

地域農産物による機能性食品の開発

— 各種果実類からの乳酸菌飲料の開発 —

辻 政雄・木村 英生

Development of Functional Food by Using Local Agricultural Products

— Development of Fruit Beverage Produced by Lactic Acid Bacteria —

Masao TSUJI and Hideo KIMURA

要 約

モモ、スモモ（ソルダム）、カリン及びブドウ（甲州、巨峰、マスカット・ベリーA）の6種類の果汁を使用して乳酸菌発酵飲料を製造した。乳酸菌はラクトバチルス・プランタラムDSM4361とエノコッカス・エニイDSM7008の2種類で、乾燥粉末として市販されているものを使用した。

その結果、いずれの果汁でも乳酸の生成が確認された。果汁成分では有機酸のリンゴ酸の減少が大きく、ポリフェノール含量も減少する傾向であったが、糖度や全遊離アミノ酸含量には大きな差異は見られなかった。また機能性素材であるγ-アミノ酪酸含量も乳酸菌発酵による変化は見られなかった。官能的にはモモにおいて香りの向上、ブドウにおいてまろやかな味になることが認められた。

Abstract

Six fruit juices, that is peach, plum 'Sordum', quince, grape 'Kōshu', grape 'Kyoho' and grape 'Muscat Bailey A' were fermented by use of two strains of lactic acid bacteria. The strains were *Lactobacillus plantarum* DSM4361 and *Oenococcus oeni* DSM7008, which have been sold as dry matter. The lactic acid bacteria were added 0.1g to 500ml of each juice, respectively, and incubated during 2 days at 37°C.

Each juice fermented by two strains was contained 0.1~0.8% of lactic acid. The pHs of each fermented beverage were higher than those of each juice, except for the pH of peach beverage fermented by the strain of *L. plantarum*. Malic acid and polyphenol contents of each fermented beverage were lower than those of each juice. Sugar, total free amino acid and γ-amino butyric acid (GABA) contents of each beverage did not change during fermentation.

Peach beverage fermented by the two strain smelled milky, and each grape beverage was milder than each juice.

1. 緒 言

われわれは、これまでにモモ、スモモ、サクランボ、ネクタリン、ブドウ、リンゴ及びカキの県産果実を用いて、食物繊維含量¹⁾やポリフェノール含量²⁾及びそれらの機能性³⁾について検討してきた。その結果、カキは食物繊維含量が最も高いが鉄結合能は低く、スモモ（プルーン）は胆汁酸の一種であるタウロコール酸の結合能が最も高いことを報告⁴⁾した。また、ポリフェノール含量はスモモの果肉で最も多く、リノール酸の酸化抑制効果はサクランボやネクタリンで顕著で、その抗酸化成分としてポリフェノールの他にアミノ酸の一種であるアスパラギンが関与していることを報告⁵⁾した。このように果実には有用な機能性成分が含有されていることがわかったが、今回は更なる機能性

を付与するために、整腸作用、抗腫瘍作用及び免疫賦活作用^{6)~8)}を持つと言われている乳酸菌による発酵を行った。

果実を用いた乳酸菌発酵飲料に関する研究や特許は、リンゴ^{9)~12)}、アンズ¹³⁾及びバナナ¹⁴⁾で見られ、今回用いたモモ、スモモ、カリン及びブドウでは、一部モモ¹⁵⁾で見られるもののあまり検討されていない。そこで、今回これらの果実を用いて乳酸菌発酵飲料の開発を試みた。

2. 実験方法

2-1 供試果実

果実はモモ、スモモ（ソルダム）、カリン、ブドウ（甲州、巨峰、マスカットベリーA）の6種類を使用し、搾汁した果汁を業者から購入した。カリンはそのままでは搾汁が困難であることから加水して搾るとともに補糖を行っ

た。なお、いずれの果汁も試験に供するまで冷凍保存しておいた。

2-2 乳酸菌株

乳酸菌は市販乾燥製剤であるクリスチャン・ハンセン製のラクトバチルス・プランタラムDSM4361とエノコッカス・エニイDSM7008の2種類を使用した。

2-3 乳酸菌発酵飲料の製造

果汁を解凍後、85℃で30分間加熱し、冷却後に500mlを滅菌した約1Lの広口ガラス容器に分注した。次にこの容器に乾燥乳酸菌を0.1g(果汁に対して0.02%)添加、撈拌後に37℃の恒温器で2日間発酵させた。その後加熱処理(85℃-15分)を施し、乳酸菌発酵飲料とした。

2-4 分析方法

乳酸菌発酵飲料の分析は、飲料を遠心分離(12,000r.p.m.-20分)した上澄液を用いて以下のように行った。すなわち、pHは堀場製作所のpHメーターF-14で測定し、糖度はアタゴ製の糖用屈折計で測定し、屈折計が度の値として表示した。また滴定酸度は、上澄液1mlを分取し、0.1N水酸化ナトリウム溶液で滴定し、モモ、スモモ及びカリンではリンゴ酸、ブドウでは酒石酸として算出した。官能評価は、当センターの職員4名で実施した。

ポリフェノール含量は、フォーリン・チオカルト法¹⁰⁾で分析して、没食子酸として表した。有機酸組成は、上澄液を0.45μmのマイクロフィルターでろ過後、HPLCで分析した。そのHPLCの分析条件は、ステンレスカラム；8×500mm、充てん剤；強酸性陽イオン交換樹脂日立2618(H型)、溶離液；0.4%リン酸(pH2.77)、流量；0.6ml、カラム温度；60℃及び検出器；UV(210nm)であった。糖組成は、ポリフェノール用上澄液を適宜希釈し、0.45μmのマイクロフィルターでろ過後、HPLCで分析した。HPLCの分析条件は、ステンレスカラム；8×500mm、充てん剤；強酸性陽イオン交換樹脂日立2618(Na型)、溶離液；水、流量；0.6ml、カラム温度；40℃及び検出器；RIであった。遊離アミノ酸は、上澄液を10倍に希釈した後、0.20μmのマイクロフィルターでろ過後、日立L-8500型アミノ酸分析機で分析した。

3. 結果及び考察

3-1 各種果汁の一般成分分析

実験に使用した各種果汁の一般成分分析を表1に示した。その結果、pHはモモが4以上であったが、その他の果汁では3.5以下であった。糖度はいずれも10%以上であるが、ブドウは高く、特に巨峰は15%以上の値を示した。滴定酸度はモモ、カリン、甲州が0.40%程度で、ソルダムやマスカット・ベリーAは0.80%以上あり、果汁による差異が顕

著であった。

表1 各種果汁の一般成分分析

	pH	糖度 (%)	*滴定酸度 (%)
モモ	4.06	11.4	0.40
スモモ (ソルダム)	3.33	10.0	0.82
カリン	3.28	10.4	0.43
ブドウ (甲州)	3.45	13.9	0.38
ブドウ (巨峰)	3.38	15.3	0.69
ブドウ (マスカット・ベリーA)	3.31	14.5	0.83

*滴定酸度は、モモ、スモモ、カリンではリンゴ酸、ブドウでは酒石酸として算出。

3-2 乳酸菌発酵飲料のpH及び滴定酸度

各種果汁の乳酸菌発酵飲料のpHを図1に示した。その結果、プランタラム菌で発酵させたモモ飲料で無処理果汁に比較して低下していた。しかし、その他の果汁では両乳酸菌によりpHが上昇する傾向が見られた。これは図2に示した滴定酸度の結果からわかるように、酸度の低下によるものであるが、後述の3-3で示すように乳酸菌によるマロラクテリック発酵により2価のリンゴ酸が1価の乳酸に変化したことに起因¹¹⁾する。すなわち、エニイ菌によるモモの発酵、両乳酸菌によるソルダム、カリン及びブドウの発酵では、いずれも無処理果汁に比較して酸味が低下する傾向であった。

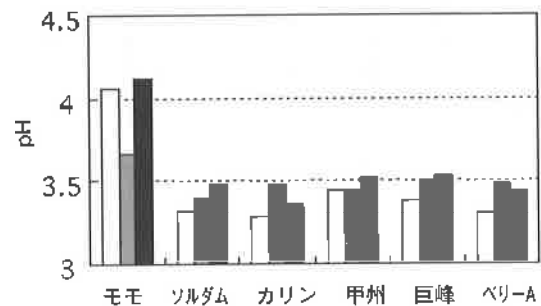


図1 各種果汁の乳酸菌発酵飲料中のpH値

□無処理 ■プランタラム ■エニイ

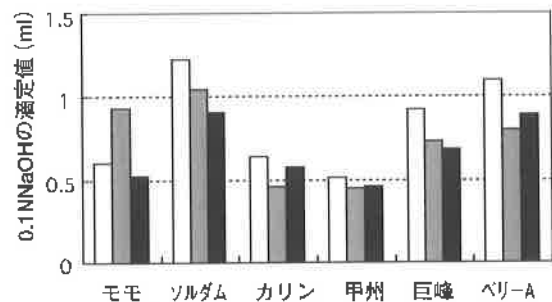


図2 各種果汁の乳酸菌発酵飲料中の滴定酸度 (果汁1mlを中和する0.1N NaOHの滴定値)

□無処理 ■プランタラム ■エニイ

3-3 乳酸菌発酵飲料の有機酸含量

各果汁の乳酸菌発酵の有無を調べるために、リンゴ酸と乳酸を分析し、それぞれ図3と図4に示した。その結果、いずれの果汁も両乳酸菌により、リンゴ酸の減少と乳酸の生成が認められ、乳酸発酵が確認された。すなわち、ワイン¹⁸⁾でも見られるマロラクティック発酵が起こっていた。両乳酸菌による発酵状況は、モモ果汁においてプランタラム菌の方がエニイ菌より顕著に多量の乳酸を生成したが、その他の果汁では両乳酸菌による乳酸発酵に大きな差異は見られなかった。

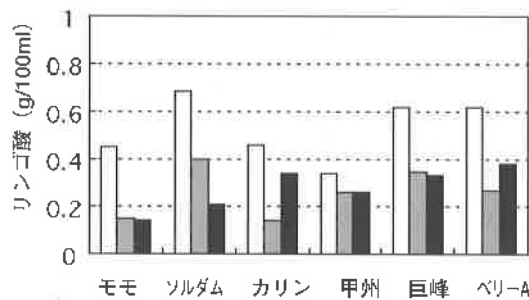


図3 各種果汁の乳酸発酵飲料中のリンゴ酸含量
□無処理 ■プランタラム ■エニイ

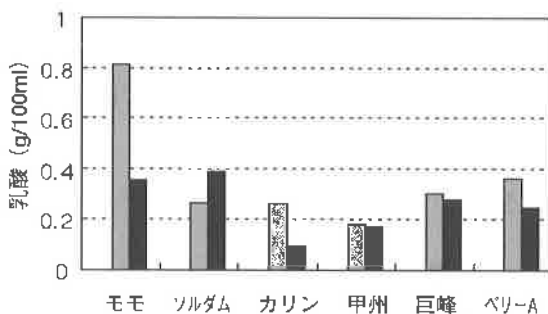


図4 各種果汁の乳酸発酵飲料中の乳酸含量
□無処理 ■プランタラム ■エニイ

3-4 乳酸菌発酵飲料の糖度

各種果汁の乳酸菌発酵飲料の糖度を、図5に示した。その結果、いずれの果汁でも無処理とほとんど同様な値を示していた。すなわち、果汁の乳酸菌発酵では糖の資化がほ

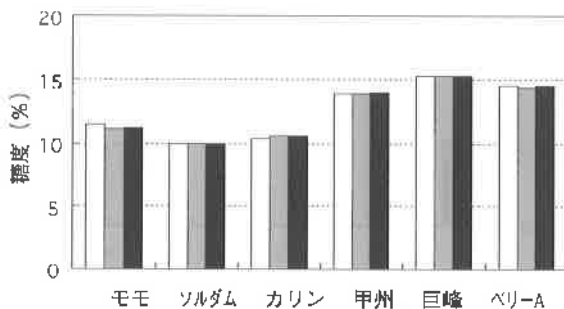


図5 各種果汁の乳酸発酵飲料中の糖度 (屈折計示度)
□無処理 ■プランタラム ■エニイ

とんど起こらないことがわかった。

3-5 乳酸菌発酵飲料の遊離アミノ酸含量

各種果汁の乳酸菌発酵飲料の遊離アミノ酸含量を図6に示した。その結果、モモ果汁のプランタラム菌による発酵飲料において、無処理の果汁より低かったものの、総体的には乳酸菌発酵による大きな減少は見られなかった。各果汁のアミノ酸含量をみると、モモが最も多く、カリンが最も低い傾向であった。

またγ-アミノ酪酸含量を図7に示した。γ-アミノ酪酸¹⁹⁾は、ほ乳類の脳内での神経伝達物質であるが、その他に血圧降下作用、精神安定作用、腎機能活性化作用、肝機能改善作用、肥満防止作用、アルコール代謝作用、消臭効果があることが知られており、グルタミン酸からグルタミン酸デカルボキシラーゼによって生成²⁰⁾するといわれている。今回の両乳酸菌による発酵飲料の含量を見ると、いずれの果汁とも無処理と比較して大きな差異は認められず、乳酸菌によって増加する効果は見られなかった。愛宕²⁰⁾らは、ぬか漬けにγ-アミノ酪酸が多いことに着目し、γ-アミノ酪酸生成能の高い乳酸菌ラクトバチルス・プランタラムM-10を分離している。果汁の乳酸菌発酵飲料においてもこのようなγ-アミノ酪酸生成能の高い乳酸菌を用いるならば、γ-アミノ酪酸の高い飲料が製造でき、更なる機能性向上につながる可能性がある。果汁間で見ると、カリンが最も少なく、巨峰が最も高い含量を示していた。

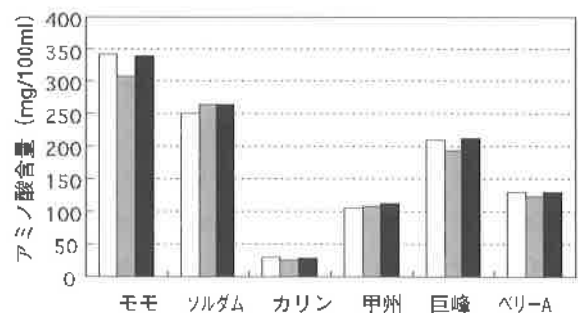


図6 各種果汁の乳酸発酵飲料中の遊離アミノ酸含量
□無処理 ■プランタラム ■エニイ

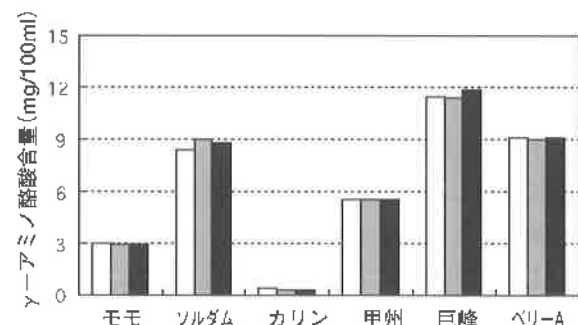


図7 各種果汁の乳酸発酵飲料中のγ-アミノ酪酸含量
□無処理 ■プランタラム ■エニイ

なお、 γ -アミノ酪酸以外の各アミノ酸も乳酸発酵による変化は見られなかった。

3-6 乳酸菌発酵飲料のポリフェノール含量

各種果汁の乳酸菌発酵飲料のポリフェノール含量を図8に示した。その結果、発酵飲料はいずれの果汁においても無処理の果汁に比較して減少していた。これは、今回の分析には遠心分離した上澄液を用いているので、一部のポリフェノールが乳酸菌に吸着して沈殿したものと思われた。各果汁間でみると、カリンやブドウはその含量が高く、モモやソルダムは低い傾向であった。

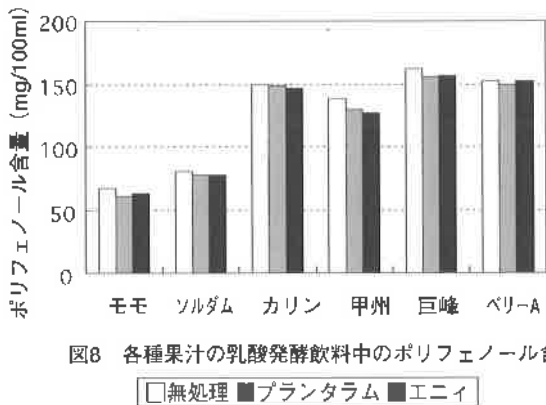


図8 各種果汁の乳酸発酵飲料中のポリフェノール含量

□無処理 ■プランタラム ■エニイ

3-7 乳酸菌発酵飲料の官能評価

各乳酸菌飲料を官能的にみると、スモモ‘ソルダム’とカリンでは香り、味とも無処理のものと大きな差異は感じられなかった。一方、モモでは両乳酸菌飲料とも香りにミルキー臭が感じられ、またブドウではいずれの品種も味がまろやかなる傾向が認められた。

4. 結 言

モモ、スモモ(ソルダム)、カリン及びブドウ(甲州、巨峰、マスカット・ベリーA)の6種類を使用して乳酸菌発酵飲料を製造した。乳酸菌はラクトバチルス・プランタラムDSM4361(プランタラム菌)とエノコッカス・エニイDSM7008(エニイ菌)の2種類で、乾燥粉末として市販されているものを使用した。

- 1) いずれの果汁から製造した飲料でも乳酸が検出され、乳酸菌による発酵が確認された。その乳酸生成はモモ果汁のプランタラム菌で最も多かった。
- 2) 発酵飲料のpH値は、モモ果汁のプランタラム菌で無処理果汁より低下したものの、その他の果汁ではいずれも増加していた。これは滴定酸度の減少によるものであった。
- 3) 発酵飲料ではいずれの果汁も両乳酸菌によりリンゴ酸が減少し、マロラクテリック発酵を起こしていた。

4) 発酵飲料ではいずれもポリフェノール含量がわずかに減少する傾向であったが、糖度や全遊離アミノ酸含量には大きな差異は見られなかった。また機能性成分である γ -アミノ酪酸含量も乳酸菌発酵による変化は見られなかった。

5) 官能的にはモモにおいて香りの向上、ブドウにおいてまろやかな味になることが認められた。

参考文献

- 1) 辻 政雄, 木村英生: 山梨県工業技術センター研究報告, 14, 124 (2000)
- 2) 辻 政雄, 木村英生: 山梨県工業技術センター研究報告, 15, 34 (2001)
- 3) 熊谷武久, 瀬野公子, 渡辺紀之, 岡田早苗: 第47回日本食品科学工学会講演要旨集, p.52 (2000)
- 4) 瀬野公子, 熊谷武久, 渡辺紀之, 岡田早苗: 第47回日本食品科学工学会講演要旨集, p.63 (2000)
- 5) 雪印乳業(株)健康生活研究所編: 乳酸発酵の文化語, 中央法規出版, p.346 (1996)
- 6) 光岡知足: 口食工誌, 31, 285 (1984)
- 7) 高波修一, 大沢克己, 栗林 剛, 黒河内邦夫: 長野食工誌研報, 21, 17 (1993)
- 8) 高波修一, 知念千浩, 大沢克己, 栗林 剛, 黒河内邦夫: 信託時報, 74, 383 (1995)
- 9) 高波修一, 大沢克己, 桑原秀男, 黒河内邦夫: 長野食工誌研報, 24, 12 (1996)
- 10) 奈良岡馨: 青森工業試験場報告, 平成7年度, 52 (1997)
- 11) 高波修一, 小栗 勇, 吉田 勤: 信託時報, 66, 157 (1987)
- 12) 大澤純也, 山本 忠: 岩手県醸造食品試験場報告, 25, 19 (1991)
- 13) 高波修一, 栗林 剛, 小栗 勇, 吉田 勤: 信託時報, 67, 194 (1988)
- 14) 武田食品工業(株): 特開平9-163977 (1997)
- 15) 辻 政雄, 木村英生, 志村 孝, 鈴木あけみ: 山梨県工業技術センター研究報告, 14,79 (2000)
- 16) 辻 政雄, 原川 守, 中山忠博, 荻野 敏, 小宮山美弘: 山梨県工業技術センター研究報告, 8, 46 (1994)
- 17) 原 昌道: 日本醸造協会雑誌, 62, 803 (1967)
- 18) 横塚弘毅: ワインの製造技術, 山梨日日新聞社, p.69 (1994)
- 19) 茅原 紘, 杉浦友美: 食品と開発, 36 (6), 4 (2001)
- 20) 愛宕世高, 戸田登志也, 奥平武則: 食品と開発, 36 (6), 12 (2001)