

氏名(本籍地)	高橋 真美 (岩手県)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	博甲第54号		
学位授与年月日	平成22年3月16日		
学位授与の要件	昭和女子大学学位規則第5条第1項該当		
論文題目	紅麴菌産生物の新規機能性の探索と応用		
論文審査委員	(主査)	昭和女子大学教授	森高 初恵
	(副査)	昭和女子大学特任教授	木村 修一
		昭和女子大学教授	松本 孝
		神奈川歯科大学教授	李 昌一

## 論文要旨

*Monascus*属の紅麴菌の産生する色素は古くから着香料・着色料として利用されており、抗炎症作用、免疫抑制作用や抗腫瘍作用などの生理・薬理活性を有することが報告されている。近年、活性酸素やフリーラジカルが連鎖的な脂質過酸化反応により細胞膜などを変性させて酸化的傷害を起し、生活習慣病、悪性腫瘍などの各種疾患や老化を誘発することが報告されている。しかし、紅麴菌産生物の抗酸化機能に関する報告は国内外においてほとんど見られない。本論文は、紅麴菌産生物の新規機能性として抗酸化機能に着目し、活性酸素種の中でも疾病との関係が最も深いヒドロキシルラジカル( $\text{HO}\cdot$ )消去能について明らかにし、さらに日常的に多量に食されるパンへの応用の有効性について検討したものである。

本論文は第1章から第4章の構成とし、第1章では先行研究ならびにこれまでに実施した紅麴色素の産生を高めるための培養条件について論述し、本研究の位置付けを行った。

第2章では、紅麴菌産生物の新規機能性として  $\text{HO}\cdot$  消去能について検討した。 $\text{HO}\cdot$  は活性酸素種の中でも極めて短寿命で、反応性に富み、生体内に抗酸化酵素が存在しないため、活性酸素種由来の疾患と深い関係にあることが報告されている。本論文では、フローインジェクションを併用した ESR 法を用いて、CYPMPO - OH スピンアダクトの信号強度の抑制効果を比較することにより  $\text{HO}\cdot$  消去能を評価した。食品工業で利用されている3種類の紅麴菌の  $\text{HO}\cdot$  消去能について検討した結果、*M. pilosus* NBRC4520 が最も高く、次いで *M. anka* AHU9085、*M. purpureus* NBRC30873 の順で低くなった。*M. pilosus* NBRC4520 の変異株を粳米に接種したモナコリン系紅麴は *M. pilosus* NBRC4520 を用いた  $\gamma$ -アミノ酪酸系紅麴よりもいずれの濃度においても  $\text{HO}\cdot$  消去能が高かった。モナコリンKと  $\gamma$ -アミノ酪酸の紅麴中の含有量を比較すると、モナコリンKはモナコリン系紅麴

に著しく高く、 $\gamma$ -アミノ酪酸は $\gamma$ -アミノ酪酸系紅麴に若干高く認められた。また、モノコリンKと $\gamma$ -アミノ酪酸は $\text{HO}\cdot$ 消去能を濃度依存的に示し、モノコリンKでは $\gamma$ -アミノ酪酸よりもその機能が高かった。このことは、モノコリン系紅麴にモノコリンKが高含量であったことも一因ではないかと推察される。 $\text{HO}\cdot$ 消去能に対する糖質の影響について粳米澱粉を用いて検討した結果、 $\text{HO}\cdot$ 消去能は低い値であり、また紅麴色素の $\text{HO}\cdot$ 消去能も著しく低い値であった。

調理・加工過程では加熱処理が行われるため、 $\text{HO}\cdot$ 消去能の熱安定性について検討した。110°Cで30分間、90分間および150分間加熱処理した結果、モノコリン系紅麴および $\gamma$ -アミノ酪酸系紅麴共に長時間処理では $\text{HO}\cdot$ 消去能は低下傾向を示したが、高濃度では長時間処理においても依然高い $\text{HO}\cdot$ 消去能を維持した。110°C、130°C、160°Cおよび190°Cで30分間の加熱処理を行った結果、モノコリン系および $\gamma$ -アミノ酪酸系紅麴のいずれも、高い加熱温度処理において高い $\text{HO}\cdot$ 消去能を示した。高温ではアミノ・カルボニル反応が促進され、メラノイジン、アミノレダクトン類あるいはオゾン類などが多く生成したことによると考えられる。

これらの結果から、紅麴菌産生物は先行研究によって報告された生理活性に加え、新規機能性として $\text{HO}\cdot$ 消去能を有することが判明した。また、この $\text{HO}\cdot$ 消去能は調理・加工過程での加熱処理にも十分に耐え得る熱安定性を有することが認められた。

第3章においては、紅麴色素、加熱紅麴および未加熱紅麴のパンへの応用の有効性について検討した。紅麴色素添加ではパンの比容積ならびに弾力性が増し、0.005~0.01%添加では、色、香り、総合評価において嗜好性が高まった。加熱紅麴添加では、3種類の粒度の紅麴を0~5.0%添加した結果、100mesh紅麴添加パンの生地体積は無添加生地よりも発酵過程において増加した。これは、イーストの発酵力が紅麴成分によって高められ、膨化力が高まったためであろうと考察される。0.5%、1.0%加熱紅麴添加により、実施した官能評価の6項目全てにおいて嗜好性が高まり、遮光保存したパンの赤味度は37日間の保存では変化しなかった。未加熱紅麴では、無添加と比較し焼成パンの膨化度は増し、硬さは小さくなり、凝集性は増した。この結果はプロテアーゼの作用によるものと考えられ、同濃度の加熱紅麴添加パンとは逆の傾向であった。官能評価項目では、紅麴色素や加熱紅麴添加パンで高く評価された項目に加え、2.0%添加パンで食感と総合評価の嗜好性が高まった。

紅麴添加パンの $\text{HO}\cdot$ 消去能は、モノコリン系および $\gamma$ -アミノ酪酸系紅麴の添加により紅麴無添加パンよりも高まり、モノコリン系紅麴添加パンは $\gamma$ -アミノ酪酸系紅麴添加パンよりも高い $\text{HO}\cdot$ 消去能が認められた。

以上の結果から、紅麴菌産生物のパンへの添加は、パンの嗜好性や食品価値を高めるばかりでなく、 $\text{HO}\cdot$ 消去能も高め、新規機能性をパンへ付与することが示唆された。

第4章においては、各章について総括し、結語とした。