

# 酢酸菌を含む酢もろみに含まれる機能性成分の 探索および作用機序の解明

鹿児島大学大学院農林水産研究科・教授 侯 徳興

## ■ 目 的

鹿児島県の伝統的な壺造り黒酢の製造において、压榨後に廃棄される「酢もろみ」には、酢酸菌など種々の有用微生物とその代謝物が含まれている。我々はこれまで、酢もろみによる腸内細菌叢の改善、免疫機能の調節、脂質・糖質代謝異常の軽減に寄与することを、西洋食給餌モデルマウスで明らかにした。本研究では、酢もろみの機能性成分を探索するため、腸内細菌叢改善成分の候補として食物繊維を、免疫機能調節成分の候補としてリポ多糖を、脂質・糖質代謝調節成分の候補として有機酸を、それぞれ定量した。また、得られたデータを統合し、動物実験で得られた酢もろみの機能性との相関を明らかにした。さらに、培養細胞を用いて酢もろみのリポ多糖による一酸化窒素 (NO) の産生および一酸化窒素合成酵素 (iNOS) の発現も確認し、酢酸菌や黒酢もろみを含む商品の開発につなげることを目的とした。

## ■ 方 法

### 1. 壺酢もろみの機能性成分の定量

鹿児島県の福山酢 2 種 (福山 FS、福山 FK) および関東地方の酢 1 種 (関東 TJ) は製造元よりそれぞれのもろみをご恵与頂いた。3 種類もろみの食物繊維は酵素重量法で、有機酸は HPLC で定量した。もろみのリポ多糖は温水フェノール法で抽出されたのち、リムルスキットおよびトキシノメーターを用いて定量した。

### 2. もろみの成分ともろみ微生物・マウス腸内細菌との相関解析

昨年度の先行研究で得られた 3 種の黒酢もろみの微生物データおよびそれを摂取したマウスの腸内細菌叢データをもとに、黒酢もろみの食物繊維・有機酸およびリポ多糖との相関の解析を行った。

### 3. もろみにおける免疫機能の評価法

温水フェノール法で抽出された 3 種のもろみの免疫賦活作用はマイクロファージ様細胞マウス RAW264.7 を用いて評価した。NO の産生は、Griess 法で測定し、iNOS 酵素の発現を Western Blot で iNOS 抗体により測定した。

## ■ 結果および考察

### 1. 3 種類酢もろみの機能性成分含量

食物繊維の含量は、福山 FS、関東 TJ、福山 FK の順で多い。コハク酸は関東 TJ、福山 FK、福山 FS の順で多い。乳酸は福山 FS、関東 TJ、福山 FK の順で、酢酸は関東 TJ、福山 FK、福山 FS の順で、ピログルタル酸は関東 TJ、福山 FS、福山 FK の順で多い。ギ酸は福山 FK でのみ、プロピオン酸は福山 FS でのみ検出された。リポ多糖は関東 TJ、福山 FK、福山 FS の順で多い、という結果が得られた。特に、3 種のもろみの有機酸総量では、酢酸が圧倒的に多く、次に乳酸が多い順になっている。

### 2. もろみの成分ともろみ微生物との相関

食物繊維においては *Lactobacillus* で正の相関、*Saccharomyces*, *Aspergillus* で負の相関が示された。リポ多糖では *Acetobacter* で正の相関が示された。酢酸では *Acetobacter* で正の相関、*Lactobacillus* で負の相関が示された。乳酸では *Lactobacillus* で正の相関、*Saccharomyces*, *Aspergillus*, *Acetobacter* で負の相関が示された。

### 3. もろみの成分とマウス腸内細菌叢との相関

もろみの成分とマウス腸内細菌叢との相関を解析した結果、脂質糖質代謝に影響を及ぼすとされるいくつかの腸内細菌の中で *Dehalobacterium* 属は食物繊維と乳酸で正の相関が示された。

### 4. 酢もろみの免疫賦活作用

3 種類のもろみから抽出されたりポ多糖は NO 産生および iNOS の発現誘導効果が見られ、免疫賦活作用を有することが示唆された。

## ■ 結 語

黒酢もろみの食物繊維、有機酸およびリポ多糖を定量し、さらに、先行研究で 3 種類酢もろみを摂取したマウスの腸内細菌叢のデータと統合解析した結果、黒酢もろみの食物繊維、有機酸およびリポ多糖は、黒酢もろみの微生物群構成およびそれを摂取したマウス腸内細菌叢に影響を及ぼし、黒酢もろみの主要な機能性成分であることが示唆された。