

氏 名	MOHAMMAD MUZAHIDUL ISLAM
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	学 術
学位授与番号	博甲第4012号
学位授与の日付	平成21年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科 バイオサイエンス専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Mitigation of Cadmium Stress by Exogenous Proline and Glycinebetaine in Tobacco Cultured Cells (タバコ培養細胞におけるプロリンとベタインによるカドミウムストレスの軽減)
論文審査委員	教授 村田 芳行 准教授 中村 宜督 教授 木村 吉伸

学位論文内容の要旨

Introduction: Environmental stresses, including heavy metal such as cadmium (Cd) stress can cause oxidative damage to DNA, protein, lipids and induce production of reactive oxygen species (ROS) and methylglyoxal (MG) to plants. Plants accumulate proline and glycinebetaine (betaine) to mitigate the damaging effects of Cd stress. Plants employ antioxidant defense and glyoxalase systems. Up-regulation of the antioxidant and glyoxalase systems offered by proline and betaine protects plants against Cd-induced oxidative damage. It is reported that proline and betaine mitigate the detrimental effect of antioxidant defense and glyoxalase systems, reduce oxidative damage, and thereby improve Cd tolerance in higher plants.

Objectives: To investigate the protective role of proline and betaine in the components of the antioxidant enzyme and glyoxalase enzyme activities under Cd stress in higher plants.

Materials and methods: Cd-unadapted tobacco Bright Yellow-2 (BY-2) cells cultured in the different media; standard medium, 100 μ M Cd, 100 μ M Cd +1 mM proline, 100 μ M Cd+10 mM proline, 100 μ M Cd+1 mM betaine and 100 μ M Cd +10 mM betaine media were used to investigate the role of proline and betaine in the components of antioxidant defense and glyoxalase systems under Cd stress.

Results: Both exogenous proline and betaine mitigated the inhibition of Cd-induced growth and cell membrane integrity of tobacco BY-2 cells and the mitigating effect of proline was more than that of betaine. Cd stress induced melondialdehyde, hydrogen peroxide, oxidation of proteins and reduction of ascorbate and glutathione, and decreased other activities of enzymes involved in the antioxidant defense and glyoxalase systems except for peroxidase and glutathione-S-transferase. Both proline and betaine suppressed the melondialdehyde, hydrogen peroxidase, protein oxidation induced by Cd stress and alleviated the reduction in activities of enzymes involved in the antioxidant defense and glyoxalase systems under Cd stress.

Conclusion: Both proline and betaine confer Cd tolerance in Cd-unadapted tobacco BY-2 suspension-cultured cells by reducing protein oxidation and enhancement of the components of the antioxidant defense and glyoxalase systems. Further studies are required to elucidate the molecular mechanisms and signaling pathways underlying the role of proline and betaine in Cd tolerance in higher plants.

論文審査結果の要旨

本論文は、高等植物のカドミウム耐性機構解明を目的として、適合溶質として知られるプロリンとベタインの耐性機構における役割を、タバコ培養細胞 BY-2 を用いて、細胞レベルで明らかにしようとしたものである。

初めに、細胞の成長と生理活性の測定より、プロリンとベタインによってカドミウムストレスが軽減された。このとき、プロリンとベタインによって、カドミウムや過酸化水素の蓄積には、顕著な変化がなかったが、過酸化脂質の蓄積は抑制されていた。プロリンとベタインは、カドミウムストレス軽減に寄与し、その効果は、プロリンの方が顕著であった。

活性酸素種除去に関わる抗酸化酵素の活性に及ぼすプロリンとベタインの効果を調べた。塩ストレスの場合とことなり、SOD とカタラーゼの活性の回復が著しく、パーオキシダーゼの活性には大きな変化がなかった。

次に、アスコルビン酸-グルタチオンサイクル酵素に及ぼすプロリンとベタインの効果を調べた。プロリンとベタインは、カドミウムストレスによるこれら酵素の活性の低下を軽減した。しかし、細胞内の酸化還元状態には大きな変化がなかった。

また、アルデヒドの一つであるグリオキザールの消去系に及ぼすプロリンとグリシンベタインの効果を調べた。しかし、塩ストレスの場合と異なり、Glyoxalase I や Glyoxalase II の酵素活性の維持に大きく寄与していなかった。

以上の結果から、プロリンとグリシンベタインは、活性酸素消去系の活性化を介して、植物のカドミウム耐塩性の向上に寄与し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、実用に結びつく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（学術）の学位論文に値すると判断した。