

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：32623

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500936

研究課題名(和文) 紅麹の機能性評価と食品への有効活用

研究課題名(英文) Functionality and applications of Monascus koji to food products

研究代表者

高橋 真美 (TAKAHASHI, Mami)

昭和女子大学・生活科学部・講師

研究者番号：10245912

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：コレステロール低下作用を有するモナコリンKは紅麹が産生する二次代謝産物である。モナコリンK含有紅麹(紅麹)のパンへの有効活用を目的に、紅麹がパンの組織と官能評価に及ぼす影響について検討した。組織観察では、紅麹添加パンは、気泡壁にも小孔が観察された。官能評価の結果、0.05%および0.1%紅麹添加パンは、6項目において高く評価された。生体内における影響は、ラットに5週間紅麹添加パンを摂取させ分析した結果、体重変化は認められなかったが、血中の総コレステロールは紅麹無添加パン群と比較して、紅麹添加パン群は低下した。

研究成果の概要(英文)：Monacolin K, a cholesterol-lowering agent, is a secondary metabolite of Monascus koji. The effective utilization of M.koji containing monacolin K in bread have not been reported. So, the influence of M.koji in making bread on the microstructure and sensory evaluation were investigated. Bread containing 2% M.koji, the gas cell walls of the breads contained small holes. The results of sensory evaluation indicated that bread containing 0.05% to 0.1% M.koji were provided high evaluation in all six items investigated. In the experiment to breed rats with the bread containing M.koji, the increase in body weight did not have significant difference compared with the control rats, but, contents of plasma total cholesterol were decreased.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：モナコリンK 紅麹 生理機能 官能評価

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 食品の栄養機能、嗜好機能に次いで生体の働きを調節する生理機能が注目され、近年、その機能を有する食品の探索が進められている。活性酸素種(Reactive Oxygen Species; ROS)は、様々な病気の発症原因に関わっていると考えられ、とくに高血圧や糖尿病、悪性腫瘍、脳卒中などの各種疾患、老化など予防医学の観点から食品機能は注目されている。紅麹は、古来から東南アジアを中心に発酵食品に利用されているが、これまで紅麹菌産生物には、生理・薬理活性として抗炎症作用、免疫抑制作用、抗腫瘍作用などが知られ、さらに、紅麹菌を米に繁殖させた紅麹には、モノコリン K や  $\gamma$ -アミノ酪酸が生産され、モノコリン K にはコレステロール生合成抑制作用や BMP (bone morphogenic protein) や FGF (fibroblast growth factor) などの成長因子の生産を促進する作用があり、 $\gamma$ -アミノ酪酸には血圧降下作用があることが報告されている。しかし、紅麹を添加した食品における生理機能に関する報告は現状では少ない。

(2) 紅麹の食品への応用では、紅麹菌から抽出した紅麹色素の効用を目的にしたものがほとんどで紅麹そのものを食品に添加し、その生理機能の有無を確認する研究は少ない。また、紅麹の食品への利用は、紅麹粒子や酵素作用の影響により添加濃度に限界があった。そこで、紅麹を日常的に摂取可能なパンに添加する場合、生地物性における添加効果も検討する必要がある。

(3) 食品は複合系であるために、摂取後の生体内動向の解明が重要な要素となる。しかし、紅麹を添加した食品の生理機能に関して、生体内でのモデル動物を用いた研究は少ない。そこで、生体内での紅麹摂取の有効性について、紅麹を添加したパンを摂取させ、モデル動物の血清の生理機能分析を行い、紅麹を添加したパンの生体内における生理機能の有効性を確立することが重要である。

## 2. 研究の目的

(1) 酸化ストレスは ROS 産生と抗酸化システム(抗酸化酵素、抗酸化物質)のバランスが崩れた状態であり、ROS による酸化作用により生体の様々な病態生理現象を引き起こす。そこで、本研究では、紅麹の新規機能性として抗酸化能評価を検討し、新たな機能性を付与することにより食品価値の向上を検討する。

(2) 紅麹の食品への応用の可能性を検討し、さらに、食品に添加した場合の嗜好特性や物

性変化を検討することで用途拡大、その有効性を検討する。

(3) モデル動物を対象に紅麹を添加したパンを摂取させ、飼育期間中は血清を分析して、*in vitro* および *in vivo* の結果から紅麹のパンへの応用の有効性を相互的に検討する。

## 3. 研究の方法

(1) 紅麹添加効果の評価は、モノコリン K 含有の紅麹を用いた。抗酸化能の測定方法は ROS を定量的に測定し、評価した。

### (2) 紅麹の食品への応用

#### 生地物性

紅麹の食品への応用を検討するために、生地の物性を測定した。生地を混捏後、予備発酵後、1次発酵後、2次発酵後の生地を 30 で測定した。

#### 焼成パン

##### ・組織

試料としてのパンは、自動ホームベーカリーを用いて調製した。材料を自動ホームベーカリーに入れ、混捏後に、予備発酵を 45 分間行い、さらに混捏した。その後 1 次発酵を 60 分間行い、ガス抜き後、2 次発酵を 30 分間行い、再びガス抜きを行った後、最終発酵を 50 分間行い、焼成した。焼成後、パンは 2 時間放冷し、組織観察および官能評価の試料に供した。

組織は、焼成したパンの中心部から切り出し、凍結乾燥機 (JFD-300、日本電子社製) を用いて乾燥後に試料の表面を金で蒸着し、走査型電子顕微鏡 (JSM-5310LV、日本電子社製) にて観察した。

##### ・官能評価

官能評価は、焼成したパンの中心部から切り出した試料片を用いて行った。調査項目は、「色」、「きめ」、「味」、「香り」、「食感」、「総合評価」の 6 項目について、順位法と 7 段階評点法 (3 点:非常に良い、2 点:良い、1 点:やや良い、0 点:普通、-1 点:やや悪い、-2 点:悪い、-3 点:非常に悪い) により嗜好性の評価を行った。パネルは 21~22 歳の女子大生 40 名で構成した。

(3) 紅麹を添加したパンの生理機能に関する実験は、使用動物として脳卒中易発症性高血圧自然発症ラット (stroke-prone spontaneously hypertensive rats: SHRSP/1zm) を用いて、試験期間 5 週間における体重変化、血清コレステロール試験を測定した。本研究では、紅麹無添加パンと紅麹を

添加したパンについて検討し、両者のパン群を比較して生体内における紅麹の影響を検討した。

#### 4. 研究成果

(1) 紅麹の抗酸化能評価は、ROS 中でも反応性が高いことで知られるヒドロキシルラジカル (HO $\cdot$ ) に対する消去活性を抗酸化能評価とした。その結果、コントロールと比較して紅麹は、HO $\cdot$  産生系を濃度依存的に抑制し、HO $\cdot$  に対する高い抗酸化能を有することが判明した。

#### (2) 紅麹の食品への応用 生地物性

2%紅麹添加生地では、紅麹無添加生地と比較した結果、予備発酵後(45分)および1次発酵後(90分)の生地では差が認められなかった。しかし、二次発酵後(135分)の生地の抗張力(Resistance)は2%紅麹添加生地は、紅麹無添加生地よりも大きくなった(図1)。面積(Area E)は紅麹無添加生地よりも紅麹を2%添加した生地の方が大きかった。

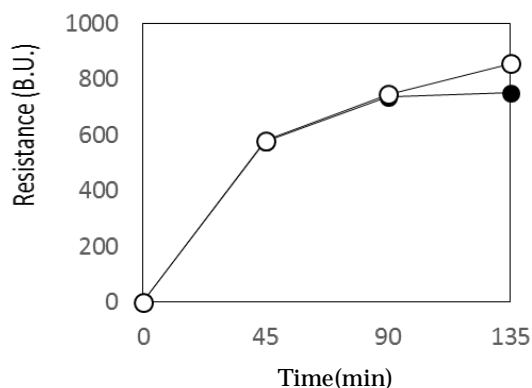


図1. 紅麹添加パンの生地の抗張力  
:紅麹無添加パン(0%)  
:2.0%紅麹添加パン

#### 組織観察

焼成パンの組織を走査型顕微鏡で観察した。パンの膨張の良否は、気泡膜の伸張がうまく進行するように製パン条件を選定し、気泡が相互に合体しないまま膨張した時に質のよいパンになるとの報告がある。そこで、本研究では、パンの組織の比較を行った。その結果、紅麹無添加パンでは、組織は気泡を形成し、気泡面は滑面なグルテン膜が認められた。一方、2%紅麹添加パンでは、大小の気泡が混在し、小孔が認められた。

#### 官能評価

##### ・順位法による官能評価

紅麹の添加濃度は、0、0.05%、0.1%、0.2%、0.4%の5種類のパンについて官能評価を行った。順位法による官能評価の結果を図2および図3に示した。順位法の結果から、「色」(図2)および「総合評価」(図3)の好ましさでは、0.05%および0.1%が有意に高く評価された ( $p < 0.05$ )。

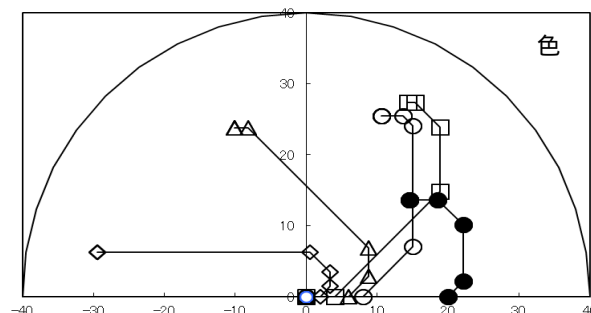


図2. 紅麹添加パンの官能評価

:紅麹無添加パン(0%)  
:0.05%紅麹添加パン  
:0.1%紅麹添加パン  
:0.2%紅麹添加パン  
:0.4%紅麹添加パン

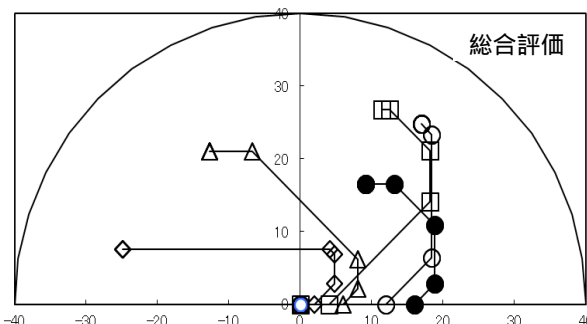


図3. 紅麹添加パンの官能評価

:紅麹無添加パン(0%)  
:0.05%紅麹添加パン  
:0.1%紅麹添加パン  
:0.2%紅麹添加パン  
:0.4%紅麹添加パン

##### ・7段階評点法による官能評価

順位法の官能評価の結果で嗜好性が高かった0.05%および0.1%紅麹添加パンについては、7段階評点法における評価を行った。0.05%および0.1%紅麹添加パンの比較では、「色」、「きめ」、「味」、「香り」、「食感」、「総合評価」の6項目において、両者のパン間には差が認められなかった ( $p < 0.05$ )。

(3)紅麹特有の味質は、焼成パンに紅麹を添加した場合よりも蒸しパンに添加した方が嗜好性の向上が認められた。そこで紅麹摂取による生体内の成分に対する影響については、蒸しパンに紅麹を添加した試料をラットに5週間摂取させて行った。試験期間中の体重変化は、紅麹無添加パン群と紅麹添加パン群との間では、両群ともに5週間で約1.9倍の体重増加が認められた。(図4)さらに、血清の試験を行った結果、紅麹添加パン群では、総コレステロールの低下が確認された。

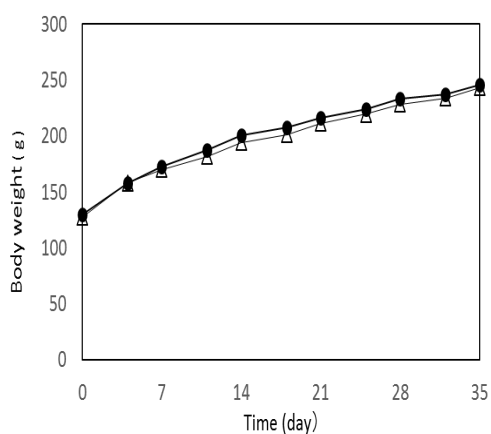


図4. ラットの体重変化 (n=5)  
:紅麹無添加パン  
:紅麹添加パン

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0件)

[学会発表](計 1件)

・高橋 真美、松本 孝: 台湾産紅麹から分離した紅麹菌の色素生産性. 日本調理科学会 平成 23 年度大会. 高崎市、群馬県. 2011.8.30.

6. 研究組織

(1)研究代表者

高橋 真美 (TAKAHASHI Mami)

昭和女子大学・生活科学部・専任講師

研究者番号: 10245912

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

松本 孝 (MATSUMOTO Takashi)

昭和女子大学・生活機構研究科・教授

研究者番号: 30119317