

# 家庭用保健常備食としての発酵乳の品質管理

## Studies on quality control of the fermented milk as a homehealthfood

古賀 民穂  
Tamiho Koga

大野 加代子  
Kayoko Ōno

野村 愛子  
Aiko Nomura

山口 忠次  
Chuji Yamaguchi

近年、急速にわが国特有の飲料として伸びて来ている fermented milk は、微生物による乳汁中の糖の発酵に由来する凝乳で、厚生省令によって発酵乳、乳製品乳酸菌飲料および乳酸菌の3つに大別されている(表1)。

表 1 乳製品の成分規格に関する省令

	無脂乳固形分	乳酸生菌数 (/ml)	大腸菌群
発酵乳	8%以上	1,000万以上	陰性
乳製品 乳酸菌飲料	3%以上	1,000万以上	〃
乳酸菌飲料	3%以下	100万以上	〃

これら乳酸飲料の特性は製品中に含まれる栄養(牛乳の栄養)と、乳酸菌の代謝産物、さらには生きた乳酸菌による整腸作用などの保健効果をあげることができるとともに、適当な甘味・酸味があり、食欲増進剤としての役割も見逃すことができない。これらのことから、家庭保健常備食として優れていると考え、前報<sup>1)</sup>に引き続き、発酵乳の家庭における製造および品質管理を目的として、基礎的な知見を得たので、ここに報告する。

## 実験方法

### 1. 実験材料

原料に市乳および市販脱脂粉乳(Y乳業株式会社製)を用いた。

スターターは家庭で製造保存することから生酸量が多く、耐熱性の強い *Lactobacillus bulgaricus* の純粋培養乳を用い、2°C前後で保存し10日め毎に製造しなおした。

### 2. 酸度、pH およびタンパク量の測定

酸度は発酵乳各10gを用い、フェノールフタレインを指示薬として、0.1 N NaOH 液で滴定後次式により乳酸%として算出した。

$$\text{乳酸\%} = \frac{0.1 \text{ N NaOH 滴定値} \times 0.009}{\text{試料重量}} \times 100$$

(0.009は0.1 N NaOH 1mlに相当する乳酸g数)

pH値はpHメーター(日立一堀場製)により測定した。タンパク量はケルダール法により行ない、窒素量に係数6.38をかけてタンパク量とした。

### 3. 硬度測定<sup>2)</sup>

カードメーター(飯尾電機製 M301-A型)を用い上昇速度0.12cm/sec、荷重100g、感圧軸16mmの条件で、50ml容ビーカー中の50ml発酵乳(高さ3.5cm)を品温8°Cにて測定した。

### 4. 菌数測定

B. C. P. 加プレートカウント寒天培地を用い、稀釈平面培養法<sup>3)</sup>により測定した。

### 5. 官能検査

女子短大生10名のパネルに製品の色、味、香り、および舌ざわりの全てにおいて最も好ましく思われる製品をあげてもらい、製品への集中度を持って嗜好度とした。

## 結果および考察

### 1. 市販発酵乳製品の性状

市販発酵乳の性状を酸度およびpH値より見てみた。表2に見られるようにpH3~4、酸度0.7~1.4%の範囲で

表 2 市販品の酸度及びpH

商品名	酸度(%)	pH
A	1.02	4.02
B	1.36	4.00
C	1.26	4.00
D	0.67	4.25
E	0.85	3.80

平均1.1%前後のものが多かった。一般に嗜好的に優れているとされている酸度は0.8~0.9%といわれるが、市

販品はこれより高値を示した。製造後、常に5°C以下で保存されているという保証がないこと、また製造後の時間的経過が明らかでないことから、保存中に菌の増殖が見られ、製品のpHおよび酸度が増したものと見られる。しかし酸度1.4%は「ややすっぱい」という程度で製品価値を著しく損うものではなかった。家庭で製造する場合の酸度は0.8~0.9%を一応の目安として、以下の実験を行なった。

## 2. 製造および貯蔵条件

発酵乳の製造条件については用いる乳酸菌種により異なりが見られ、工場内の製造に関する報告<sup>4)5)</sup>は数多く見られるが、home health foodとして常に家庭で製造・保存する場合についての報告は数少ないので、基礎的な知見を得るため前回<sup>1)</sup>に引き続き調べた。

### (1) 発酵条件

発酵温度および時間は用いる乳酸菌種や原料などによりまちまちで、明らかでない。そこで10%脱脂粉乳に10%蔗糖を添加し、90°C20分間殺菌し、40°Cに冷却後5%スターターを添加しジュースミキサーで3分間攪拌し、家庭で維持できる温度と考えられる37°C、40°C、42°C、および45°Cにおいて発酵させ、製品の酸度、pHおよび凝固条件をみることにより調べた。表3-1、2、3、4から、37°Cで10時間、40°Cで7~8時間、42°Cで5時間30

表 3-1 発酵条件の検討 (37°C)

時間	凝固状態	酸度 (%)	pH	菌数 (/ml)
6	完全凝固	0.54	4.78	23×10 <sup>7</sup>
7	"	0.60	4.68	
8	"	0.60	4.30	
9	"	0.60	4.27	
10	"	0.78	4.10	
11	"	0.84	3.86	
12	"	0.94	3.80	
22	"	1.50	3.40	
24	"	1.80		

表 3-2 発酵条件の検討 (40°C)

時間	凝固状態	酸度 (%)	pH	菌数 (/ml)
6	完全凝固	0.63	4.50	23.8×10 <sup>7</sup>
7	"	0.84	4.00	
8	"	0.99	3.85	
9	"	1.05	3.82	
10	"	1.08	3.80	
11	"	1.08	3.71	
12	"	1.17	3.68	
22	"	1.80	3.40	

表 3-3 発酵条件の検討 (42°C)

時間	凝固状態	酸度 (%)	pH	菌数 (/ml)
1.0	凝固なし	0.18	5.58	27.4×10 <sup>7</sup>
1.5	"	0.21	5.43	
2.0	"	0.24	5.42	
2.5	¼ 凝固	0.30	5.30	
3.0	完全凝固	0.33	5.20	
3.5	"	0.39	5.10	
4.0	"	0.42	4.90	
4.5	"	0.42	4.80	
5.0	"	0.51	4.40	
5.5	"	0.54	4.30	
22	"	1.74	3.40	
24	"	1.80	3.15	

表 3-4 発酵条件の検討 (45°C)

時間	凝固状態	酸度 (%)	pH	菌数 (/ml)
1.0	凝固なし	0.21	5.68	18.6×10 <sup>7</sup>
1.5	"	0.27	5.60	
2.0	¾ 凝固	0.33	5.08	
2.5	"	0.39	5.00	
3.0	完全凝固	0.39	4.95	
3.5	"	0.45	4.76	
4.0	"	0.51	4.50	
4.5	"	0.63	4.48	

分~6時間30分、45°Cで4時間30分が優れていることが分った。発酵乳1g中の生菌数が省令(表1)で決められているが、発酵乳中の乳酸菌数が満足していても菌の活力が弱く、腸内に入り死滅すれば発酵乳として期待される効果が半減するわけで、製造条件も乳酸菌の活力が最適になる培養温度を選ぶ必要がある。Lactobacillus bulgaricusは45°Cという、やや高温においても繁殖力の低下がみられなかったので、急ぐ場合は45°Cで4時間30分の発酵で良いことが分った。上記の発酵条件のなかで、維持可能な発酵温度を利用すれば良いと思われる。

### (2) 原料中のタンパク量の影響

家庭で発酵乳を利用する場合、特に乳幼児の栄養補給としてできるだけタンパク量の多いものが良いと考えられる。家庭で製造可能な範囲内の高タンパク量を見つけるべく、タンパク量の発酵条件に与える影響について調べた。市乳のタンパク量2.9%を基準とし、脱脂粉乳(以下脱粉とす)添加によって固形分(タンパク量)の増強を行なった。

工場製造においては発酵乳の固形分の増強は粉乳添加より発酵乳の濃縮によるが良いとされている<sup>6)</sup>が、家庭での製造は市販の脱粉の添加が最も簡単と考え、脱粉添

加により増強を試みたものである。ただし発酵乳の風味を損なわないように、脱粉添加後、ジュースミキサーで3分間の均質化を行なった。また42°C、6時間30分の発酵を行ない製品とした。表-4から酸度、菌数および嗜

表 4 発酵乳製造におけるタンパク量の影響

タンパク量	酸度(%)	pH	硬さ (dyne/cm <sup>2</sup> )	菌数(/ml)	嗜好度 (%)
2.9%	0.76	4.35	1.12×10 <sup>4</sup>	15.7×10 <sup>7</sup>	15
3.7%	0.82	4.10	2.06×10 <sup>4</sup>	22.5×10 <sup>7</sup>	50
4.3%	0.93	4.10	3.44×10 <sup>4</sup>	11.0×10 <sup>7</sup>	30
5.0%	0.96	4.00	6.72×10 <sup>4</sup>	7.7×10 <sup>7</sup>	15
6.0%	1.01	3.90	6.83×10 <sup>4</sup>	4.2×10 <sup>7</sup>	0

好の面からタンパク量3.7%が良好であった。脱粉添加量が増大するにつれ、生菌数の減少が見られるとともに、均質化が完全でなく、製品の口あたりを悪くした。タンパク量3.7%は幾つかの市販の発酵乳のタンパク量でもあり、今回の実験値を裏づけてくれるものと思われる。

### (3) 原料中の糖度および糖類の影響

発酵乳中の糖は製品の風味、固形分の保持や菌数維持の点から重要とされている。先ず糖濃度が発酵条件に与える影響を蔗糖を用いて調べた。表5に見られるように

表 5 発酵乳製造における糖濃度の影響

糖量(%)	酸度(%)	pH	硬さ (dyne/cm <sup>2</sup> )	菌数(/ml)	嗜好度 (%)
0	0.85	3.98	4.20×10 <sup>3</sup>	34.0×10 <sup>7</sup>	0
5	0.84	3.86	4.72×10 <sup>3</sup>	38.2×10 <sup>7</sup>	20
10	0.88	4.00	6.17×10 <sup>3</sup>	38.4×10 <sup>7</sup>	40
15	0.84	3.86	6.40×10 <sup>3</sup>	25.4×10 <sup>7</sup>	35
20	0.70	3.50	6.85×10 <sup>3</sup>	6.4×10 <sup>7</sup>	5
25	0.72	3.35	7.88×10 <sup>3</sup>	6.0×10 <sup>7</sup>	0

酸度は10%を頂点として糖量が増えるにつれて減少の傾向を示し、生菌数も省令の条件は満足しているが減少した。香味、酸度および生菌数から糖量10%前後が適当と考えられる。発酵乳は夏期に食される傾向にあり、清涼感が要求される。蔗糖は今家庭で最も入手しやすい糖類であるが、清涼感に欠ける嫌いがある。そこで家庭で手

表 6 発酵乳製造における糖類の影響

糖類	酸度(%)	pH	硬さ (dyne/cm <sup>2</sup> )	菌数(/ml)
しょ糖	1.02	4.15	0.37×10 <sup>3</sup>	38.4×10 <sup>7</sup>
ブドウ糖	1.02	4.30	0.26×10 <sup>3</sup>	19.6×10 <sup>7</sup>
乳糖	1.05	4.30	0.84×10 <sup>3</sup>	12.8×10 <sup>7</sup>
水あめ	1.08	3.80	0.58×10 <sup>3</sup>	3.5×10 <sup>7</sup>
蜂蜜	1.14	4.00	0.82×10 <sup>3</sup>	8.4×10 <sup>7</sup>
果糖	0.93	4.45	0.42×10 <sup>3</sup>	4.8×10 <sup>7</sup>

に入れやすい糖類、ブドウ糖、乳糖、水アメ、蜂蜜、果糖、および蔗糖を用いて、発酵状態を調べるとともに、風味について検討した。糖量は10%とした。表-6に見られるように蔗糖は良い発酵状態を示し、嗜好度も甘味、酸味が良好で高値を示した。ブドウ糖も蔗糖同様に良い発酵状態を示すが、口あたりはさわやかであるが甘味がないと嗜好度は低かった。乳糖は硬い豆腐状になるとともに甘味が全くなく、嗜好的にも好まれなかった。最近、発酵乳摂取による白内障発病<sup>7)</sup>が問題になったが、その原因が発酵乳内の果糖によると結論づけがされている<sup>8)</sup>。果糖のみで発酵乳を製造すると蔗糖を用いた時と同様に甘味、酸味も良好であるが水っぽいという結果を得た。しかし白内障発病の関係もあり、果糖、乳糖は用いない方が無難と思われる。水アメ、蜂蜜はともにおおの風味が強すぎて製品に影響し、発酵乳としての風味を阻害し、嗜好的にも好まれなかった。糖類としては蔗糖が良いが、清涼感を増すためブドウ糖を加えると良いと思われる。家庭で製造する発酵乳の糖類としては蔗糖が良いが、不純な蔗糖は製品の色や風味を悪くするばかりでなく、乳酸菌の発育にも影響を与えるので、純度の高い精製糖を用いる必要があるようだ。

またブドウ糖を混合すると製品の清涼感が増すが、添加量が多すぎると甘味および舌ざわりの上で、かなり影響を与えるので正確な混合比を決めることが必要と思われる。今後検討するつもりである。

### (4) 原料中の脂質の影響

発酵乳の栄養成分表をみると脂肪分1~2%とあり牛乳の脂肪分より低めである。これは現在まで市販品の多くが脱粉を用いて作られているためと思われるが、家庭では市乳を主原料とすることが多いと考え、原料中の脂質の有無が製造に与える影響について調べた。発酵温度を37°Cとして、凝固速度をみると表7に見られるように、

表 7 発酵乳製造における脂質の影響

時間	凝固状態		pH		酸度	
	脱脂粉乳	牛乳	脱脂粉乳	牛乳	脱脂粉乳	牛乳
6	完全凝固	1/3凝固	4.78	4.65	0.54	0.18
7	"	1/2凝固	4.68	4.56	0.60	0.36
8	"	"	4.30	4.35	0.60	0.46
9	"	完全凝固	4.27	4.20	0.60	0.56
10	"	"	4.10	4.12	0.78	0.76
11	"	"	3.86	3.90	0.84	0.78
12	"	"	3.80	3.85	0.94	0.81

pHは牛乳が脱粉より低値を示していながら、牛乳の方が脱粉より凝固速度が遅い傾向を示した。酸度の増加状態も牛乳が脱粉より著しく遅いことが分る。このような牛

乳における酸度生成速度および凝固速度の遅延は両原料中のタンパク量および糖量が等しいことから、両者の成分中最も異なる脂質の存在によるものと考えられる。脂質の存在がどのような機構で乳酸発酵を遅延させるのかについては明らかでなく、さらに研究を必要とするもの

表 8 脂質の有無についての製品の硬さ及び官能検査結果

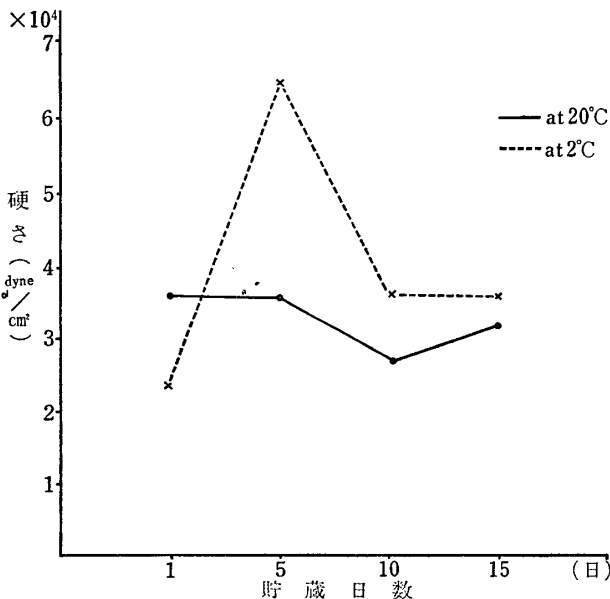
	硬 さ (dyne/cm <sup>2</sup> )	粘 稠 性 (sec/cm <sup>3</sup> )	嗜好度(%)
牛 乳	3.77×10 <sup>4</sup>	8.38×10 <sup>4</sup>	98
脱脂乳 (12%)	2.79×10 <sup>4</sup>	9.47×10 <sup>4</sup>	2

である。しかし、嗜好的にみると製品の舌ざわりをなめらかにし、香りを良くし、渋味を少なくするとともに、水っぽさをなくし、製品の品質を向上させるようである(表8)。

3. 貯蔵条件について

正常な発酵乳の品質は、(1)風味が高い、(2)高粘性、(3)乳清の折出が最小限である、(4)保蔵性が高いなどによって決定される。またわが国では生菌数も問題視されているので、貯蔵中の品質の変化により、その貯蔵性について調べてみた。タンパク量3.7%、蔗糖10%として、42℃6時間30分発酵させて製造後、室温(20℃)および冷蔵(2℃)貯蔵し、製品の酸度、pH、硬さ、および生菌数の変化をみてみた。酸度は2℃および20℃においても糖貯蔵日数が増すにつれて高くなってゆき、特に20℃において著しかった。pHにおいても同様に20℃では著しい低下が見られた(図1)。製品の硬さは2℃貯蔵では貯

図 1 発酵乳の貯蔵日数による硬さの変化



蔵5日までは硬さを増してゆき、その後は徐々に柔らかみを帯びて、粘性が消失してゆくようである。20℃貯蔵

では貯蔵5日までは硬さに変化がみられないが、その後は2℃と同様にカードが壊れてゆく(図2)。菌数の変化をみると(図3)貯蔵後24時間までは両者とも菌の繁

図 2 発酵乳の貯蔵日数における菌数の変化

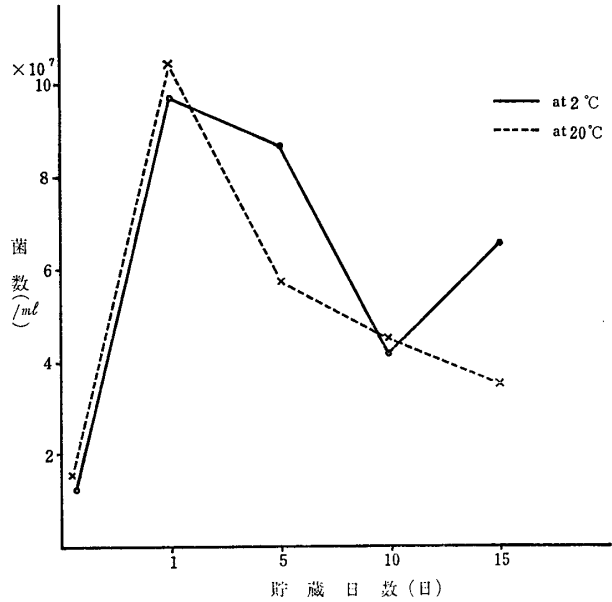
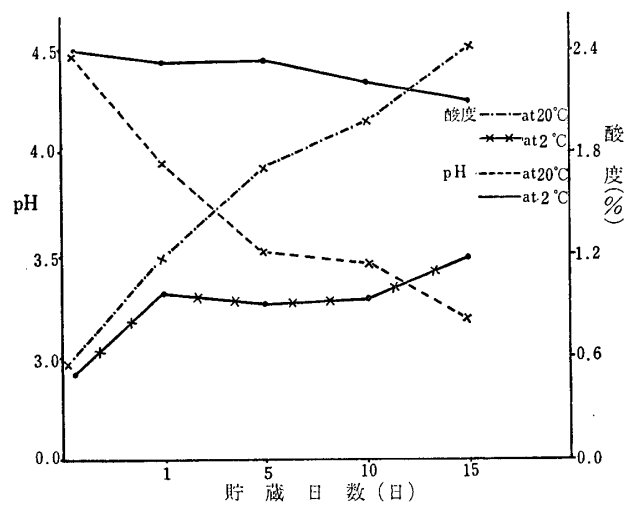


図 3 発酵乳の貯蔵日数によるpH、酸度の変化



殖が見られるが、20℃においてはその後著しく減少する。官能検査の結果20℃貯蔵では4日目、2℃貯蔵においては6日目までは食することができることが分った。貯蔵中の品質変化の結果より、両者とも製造後24時間までは特別注意することはなさそうであるが、その後はできるだけ低温貯蔵し早目に食するが良いと思われる。

発酵乳を家庭用保健常備食として、各家庭で加工する場合、乳酸菌として *Lactobacillus bulgaricus* を用いると、スターター量を5%とし発酵条件としては、37℃10時間、40℃で7~8時間、42℃で5.5~6.5時間、および45℃で3.5時間で発酵させ、タンパク量としては市乳に脱粉2.6gを加えて3.7%とし、糖類としては蔗糖10%

を用いて製造すれば優れた製品を得ることができ、製造後はできるだけ低温に貯蔵することにより, homehealth food として家族の健康維持に役立たせることができると考えられる。

## 要 約

1. 発酵乳は乳汁中の糖の発酵による凝乳であるから、製品中に含まれる栄養と乳酸菌の代謝産物および生きた乳酸菌による整腸作用などの保健効果を有し、家庭用保健常備食としての有効食品のひとつと考えられる。その製造条件を検討した結果、乳酸菌に *Lactobacillus bulgaricus* を用いるときは、37°Cで10時間、40°Cで7～8時間、42°Cで5.5～6.5時間および45°Cで3.5時間の発酵を行えば良いことが分った。

2. 原料中のタンパク量は3.7%がよく、市乳に脱粉を加え乳固形分12%が良好であった。

3. 原料中の糖類および糖量は蔗糖で10%が風味の良い製品であった。

4. 原料中の脂質は凝固速度を遅める傾向にあるが、舌ざわりをなめらかにし香りを良くし、製品の品質を向上させるので、市乳を主原料に用いると良いと思われる。

5. 20°C貯蔵においては4日めから、2°C貯蔵では6日めからカードが壊れ始め、嗜好の低下をきたすので製造後にできるだけ、低温貯蔵をすることが望ましい。

## 文 献

- 1) 山口忠次, 日永田優子: 中村学園紀要, 4, 195, 1971.
- 2) 飯尾尚子: 調理科学, 2(1), 54, 1970.
- 3) 乳業技術検査編集委員会編: 牛乳・乳製品検査, 朝倉書店, 昭和40年.
- 4) G. A. Garabedian: Science, 171(3974), 347, 1971.
- 5) W. Bahrs: Milchiaissenschaft, 26(2), 71, 1971.
- 6) 小谷英三: New Food Industry, 14(4), 38, 1972.
- 7) C. P. Dichter & J. R. Duke: Science, 168, 1372, 1970.
- 8) H. Malitz, et al.: Milchwissenschaft, 26(2), 71, 1971.