

《農芸化学技術賞》

食酢の健康機能とおいしさの解明に基づく
新飲用黒酢の開発

① (株)ミツカン マーケティング本部 次長 大 島 芳 文①
 ② 鈴峯女子短期大学 (元 (株)ミツカングループ本社) 教授 多 山 賢 二②

③ (株)ミツカン マーケティング本部 課長 赤 野 裕 文③
 ④ (株)ミツカングループ本社 中央研究所 主任 岸 幹 也④

食酢は基本五味の一つである酸味を演出する代表的な基礎調味料であり、食に清涼感やメリハリを与える機能をもっている。その他、食材の下ごしらえなどおいしさを引き出す機能や日持ちを高める機能もあり、主に調理に利用される。一方、古代ギリシャ時代にはヒポクラテスによって医療に利用された記録や、食酢を医療・保健的な目的で利用した言伝も多く残っている。昨今健康に対する意識が高まる中で、食酢の健康機能に対する関心が一段と強くなってきている。飽食や偏食、慢性的運動不足、生活時間の拡大によるリズム障害などにより生活習慣病患者が増え、日本の社会的な問題となりつつあるなか、食育を考える機運も高まっている。筆者らは、伝統的に利用されてきた食酢の機能のうち、健康増進に役立つ機能を見直し、科学的な検証に取り組んだ。また、多くの方に手軽に継続して食酢を利用していただく方法として飲用に焦点を当てた。食酢の中でも特に健康イメージの高い黒酢に着目し、消費者への飲用嗜好性の評価結果より、従来の黒酢が有する刺激的な酸味と独特の香りを改良した新飲用黒酢の開発に取り組んだ。

1. 食酢の健康機能の科学的解明

食酢の種類によって含有される成分もさまざまであるが、一般的な食酢の主要成分は酢酸である。筆者らは、食酢の健康機能は酢酸によってもたらされているという仮説を立て、(a)カルシウム吸収、(b)グリコーゲンの再補充促進(疲労回復)、(c)血圧調整、(d)血中総コレステロール値の調整につき、酢酸または食酢が及ぼす影響を研究した。なお、(c)、(d)の機能ではヒト試験によって食酢の有効性および安全性を確認した。

(a) カルシウム吸収

骨粗鬆症モデルラット(卵巣摘出ラット)を3群に分けて、それぞれに、食酢を添加しない飼料(カルシウムを含む)、食酢を0.4%添加した飼料、食酢を1.6%添加した飼料を与えて、32日間飼育した。途中でカルシウムの吸収量を測定する出納実験を行い、また、大腿骨中のカルシウム含量も測定した。その結果、食酢の添加量が多いほど、カルシウム吸収率(図1A)、骨中のカルシウム含有量が高いことが確認され、食酢が骨粗鬆症の予防・改善に有効であることが示唆された。

(b) グリコーゲンの再補充

ラットに運動もしくは絶食をさせ、肝臓や筋肉に蓄積されたグリコーゲンを消費させた状態にしておき、その後、糖、糖+酢酸を液体、または、餌の状態を与え、グリコーゲン量の回復を調べた。その結果、糖単独で摂取した場合に比べ、糖+酢酸で摂取したほうが消費されたグリコーゲンの回復率が高く、グリコーゲンの再補充促進作用があることが明らかとなり(図1

B)、疲労回復につながると考えられた。また、その作用機序も食酢の主成分である酢酸によって、解糖系が抑制され、かつ、糖新生が亢進することによるものと推測された。

(c) 血圧調整

高血圧自然発症ラット(SHR)を3群に分け、水、酢酸濃度4.62%の酢酸水溶液、酢酸濃度4.62%の食酢のいずれかを6%添加した飼料で8週間飼育した。その結果、食酢および酢酸を与えた群では、水を与えた群に比べて有意に血圧が低かったが($p < 0.05$)、酢酸水溶液群と米酢群の間では有意差はなかった。このことから、食酢には血圧上昇抑制効果があり、その有効成分は酢酸であることが明らかとなった。作用機序は、酢酸が体内で代謝される際に生成するアデノシンを介した血管拡張作用によると考察された。さらに、ヒトにおける有効性および安全性を確認するため、軽症・中等症の高血圧者51名(男性31名、女性20名)を対象に、3群比較二重盲検試験を行った。3群はそれぞれ、およそ食酢15 mLに相当する酢酸750 mgを含む飲料(100 mL/本)、酢酸1500 mgを含む飲料(100 mL/本)、プラセボ飲料を1日1本、8週間にわたり摂取した。その結果、750 mg酢酸摂取群では、収縮期血圧変化量において、摂取6週目からプラセボ群との間に有意差を認めた。1500 mg酢酸摂取群では、収縮期および拡張期の血圧変化量において、摂取4週目より、プラセボ群と有意差を認めた(図1C)。さらに、正常高値血圧者および軽症高血圧者98名(男性48名、女性50名)に対しても、3群比較二重盲検試験を行った。3群はそれぞれ、酢酸750 mgを含むリンゴ酢飲料(100 mL/本)、酢酸750 mgを含む黒酢飲料(100 mL/本)、プラセボ飲料を1日1本、10週間にわたり摂取した。その結果、リンゴ酢および黒酢摂取群の収縮期血圧は、対照群と比して2週目および、6~10週目まで継続して有意な低値を示した。飲用後のリバウンド現象、または安全上問題になる事象の発生はなく安全性が確認された。これにより、ヒトにおいても食酢は高めの血圧を下げる作用があることが明らかとなった。

(d) 血中総コレステロール値の調整

ラットにコレステロール添加食を与えて血中総コレステロール値を上昇させる系で、酢酸が血中総コレステロール値に与える影響を検討した。水を与えたコントロール群に対し、酢酸(0.3%/飼料)を与えた群では有意に血中総コレステロール値の上昇が抑制された。体内のコレステロールは、食品から摂取する分が3割程度で、残りは体内(肝臓や小腸)で合成されるといわれている。酢酸が血中総コレステロール値を調整する作用機序を調べた結果、肝臓において脂質合成系の酵素活性や遺伝

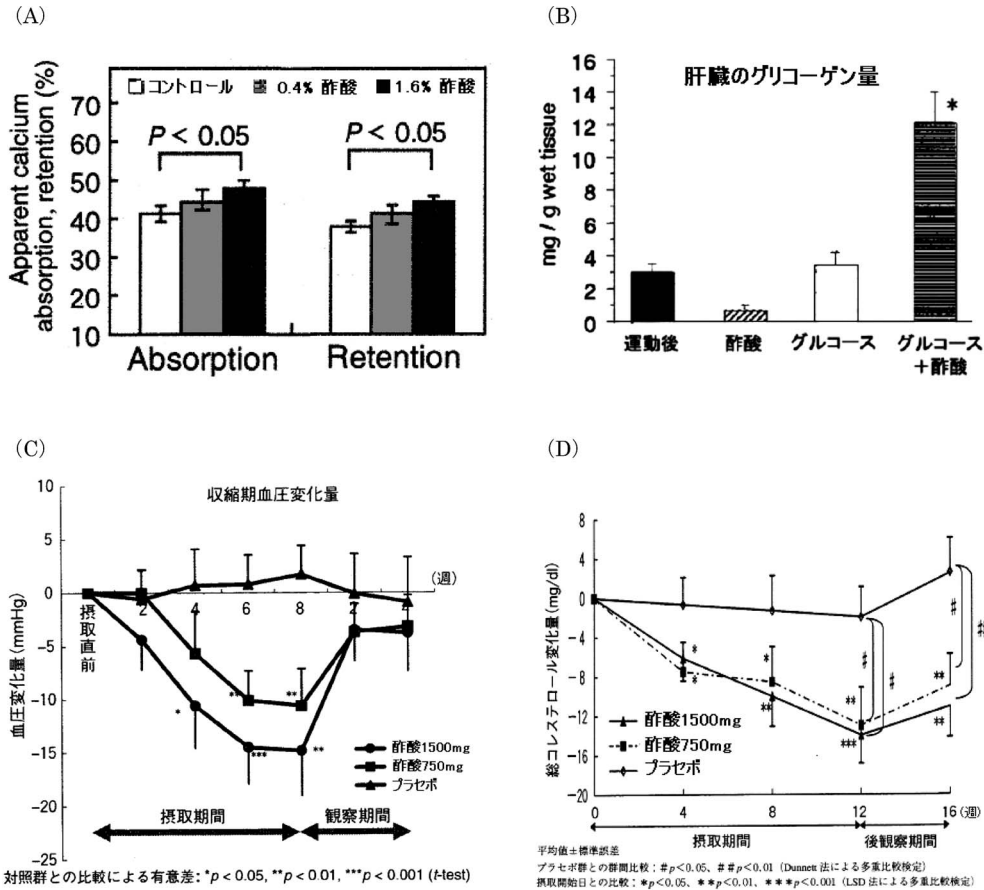


図 1 食酢の健康機能の科学的説明

- (A) カルシウム吸収促進効果 [Biosci. Biotechnol. Biochem., 63, 905-910 (1999)]
- (B) グリコーゲン再補充促進効果 [Scand. J. Med. Sci. Sports, 11, 33-7 (2001)]
- (C) 血圧低下効果 [健康・栄養食品研究, 4, 47-60 (2001)]
- (D) 血中総コレステロール値低下効果 [健康・栄養食品研究, 8, 13-26 (2005)]

子発現が抑制されていたことから、体内でのコレステロール合成抑制によることが示唆された。

臨床試験により、ヒトでの有効性も検証した。血中コレステロール値が 180~260 mg/dL の 95 名 (男性 63 名, 女性 32 名) を対象に, 3 群比較二重盲検試験を行った。3 群はそれぞれ, 1 日当たり 0 mg (プラセボ群), 750 mg, 1500 mg の酢酸を 12 週間にわたり摂取した。その結果, 血中コレステロール値の変化量において, 酢酸を摂取させた 2 群で継続的に低下し, 摂取 12 週目にはプラセボ群と比較して有意な低値を示した (図 1D)。飲用後のリバウンド現象, または安全上問題になる事象の発生はなく安全性が確認された。これにより, ヒトにおいても食酢は高めのコレステロール値を下げる作用があることが明らかとなった。

2. 新飲用黒酢『純玄米黒酢』の開発

嗜好性が高く飲みやすい黒酢は, 消費者調査から (a) 酸味の緩和, (b) クセのある香りの低減の 2 点を目標品質とし開発することとした。筆者らはこの二つの要素に関与する成分を特定するため, 多くの黒酢サンプルに対して, 官能評価データとその網羅的な成分値データを取得した。そして, これらを統計的に解析し, 目標品質に合致する各成分含量の仮説を立てた。さらに, 各成分含量が低い食酢にその成分を添加した試作品をつくり, 品質を評価した。その結果, (a) 酸味の緩和には, 原料である玄米由来の甘味や旨味成分を高めること。ならびに, 発酵



図 2 純玄米黒酢

工程で生成される食酢の主成分である酢酸量とその他の有機酸量のバランスが重要であること。(b) クセのある香りの低減には, ジアセチル (2,3-butanedione) がクセのある香りの主成分であり, その含量を 5 ppm 程度に抑える必要があることが明らかとなった。

(a) 酸味の緩和

一般的に穀物を原料とする食酢の製造は, 穀物原料の糖化・

酒精発酵、酢酸発酵、熟成という工程から成り立っている。関与する主な微生物は麹菌、酵母、酢酸菌である。筆者らは、酢酸を主成分としつつも酸味の緩和された目標品質を実現するため、食酢製造に関与する微生物について検討を行った。①麹菌は玄米中のデンプン、タンパク質を分解する能力を有し、クエン酸生成能力の高い麹菌を選択した。また、製麹条件を工夫することで、クエン酸生成量を高めることに成功した。②酵母は低 pH でも良好な発酵能を有し、かつ、香味的にも優れた酵母を選択し、最適な酒精発酵条件を確立した。③酢酸菌は甘味や旨味成分を高めた結果、酢酸発酵液中のエキス分が高まり、従来の方法では酢酸発酵が良好に進まなかった。そこで、高エキス酢酸発酵液中でも良好な発酵能を有し、かつ、香味的にも優れた酢酸菌を選択し、最適な酢酸発酵条件の確立を行った。

(b) クセのある香りの低減

クセのある香りの主成分であるジアセチルは、食酢製造工程中に存在する乳酸菌が生成する乳酸から酢酸菌により変換されてできる。そこで、筆者らは食酢製造工程中に存在する乳酸菌の性質を解明することにより、乳酸菌の制御技術を確立した。その結果、従来の黒酢では 60~400 ppm 程度含まれていたジアセチルの含有量を、5 ppm 程度に抑えることが可能となっ

た。

以上の検討により、嗜好性が高く飲みやすい新飲用黒酢“純玄米黒酢”（図 2）の商品化に成功した。

3. ま と め

筆者らは、情緒的に思われてきた食酢の健康機能を科学的に検証してきた。なかでも血圧への取り組みの成果は、“マインズ〈毎飲酢〉”（黒酢、リンゴ酢の 2 アイテム）が厚生労働省から「血圧が高めの方」を対象とした特定保健用食品として表示許可を得ることにつながった。また、嗜好性が高く飲みやすい“純玄米黒酢”の発売と前後する時期から飲用酢の市場は伸長し続けており、食酢を飲むことは一般化してきたと言える。今後も飲用および調理場でさまざまな消費者の期待に応える品質の食酢を提供できるよう研究開発を進めていくが、毎日大さじ 1 杯 (15 mL) を目安に摂取いただくことで、健康増進に少しでもお役に立てれば幸いである。

最後に、本研究開発の成果は諸先生方のご指導・ご支援の下、多数の共同研究者の御協力によって達成されたものです。皆様に深謝申し上げます。