak abba, hogy milyen ultrastrukturális változásokat idéz elő az ionos és ozmotikus stressz a fodormenta plasztiszaiban.

A munkát az OTKA FK 124748 pályázata és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta (S.K.).