

<別刷>

羅漢果の甘味料への活用

村田 雄司*1

※1 サラヤ株式会社 生産本部生産技術部 取締役部長 応用生命科学博士

株式会社 情報機構** 刊

『機能性植物が秘めるビジネスチャンス

～各社事例から学ぶ成分向上手法／事業活用例～』

(2016年3月25日発刊)

第7章 第4節 収録

**株式会社情報機構 東京都品川区大崎3-6-4 トキワビル3階 Tel 03-5740-8755

※本書の無断転用を禁止します。

第4節 羅漢果の甘味料への活用

1. 研究背景

我が国は、世界有数の長寿国となっている一方で、高齢化に伴う生活習慣病、なかでも糖尿病および糖尿病が引き金となる心疾患や血管疾患などの発症率は年々増加している。糖尿病の食事管理としては、急激な血糖上昇を引き起こしにくい糖質の摂取が重要であり、その一環として血糖値やインスリン分泌に影響を与えない甘味料の利用も有効である。近年では消費者の健康志向の高まりにより「糖類ゼロ」や「カロリーゼロ」などを標榜する食品が数多く上市されているが、そのほとんどは化学合成された人工甘味料が幅広く使用されている。しかし、人工甘味料は、常に安全性について議論が付きまとう状況にある。一方、植物由来の甘味料としては、ステビア抽出物、甘草抽出物、ソーマチンなどが知られており、安全性に関する評価は高いが、ショ糖の甘味質と比較して不十分な場合が多い。ところが、羅漢果に含まれる甘味成分を高純度に精製したものは、ショ糖の甘味質に酷似し、また羅漢果は中国において「甘い漢方」として数百年もの食経験を有する。このことから、長い歴史を有する羅漢果は安全性が高く、味質良好な植物由来の甘味料として、世界中で注目されている。現在は、主として卓上甘味料、キャンディーおよび調味料などへ一部利用されているが、さらに幅広い食品への活用が期待される。

2. 羅漢果の歴史および栽培

羅漢果(Lou Han Guo、学名; *Siraitia grosvenorii* C.Jeffrey ex A.M.Lu et Zhi Y.Zhang (*Momordica grosvenori* Swingle))はウリ科に属する多年生草本で、宿根蔓性の植物である。羅漢果は中国では、保護植物に指定されており、生の果実の国外への持ち出しは固く禁じているため「不老長寿の秘薬」や「門外不出の神薬」とまで言われ、古来から珍重されてきた植物として知られている¹⁻³⁾。

もともと、羅漢果という名称は、ヤオ族の医師の名前「羅漢」に由来し、この果実があらゆる病気の予防と治療に高い効果を示したことから「長寿の神果」と呼ばれ、栽培を指導して広めたと伝えられている。主な羅漢果の薬効として中薬大辞典⁴⁾には「肺を清め、腸を潤す効果がある。百日咳、痰火咳嗽、血燥便秘を治す」、「止咳し、清熱する。血を涼め、腸を潤す。咳嗽、血燥胃熱便秘などを治す」とあることから、羅漢果には、咳止め、気管支炎、咽頭炎、急性胃炎、便秘などに効果がある機能性植物といわれている。

羅漢果の主な栽培地は、中国南部の広西チワン族自治区の永福、臨桂、全県、蒙山、全州、融安などである。このあたりは山岳地帯で、羅漢果栽培の最適な気候条件、すなわち、亜熱帯気候特有の多い降雨量、高い相対湿度、日照時間、昼夜の高い温度差、さらには腐植質の土質などを満足するので良質な羅漢果が実る。現在の羅漢果栽培の大半は、滅菌培地上に羅漢果の組織片を培養させる、いわゆる組織培養法が採用されている。羅漢果の開花期は6～8月、雌雄異株で淡黄色の花をつける。羅漢果の授粉はもっぱらヒトによる人工授粉が基本であり、羅漢果栽培事業において人工授粉が最も手間がかかる仕事のひとつである。

羅漢果の結実期は8～10月、収穫期は9～11月であり、円形あるいは楕円形で、直径4～7 cm位の大きさの実をつける。

3. 羅漢果の甘味成分と甘味特性

羅漢果の最大の特長はその甘味成分にあり、ショ糖の約300～400倍もの甘味強度を有し、その化学構造はトリテルペン系配糖体(モグロシド類)であることが明らかにされている⁵⁻⁷⁾。すなわち、羅漢果に含まれる主甘味成分は、ペンタグルコース体である mogroside V(含有率はトリテルペン配糖体の約80%を占める)であり、さらに mogroside Vの類縁化合物として、11-oxo-mogroside V(ペンタグルコース体)、mogroside IV(テトラグルコース体)、siamenoside I(テトラグルコース体)および mogroside III(トリグルコース体)などが知られている。

羅漢果の各種トリテルペン配糖体の甘味強度を Pauliの全系列法を用いて、ショ糖に対する甘味倍率を求めると、主甘味成分である mogroside V(ペンタグルコース体)の甘味強度はショ糖の約380倍である。また副成分については、siamenoside I(テトラグルコース体)が約470倍で最も強く、以下 mogroside IV(テトラグルコース体)(約300倍)、11-oxo-mogroside V(ペンタグルコース体)(約70倍)の順で、mogroside III(トリグルコース体)も甘味を呈する。

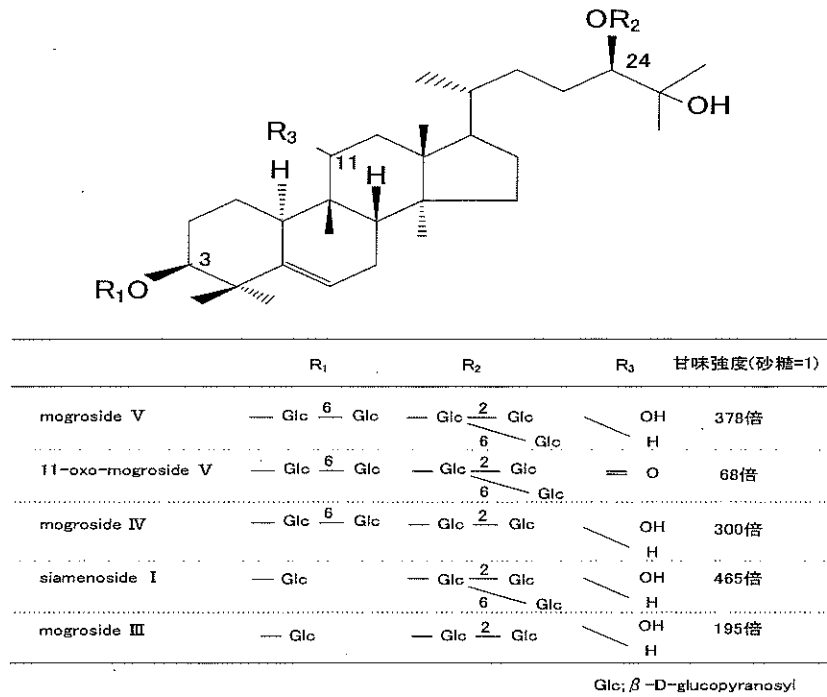


図1 羅漢果トリテルペン配糖体の主な構造および甘味強度

また、これらの羅漢果トリテルペン配糖体の甘味特性を構成する8要素(①苦み、②後引き、③しつこさ、④くせ、⑤渋味、⑥刺激、⑦すっきり感、⑧まろやかさ)についてレーダーチャート上に示した(図2、図3)。8要素のプロットは、いずれも外側に位置するほど(ポイント数が高い)甘味質が劣り、内側に位置するほど(ポイント数が低い)甘味質が良好であることを意味する。羅漢果果実に含まれる甘味成分は、主成分である mogroside V だけでなく他の3種(11-oxo-mogroside V, mogroside IV, siamenoside I)も含めて、味覚の8要素、すなわち「①苦み、②後引き、③しつこさ、④くせ、⑤渋味、⑥刺激、⑦すっきり感、⑧まろやかさ」に対して評価ポイント数が3.00～3.94ポイントの範囲内であり、対照であるショ糖の評価点数(3.00ポイント)に近く、他の高甘味度甘味料と対比して良質の甘味特性を示すことがわかる^{8,9)}(図2、図3)。

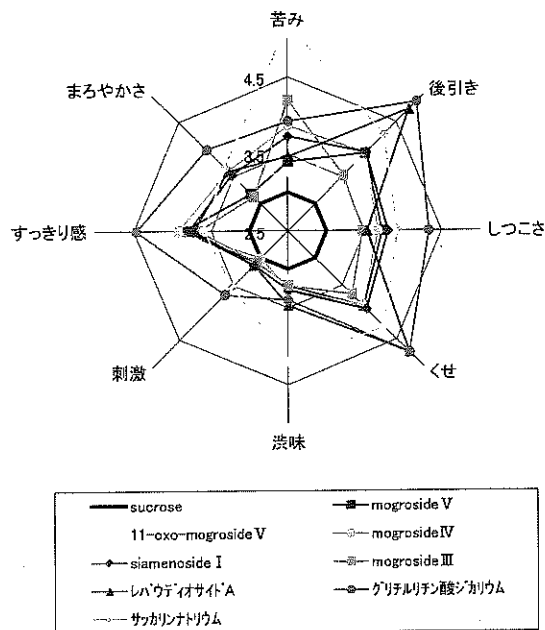


図 2. 羅漢果配糖体の甘味特性(レーダーチャート)

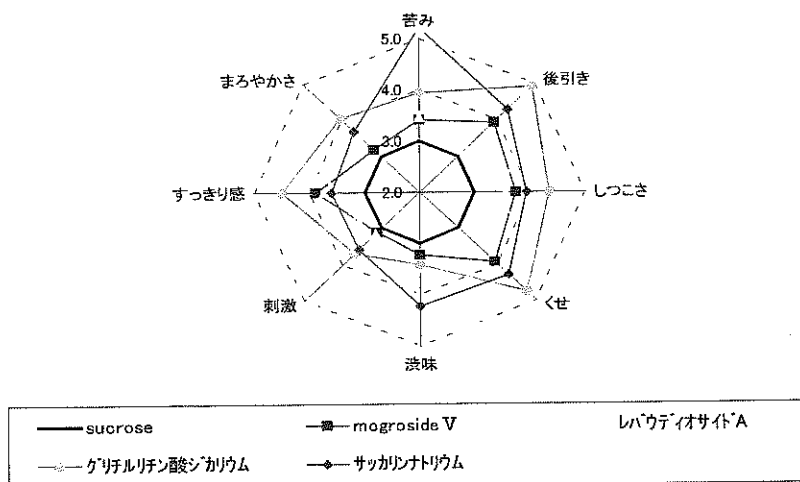


図 3 高甘味度甘味料の甘味特性比較(レーダーチャート)

このように、羅漢果トリテルペン配糖体(mogroside V, 11-oxo-mogroside V, mogroside IV, siamenoside I, mogroside III)は、味覚の 8 要素のいずれについてもショ糖の甘味質に近く、ステビア抽出物や甘草抽出物などの植物系甘味料よりも総合的に良質な甘味特性を有する。したがって、長い歴史と食経験を有する羅漢果は、民間薬としての利用以外に、強い甘味強度を呈することから、植物由来の安全な甘味料としてあらゆる食品への活用が可能である。

4. 羅漢果抽出物の製造と規格基準

以前、羅漢果抽出物の規格基準(既存添加物自主規格)として「羅漢果粗製物」および「羅漢果精製物」が設定されていたが、第8版日本食品添加物公定書に掲載された段階より、食品添加物としての羅漢果抽出物の規格基準は mogroside V 含有量が20%以上と設定された。

この羅漢果抽出物の主な製造工程としては、収穫された新鮮な羅漢果をクラッシュして熱水抽出し、必要に応じてタンパク質や食物繊維などを除去した後、順にカラム精製工程、濃縮工程、粉末化工程などの各工程により羅漢果抽出物が得られる。また、羅漢果抽出物のグレードによっては、これに脱色工程や味質調整工程などが必要に応じて工程追加される。各工程の詳細な条件設定は、得られる羅漢果抽出物の組成、純度、甘味強度、甘味特性、色相などに著しく影響されるので、これら条件設定が重要な因子となる。

5. 羅漢果の薬理作用と代謝

羅漢果抽出物は良好な甘味特性を示すだけでなく、各種薬理作用についても特筆すべき論文が報告されている。

代表的なものとしては、抗酸化作用¹⁰⁻¹¹⁾、抗発がん作用¹²⁻¹⁴⁾、抗アレルギー作用¹⁵⁾、マルターゼ阻害による食後血糖上昇抑制作用および抗糖尿病作用¹⁶⁻¹⁷⁾などの興味深い生理作用が知られている。

羅漢果抽出物が示す薬理作用は、主甘味成分である mogroside V の消化産物が各種生理作用に寄与する可能性が考えられる。このような観点で羅漢果の体内代謝を調べることは重要であるが、羅漢果の代謝研究に関する報告は数少ない。

羅漢果の機能性(生理作用)に対する作用機序の解明の基礎的な知見として、羅漢果トリテルペン配糖体(mogroside V)の消化・吸収さらに生体内での動態についての報告がある¹⁸⁾。

ラットに mogroside V を経口投与し、一定時間後の小腸内容物の分解物について分析した結果、大半(60~70%)は未分解のまま mogroside V として見いだされるが、テトラグルコース体(mogroside IV, siamenside I)、トリグルコース体(mogroside III)、さらにはジグルコース体(mogroside IIa)も検出されている。しかし、モノグルコース体やアグリコンは検出されていない。

一方、糞便について分析した結果、排泄された mogroside 類の62%はアグリコンである mogrol として、それ以外に mogroside IIb(mogroside IIa とはグルコース結合位置の異なる異性体)が33%を占めている。

したがって、摂取した羅漢果の甘味成分は、腸内細菌で糖鎖分解を受け、大半は糞便として排泄されるが、ごく一部が消化管内で分解され、これらの分解物が薬理作用に寄与しているものと

推察されている。

5. 今後の展望

羅漢果に含まれるトリテルペン配糖体の甘味特性については、ショ糖に近い甘味特性を有し、羅漢果成分の薬理作用として、生活習慣病の予防と治療にも役立つ可能性が期待される。加えて、羅漢果は食経験も長く、食品添加物公定書にも掲載され、その安全性は十分に確保されている。

羅漢果甘味料は、化学的に合成された人工甘味料と対比した場合、年間を通じた栽培を伴う関係で、栽培時の病気や気候環境による毎年の収穫量や品質安定性にリスクがあり、他の高甘味度甘味料より高価格であり欠点とされる部分もある。

それでも、羅漢果抽出物の食歴による安全性、甘味特性、薬理作用などの観点だけでなく、加熱によって分解される懸念もないことから、羅漢果抽出物は、ショ糖代替甘味料(顆粒、液体品)、ゼロカロリー飴、各種調味料、低カロリージャム類などに利用されている。

これらの状況から、羅漢果栽培に関する今後の研究課題としては、羅漢果に含まれる甘味成分の高含有量品種の改良、病気に抵抗力のある羅漢果の育種改良、人工授粉の対策などの技術確立、羅漢果の二毛作栽培技術の確立などにあるといえる。これらの研究は現在進められているが、栽培技術のさらなる進展により、羅漢果甘味料をより低価格で提供できるようになれば、あらゆる食品へ利用し易くなる。

現在、羅漢果甘味料は、国内需要はもちろん、近年では世界中の各食品メーカーから脚光を浴びている植物由来甘味料といえる。羅漢果が生活習慣の予防に役立つ「神果」となることを期待してやまない。

参考文献

- 1) 関谷次郎. ラカンカ. FFI Journal. 162, 24-28, 1994.
- 2) 風間成孔. 羅漢果の機能特性と加工・利用開発. 月刊フードケミカル. 1999-1, 62-71.
- 3) 風間成孔. 羅漢果のふるさとを再度訪ねて. 月刊フードケミカル. 2003-1, 41-44.
- 4) 上海科学技術出版社・小学館編. 中薬大辞典第4巻. 小学館. p.2638, 1985.
- 5) 竹本常松, 在原重信, 中島正, 奥平恵. 羅漢果の成分研究(第1報)甘味成分の検索. 薬誌. 103, 1151-1154, 1983.
- 6) 竹本常松, 在原重信, 中島正, 奥平恵. 羅漢果の成分研究(第2報)Sapogeninの化学構造. 薬誌. 103, 1155-1166, 1983.

- 7) 竹本常松, 在原重信, 中島正, 奥平恵. 羅漢果の成分研究(第3報) Mogroside 類の化学構造. 薬誌. 103, 1167-1173, 1983.
- 8) 村田雄司, 吉川慎一, 鈴木靖志, 杉浦正毅, 乾博, 中野長久. 羅漢果配糖体の甘味特性およびその改善. 日本食品科学工学会誌. 53(10), 527-533, 2006.
- 9) 村田雄司, 鈴木靖志. 砂糖代替甘味料: 羅漢果(ラカント). Functional Food. 2(1), 32-38, 2008.
- 10) 武生英一郎, 吉田博, 新宮哲司, 片野高広, 桑島利江子, 豊田康嗣, 勝本征行, 大田和子, 松浦秀夫, 神田博史, 村田雄司, 吉川慎一, 大鈴木孝. 羅漢果抽出エキスを用いた甘味代替薬の抗酸化作用. Prog. Med. 20, 2253-2257, 2000.
- 11) Takeo, E., Yoshida, H., Tada, N., Shingu, T., Matsuura, H., Murata, Y., Yoshikawa, S., Ishikawa, T., Nakamura, H., Ohsuzu, F. and Kohda, H. Sweet elements of *Siraitia grosvenori* inhibit oxidative modification of low-density lipoprotein. J. Atheroscler. Thromb. 9, 114-120, 2002.
- 12) Takasaki, M., Konoshima, T., Murata, Y., Sugiura, M., Nishino, H., Tokuda, H., Matsumoto, K., Kasai, R. and Yamasaki, K. Anticarcinogenic activity of natural sweeteners, cucurbitane glycosides, from *Momordica grosvenori*. Cancer Letters. 198, 37-42, 2003.
- 13) Yasuno, H., Nishimura, J., Dewa, Y., Muguruma, M., Takabatake, M., Murata, Y., Shibutani, M., Mitsumori, K. Modifying effect of *Siraitia grosvenori* extract on piperonyl butoxide-promoted hepatocarcinogenesis in rats. The Journal of Toxicological Sciences (J. Toxicol. Sci). 33(2), 197-207, 2008.
- 14) Matsumoto, S., Jin, M., Dewa, Y., Nishimura, J., Moto, M., Murata, Y., Shibutani, M., Mitsumori, K. Suppressive effect of *Siraitia grosvenorii* extract on dicyclanil-promoted hepatocellular proliferative lesions in male mice. The Journal of Toxicological Sciences (J. Toxicol. Sci). 34(1), 109-118, 2009.
- 15) Hossen, M. A., Shinmei, Y., Jiang, S., Takubo, M., Tsumuro, T., Murata, Y., Sugiura, M. and Kamei, C. Effect of lo han kuo (*Siraitia grosvenori* Swingle) on nasal rubbing and scratching behavior in ICR mice. Biol. Pharm. Bull. 28, 238-241. 2005.
- 16) Suzuki, Y., Murata, Y., Inui, H., Sugiura, M. and Nakano, Y. Triterpene glycosides of *Siraitia grosvenori* inhibit rat intestinal maltase and suppress the rise in blood glucose level after single oral administration of maltose in rats. J. Agric. Food Chem. 53, 2941-2946, 2005.
- 17) Suzuki, Y., Tomoda, M., Murata, Y., Inui, H., Sugiura, M., Nakano, Y. Antidiabetic effect of long-term supplementation with *Siraitia grosvenori* on the spontaneously diabetic Goto-Kakizaki rat. Bri. J Nutr., 97, 770-775, 2007.
- 18) Murata Y, Ogawa T, Suzuki Y, Yoshikawa S, Inui H, Sugiura M, Nakano Y. Digestion and absorption of *Siraitia grosvenori* triterpenoids in the rat. Biosci Biotechnol Biochem., 74(3), 673-676, 2010.