

Humanized Milk제조에 관한 연구

제 1 보 모유화분유 조제와 외국산제품과의 비교

유 영진 · 이 태녕* · 김 승환 · 한 덕봉 · 고 정배** · 정 충일**
국립공업표준시험소, *서울대학교 사범대학 화학과 **서울 우유협동조합
(1974년 4월 2일 수리)

Development of the Humanized Milk

Part 1. Relative Nutritional Value, Preparation Chemical Composition of Humanized milk and Comparison of Commercial Products.

by

Y.J. Yoo, T.L. Lee,* D.B. Han, S.H. Kim, J.B. Koh** and C.E. Jung,**

National Industrial Standards Research Institute, *Teacher's college, Seoul University,

**Seoul Dairy Co-operation

(Received April 2, 1974)

Abstract

This paper was developed for production of the humanized milk, comprising similarly to the composition and characteristic of human milk.

Humanized milk of superior quality can be made directly from the fresh raw milk mixed vegetable oil, corn syrup, whey powder, β -lactose, sugar, vitamin, β -carotene and minerals showing formulation of the humanized milk at table 2.

The improving effects of adding vegetable oil and corn syrup are both more reformed the chemical and physical properties of humanized milk. The former enhanced the essential fatty acid and energy source in this product, the latter has the most solving function in water and induced amount of emulsion and stabilizer.

The products contain about 13% protein, 23% fat, 58.3% carbohydrate, 2% ash and ensure reasonably balance of essential amino acid, poly-unsaturated fatty acid for the requirement of infants and controlled component of the humanized milk such as human milk.

서 언

유(乳)는 가장 이상적인 영양식품으로서 모유(母乳)의 내용물이다. 주로 유아(乳兒)를 양육하는데 사용하

고 있다. 그러나 우유(牛乳)는 인공영양으로 유아에 먹이면 여러가지 요인으로 인하여 영양상 유아에게 장애가 발생하여 유아가 정상적으로 발육하여 성장하지 못하는 경우가 있다. 이 유(乳)는 유아발육에 필요한 영양

소를 완전히 함유한 모유와 다르기 때문이다. 그러므로 우유의 영양학적, 생물학적, 화학적, 물리적 특성, 구성 분 등을 가급적 모유에 가까운 제품인 humanized milk로 개발하고자 시도하였다.

모유와 우유는(1~7) 각 성분조성, 성분의 이화학적 성질, 생리학적 성질 등이 상이하다. 그 중에서도 삼대영양소의 성분조성과 질과 함량이 특히 상이하다. 우유는 모유보다도 회분 및 단백질의 함량이 많고 단백질의 조성비도 균일비로 이루어지지 않았으며 유당의 함량과 불포화지방산은 적다.

Humanized milk의 연구는 단백질, 탄수화물, 지방, 회분 등의 우유조성 성분을 양적, 질적으로 개선하여 모유의 성분조성과 유사하도록 제조하는데 있다.

본 연구에 있어서 단백질을 감소시키고 질적으로 개량하고자 단백질을 중 알부민을 증가시키고 동시에 카제인과 알부민의 비와 단백질과 유당의 비율을 모유의 성분조성비와 유사하게 조정하였고 또한 우유지방의 일부 불포화 지방산을 함유한 식물성유로 치환하여 모유지방의 특성과 조성비가 거의 같도록 하며 동시에 풍미, 안전성, 각종 특성을 고려하여 유(油)의 종류 선택과 배합에 있어서도 질적, 양적으로 특히 모유지방의 특성과 거의 같도록 조정하였다.

탄수화물의 첨가는 제품의 용해도, 소화흡수, 장내세균활동 등을 고려하여 β-유당, 자당, 설탕, 가용성 다당류를 이상적인 배합비가 되도록 첨가하였고 비타민 무기질, 기타 등은 유아성장에 필요한 충분한 함량을 보충 또는 배합조정하였다. 본 제품과 외국제품과 비교 검토하여 본 연구는 산학협동으로 공동연구하여 humanized milk를 개발한 연구결과의 일부를 보고한다.

실 험

가. 원료 및 제품의 조제

모유화조제 원료로서 단백질, 지방, 탄수화물 등의 원료는 천연원료와 일차가공원료를 이용하였다. 지방은 각종 유리지방특성과 풍미, 필수지방산 함량비 등을 고려하여 모유의 지방조성비와 같고 이취가 없도록 조정하기 위하여 각종 식물성지방과 우유지방의 배합비를

Table 1. I.V. of the mixtures containing various vegetable oils and milk fat

Group No.	Kinds of fats and oils	I.V
I	Milk fat	44.0
	Corn oil (hydrogenated)	
	Cocoonut oil	
	Palm oil	

I	Milk fat	49.8
	Palm oil	
	Corn oil	
	Cocoonut	
II	Milk fat	51.0
	Corn oil	
	Cocoonut oil	
IV	Milk fat	51.0
	Corn oil (hydrogenated)	
	Cocoonut	
V	Milk fat	64.0
	Soybean oil	
	Cornoil (hydrogenated)	
	Cocoonut	
VI	Milk fat	72.3
	Cocoonut oil	
	Corn oil (hydrogenated)	

Table 1과 같이 배합하였고 이배합군을 Fig.2. Table 6와 같이 저장시험을 하여 POV, AV 변화가 가장 적고 안정도가 좋은 군을 선택해서 지방의 공급원료로 선정하였다.

단백질과 일부 필수아미노산은 수정된 FAO 표준구성(1965 89)과 비교하여 조정함량 동시에 질적, 양적으로 개선하기 위하여 우유락토탄알부민, 필수아미노산, whey powder 등을 원료로 사용하였다. 탄수화물은 모유의 유당함량과 같게 하고 소화흡수시간, 제품의 용해도와 흡수성, 안정도를 감안하여 β-유당, 설탕, 물엿 등을 배합하였고 무기질 중에서 Ca, P의 비율을 조정하고 Fe를 강화함량과 동시에 기타 무기성분과 비타민을 유아에 필요충분한 양만큼 첨가하였으며 색소는 β-carotene 과 비타민 B₂를 혼용하였고 유허제는 sugarester, 유기산을 이용하였다. 전 원료의 배합비는 Table 2와 같이 배합하여 공정은 Fig. 1과 같이 제조하였다.

Table 2. Formulation of proposed humanized milk

Ingredient	%
Raw milk (solid)	41.42
Whey powder	19.84
Vegetable oil	13.06
Corn liquid syrup	9.79
Lactose	10.38
Sugar	5.19
Vitamin, mineral, β-carotene	0.32
Stabilizer and other additives	

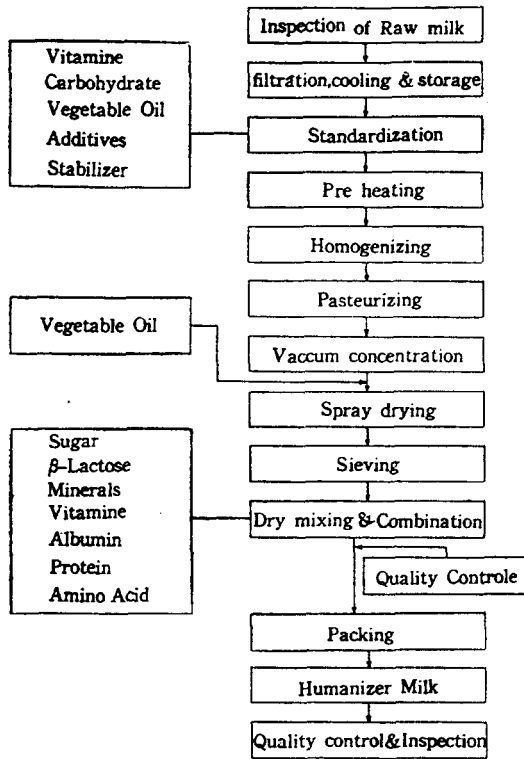


Fig. 1. Flow diagram of the Process for prepartation of humanized milk

나. 분석 방법

1. 일반성분⁽¹⁰⁾
조단백질, 당, 수분, 회분등은 AOAC법에 준하여 정량하였다.
2. 철분, 칼슘, 인등은 AOAC법⁽¹⁰⁾에 준하여 정량하였다
3. 지방정량 및 우유지방의 추출.
李兪⁽¹¹⁾의 방법에 준하여 AOAC 및 일본유지제품시험법에 준하여 실시하였다,
4. 산가, 검화가, 옥소가, 과산화물가
兪申⁽¹¹⁾의 전보에 준하여 AOAC 및 일본 유지제품 시험법에 준하여 분석하였다.
5. 지방산 분리
兪, 申, 李⁽¹¹⁾의 전보에 준하여 gas liquid chromatography에 의한 방법으로 분리 정량하였다.
6. 아미노산 분석
Moor,⁽¹²⁾ 朴 방법⁽¹³⁾에 준하여 auto analyzer⁽¹⁴⁾로 분석하였다.
7. Tryptophan
Spies방법⁽¹⁵⁾에 준하여 정량하였다.

결과 및 고찰

본 시제품은(NHM) 수분이 4% 이하이고, 색상은 비타민 B₂와 β-carotenoid— 의해 생성된 옅은 황색이고 그 향미가 종래 조제분유보다 구수한 냄새를 풍기는 것은 고도 1 포화지방산때문에 생기는 품미이다.

Table 3. The composition of humanized milk, (NHM, MPM) and commercial products.

Samples	NHM	S	M	MPM	Human milk (100ml)	Cow's milk (100ml)
Fat (%)	22.9	26.85	23.0	19.5	1.16	2.98
Protein (%)	13.0	13.75	13.0	17.8	3.66	3.32
Carbohydrate (%)	58.3	53.4	59.8	54.7	7.09	4.38
Ash (%)	2.5	4.0	2.2	4.0	0.20	0.71
I.V.	46.0~50.2	78.0~76.0	44.0~46.0	34.5~37.5	44.1~56.9	31.9~39.6
S.F.A./U.F.A.	52.2/47.8	44.67/51.34	53.14/49.86	61.49/38.86	48.8	59.1
Cal.	493	510	498		62.0	59.0
Solid					12.13	11.65

본 시제품의 용해도는 cosrn syrup의 특성과 지방의 특질에 따라서 좌우되며 흡수성은 첨가한 당질합량에 따라 약간 상이하며 외국산제품과 비슷한 용해도와 흡수성을 나타내고 있다.

Table 3,4에서 보는 바와 같이 지방의 함량은 많고 상대적으로 단백질의 함량은 감소시켰고 동시에 유당, 자당, 물엿을 증가시켜 제조한 것이 종래의 MPM(조제분유)와 상이하다. 불포화지방산과 포화지방산의 비율

은 49.8 : 50.2로서 모유와 거의 같게 하였다. 우유는 40.9 : 59.1, 모유는 51.2 : 48.8로 되어 있다.

이상과 같이 일반 화학적 성분조성은 모유의 성분조성과 유사하도록 하였다. 탄수화물의 첨가도 단일 종류의 당질을 사용하지 않고 물엿, 설탕, β-유당을 첨가하였다. 모유에는 유당이 7.09% 우유에는 4.38%를 감안하여 종전보다 당질의 함량을 3.6%로 증가시켰다. 외국산제품과 비교하여 보아도 지방의 특성에 있어서는

Table 4. The characteristics and physical properties of NHM and commercial products

Character Samples	Fat Content (%)	I.V.	A.V.	nD ₂₀ ²³
S	26.8	78.9	2.56	1.4642
M	23.0	46.0 ~50.2	2.12	1.4632
Ne	23.0	44.3	3.00	1.4624
NHM	23.0	46.0 ~50.0	2.71	1.4631
MPM	18.0	34.0	1.80	1.4606

거의 유사한 결과를 보여주고 있다. 그러나 S 제품보다는 지방의 함량이 약 4% 정도 적고 M제품과 거의 같다. S제품은 회분이 많고, 본 제품과 N제품은 약 2% 정도 적으며 탄수화물은 거의 유사한 결과를 보여주고 있다.

S제품은 I.V.가 78~76으로서 특히 크며 고도의 불포화 지방산이 다량 함유된 것을 명시하고 있다. 본 연구 제품(NHM)과 M제품은 거의 비슷하며 본 제품이 M보

다 약간 더 높다. 또한 지방의 특성을 비교한 Table 4를 고찰하여 보아도 I.V.와 nD₂₀²³에도 상관관계를 보여주고 있으며 I.V.가 높은 제품은 nD₂₀²³도 비례로 높다는 것을 알 수 있다.

총단수는 시료 1g당 10³~10⁴이하로서 농밀부 축산물 가공처리법 시행규칙의 적합한 제품이며 또한 4~6주간 정도 저장시험 결과 이미, 이취가 없으며 풍미도 외국상품에 비하여 손색이 없다. 특수가공한 유를 사용하여 제품을 제조하였으므로 특히 풍미가 양호하고 변패취가 발생하지 않는 것이 본 제품의 특색이다.

아미노산의 조정: 본 연구제품의 아미노산 조성은 Table 5와 같고 이를 FAO/WHO⁽⁸⁹⁾ (Expert Group: Protein Requirement Geneva 1965) 표준구성 성분과 비교하면 성분 조성비가 손색이 없다.

본 제품과 외국산 제품의 아미노산 조성을 비교해 보면 그 결과는 거의 비슷하나 본 제품(NHM 1)과 N제품은 valine이 거의 없고 M제품 0.5%, S제품 0.66% 정도였다.

Table 5. The amino acid composition of humanized milk of domestic and commercial products

	Cowes milk	NHM 1	NHM 2	N	M	S
Aspartic acid	9.48	8.56	7.02	6.62	6.85	7.22
Threonine	2.73	3.80	4.08	4.26	4.09	4.18
Serine	5.81	6.79	6.70	4.08	6.78	6.73
Glutamic acid	24.60	22.54	22.06	23.68	22.64	21.70
Proline	11.61	6.26	6.24	6.36	6.82	6.82
Alanine	2.48	3.36	3.19	3.15	3.09	2.74
Cystine	3.36	4.03	3.81	3.91	3.56	3.71
Glycine	2.04	1.88	1.98	2.20	2.21	2.10
Valine	—	—	0.42	—	0.51	0.66
Methionine	1.38	1.89	2.05	2.18	1.74	2.24
Isoleucine	3.72	4.77	4.67	5.25	4.50	4.26
Leucine	8.14	10.23	10.08	10.12	9.49	10.02
Tyrosine	3.26	3.99	4.53	4.49	4.71	4.64
Phenylalanine	3.74	4.47	5.07	5.21	5.23	4.90
Lysine	9.08	9.20	8.76	9.31	8.65	8.43
Histidine	4.71	3.49	4.04	4.40	3.82	4.02
Arginine	3.28	3.80	3.95	3.84	3.90	4.19
Tryptophan	1.59	1.31	1.35	1.38	1.31	1.38

Table 5를 고찰하여 보면 본 제품 NHM 1은 methionine, tyrosine, threonine, histidine 함량이 타제품보다 적고 aspartic acid, lysine, cystine은 약간 높은 경향을 보이고 있다. 본 제품 NHM 1은 일부 필수아미노산과 락토탄부민을 더 보강한 결과 valine이 0.42%이고 다른 아미노산의 조성비도 거의 S, M 제품의 아미노산 조성

과 거의 비슷한 결과를 얻었다.

지방의 안정도시험과 지방산조성: 모유는 우유보다 필수 지방산이 많고 저급지방산이 적다. 모유의 지방산 조성과 같도록 하기 위하여 미국, 구미, 일본 등지에서는 우유지방의 일부 또는 전부를 식물성지방 또는 cholesterol을 제거한 동물성 지방으로 치환하여 필수지방

산 함량을 증강하여 모유의 지방산조성과 특성이 유사하도록 조제하였다. 일반적으로 사용되는 유지는 아자유, 옥수수기름, 해바라기유, 대두유, 올리브유, 면실유, 특수처리한 동물유 등이 사용된다.

본 연구에 사용된 유는 Table 1과 같이 배합하여 I.V.로 조절하고 이 배합유를 37°C oven에서 안정도실험을 한 결과, POV 변화는 Fig. 2과 같고 A.V.변화는 Table 6과 같다. 이 실험 결과 Table 6과 같이 1~6군까지 AV의 변화는 거의 없으나 Fig. 2과 같이 P.O.V.는 시간이 경과함에 따라서 변화되고, 옥소가가 64~72.3으로 높은 5, 6군은 상승한 결과물 보여 준다. POV, AV 시험결과 가장 안정도가 높고 풍미가 좋으며 변패취가 없는 III, IV군을 원료로 선택하였다. III, IV군을 선택하여 조제한 시제품의 지방산의 chromatogram pattern은 Fig. 3-1, 3-2과 같고 그 조성비는 Table 7과 같다.

본 시제품의 포화지방산과 불포화지방산의 비는 56.3 : 43.70이고 I.V 46~50.0 고도불포화지방산은 11.69~9.75로서 모유와 비교하여 보면 모유 대 우유는 48.8 : 51.2 : 59.1 : 40.9이다 본 제품은 모유보다는 9.50 정도 불포화도가 낮고 우유보다는 2.8 높다. 그러나 옥소가는 모유가 44.1~46.9인데 비하여 시제품은 44~50.0

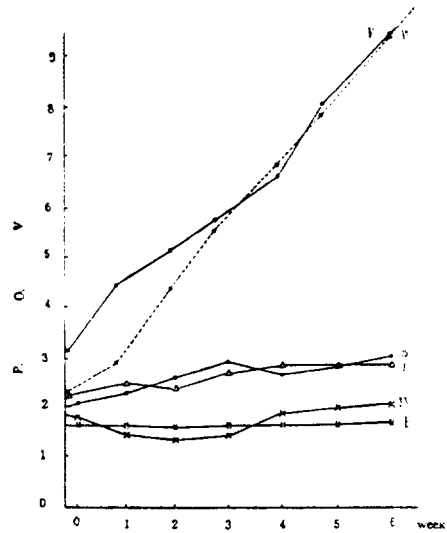


Fig. 2. P.O.V. changes of the mixture containing vegetable oils and milk fat

Table 6. Acid value changes of the mixtures containing vegetable oils and milk fat during storage at 37°C

Group No.	I.V.	Time (week)							
		0	1	2	3	4	5	6	
I	44.0	0.47	0.45	0.51	0.62	0.57	0.70	0.68	
II	49.8	0.51	0.51	0.50	0.57	0.60	0.61	0.63	
III	51.0	0.42	0.45	0.48	0.47	0.51	0.53	0.53	
IV	51.0	0.41	0.50	0.51	0.49	0.53	0.52	0.56	
V	64.0	0.53	0.57	0.62	0.61	0.64	0.66	0.70	
VI	72.3	0.54	0.51	0.56	0.61	0.64	0.67	0.72	

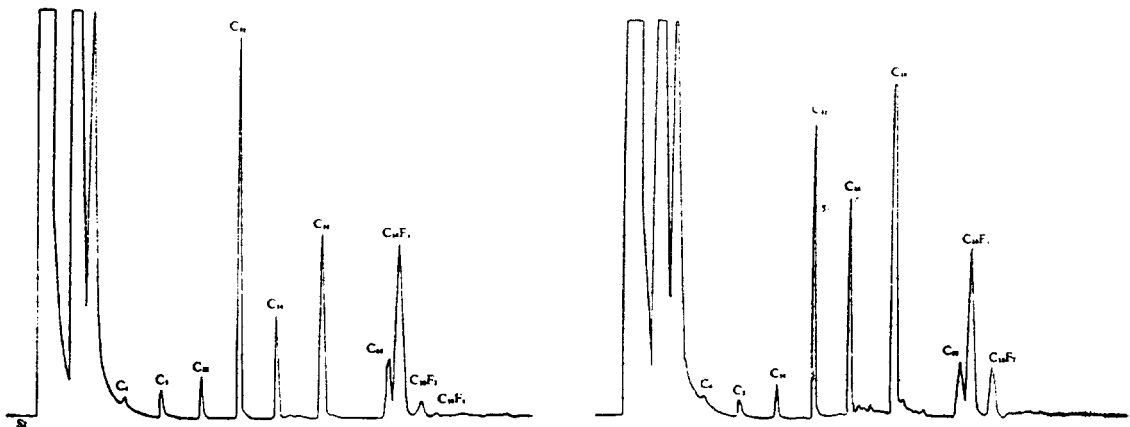


Fig. 3-1, 3-2. Gas chromatogram of fatty acid methyl ester from fat of NHM by GLC on FFAP Column (Solvent methanol)

Table 7. Fatty acid composition of NHM, MPM, cow's milk and commercial products.

F.A.	Kinds	Cow's milk (Seoul city milk)	MPM	NHM		Commercial products		
				A	B	S	M	Ne
C ₄		2.81	—	—	0.82	—	0.39	1.82
C ₆		2.48	0.20	0.23	0.41	0.35	0.77	2.41
C ₈		1.17	1.28	0.77	0.60	3.59	0.21	0.80
C ₁₀		3.08	2.17	1.56	1.41	3.94	3.81	3.12
C ₁₂		2.56	17.60	12.24	14.01	22.58	12.20	16.25
C ₁₄		9.11	8.98	8.39	8.63	7.24	9.60	8.01
C ₁₆		26.07	20.24	27.83	21.52	9.12	21.72	15.19
C ₁₈		15.04	9.59	8.17	9.17	1.95	9.49	10.24
C _{18:1}		34.07	36.51	31.11	32.01	16.88	28.40	31.02
C _{18:2}		3.37	3.43	9.70	11.16	32.07	11.18	10.05
C _{18:3}		0.29	—	0.25	0.53	2.36	0.22	0.10
C ₂₀		0.31	—	—	—	0.03	0.24	—
IV		34.7	39.94	44.0	50.0	77.8	46.0	44.0

(우유는 31.9~39.6)이다 이것은 고도불포화산인 C₁₈~₂₀ 이상이 모유가 10.5 우유가 5.4 인데 비하여 식물유의 첨가로서 평균 9.75~11.69로 상승되어 있다. 이것은 모유와 비슷하고 우유보다는 약 2배가 많다.

포화지방산과 불포화지방산의 비는 모유보다는 9.50 정도가 낮으나 옥소가는 거의 모유와 비슷하고 우유보

다는 월등히 높다. 그러나 외국산 제품과 비교하여 보면 S제품은 옥소가가 77.8, 불포화도 51.34, M제품은 옥소가가 각각 46.44, 불포화도가 40.04, 41.07 이다. 그 중 S제품의 포화, 불포화도의 비는 모유와 비슷하나 옥소가는 31.7정도가 높다. M, N제품보다 옥소가와 불포화도가 조금 높은 것으로 알 수 있다.

Table 8. A.V. changes of humanized milk during storage at 37°C

Samples	Time (week)	0	1	2	3	4	5	6
		N H M	2.71	2.75	2.75	2.72	2.81	2.79
Commercial Products	S	2.58	2.56	2.57	2.61	2.61	2.65	2.64
	M	2.12	2.24	2.31	2.36	2.51	2.49	2.52
	Ne	3.00	3.12	3.24	3.54	3.53	3.78	4.11

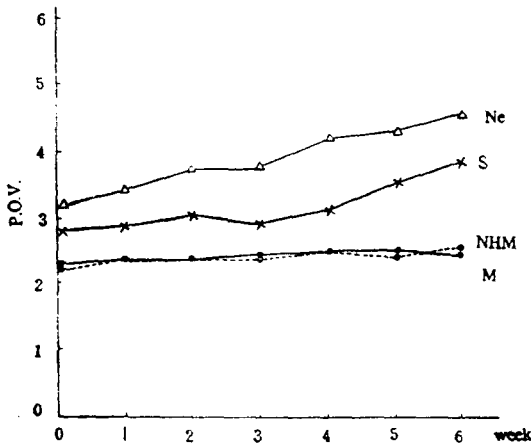


Fig. 4. POV changes of humanized milk during storage at 37°C

본 제품의 oleic acid, linoleic Acid, linolenic acid 함량이 M, N제품과 비슷하다. 그러나 S제품은 타제품보다 oleic acid 함량이 1/2정도로 감소되었으나 linoleic acid 가 3배 정도 함유하고 있기 때문이다.

본 제품을 저장시험한 결과는 Fig. 4와 Table 8와 같으며 상기 불포화지방산 함량과 I.V.와는 일치한 경향을 보이지 않았다.

각 제품마다 37°C에서 6주간 저장시험한 결과 AV, POV에 대한 변화는 거의 동일한 결과를 보여주고 있다. 또한 저장기간 중 변패취와 유치는 시험하기 전과 같으나 4, 5, 6주 이후에 약간 냄새가 풍기고 있을 정도 이고 거의 전 시험제품이 동일 하였다.

결 론

- 1. 본 시제품인 Humanized milk의 일반성분조성은 Table 3와 같고 특수성분 즉, 필수아미노산과 필수지방산 함량은 Table 5, 7와 같으며 단백질의 함량을 13%, 회분 2%으로 맞추고 지방함량을 23% 증가함과 동시에 당질을 도유의 유당함량비와 같게 조절하였다.
- 2. 지방의 특성을 모유지방의 특성과 유사하게 조정하였으며 특히 소화성, 풍미, 용해성을 고려하여 식물성 지방으로 일부 우유지방과 치환하여 linoleic acid, linolenic acid등 필수지방산함량을 증강시켰다.
- 3. 락토알부민, whey powder, 일부 필수아미노산을 첨가하여 FAO/WHO의 표준구성 성분과 거의 같도록 조정 하였다.
- 4. 저장 기간중의 A.V.와 P.O.V.변화가 거의 없으며 이 미, 이취가 없으며 거의 풍미가 변화하지 않았다.

참고문헌

- 1) Hull F. M: *J. Dairy Sci.*, **41**, 330 (1958).
- 2) Call O. A: *J. Dairy Sci.*, **41**, 332 (1958).

- 3) Smith L. E: *J. Biol Chem.*, **165**, 665 (1946).
- 4) Hansen. C. R. phillips: *J. Biol. Chem.*, **171**, (1947).
- 5) György p. et al.: *Arch. Biochem. Biophys* **48**, 193 ~202 (1954).
- 6) 佐佐木, 近藤: *栄養と食糧* **5**, 139 (1952).
- 7) 小宮弘毅: *小兒科診療* **25**(10), 85, (1962).
- 8) FAO/WHO. *Protein requirement* (1965) WHO Tech, Rept, Series No. **301**
- 9) 최홍식, 권 태완: *韓國食品科學會* **2**(1), 96 (1970).
- 10) *Official Method of Analysis of the Association of official Agricultural Chemist*, 73-97, 186-216, 361-362 (1960), 34-58, 242-280 (1970)
- 11. 유 영진, 신 중철 이 정근: *한국식품과학회지* **4**(3), 213 (1972).
- 12. Moore, S., Spackman, D.H.. and Stein, W.H.: *Anal. Chem.*, **30**, 1185, 1190 (1958)
- 13) 박 제인: *한국농화학회지*, **15**(2), 93 (1972).
- 14) 波多野博行: *Amino酸自動分析法*, 化學同人社(1964).
- 15) J. R. Spies, D. C. Chambers: *Anal. Chem.*, **20**, 30 (1948).