

酵母によるトマト化学成分の変換

山崎栄次*, 久保智子*, 山岡千鶴*, 栗田 修*

Change of Chemical Composition of Tomato Puree by Yeast

Eiji YAMAZAKI, Tomoko KUBO, Chizuru YAMAOKA and Osamu KURITA

Tomato puree was fermented by three kinds of the sake yeast (MK-1, MK-3 and MK-5) developed by Mie prefecture and the changes of chemical composition (glucose, fructose, ethanol, citric acid and lactic acid) of the puree were studied. As a result, glucose and fructose were main mono saccharides in the puree and almost all of them were transformed to ethanol by these yeasts within four days. The fermentation efficiencies from two mono saccharides to ethanol were estimated 70 to 80 % by the three yeasts. The fermented purees with MK-1, MK-3 and MK-5 accumulated relatively high concentrations of lactic acid for the concentrations of 0.5, 0.7 and 0.4 % (w/v), respectively. These indicated that indigenous lactic acid bacteria on the tomato fruits grew and produced the acid.

Key words: Tomato, Fermentation, Sake Yeast, Chemical Composition

1. はじめに

トマトは南米原産のナス科の植物であり、その果実はヨーロッパや南米の国々の食事に欠かせない材料の一つとなっている。日本でも露地あるいはハウスで通年栽培されており、年間約 74 万トン生産されている¹⁾。三重県においては、ハウスによる栽培が主たる生産方式であり、北勢で産地が形成されている。一方、中勢において大規模ハウスによる高糖度トマト果実の生産も始まっている。農林水産省の野菜生産統計によるとトマトの生産量は 1985 年頃から減少傾向が続いているが、家庭における年間購入量は増加している数少ない野菜として注目されている。

トマト果実は生鮮として流通されているだけでなく、加工において重要な果実の一つである。主に、果実を搾ってトマトジュースやケチャップなどのソースの原料として大量に使用されている。トマト果実の赤色色素であるリコピンは熱に安定²⁾で、加工による加熱やその後の長期保存でも比較的安定

であることと、豊富に含まれるうま味成分であるグルタミン酸が加工食品に適しているからであると考えられている³⁾。

前述の通りトマト果実は加工食品材料として重要であるが、発酵食品の対象とはほとんど見なされていない。これは、pH が低いことも要因と考えられるが、ブドウのように高糖度でないためアルコール生産が期待できず、ワイン原料として魅力が低かった。しかしながら、近年では品種改良や栽培技術が進化し、Brix 度が 10 度近い高糖度トマト果実の生産が可能となり、発酵原料として利用できる可能性が高まっている。そこで、トマト果実を原料とした発酵食品を開発するため、予備的な研究として高糖度トマトを原料とし、酵母を作用させてトマトの化学成分の変化を調べた。なお、果実を発酵させるための酵母は、ワイン酵母が通常使用される。本研究では、三重県で開発された清酒酵母を使用することにより独自性の確保を求めた。

2. 実験方法

* 食と医薬品研究課

トマト果実は浅井農園(津市)から購入した(商品名「完熟チェリートマト」)。トマト果実 30 個の平均重量は 13.8 g であった。トマト果実はへたを取り、家庭用のジューサーで粉碎し、裏ごしなど処理をせず酵母による発酵用原料とした(以下トマトピューレと略す)。トマトピューレの pH は 4.2 で、化学成分は表 1 の通りであった。

表 1 トマトピューレの化学成分 (% , w/v)

グルコース	2.8
フラクトース	2.5
クエン酸	0.6
乳酸	検出できず

発酵には清酒酵母(三重県酵母 MK-1, MK-3, MK-5)を使用した。清酒醸造における MK-1 は酸の生成能が低く香り成分(酢酸イソアミル)の生成能が高い。同様に MK-3 は香り成分(カプロン酸エチル)の生成能が高い。同様に MK-5 はコハク酸の生成能が高く濃醇な清酒の醸造に適している。発酵スターターはトマトピューレに酵母を植菌し、30 °C で 48 時間培養し、その後 4 °C で冷蔵して調製した。トマトピューレに対して前述スターターを重量割合で 5 % 添加することを基本配合とし、15 °C で静置で発酵した。

糖(グルコース, フラクトース), エタノール, および有機酸(乳酸, クエン酸)の分析は高速液体クロマトグラフ(Waters 製 2695)で定量した。カラムは Rezex ROA-Organic Acid H+ (8 % (Phenomenex 製)を使用し、カラム温度は 60 °C とし、硫酸水溶液(0.005 N, 0.6 mL/min)で溶出した。検出器は示差屈折率計(Waters 製 1414)を使用し温度を 40 °C で検出した。

3. 結果と考察

トマトに含まれる単糖はグルコースとフラクトースが主で、ほぼ等量含まれる。今回使用したトマトピューレはこれら単糖の合計として 5.3 % (w/v) であった。清酒酵母 MK-1, MK-3 および MK-5 で発酵したトマトピューレのグルコースとフラクトースはおおむね発酵 4 日目にはすべて資化された(結果は省略)。エタノールは 4 日目付近で最高濃度(1.8-2.1 % ,w/v)となり、その後緩やかに低下した(図 1)。グルコースとフラクトースは清酒

酵母の解糖系を経てエタノールに代謝される。その化学反応式は式 1 の通りである。



これによると、これら単糖の重量の約半分のエタノールが生成されることになるが、実際は菌体の増殖などにも使われるため、エタノール生成量はこれよりもやや低くなる。今回使用した清酒酵母では、エタノール生成率は 70-80 % と見積もられ、トマトピューレは清酒酵母のエタノール発酵原料として問題はないと考えられる。なお、予備実験としてパン酵母を使用して清酒酵母と同様の実験を行ったところ、エタノールは蓄積されたものの、パン酵母特有の発酵臭が徐々に強くなり、トマトの風味を損なうことがわかったので、パン酵母は使用しないことにした。

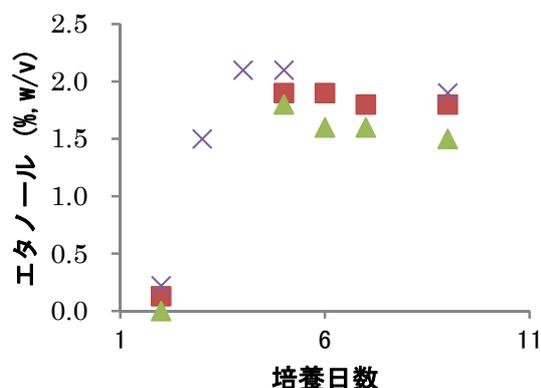


図 1 清酒酵母によるトマトピューレを原料としたエタノール生産

図 2 に乳酸濃度の変化を示す。乳酸は 2 日目以降から上昇し続け、9 日目には MK-1, MK-3 および MK-5 はそれぞれ 0.5, 0.7 および 0.4 % (w/v) となった。一般的な清酒のもろみではコハク酸に続き乳酸が蓄積され、その濃度は約 0.03-0.05 % (w/v) である。また、トマトピューレのクエン酸は単糖の場合とほぼ同じ経過をたどり、減少した(データは示さない)。乳酸菌はグルコースとクエン酸の存在により生育が促進されることが知られている⁴⁾。したがって、トマト果実に付着していた乳酸菌がトマトピューレ中で増殖し、乳酸を生産したことが考えられた。さらに、トマトピューレはヘキサナール等アルデヒドを含み(青臭い)オフフレーバーが知られている⁵⁾。本研究のトマトピューレにもそのオフフレーバーが明確に確認できた

が、清酒酵母による発酵により、このようなオフフレーバーはほぼ消失した（官能評価による。データは示さない）。さらに MK-5 で発酵したトマトピューレは、他の清酒酵母では検知できなかった特有の芳香があった。これらの結果は、MK-5 を使用してトマトピューレを発酵することにより、オフフレーバーの低減と芳香成分の生成を同時に達成することが期待できることを示唆している。オフフレーバーの消失と芳香成分の蓄積については、定量的な研究を現在実施中であり、別途報告する予定である。

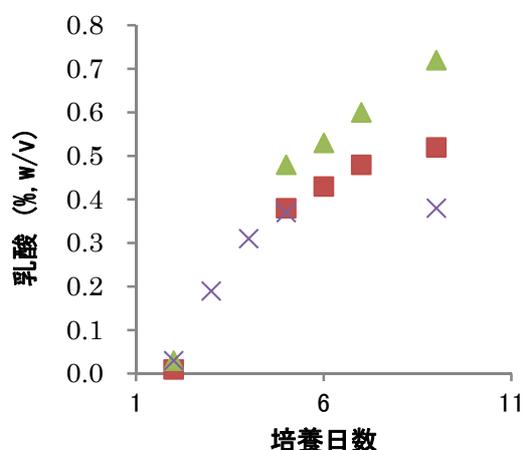


図2 トマトピューレ発酵による乳酸濃度の変化

4. 結論

トマトピューレを原料とし三重県で開発された清酒酵母3株(MK-1, MK-3 および MK-5)による発酵を行った。その結果、トマトピューレの単糖はエタノール生産に使用され、その変換率はいずれの酵母でも70-80%を達成し、清酒酵母で問題なくトマトピューレが発酵できることを確認した。発酵中のトマトピューレの乳酸濃度は発酵期間中上昇し、原料トマトに付着していた乳酸菌が関与したことが示唆された。

参考文献

- 1) 農林水産省：“平成26年産指定野菜(春野菜, 夏秋野菜等)の作付面積, 収穫量及び出荷量”。
- 2) 若山忠明：“幕分離トマト・リコピンの食品への応用”。日本農芸化学会誌, 76, p636-639 (2002)
- 3) 的場輝佳：“うま味のサイエンス”。日本農芸化学会誌, 65, p887-890 (1991)
- 4) 森田朱香ほか：“クエン酸が乳酸菌の生育と代謝に及ぼす影響”。Trace Nutrients Research, 32, p86-89 (2015)
- 5) 東尾久雄ほか：“トマトジュースの嗜好性と加工法との関係”。日本食品科学工学会誌. 46 (6), p410-415 (1999)