

脱脂粉乳を用いた酸乳飲料に関する研究

光 森 女 里

現在の日本人の食糧構成は、摂取量の70%が米を中心とする穀類偏重になっている。又、蛋白質摂取量が低い上に、特に動物性蛋白質が少ない。一般に、動物性蛋白質は、総蛋白質量の40%であるのが望ましいといわれている。

乳は、栄養的に非常にすぐれた食品で蛋白質、カルシウムなどの重要な供給源となっているが、厚生省の毎年実施している国民栄養調査の結果をみると、牛乳及び乳製品の摂取量1人1日当りは、昭和37年度全国平均は42.9gであり、昭和45年を目途とする栄養審議会の食糧構成基準は、これの約3倍も上回る140gとなっている¹⁾。

この様な観点から、学校給食で摂取されている脱脂粉乳は、栄養価値があるにもかかわらず、飲用をさける傾向にあるのを思考し、飲みやすい方法を得ることを目的として、実験したものである。

材料と方法

1. 材料. 実験に用いた脱脂粉乳は、関西酪農協同KK製、乳酸およびクエン酸は、三晃製薬工業KK製、アルギン酸プロピレングリコールエステルは、鴨川化学製、各種の市販酸乳飲料は、小売店で購入したものである。

2. 比重の測定. 試料の温度を15°Cに調節して、牛乳比重計を用いて測定した。

3. pHの測定. 東洋濾紙KK製ガラス電極pH計を用いて測定した。

4. 酸度の測定. 試料10gに蒸留水20ccを加えて稀釈し、1%フェノールフタレイン・アルコール溶液1ccを指示薬として、0.1N-NaOH溶液で滴定した。この滴定数(cc)をもって、酸度とした。

5. 糖の測定. 市販の酸乳飲料には、5~6倍に稀釈して飲むものと、そのままの濃度で飲むものとある。そこで、前者は1g、後者ならば5gを200cc容メスフラスコにとり、これに25% HCl溶液2.5ccを加え、65°Cの湯煎中に20分間保って転化する。冷却後、4N-NaOH溶液を用いて、フェノールフタレインで中性とし、蒸留水を加えて200cc定容とする。この稀釈試料を用いて、Lane-Eynone法²⁾に準じて糖を測定し、%をもって表わした。

又、手軽に測定するように、糖度計による測定値も求め、参考資料とした。

結果と考察

1. 市販品の調査と、味の基準。

はじめに、これから試作する酸乳飲料の基準にするためと、一般消費者の嗜好を知るために、市販品の分析を行った。試料は、5~6倍に稀釈して飲むもの2点(記号AとBで表わす)と、それを5倍に稀釈したもの2点(記号aとbで表わす)、および稀釈しないで飲むもの4点(記号c、d、e、およびfで表わす)で、分析の結果は、第1表に示した。

酸乳飲料は、もともと嗜好品であるが、その風味の主体は酸味と甘味である。試料Cは、オレンジジュースを主体としたものであるから、他のものに比べると酸度が高い。これを除くと、市

第 1 表 市販酸乳飲料の性質

5～6 倍に稀釈して飲用するもの

試料記号	比 重	pH	酸 度	糖	糖度計による値
A	1.252	3.05	17.28	48.18	—
B	1.255	3.00	18.95	49.75	—

そのまま飲用するもの

試料記号	比 重	pH	酸 度	糖	糖度計による値
a	1.049	3.21	2.83	11.50	12.3
b	1.046	3.15	2.93	10.81	11.8
c	1.058	3.09	4.87	12.50	14.2
d	1.014	3.38	2.54	1.99	3.0
e	1.010	3.27	2.83	1.82	2.4
f	1.030	4.20	3.50	4.85	7.6

販品は、飲むときの酸度が 2.5～3.5 になるように作られている。しかし、A と B の場合、製品に標示されている処方 (a と b がこれに相当する) では、水っぽい感じがする。そこで、試料 A について、最も好まれる稀釈度を調べた結果が、第 2 表である。即ち、標示の場合より濃い方が美味であり、その時の酸度は 3.3 であった。

第 2 表 試料 (A) の濃度と味覚の関係

稀釈度	pH	酸 度	味 覚
3 倍	3.26	3.3	美 味
4 倍	3.23	2.8	比較的美味
5 倍	3.21	2.7	水 っ ぽ い

この場合、味覚試験のために、どうしても少量を舌にのせることになるが、実際にはもっと大量を飲む。従ってこれよりもうすい方が、経済的理由もあって、実際的である。

甘味についてみると、市販品の糖含量は、消費者が飲用に供するとき、約 11% である (第 1 表参照)。一般に、酸乳飲料の糖含量は、10% が適当といわれる。そこで、試作品の甘味の基準は 10% とした。ただし、試料 d. e. および f の 3 点の糖含量が低かったのは、合成甘味料が使われているためである。

2. 脱脂粉乳の溶かし方.

本研究の目的は、美味しく飲む方法を考えることにあるが、学校給食に用いられる脱脂粉乳の価値は、あくまで栄養食品である。そして普通適当といわれる量は 22g を 180cc の水に溶かすことになっている。(参考のために、牛乳 180cc と、脱脂粉乳 22g の成分を、第 3 表に比較した)。

第 3 表 脱 脂 粉 乳 の 栄 養 価³⁾

食 品 名	分量	カロリー Cal	蛋白質 g	脂質 g	糖質 g	灰分 g	カルシウム mg	ビ タ ミ ン			
								Al. U.	B ₁ mg	B ₂ mg	C mg
牛 乳	180	106	5.4	5.8	8.1	1.3	180	216	0.07	0.27	4
脱 脂 粉 乳	22	79	7.8	0.2	11.5	1.7	264	4	0.07	0.35	1

そこで、脱脂粉乳 22g を 180cc の水に溶解したもの (これを還元乳と呼ぶ) を用いて、酸乳飲料を作ってみた。その性質は第 4 表に示すとおりであるが、官能的に望ましい程度に乳酸を加えると、成分 (カゼイン) の沈澱や泡立ちが甚しいため、失敗であった。

この場合、糖の添加量は、前項 1. で示した理由から、10% とした。また酸味の調節には、酸酵乳の酸味が乳酸菌の生成した乳酸によることから、乳酸を用いた。ただし、濃厚な乳酸を添加すると、局部的に牛乳 (蛋白質) のカゼインの沈澱ができるので、10% に稀釈したものを用いた。

第 4 表 乳 酸 を 用 い た 酸 乳 (1)

還 元 乳 g	砂 糖 添 加 量 g	10% 乳 酸 溶 液 添 加 量 cc	酸 度	味	状 態
200	20	3	3.7	甘味のみで酸味は感じない	良好
200	20	5	3.9	酸味少しあり	良好
200	20	7	4.1	酸味少しあり	分離, 沈澱して泡立つ
200	20	10	4.6	よい酸味	分離, 沈澱して泡立ちが烈しい

酸味と酸度の関係を, 市販品(第1表)の場合に比較してみると, 市販品では酸度3.0で充分な酸味を感じたのに, 第4表では, 更に高い酸度にならないと良い酸味にならない。これは, 試作品の乳固形分含量が, 市販品より遙かに多いためである。即ち, (i) 乳糖含量が多いことに伴う甘味と, (ii) 蛋白質含量が高いために緩衝作用が大きくなり, 中和滴定に多くのアルカリを必要とするためである。

以上の理由から, 脱脂粉乳の濃度を $\frac{1}{2}$ にした還元乳, 即ち, 11g を 180cc の水に溶解したものをを用いて, 試作した。その性質は第5表に示すとおりであるが, この場合も良い酸味のときは, 成分(カゼイン)の沈澱が起り, 望ましい製品はできなかった。

第 5 表 乳 酸 を 用 い た 酸 乳 (2)

還 元 乳 g	砂 糖 添 加 量 g	10% 乳 酸 溶 液 添 加 量 cc	酸 度	味	状 態
200	20	2	2.1	甘味のみで酸味は感じない	良好
200	20	3	3.2	同 上	良好
200	20	4	3.7	酸味少しあり	少し分離
200	20	7	4.1	よい酸味	分離する
200	20	9	4.9	同 上	分離, 沈澱する

このような沈澱の生成は, 酸によるカゼインの凝固であるから, 還元乳が濃くてカゼインが多い場合や, 酸度が高い場合に生じ易い。ところが, 糖含量を増すと, この沈澱の生成を抑制できる。津郷⁴⁾らによると, 乳固形分9%の還元乳では, 砂糖を150%添加すればよいという。しかし, このような製品は, そのままでは飲めない。第1表の市販品AやBと同じく薄めて飲む形で, c, d, e, および f とは異なった形である。そこで, 糖を150%添加した酸乳と, それを3倍に稀釈した飲料が, 第6表に示すものである。

第 6 表 乳 酸 を 用 い た 酸 乳 (3)

原 料 の 配 合				稀 釈 率	酸 度	味	状 態
還元乳 g	砂 糖 添 加 量 g	10% 乳 酸 溶 液 添 加 量 cc	稀 積 水 cc				
100	150	0	0	0	0.9	—	良 好 (pH5.94)
100	150	10	0	0	11.6	—	同 上
100	150	10	300	3	2.5	酸味少し乏しい	〃
100	150	15	0	0	15.0	—	〃
100	150	15	300	3	3.0	よい酸味	〃
100	150	20	0	0	19.0	—	〃 (pH2.90)
100	150	20	300	3	4.5	やや酸ばい	〃 (pH2.79)

即ち、酸味過剰になる程度に酸を加えても、砂糖の存在のために、沈澱が生成しなかった。最もよい風味のものは、還元乳（脱脂粉乳 22g/水180cc）100gに10%乳酸溶液 15ccを加え、充分攪拌したものを、3倍に希釈した場合であった。この場合、180ccに含まれる脱脂粉乳は標準分量の1/3以下になっている。だからといって、酸乳を500ccも600ccも飲むことは考えられないから、嗜好飲料的な観念になる。

3. クエン酸による酸味の調節

前にも述べた如く、乳酸は醗酵乳の酸味であるが、柑橘類をはじめ、果物の酸味はクエン酸による。実際に、乳酸とクエン酸の酸味を比較してみると、乳酸は突き刺すような刺戟的酸味であって、クエン酸のような清涼感に欠ける。加えて、クエン酸の方が、安価である。そこで、第6表と同様な実験を、クエン酸を用いて実施した。

第7表 クエン酸を用いた酸乳

原料の配合				希釈率	pH	酸度	味
還元乳 g	砂糖添加量 g	10%クエン酸溶液添加量 cc	希釈水 cc				
100	150	5	0	0	3.48	7.4	—
100	150	5	300	3	3.80	2.4	酸味に乏しい
100	150	8	0	0	3.12	11.2	—
100	150	8	300	3	3.33	3.5	よい酸味
100	150	10	0	0	2.95	13.5	—
100	150	10	300	3	3.14	4.1	よい酸味
100	150	20	0	0	2.48	23.7	—
100	150	20	300	3	2.66	7.2	やや酸ばい
100	150	30	0	0	2.01	34.3	—
100	150	30	300	3	2.43	10.1	酸味強い

第7表に、その結果を示したが、使用したクエン酸は、乳酸の場合と同じ理由によって、10%水溶液として用いた。最もよい風味は、還元乳 100g に対して、砂糖 150g、クエン酸溶液 8ccを加えたものである。この量のクエン酸は約80匁に相当する。ところが、乳酸の場合には、(還元乳 100g+砂糖 150g+10%乳酸 150cc) が最もよい酸味であったが、乳酸の所要経費は約2円16匁であった。即ち、クエン酸を用いる方が、清涼な酸味を得られるばかりでなく、経済的である。そこで、以後の実験には、クエン酸を用いることとした。

ただ、食品の味は微妙であって、単味品よりも、数種の呈味物質を混合した方が、深みのあるものになることが多い。ズルチンとサッカリンの混合や、グルタミン酸ソーダとイノシン酸の混合などに、その代表的な例がある。そこで乳酸とクエン酸の混合による酸味を作ってみた。第6表および第7表で得られた両者の違いから、その1/2量づつを混合したところ、単味品とは異なった美味なものとなった。この試作品の性質は、第8表に示すとおりである。ここに用いた乳酸とクエン酸の量は、第6表および第7表で得られた両者の適量の1/2量づつである。

第8表 乳酸とクエン酸を併用した酸乳

原料の配合					希釈率	pH	酸度
還元乳 g	砂糖添加量 g	10%乳酸溶液添加量 cc	10%クエン酸溶液添加量 cc	希釈水 cc			
100	150	4	7.5	0	0	2.90	12.6
100	150	4	7.5	300	3	3.05	3.7

4. 砂糖による沈澱防止

酸乳飲料における沈澱の防止は、極めて難しい問題であるが、砂糖を適量加えれば、ある程度解決できる。このことは前にも述べたが、実際には、限られた経費で作るのであるから、砂糖の一部を、人工甘味料で代表することもある。そこで、沈澱防止に必要な最低量の砂糖を調べ、第9表にその結果を示した。

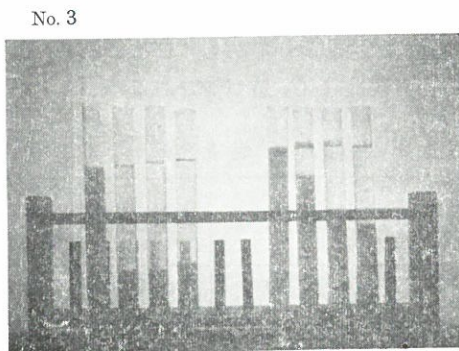
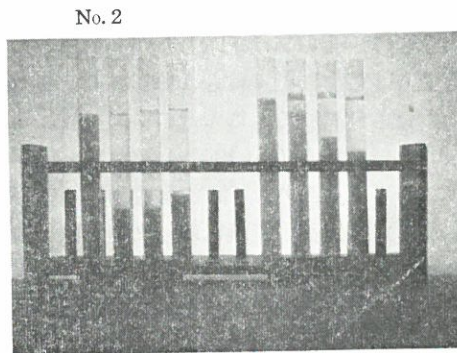
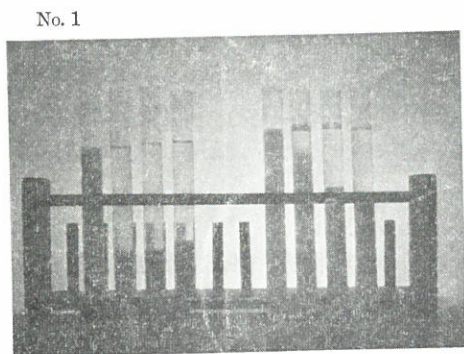
第9表 沈澱と糖量の関係

還元乳 g	砂糖添加量 g	10%クエン酸溶液添加量 cc	状態
100	75	8	良好
100	60	8	良好
100	45	8	少し分離
100	37.5	8	分離、沈澱する
100	30	8	同上
100	23.5	8	同上

即ち、脱脂粉乳 22g を 180cc の水に溶した還元乳に対し、クエン酸 8cc を加えて酸味を付与した場合、60g 以上の砂糖があれば分離が起らないが、45g 以下では分離することが判った。ただし、これよりも乳固形分含量が多く、酸度が高ければ、より多くの砂糖を必要とすることは勿論である。

ところが、酸乳飲料は、温めて飲まれることがある。そのために、熱湯で稀釈することになるが、この場合、沈澱が生じやすい。そこで、熱湯で稀釈した場合と、水で稀釈した場合の沈澱の出来かたを、各種の糖含量の製品について比較したのが、第1図に示す3枚 (No. 1~No. 3) の写真である。No. 1 は稀釈してから15分後、No. 2 は30分後、No. 3 は45分後の状態であり、左側

第1図 熱湯および水で稀釈した場合の分離状況



の組4本は、熱湯で稀釈したもの。右側の組4本は、水で稀釈したものである。これを見ると、熱湯で稀釈したものは沈澱が生じて、分離しやすいことが明瞭である。又、同一組にある4本の試料は、糖濃度を異にし、左端から150%、75%、60%、および45%のものである。概して、水で稀釈した場合には、糖の量に応じて分離の程度が異なる。しかし熱湯で稀釈した場合には、糖が150%添加され

た時は分離しないが、75%以下では、糖の沈澱防止効果は全く認められなかった。

5. 安定剤の効果.

以上のように、酸乳飲料における沈澱の生成は、なかなか面倒な問題である。近年、その解決に、各種の食品添加物が使われている。その代表的なものが、アルギン酸プロピレングリコールエステルである。通常このものは、2%溶液にして用いられる。そこで、この溶液 10cc を還元乳100gに加えて、種々実験したところ、砂糖が 30g 以下でも分離しなかった。前項4. で述べた様に、還元乳に対して45%以下の糖添加量では分離するのであるから、安定剤の効果と認められる。ただし、熱湯で稀釈する場合には、糖添加量30%では不充分で、37.5%を要した。

参考に附記すると、この安定剤が酸性食品の安定剤として、普通用いられる量は、0.1~0.5%以下である⁵⁾。又、安定剤が必要なときは、人工甘味料が使用される場合であるが、人工甘味料（ズルチン、サッカリン）の使用については、津郷・貫井氏⁴⁾が詳しく研究しているので、それを参照されたい。

6. 香 料.

脱脂粉乳に限らず、粉乳には特有の加熱臭がある。これが、乾燥乳製品の嫌われる主因であって、酸乳の場合にも考慮しなければならない。しかし、この異風味を除去することは不可能であるから、別の香气によって異風味を少なくする以外に方法がない。牛乳の風味は、比較的多種類の食品と調和するが、嗜好飲料としては、ココアとフルーツのフレーバーが最もよい。しかし、酸乳は酸っぱい飲料であるから、必然的に後者になる。それも、酸味の強い果実⁶⁾ 即ち、レモンやオレンジのフレーバーが良い。著者の経験では、レモン香料のみで充分であるが、少量のバニラエッセンスを併用すると一層美味となる。ただし、適量使用に充分注意する必要がある。

要 約

昨年来、学校給食における脱脂粉乳の利用が、やかましく論議されている。これは、経費、栄養、乳製品の滞貨などの問題、対米関係などが絡まれていると思われるが、現場にいる栄養士が痛切に感じるのは、脱脂粉乳を児童、生徒が嫌って飲まないことである。そこで、脱脂粉乳からインスタント酸乳を作って飲用させることが、以前から行われている。これは、決して難しいことではない。しかし、本当に美味しく、しかも粉乳量を出来るだけ多く使用する方法はなかなかできにくい。又、飲む回数が度重なれば飽きてくる。その時には味を変えてみるのも一つの方法である。加えて、経費の都合で人工甘味料を使用することも必要になってくる。これに伴って分離や沈澱の問題が起ってくる。

そこで、(i) 酸味や甘味の基準はどの位か、(ii) 酸には何をいいたら適当か、(iii) 沈澱や分離の防止はどうしたらよいか、(iv) 粉乳臭を消すにはどうするか、等の諸点について実験した結果を報告した。機にのぞみ、好みの酸乳飲料を作る基礎資料になれば、幸である。

引 用 文 献

- 1) 食品工業：第3巻, No. 1. 46~47頁昭38
- 2) 東大農化教室：実験農芸化学下巻, 667頁昭35
- 3) 日本栄養士会編：食品標準成分表, 50~51頁昭36
- 4) 津郷友吉・貫井秀夫：畜産の研究, 第3巻, No. 7 335~339頁昭24
- 5) 刈米達夫：食品添加物公定書注解, 31~33頁昭36