

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

## 論文審査結果の要旨

本申請論文は、古くから中国や台湾等で着香料や着色料として広く利用されてきた赤色素を産生する紅麴菌の産生物について、新規機能性を探索し、その応用の有効性を明らかにしようとする研究である。

紅麴菌を穀類に繁殖させた紅麴や紅麴色素の生理・薬理活性については多くの報告がなされているが、紅麴菌産生物の抗酸化機能に関する研究は国内外においてほとんど報告されていない。本申請者は、紅麴菌産生物の新規機能性として抗酸化機能に着目し、特に疾病との関係が深いヒドロキシルラジカル( $\text{HO}\cdot$ )消去能について研究し、併せて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明らかにしている。

本研究の独自性は、以下の通りである。

第一、 $\text{HO}\cdot$ は反応性に富み、生体内に抗酸化酵素が存在せず、生体へ強い影響を及ぼすことから、 $\text{HO}\cdot$ 消去能に的を絞って抗酸化機能を検討することは重要である。しかし、 $\text{HO}\cdot$ は0.2秒以下と寿命が極めて短く、反応性に富むため、測定が非常に困難である。本申請者は、二酸化チタンの光触媒作用を利用して、365nmの紫外線を照射して産生される $\text{HO}\cdot$ を瞬時にスピントラップ剤のCYPMPOで補足し、CYPMPO-OHスピニアダクトの信号強度をESRにより定量化し、信号の抑制の効果を比較することで $\text{HO}\cdot$ 消去能を極めて正確に評価している。

第二、食品工業で利用されている3種類の紅麴菌、*M. pilosus* NBRC4520、*M. anka* AHU9085および*M. purpureus* NBRC30873の $\text{HO}\cdot$ 消去能の強度を明らかにし、3種類の中で最も高い抗酸化能を示す*M. pilosus* NBRC4520を接種したγ-アミノ酪酸系紅麴と、その変異株を接種したモナコリン系紅麴の $\text{HO}\cdot$ 消去能も明らかにしている。また、紅麴菌産生物の血圧降下作用を示すγ-アミノ酪酸よりも、紅麴菌が特異的に産生し、コレ

ステロール生合成抑制作用を示すモノコリンKに高いHO<sup>・</sup>消去能がある結果を得ている。モノコリン系紅麴のHO<sup>・</sup>消去能がγ-アミノ酪酸系紅麴よりも高かった一因として、モノコリン系紅麴にモノコリンKが高濃度で含まれていることを挙げている。これらの結果から、紅麴菌産生物には高いHO<sup>・</sup>消去能があることを立証している。

第三、菌を接種する粳米の主成分である粳米澱粉あるいは産生物の紅麴色素のHO<sup>・</sup>消去能が極めて低かったことを得ている。これら第二と第三の結果から紅麴菌産生物が有するHO<sup>・</sup>消去能は、紅麴の菌体に由来するものではなく、紅麴菌を粳米に繁殖させる過程で生じる機能性であることを解明している。

第四、食品の調理・加工過程では加熱処理が行われるため、HO<sup>・</sup>消去能には熱安定性が求められる。モノコリン系紅麴とγ-アミノ酪酸系紅麴のHO<sup>・</sup>消去能は、110℃で30～150分間の加熱処理において、長時間処理では低下傾向を示すが、高濃度では高い機能性を維持すること、さらに110～190℃における30分間の加熱処理において、両系統の紅麴は高温での加熱処理においてHO<sup>・</sup>消去能が高まることを認め、その理由をメラノイジン、アミノレダクトン類あるいはオゾン類などの生成が増したためと推察している。

これらの結果から、紅麴菌産生物が有するHO<sup>・</sup>消去能は調理・加工過程での加熱処理に十分耐え得る熱安定性を有することを立証している。

第五、紅麴菌産生物の食品への応用の有効性の検討として、まず紅麴色素のパンへの添加効果について検討している。その結果、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、総合評価の嗜好性が高まることを明らかにしている。

第六、加熱紅麴添加では、3種類の粒度の加熱紅麴を0～5.0%添加した結果、100mesh紅麴ではパン生地の体積が発酵過程で無添加生地よりも増加する結果を得、その理由をイーストの発酵力が紅麴成分によって高められたためと推察している。0.5%、1.0%添加により、官能評価の6項目すべてにおいて嗜好性が増したことを解明している。

第七、未加熱紅麴では、焼成パンの膨化度やテクスチャー特性が紅麴色素添加と同様の傾向をより高濃度の添加で示したが、加熱紅麴添加とは逆の傾向であったことを認めている。官能評価では、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%添加で食感と総合評価の嗜好性が高まったことを認めている。

第八、パンのHO<sup>・</sup>消去能はモノコリン系およびγ-アミノ酪酸系紅麴の添加により高まり、モノコリン系ではγ-アミノ酪酸系紅麴添加よりも高いことを立証している。

このように、本申請論文は、紅麴菌産生物が熱安定性の高いHO<sup>・</sup>消去能を有し、その機能性は培養過程で高まり、食品への応用例として用いたパンでは、紅麴菌産生物の添加により嗜好性および食品価値が高まると共に高いHO<sup>・</sup>消去能が付与され、紅麴菌産生物の新規機能性の活用が有効であることを証明している。

審査員一同は、本申請論文の内容について詳細な検討を加えた結果、本論文は紅麴菌産生物の新規機能性の探索とその応用について新規知見を含む優れた論文であることを認めた。以上の結果から、申請者から提出された論文は博士（学術）にふさわしい内容である

と判断した。