

発酵酸乳について

On the fermented acid milk.

山口 忠次
Chūji Yamaguchi

日永田 優子
Yūko Hieida

I. 緒 言

牛乳または脱脂乳に乳酸菌を作用させて発酵させ嗜好に適するように香料および砂糖を添加した商品、いわゆる乳酸菌飲料または乳酸飲料が、最近急速に大衆化している。

これらの商品の中には、液状のものや半固形状のものがあるが、それぞれ風味、香味、酸味に特有の個性を持たせていることを、特徴として挙げることができる。

清涼飲料食として結構な商品である。同時にこの商品の特徴として、乳酸菌が生菌として生存していることが、キャッチフレーズとして宣伝され整腸飲料の効果とともに愛用されていることも、見逃せぬ要素である。

一方かかる商品の流行に対して家庭でホームメイドのヨーグルトを手作りすることが、一部の家庭にて実施されているが結構な傾向で、しかも新鮮で死滅していない菌を保有し且つ特別に手数のかからない乳飲料として、今後さらに益々普及すると予想されるのである。ホームメイドがなされる理由はいろいろあるように考えているが、その主なる理由は次のようである。

(1) 病人用に作られた。

特に胃腸の弱い家族のいる家庭にて、牛乳を利用して作られた。また健康のために良いという点で保健飲料とされた。また乳酸菌の生菌活用が取り上げられた。

(2) スキムミルクが利用された。

市乳と同様にスキムミルクが培地として容易に使用できることと、その殺菌法である低温殺菌が簡便であって、加糖の殺菌も同時に実施できる外に、酸発酵の失敗がほとんどないことが挙げられる。

(3) 大型保温ジャーの普及などがあつた。

大型ジャーの普及によって比較的寒い時期にも発酵が効率的になされる。また香料(バニラ、レモンなど)も安価に、容易に使用できることが挙げられる。

以上のような理由により限られた家庭から一般家庭へと流行の拡大が予期される程となつた。

料理雑誌、新聞にもその効用、製法が記載されることが多いが、その酸生成度、温度、条件、菌数などの測定

の文献は少ない。従って私達はこれらの試験とともに、家庭の加工貯蔵ということを念頭において、各種の試験を実施しました。

II. 実 験

(A) 次に記載する内容について、実験を実施した。

- (1) 市販の代表発酵乳商品の酸度分析
- (2) 発酵初期の乳酸菌の増殖状況について
- (3) 発酵酸度と原料乳および加糖との関係について
- (4) 牛乳とスキムミルクおよび発酵時間との関係について
- (5) 酸生成と温度の関係について
- (6) 生成酸の分析について

(B) 試験乳液(培地)について

- (1) 牛乳…市販牛乳(市乳)を使用した。
- (2) 脱脂乳…5~15%スキムミルク乳液を使用した。
- (3) 加糖…5~10%の蔗糖を添加した。

以上の培地は特別の場合を除き65°C30分間の低温殺菌を実施した。

(C) 使用菌種について

市販発酵乳商品をそのままスターターとして使用した。すなわち各社商品の乳酸菌は発酵の適温、酸生成にそれぞれ特徴を有していると考えられるが、純粹分離培養菌として分離することなく、そのまま菌種とした。

(D) 実験方法

(1) 酸度測定

本試験ではN/10NaOHの滴定(ml)にて酸度を表示している。(％ではない)。

すなわち発酵乳10gに炭酸ガス追放水(沸騰処理水)10mlを加え(固型乳の場合は適量の水で増量し濾過する)よく攪拌しフェノールフタレインを指示薬とし、N/10NaOHにて滴定しそのmlを酸度とした。なおこの場合の乳酸％は次式にて換算され得る。

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

0.009はN/10NaOH 1mlに相当する乳酸g数

(2) 菌数測定

常法に従って稀釈平面培養法にて菌数測定を実施した。

(3) 発酵温度

発酵試験の温度は(A)基礎試験のものは35~37°Cを標準として恒温器を使用した、(B)ホームメイドの温度管理を考慮して、室内放置の場合の温度として28°C(昼間)~24°C(夜間)の発酵温度であった。(C)または大型ジャーを利用した発酵温度は30~24°C(室温)で試験を実施した。

(4) 時間

5~48時間の範囲において、酸生成試験および菌数測定の対象とした。

(5) 殺菌

培地の項にて記述したが、原則として65°C30分間の低温殺菌(Pasteurization)を行なった。市乳試験の一部は現在の市乳が滅菌乳に近いので、ホームメイドの簡便化を考慮して殺菌を省略した試験区とした。

III. 試験及び結果

(A) 市販発酵乳製品試験

酸度試験

市販商品7種についての結果を表1に示す。商品名は記号にて表示しているが、商品A, Bは固状のもので、商品C, D, E, F, Gは液状飲料である。

表1 市販発酵乳の酸度(ml)

試験回数	1	2	3	4	5	記 事
A 品	16.5	15.4	15.2	15.4	15.6	固状商品
B 品	12.3	15.3				固状商品
C 品	5.4	5.9	5.8	6.4		液状商品
D 品	6.8	6.8	6.4	6.7	6.5	液状商品
E 品	6.0	5.8	6.6	6.7	6.7	液状商品
F 品	6.2	6.0				液状商品
G 品	5.6	6.6	6.6			液状商品

表1より市販商品を酸度という観点から判断すれば次のように考えられる。

(1) 固状商品の酸度 15ml前後である。

(2) 液状商品の酸度 6.0~6.6mlの範囲があるが、大略6.6前後のものが多いと言える。

商品は気候・気温・季節によって、それぞれの製品の酸度などの調節が予想されるので、年間試験の結果を必要とするが、酸度については頃良い嗜好に合った酸度と言える。

(3) 市販発酵乳を嗜好性よりみた特徴

一般消費者のうち常用して愛好している(特に若い年齢層に愛好者が多いとされる)者には固型発酵乳の酸度

は頃良いものとされている。しかしながら初めての消費者または常用とまではいかない消費者には酸味を強く感じ、むしろ甘味不足を訴えている。そして愛用するにつれて、頃良い酸味となることは興味のあることと言える。

液状発酵乳は固状品に比して一般大衆の嗜好に向いており、酸度に対する加糖の割合も高いのが特徴である。

(B) 発酵試験

(1) 発酵と乳酸菌の増殖

本試験は発酵初期において乳酸菌がどのように増殖するかを観察し、これよりホームメイドの発酵条件を検討した。

ホームメイドの場合は目的としない雑菌、腐敗菌の増殖の有無は製品の良否にも影響するもので発酵初期の状態は大切である。

本試験の結果を表2に示す。本試験に使用した培地は5および10%スキムミルク溶液で、発酵温度は37°Cである。

表2 発酵時間と乳酸菌数(37°C)

発酵時間	G 品			A 品		
	万	万	万	万	万	万
5 時間	1,560	2,860	3,250	1,202	2,080	4,030
10 時間	15,600	16,640	39,000	2,205	5,750	7,150
記 事	10%脱脂粉乳培養			5%脱脂粉乳培養		

表2より判断すると37°Cで菌の増殖が旺盛であるのでホームメイドの場合でも牛乳または脱脂粉乳は低温殺菌されているので雑菌侵入の余地は少ない。またこの試験結果より、スターターの市販品中には異種雑菌の生育が皆無と考えられるので、ホームメイドのスターターには良好であることを示している。

本試験は市販品をスターターとして、2スパーテルを使用した。また培地の量は試験管による10mlの試験である。

結論的に言えばホームメイドの場合には牛乳一本の量に5~10mlのスターターを使用することが良いと考える。

(2) 酸生成と乳液の凝固試験

酸発酵においては、その乳液が時間経過とともに実際はその生酸量に対応して蛋白質の凝固を示すものである。この状態を各条件のもとに試験した。

(a) 20時間発酵試験と凝固について

本試験は市乳を培地とし、スターターとして市販商品5種類を使用した。

発酵温度は35°Cの保温室管理の試験と室温(30→25°C)の試験を対象としている。試験結果を表3に示す。

表3のA, Bの両試験結果より20時間発酵において、Fスターター以外は良好な酸生成と凝固を示している。

市販品Fをスターターとした場合であるが、表3にも示したように、その酸生成力が弱い(?)と思われるが本試験ではその原因を追求していない。表1での商品テストでは酸度6.2mlを示しているので生菌数不足のようでもあるが、酸生成能力が劣るとは判断していない。

表6については前述したが、実施した試験の総点検を意図して行なったものであって、AおよびG品は市販商品の中で最も有名とされているものである。発酵時間の5~10時間までの酸生成度はこれまでの酸生成より見れば低酸度であるが、以後順調な酸生成を示している。

(C) 加糖市乳の発酵について

表1より6までの試験は試験管にて実施したが、200ml以上のものは室温またはホームジャーを使用して行なった。

500~1,000mlの試験を意図したが試験器および温度管理の都合上200mlの規模とした。本試験の結果を表7, 8, 9に示す。

なおホームジャーの温度は36°Cより次第に温度降下して21時間後には25°Cであった。次で温湯にて36°Cとなしたが47時間後には25°Cとなった。本試験では市乳または市乳に5~10%の蔗糖を添加した試験である。

表7, 8, 9から加糖の比率差と温度差より酸生成の関係をみる事ができる。また私達がこの数年間に行ってきた数多くの発酵試験から次のように判断できる。

(1) ホームジャー試験(表7)ではその発酵初期のみは36~30°Cの適温に保持され、その後次第に低温になっていくが酸生成は順調であり恒温室(36°C)保管のものと比較して大差ない酸生成をなす。

(2) 室温発酵(表8および9)では酸生成のスタートが遅いが固型乳飲料の酸度にて食するのではなく乳飲料(液状)で食用とする考えからすれば家庭飲料として20時間前後の発酵でも良好と考えられる。固型飲用の場合は室温の20時間発酵は時間不足である。

(3) 表7, 8, 9の製品のうち加糖した発酵品はその砂糖甘味と発酵酸味が相和して非常に美味であり、発酵品特有の香り、味わいも優秀である。このことは加糖の意

表5 原料乳とその発酵酸度(ml)〔II〕

スターター	脱脂乳			市乳
	5%	10%	15%	
	35°C : 24時間			
A品	8.5	18.7	19.7	—
	8.6	21.1	24.1	14.0
C品	11.1	18.6	27.3	16.8
	—	19.8	—	18.7
D品	8.9	16.7	22.0	18.2
	8.9	18.7	26.4	17.5
E品	13.0	22.0	28.0	18.1
	11.5	23.6	30.1	16.4
G品	5.8	11.9	18.3	11.4
	5.0	11.4	17.9	11.2

表6 原料乳とその発酵酸度(ml)〔III〕:35°C

スターター	時間乳	時間				
		5	10	17	45	50
G品	脱脂乳5%	1.0	1.1	5.5	12.0	17.1
	脱脂乳10%	1.2	1.6	14.2	21.2	26.7
	市乳	1.1	1.3	6.8	17.8	—
A品	脱脂乳5%	1.1	2.0	9.3	13.7	16.2
	脱脂乳10%	1.6	2.7	10.0	20.0	24.0
	市乳	—	3.7	11.7	12.7	—

表7 ホームジャーによる酸度

試験	1	1'	2	2'
培地	市乳	市乳	市乳 5%加糖	市乳 5%加糖
時間	21	42	21	42
温度	36→25°C	36→25 ↓ 36→25°C	36→25°C	36→25 ↓ 36→25°C
酸度	11.9	16.1	9.6	16.6
凝固	4/4	4/4	1/2	3/4

表8 酸度試験(加糖5%):室温

No.	3	3'	3''	4	4'	4''
培地	市乳	市乳	市乳	市乳 +5%加糖	市乳 +5%加糖	市乳 +5%加糖
時間	21	42	47	21	42	47
温度変化	25→18°C	25→18 → 25→18°C		25→18°C	25→18 → 25→18°C	
酸度	4.5	12.1	13.8	4.7	10.8	11.9
凝固	1/2	3/4	3/4	1/3	1/2	3/4

表 9 酸度試験（加糖10%および15%）：室温

培地	時間		18		24		42	
	市乳	市乳+10%加糖	市乳	市乳+10%加糖	市乳	市乳+10%加糖	市乳	市乳+10%加糖
市乳	3.1	3.9	3.5	4.3	5.3	6.5		
市乳+10%加糖	5.6	3.5	2.6	4.5	5.4	—		
市乳+15%加糖	5.2	6.2	6.1	7.5	9.9	9.0		
温度	各試験共に室温のため25→18→25°Cの温度変化である							

義を大とするものであり、ホームメイドが喜ばれる所以でもある。

(4) 本発酵では20時間前後では、その凝固は半固型またはドロドロした状態であった。

(D) 家庭での簡易酸乳の作り方

(普通の酸乳品の作り方)

普通の酸乳発酵乳から濃厚酸乳が調製されるが濃厚酸乳は普通酸乳に加糖して殺菌瓶詰するかまたは殺菌しない場合は（生菌のまま）5°C以下に保冷し、できるだけ早目に使用するものである。

濃厚酸乳はまず普通の酸乳を熟知してからホームメイドすることが好ましいので、ここでは普通の酸乳を対象として製造方法を述べる。

製造方法：コップ三杯分（固型または半固型）

(1) 原料

15%脱脂乳 500ml（または市乳2.5瓶〔200ml入り〕）

スターター 3~4%（15~20g）

砂糖 45~55g（約10%加糖）

香料（バニラ、レモン、フルーツエッセンス etc）

少量なお乳酸菌（スターター）の調製困難な時は市販の酸乳飲料をスターターとして使用できる。

(2) 方法

(i) 脱脂粉乳（75g）に水420ml、砂糖50gを加える。

(ii) 湯煎にて上記混合液を加温し、次第に温度を上昇させる。

(iii) 70~75°Cの温度を約20分間保持する（低温殺菌）

(iv) 低温殺菌後は冷却して40°Cまで下げ、あらかじめ熱湯にて清潔にした容器に入れスターターを加えて充分攪拌する。

(v) 好みに応じて、バニラ、レモンなどの香料を加えて次のように発酵させる。

(a) 夏期 室温放置 15~20時間以上

(b) 冬期 ホームジャー、電気コタツ、または暖かい部屋に20時間以上放置する。

上記の方法で固型または半固型のホームスタイルの酸乳飲料ができる。

保管に当っては冷蔵しておくことが必要である。なお時間はホームメイドでは一晩置くことが必要である。

IV. 要 約

市販酸乳飲料について行なった各種の試験およびホームメイドのための各種試験、すなわち酸度、温度、加糖、乳濃度の関係試験から次のように要約される。

(1) 市販酸乳飲料商品の酸度は次の二種類にて標準化されているようだ。

固状商品（スプーンで食する商品）：酸度~15.0~

液状商品（ドリンク商品）：酸度~6.5~

(2) 市販品の特徴

試験した各商品は主としてバニラ系の香料にて商品化され、且つ互いに近似した風味で消費者に提供され、独自のスタイルのものはなかった。

(3) 生菌数測定

市販商品は測定規格1ml中に1,000万個以上の生菌を保有し最多のものは10億の菌数を示した。また酸発酵が適温に保持される場合は5時間の経過にて菌数は1,000万個を越える。

(4) 発酵時間と酸度および温度

原料乳の種類によりまた加糖の有無により、酸生成に差異があるが、大略次のように区別される。

(a) 発酵乳の種類よりもその濃度すなわち固型分%に関係があると考え。特に表4の試験結果はその関係の標準を示したものと考える。但し温度は35°Cを主としたものである。

(b) 低温保管の発酵酸度および加糖乳の発酵酸度について表7, 8 および9において比較対象されうる。ホームジャーによる温度保持の酸生成が良好であることを注目すべきである。また加糖によって生じる酸生成の増大は低温保管の場合には期待できないように考える。すなわち甘味添加という嗜好の点に意味があると考え。35°C発酵で加糖の場合は酸生成が大と考えられるが今後さらに追試してみたい。

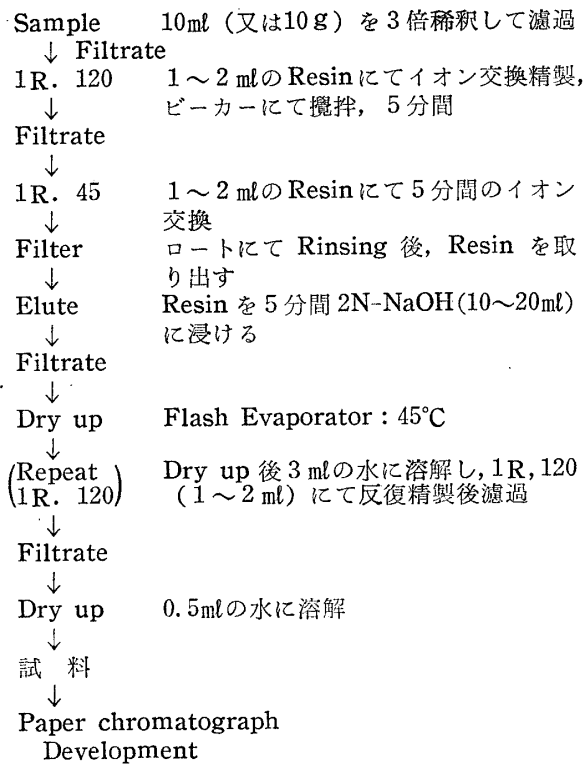
(5) ホームメイドについて

本文中に述べた方法は数多くの試作の結果であるので良い酸乳発酵品が作られることを信じている。しかし温度管理については冬期には充分注意して保温すべきである。また発酵の適時間が一昼夜以上となることもある。

(6) 酸生成の検討

乳酸発酵において生成される酸は乳酸であるが商品には旨味を添加するため加酸されることも予想される。

発酵乳中の有機酸の分析については検討しているが、今回はその酸分析（ペーパークロマト）法の展開試料調製についての方法をダイヤグラムとして図1に示す。



(5M ギ酸
 n-アミルアルコール) 1:1

図1 ペーパークロマトによる有機分析の
 試料調製法: Batch System

(7) 本文中においては市販商品をすべて記号で表示したが次の商品を試料とした。(なお下記の順序と記号順序は一致しない。)

- (イ) ヨグール (固状)
- (ロ) みどりヨーグルト (固状)
- (ハ) マミー (液状)
- (ニ) マローチ (グリコ) (液状)
- (ホ) パイゲンC (液状)
- (ヘ) みどりコンク (液状)
- (ト) ヤクルト (液状)

終りに酸分析(ペーパークロマト)法等に格別の御指導を賜りました九州大学食糧工学科箴島先生, 沢村先生に心より御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 桜井芳人他: 食料工業, 厚生閣, 昭和37年.
- 2) 尾崎準一: 食品加工, 朝倉書店, 昭和39年.
- 3) 日本食品衛生学会編: 食品検査法, 金原出版, 昭和40年.
- 4) 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42年.
- 5) 岩崎康男, 野崎博, 岡田稔: 食品加工の実験・実習, 同文書院, 昭和43年.