

氏 名	趙茂香		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	農 学		
学位授与番号	博甲第	6 9 3 8	号
学位授与の日付	2 0 2 3 年 9 月 2 5 日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 農生命科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文の題目	Characterization of physiological functions of dihydroxyacetone in Arabidopsis (シロイヌナズナにおけるジヒドロキシアセトンの生理的役割の解明)		
論文審査委員	教授 清田洋正	教授 村田芳行	教授 中村宜督 准教授 宗正晋太郎
学位論文内容の要旨			
<p>Dihydroxyacetone (1,3-dihydroxy-2-propanone) occurs in wide-ranging organisms including plants and can undergo spontaneous conversion to methylglyoxal (2-oxopropanal). While the physiological functions of methylglyoxal in plants are well-known, the physiological functions of dihydroxyacetone in plants remain to be elucidated. Accumulation of anthocyanins is one of the typical stress responses of plants because anthocyanins play a crucial role in scavenging reactive oxygen species, protecting plant cells from the oxidative damage. Dihydroxyacetone-phosphate and glyceraldehyde-3-phosphate are important intermediates of glycolysis and photosynthesis in plants. The non-enzymatic breakdown of dihydroxyacetone-phosphate and glyceraldehyde-3-phosphate is the major route of methylglyoxal formation. Methylglyoxal is cytotoxic to plant cells at high cellular concentrations, but methylglyoxal at low concentrations may act as a signaling agent in plant system. In plants, methylglyoxal is detoxified by the glyoxalase system, which consists of two enzymes, glyoxalase I (lactoylglutathione lyase; EC 4.4.1.5) and glyoxalase II (hydroxyacylglutathione hydrolase; EC 3.1.2.6). Stomata are tiny pores on the leaf epidermis of higher plants that serve as pathways for both the influx of carbon dioxide into the plants for optimal photosynthesis and for transpirational water loss. Guard cells surrounding stomatal pores can respond to environmental stresses, pathogen infection, and phytohormones such as abscisic acid, methyl jasmonate, and salicylic acid. Reactive oxygen species production is a key event on stomatal closure. Abscisic acid- and methyl jasmonate-induced stomatal closure is accompanied by reactive oxygen species production mediated by plasma membrane nicotinamide adenine dinucleotide phosphate oxidases while salicylic acid-induced stomatal closure is accompanied by extracellular reactive oxygen species production mediated by salicylhydroxamic acid-sensitive cell wall peroxidases. In Chapter 2, I investigated the effect of exogenous dihydroxyacetone on growth, anthocyanin accumulation, and the glyoxalase system in Arabidopsis. I found that dihydroxyacetone is not as toxic as methylglyoxal in Arabidopsis seeds and seedlings. In Chapter 3, I quantified the contents of dihydroxyacetone and methylglyoxal in Arabidopsis roots. The results suggested that the toxic effect of dihydroxyacetone at high concentrations is attributed to methylglyoxal accumulation by the conversion to methylglyoxal. In Chapter 4, I investigated the effects of dihydroxyacetone and methylglyoxal on stomatal movements in Arabidopsis. I found that dihydroxyacetone- and methylglyoxal-induced stomatal closure in Arabidopsis showed a dose-dependent manner. The dihydroxyacetone- and methylglyoxal-induced stomatal closure was completely suppressed by salicylhydroxamic acid.</p>			

論文審査結果の要旨

ジヒドロキシアセトン¹⁾は、植物に存在する化合物である。しかし、その生理的役割については、明らかにされていない。本論文は、シロイヌナズナ²⁾を材料として、ジヒドロキシアセトンの生理的役割の解明を目指した研究である。

ジヒドロキシアセトンは、低濃度において、発芽、双葉の展開、根の伸長、成長、アントシアニン蓄積³⁾サリチル酸⁴⁾に影響を与えなかったが、高濃度において、これらに阻害効果を及ぼした。また、その阻害効果は、ジヒドロキシアセトンからメチルグリオキサール⁵⁾に変化されることによるものであることを示した。一方、孔辺細胞⁶⁾においては、低濃度のジヒドロキシアセトンが気孔閉口を誘導し、シグナル分子として機能していることが示唆された。

植物において、ジヒドロキシアセトンは、生理的濃度では、毒性を持たず、シグナル分子としての役割を持っていることを明らかにした。

本研究内容は、学術的な価値のみならず、気孔運動に着目した植物（作物）生産制御のための技術の基礎となるものである。従って、本審査委員会は本論文が博士（農学）の学位論文に値すると判断した。