

## 紫黒米加工食品の品質向上のための新規醸造技術の確立

食品工業部

柘植圭介 鶴田裕美 吉村臣史

小金丸和義

宮島醤油株式会社

水野裕一

飲用に適した紫黒米酢を醸造するため精米歩合を 85%に変更して麴を製麴し、さらにアルコール発酵において、これまでの二段仕込から三段仕込に変更するなどの改変を行った。その結果呈味成分が増加し、特にグルコース含量が著しく向上したことで飲用時に希釈しても十分甘味を感じることができ、より飲みやすい紫黒米酢を醸造することができた。

### 1. はじめに

紫黒米酢は佐賀県が育種した紫黒米「佐賀 40 号」を原料とし、アントシアニンの鮮やかな赤みを帯びた色調と強い抗酸化活性が特徴である。しかし開発当初は旨みの少なさや保存中に色素が退色するなど、品質面においていくつかの課題があった。そこで白麴による焼酎モロミを用いて紫黒米酢の醸造を行った結果、これらの課題が改善し品質が著しく向上した<sup>1)</sup>。

一般に、生理活性機能の特徴とする健康酢は通常 3～5 倍に薄めて飲用されることが多く、酢酸以外の成分がある程度濃厚でなければ希釈時に風味の特徴が表れにくい。また調味料として使用される場合と比較して旨みや甘味などの呈味成分が味覚に与える影響は大きく、特に甘味の含有量は飲用酢において飲みやすさを左右する重要な因子となる。

そこで本研究では呈味成分増強を主な目的として製造工程の一部改変を行った。まず旨みや甘味などの呈味成分生成が麴由来の酵素に大きく影響されることから、原料の紫黒米の精米歩合をこれまでの 90%から 85%に変更して酵素活性の増加を試みた。アルコール発酵は全麴仕込として、最終製品中の残糖量が多くなるようこれまでの二段仕込から三段仕込に変更し醸造を行った。さらに、改変前後の成分分析結果を比較・検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 麴の菌体量と酵素活性

精米歩合 85%及び 90%の 2 種類の紫黒米を用い、(株) ビオック製 K 型菌を種麴として製麴を行った。麴の菌体量は、藤井ら<sup>2)</sup>の方法により麴からタカラバイオ(株)製の細胞壁溶解酵素 Yatalase を用いて N-ア

セチルグルコサミン(GlcNAc)を遊離させ、GlcNAc を Reissig ら<sup>3)</sup>の方法により定量することで測定した。酵素活性は、酸性プロテアーゼについてのみ国税庁所定分析法に従って測定し、 $\alpha$ -アミラーゼ、グルコアミラーゼ及び酸性カルボキシペプチダーゼについてはキッコーマン(株)製醸造分析キットを用いて測定した。

#### 2.2 アルコール発酵及び酢酸発酵

汲水歩合 135%、全麴の三段仕込でアルコール発酵を行った。モロミは上槽せず、水及び種酢でアルコール 6%(v/v)、酸度 1.2 に調整し、36°Cで約 2 週間、静置発酵を行った。発酵終了後、酢モロミをろ過、火入して酸度を 4.3 に調整し以後の分析に用いた。

#### 2.3 酸度の測定

フェノールフタレインを指示薬として、酢 1 ml を 0.1 M 水酸化ナトリウム標準溶液で滴定し、その滴定量から酢酸の重量%に換算した値を酸度とした。

#### 2.4 成分分析

試作酢中の遊離アミノ酸はイソチオシアン酸フェニルによるプレ誘導体化-高速液体クロマトグラフィー(HPLC)<sup>4)</sup>により分析した。また、有機酸はポストカラム pH 緩衝化電気伝導度検出-イオンクロマトグラフィー<sup>5)</sup>により分析した。グルコース含量は和光純薬工業(株)製のグルコース CII テストワコーを用いて測定した。紫黒米アントシアニンの主要成分であるシアニジン 3-グルコシド(Cy 3-glc)は HPLC により分析した。抗酸化活性は DPPH ラジカル消去法<sup>6)</sup>を用い、Trolox 当量として求めた。本分析に用いた高速液体クロマトグラフは平成 18 年度電源立地地域対策交付金の補助によるものである。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 精米歩合と酵素活性

紫黒米の Cy 3-glc はそのほとんどが外皮に含まれているため、この部分を多く残存させることで酢中の Cy 3-glc 含量を高めることができる。しかし製麴において外皮は菌糸の破精込みを妨げ、酵素生成抑制の原因となる。そこで精米歩合 90% と 85% で製麴を行い、菌体量と酵素活性を比較した。その結果、表 1 のごとく菌体量は 85% の方が多く、わずか 5% の違いでも麴菌の生育に影響を及ぼすことが示された。また酵素活性については  $\alpha$ -アミラーゼ以外の酵素活性は精米歩合 85% の方が高く、特にグルコアミラーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼにおいて、ともに精米歩合 90% の約 1.25 倍の活性を示した。前者はグルコース、後者はアミノ酸の生成に寄与することから、精米歩合 85% の麴を用いた場合、酢中の呈味成分増強が示唆された。

#### 3.2 成分分析

表 2 に製造工程改変前後における酢中の酸度及び有機酸含量を、表 3 に遊離アミノ酸及びグルコース含量を示した。アルコール発酵を二段仕込から三段仕込に変更し原料の使用量を約 1.8 倍にしたこと、精米歩合を 85% にし全て紫黒米麴で仕込みを行ったことなどにより、クエン酸及び遊離アミノ酸総量がそれぞれ 2.1 倍及び 1.7 倍に増加した。酸度は変更せず、クエン酸

含量が増したことで酢酸含量が 0.8 倍と低下し、酸味度はさらに軽減された。また飲用酢として最も重要な成分であるグルコースは改変前の 3.5 倍を示し、飲用時に希釈しても十分な甘味が感じられる量まで増加することができた。

表 4 に Cy 3-glc 含量及び抗酸化活性を示す。これらの値もそれぞれ改変前の 1.9 倍及び 1.6 倍を示し、機能面においても十分な改変の効果を得ることができた。

#### 4. おわりに

紫黒米の精米歩合を 90% から 85% に変更して製麴したところ、菌体量が増加し、同時に各種酵素活性も向上した。この麴を用いて全麴の三段仕込でアルコール発酵を行い、紫黒米酢を醸造した結果、クエン酸、遊離アミノ酸が増加し特にグルコース含量が 3.5 倍にも増加したことでより飲用に適した食酢となった。またアントシアニン含量及び抗酸化活性も増加しており、機能面においても製造工程改変の十分な効果が得られた。

#### 参考文献

- 1) 水野裕一, 柘植圭介, 鶴田裕美, 吉村臣史, 小金丸和義: 紫黒米酢の品質向上技術の開発. 平成 20 年度 佐賀県工業技術センター研究報告書, 21-22 (2009).

表 1 麴の菌体量と酵素活性

	菌体量 (mg/g koji)	酵素活性 (U/g koji)			
		$\alpha$ -アミラーゼ	グルコ アミラーゼ	酸性 プロテアーゼ	酸性カルボキシ ペプチダーゼ
90%精米	8.04	76.8	1966	19354	10014
85%精米	9.24	71.2	2440	20466	12532

表 2 紫黒米酢の酸度と有機酸含量

	酸度	有機酸 (mg/100ml)			
		クエン酸	乳酸	酢酸	その他
改変前	4.3	571	31	4048	243
改変後	4.3	1222	不検出	3200	191

表 3 紫黒米酢の遊離アミノ酸及びグルコース含量

	総遊離アミノ酸 (mg/100ml)	グルコース (%)
改変前	739	4.9
改変後	1224	17.3

表 4 紫黒米酢の Cy 3-glc 含量及び抗酸化活性

	Cy 3-glc ( $\mu$ g/ml)	抗酸化活性 ( $\mu$ M trolox eq.)
改変前	75.1	5203
改変後	146.0	8333

- 2) 藤井史子, 尾関健二, 神田晃敬, 浜地正昭, 布川弥太郎: 市販酵素剤を利用した麹菌体量簡易測定法. 醸協, **87**(10), 757-759 (1992).
- 3) J.L.Reissig, J.L.Srominger, L.F.Leloir: A modified colorimetric method for the estimation of N-acetylamino sugars. *J.Biol. Chem.*, **217**, 959-966 (1955).
- 4) Bidlingmeyer, B.A., Cohen, S.A., Tarrin, T.L.: Rapid analysis of amino acid using pre-column derivetization. *J. Chromatogr.*, **336** (1), 93-104 (1984).
- 5) <http://www.an.shimadzu.co.jp/hplc/support/lib/lectalk/54/54intro.htm>
- 6) 須田郁夫: 食品機能研究法. 篠原和毅, 鈴木健夫, 上野川修一編, 光琳, 218-223 (2000).