

(第5号様式)

## 学位論文審査の結果の要旨

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

論文名

Physiological and Biochemical Mechanisms of Polyamines-Induced Abiotic Stress Tolerance in Mung Bean (*Vigna radiata* L.): Study on Osmoregulation, Ion Homeostasis, Metal Detoxification, Antioxidant Defense and Glyoxalase Systems

(ヤエナリにおいてポリアミンにより誘導される非生物学的ストレス耐性の生理・生化学的メカニズム：浸透圧調節、イオン恒常、金属解毒、抗酸化防御およびグリオキサラーゼ系に関する研究)

審査結果の要旨

Nahar 氏は、ポリアミン (PA：プトレッシン、スペルミジン、スペルミン) の生理的役割を調べるために、ヤエナリ (*Vigna radiata* L. cv. BARI Mung-2) 幼苗における、非生物学的ストレス耐性への PA の影響を研究した。塩、乾燥、高温、低温、金属 (カドミウム、アルミニウム) 毒ストレスは抗酸化防御系を妨害し、脂質過酸化、過酸化水素含量の増加、スーパーオキシドアニオンの生成を引き起こし、リポキシゲナーゼを活性化させた。塩ストレス等で誘導されるメチルグリオキサール毒性もまた重要なストレス要因として認められた。200mM NaCl で 48 時間処理すると、根および葉・茎で Na 毒性の誘起とともに、K、Ca、Mg、Zn 含量の減少が起った。塩処理されたヤエナリ幼苗において、PA の外部投与は Na 含量を低下させ、栄養素の恒常性を維持し、内部 PA 量を調整した。また、塩処理されたヤエナリ幼苗の、PA の外部投与は、グルタチオンとアスコルビン酸含量の上昇をもたらした。さらに、抗酸化酵素 (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、グルタチオンペルオキシダーゼ) 活性とグリオキサラーゼ酵素 (グリオキサラーゼ II) 活性を増加させた。これらのことは、塩誘導性の酸化的ストレスとメチルグリオキサール毒性を共に軽減した。ヤエナリ幼苗の 0.2mM スペルミンの処理は、高温 (40°C) と乾燥 (5%ポリエチレングリコール) に対する耐性を高めた。スペルミンの前処理は、アスコルビン酸とグルタチオンのレベルを高く維持することが分かった。また、スーパーオキシドジスムターゼ、カタラーゼ、グルタチオンペルオキシダーゼ、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活性を高め、高温、乾燥ストレス下において活性酸素誘導性の酸化的ストレスに対する耐性を強化することが明らかとなった。高温、乾燥によりメチルグリオキサールは過剰生産されるが、スペルミンによる前処理はグリオキサラーゼ系を強化することにより、メチルグリオキサール毒性を軽減した。スペルミン前処理は、内部 PA のレベルを調整した。高温、乾燥ストレス下における浸透圧制御、および水分保持はスペルミンのもう一つの生理的役割であった。1mM お

よび 1.5mM Cd はヤエナリ幼苗に明瞭な毒性症状をもたらした。0.25mM スペルミンの外部投与は、根および葉・茎における Cd 含量を減少させ、毒性も軽減した。0.2mM プトレッシンと一酸化窒素 (1mM ニトロプルシッドナトリウム) によるクロスプロテクションは、ヤエナリにカドミウム耐性を与えるのに貢献していた。プトレッシンまたは一酸化窒素処理は根および葉・茎におけるカドミウム含量を軽減した。プトレッシンまたは一酸化窒素はカドミウムの取り込みを抑え、ファイトキレーチン含量を増加し、非酵素的抗酸化物質含量を増加させ、酵素的抗酸化物質の活性を上昇させ、酸化的ダメージを軽減させた。プトレッシンまたは一酸化窒素による処理は、内部ポリアミンと一酸化窒素の含量を調整した。これらのことは、グリオキサラーゼ系を強化し、カドミウムの含量を減らし、生育に改善をもたらした。0.3mM スペルミジンは、アルミニウム毒ストレスを緩和した。スペルミジンの外部投与は、アスコルビン酸、グルタチオン含量を高め、デヒドロアスコルビン酸に対するアスコルビン酸比および酸化型グルタチオンに対する還元型グルタチオン比を高めた。また、アスコルビン酸ペルオキシダーゼ、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、カタラーゼ活性を高めた。これらのことは、活性酸素の発生を抑え、アルミニウムストレス下における酸化ストレスを軽減した。スペルミジン処理で誘導される、グルタチオンプールの改善とグリオキサラーゼ II 活性の増強は、メチルグリオキサールによる毒性軽減に役立った。ポリアミンは種々の非生物学的ストレス状況下における、活性酸素やメチルグリオキサール誘導性の、酸化ストレスの軽減に重要な役割を担っていることが明らかとなった。ポリアミンによる非生物学的ストレス耐性補強は、組織水分含量、クロロフィル含量の改善という結果となり、最終的には幼苗の生育改善として認められた。

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、7 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、平成 28 年 8 月 6 日に香川大学農学部において開催され、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。