

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	Khursheda Parvin	
審査委員	主査	藤田 政之
	副査	鈴木 利貞
	副査	秋田 充
	副査	島崎 一彦
	副査	奥田 延幸

### 論文名

Physiological basis of phenolics-induced salt stress recovery in tomato: Relevance of antioxidant defense associated systems

(トマトにおけるフェノール類により誘導される塩ストレスからの回復の生理学的基礎：抗酸化防御に係るシステムの関連性)

### 審査結果の要旨

土壌塩分上昇は世界レベルで、作物の生産性と食物の安定的確保に大きな負の影響を与えている。塩毒性は、種子の発芽を阻害し、植物体の生育・生理を害する。また、ほとんどの農産植物は、相対的に高い塩濃度に対してはより感受性であることから、強度の影響を受けた場合には、再生を待たず枯死することになる。本研究においては、植物性芳香族分子(フェノール類)を植物保護剤として用いたときの、トマト植物の塩ストレスからの自己回復を調べる実験を試みた。その際、トマト植物の抗酸化防御、グリオキサラーゼ系、栄養塩類の恒常性に焦点を当てて解析した。

第一の実験においては、トマト植物における塩耐性機構を明らかにするために、塩毒症状とその後の回復過程を調べた。水耕栽培にて 10 日間生育したトマト(*Solanum lycopersicum* L.)幼苗を、150 と 250 mM NaCl で 4 日間塩ストレス処理し、続いて、標準栄養液に移し 2 日間栽培し、ストレス後の反応を調べた。塩ストレスは、幼苗の成長、葉の相対水分含量(RWC)、葉緑素(Chl)含量、カロテノイド(Car)含量を減じた。一方、活性酸素種(ROS :  $H_2O_2$  と  $O_2^{\cdot-}$ )、メチルグリオキサール(MG)含量、プロリン(Pro)含量、マロンジアルデヒド(MDA)含量、 $Na^+/K^+$ 比およびリポキシゲナーゼ(LOX)活性を増加した。しかし、2 日間の回復期間の後、ストレスを受けた幼苗では、抗酸化防御、グリオキサラーゼ系が向上し、幼苗の成長、RWC、Chl 含量が増加した。一方、ROS、MG 含量、MDA 含量、電解質漏出(EL)は減少した。これらのトマト幼苗の塩ストレスからの回復を考慮に入れ、以後、3 種の植物性芳香族分子(ケルセチン(Qu (quercetin)、15 と 25  $\mu$ M)、バニリン酸(VA (4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid)、40 と 50  $\mu$ M)、クマリン(COU (coumarin)、20 と 30  $\mu$ M))による、トマト幼苗における塩毒性緩和効果を調べた。

Qu や VA については、150 mM NaCl に併用処理した。これらの併用処理は、 $Na^+/K^+$ 比を低下させ、葉の RWC と Pro 含量を高め、 $H_2O_2$ 、MDA 含量、LOX 活性を減じた。これらのことは、イオン毒性、浸透圧ストレス、酸化ストレスを軽減したことを示唆している。また、Qu や VA を併用して塩処理したトマ

ト幼苗においては、非酵素的抗酸化物質(アスコルビン酸 (AsA)、グルタチオン(GSH))が抗酸化系酵素の増強にあわせて上方制御されていた。Qu や VA の併用は、グリオキサラーゼ系酵素の活性を上昇した。このことは、MG の減少と呼応した。Qu や VA の併用は、抗酸化防御とグリオキサラーゼ系の相乗効果を誘起し、ストレス下における幼苗の成長を促した。また、Qu や VA 処理は、塩分負荷のない時でも、成長を促進し、光合成色素の合成を高めた。

COU は塩ストレスの前処理として与えた。COU で前処理したトマト幼苗は、塩ストレス(100 と 160 mM NaCl)下においても、高い成長を示し、浸透圧およびイオンバランスを改善することにより、塩ストレスを軽減していることが明らかとなった。COU で前処理したトマト幼苗においてみられる活性酸素の解毒は、高い活性の酵素的抗酸化剤(アスコルビン酸ペルオキシダーゼ、モノデヒドロアスコルビン酸レダクターゼ、グルタチオンレダクターゼ、カタラーゼ、グルタチオン S-トランスフェラーゼ)と、それらにより支えられた AsA と GSH の redox バランスの上方制御により、成り立っていることが明らかになった。また、COU により仲介された、グリオキサラーゼ系酵素の活性化により、MG の解毒が促進されていることが明らかとなった。COU 前処理による、トマト幼苗における塩ストレス緩和作用は、結果的に、Chl 含量、Car 含量、植物体量等の増加を誘引し、成長を促進していることが明らかとなった。

以上の研究成果は、植物ストレス生理学・生化学の領域における博士論文の内容として、一定の水準を満たした研究であると評価できる。また、以上の研究成果は、インパクトファクターが公示されている国際的学術雑誌に、3 報の論文として報告されている。

本学位論文に関する公開審査会は、令和 2 年 7 月 30 日にリモートシステムを利用して開催され、申請者の論文発表と、これに関する質疑応答が行われた。引き続き開催された学位論文審査会において、学位論文の内容について審査した結果、審査員全員一致して、本論文は博士(農学)の学位を授与するに値すると判断した。