

지역 식품을 이용한 이유 보충식의 개발과 이의 영양학적 검토 및 저장성에 관한 연구

안경미・문수재・최홍식*・곽동경

연세대학교 가정대학 식생활학과

* 부산대학교 식품영양학과

Development and Evaluation of the Supplementary Foods for Korean Infants and Children

Kyung Mi Ahn, Soo Jae Moon, Hong Sik Choi* and Tong Kyung Kwak

Department of Food and Nutrition, College of Home Economics, Yonsei University

**Department of Food and Nutrition, Pusan University*

= ABSTRACT =

The purpose of this study was to develop supplementary foods for infants and young children in order to improve their nutritional status. Three formulas composed of rice, soybeans, fish, dry skim milk and sesame in varying proportions were studied. The three formulas, RS_1S_2 , RFS_1S_2 , and RMS_1S_2 , were consisted of Rice (R), Soybean (S_1), Sesame (S_2) (60:35:5), Rice, Fish (F), Soybean, Sesame (60:10:25:5), and Rice, Dry Skin Milk (M), Soybean, Sesame (60:10:25:5), respectively.

A proximate analysis and amino acid determination were made on the developed formulas. In the animal assay, growth rate, PER and FER were evaluated and biochemical analyses were also carried out. A storage test and the cost evaluation were also conducted.

The summarized results are as follows:

1) The proximate composition of the three formulas were 7.3-7.4% of moisture, 15.9-21.5% of crude protein, 7.8-9.6% of crude fat and 2.5-2.8% ash.

2) The result of amino acid analysis showed that the 1st limiting amino acids of RS_1S_2 and RFS_1S_2 were lysine (amino acid score, 76.6) and threonine (amino acid score, 93.3), and that of RMS_1S_2 and the commercially prepared formula were sulfur containing amino acids (amino acid score, 82.0 and 54.4). When the contents of the amino acids

of the three formulas were compared with mother's milk and cow's milk, the balance of the amino acid of each formula was superior to mother's milk but inferior to cow's milk.

3) In the animal assay, the growth rate of all groups increased gradually during the experimental period.

4) The C-PER, which was corrected on the basis of the casein PER of 2.5 was 2.99, 3.38 and 3.10 in the RS_1S_2 , RFS_1S_2 and RMS_1S_2 respectively. The C-PER of RFS_1S_2 and RMS_1S_2 were Significantly ($P < .05$) higher than that of the casein.

5) The FER of the casein, RS_1S_2 , RFS_1S_2 , and RMS_1S_2 were 0.37, 0.39, 0.43 and 0.39, respectively. The FER of RFS_1S_2 and RMS_1S_2 were also significantly ($P < .05$) higher than that of the casein.

6) The concentrations of hematocrit, hemoglobin, total protein and albumin in the serum of the rats of all groups were not significantly different among groups.

7) The storage stability test showed that the total plate count (TPC), the coliforms count and the bacterial spore count in the ingredients were quiet low. However, after 30 and 60 days storage, the count in RFS_1S_2 increased and were higher at room temperature than refrigerated temperature.

8) In the cost evaluation, the cost of the developed formulas was ₩1,826 - 2,626 / kg. This was less than that of the commercially prepared formula (₩3,300 - 4,073 / kg) and that of the imported formula (₩4,250 - 8,720 / kg).

서 론

영유아기는 일생을 통하여 신체적 성장이 가장 빠른 시기일 뿐 아니라 정신적, 정서적 성장 및 두뇌 발달도 함께 이루어지는 중요한 시기이다. 따라서 이 시기에 적절한 영양을 공급하는 것은 정상적인 신체 발육에 직접적인 영향을 미치며 성인이 된 후에도 건강이나 체력, 노동 그리고 지능에까지 영향을 미치게 된다¹⁾²⁾.

영이는 성장함에 따라 모유만으로는 충분한 영양 섭취를 충족하지 못한다. 따라서 정상적인 성장과 건강을 위하여는 이유기에 보충식을 추가 섭취하여 모든 영양소 균형을 갖게 공급하여야 한다. McCance³⁾는 인간의 영양 부족은 나타나는 시기가 빠르면 빠를수록 그 장애가 심하다고 보고하고 있으며 György⁴⁾도 특히 개발도상에 있는 나라의 미취학 아동의 약 70%가 칼로리 혹은 단백질 부족 현상을 나타내고 있다고 보고하고 있다.

우리나라 영유아의 경우, 일반적으로 칼슘, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 C를 제외한 열량 및 각종 영양소의 부족 상태를 보이고 있다⁵⁾. 우리나라 어린이의

성장 발달 표준치 또한 과거에 비해 상당히 증가됨이 강조되고 있으나, 어린이 영양 상태의 지표인 성장 발육 상태를 몇몇 선진국과 비교해 볼 때, 출생후 6개월까지는 같은 월령끼리 같은 성장율을 보이나, 그 후부터는 점차 열등 체력으로 떨어지고 있음이 지적되고 있다⁶⁾. 특히 같은 동양권 내에 있는 일본 어린이보다 체중과 신장이 저하되고 있다는 점에 관심을 기울이지 않을 수 없다. 여기에는 여러가지 요인이 있겠으나 그 중에서도 이들 나라의 생활 수준의 향상 및 영양의 개선등을 들수 있겠으며, 우리나라의 경우는 이유 시작 시기의 지연¹⁾, 적절한 이유식의 부족⁷⁾ 그리고 시판 이유식의 성장과 가격 문제등으로 인해, 적당한 시기에 적절한 보충식의 급여가 이루어지지 않기 때문이라고 생각된다.

이유식 자체가 부족하거나 이유를 시작하는 시기가 지연되어 발생하는 이유기의 영양불량은 이차적 감염의 발생 빈도를 증가시키고 이로인해 영아 발병율이 나 사망율이 증가된다⁸⁾. 이는 또한 이유기 이후의 성장에도 장애를 가져오게 되므로 이유기 영양을 적절히 하여주는 일은 국민의 체위 향상에 중요한 요인이 될 것으로 사료된다. 많은 연구들에서 이러한 열량 불량의 대부분은 적절한 이유 보충식을 제조하여 이 시

기에 급식함으로써 해결할 수 있다고 제안하고 있다⁹⁾.

우리나라의 경우 이들을 비롯한 여러편의 이유 실태 조사¹⁾²⁾¹⁰⁾와 이를 바탕으로 한 이유 보충식개발이 시도되고 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 쉽게 사용할 수 있는 식품 재료들으로써 영양적으로 우수하고 가격이 저렴하며, 장기간 저장할 수 있으며, 어린이의 기호에 적합한 이유 보충식을 가내 생산이 가능한 방법으로 개발하고자 한다. 또한 이들이 함유하고 있는 영양 성분의 함량을 알아보고 동물 실험을 통해 질적인 면을 평가한 후, 일정기간 동안 식품내의 미생물 수를 관찰하여 이유보충식으로써의 적합성을 알아보아 주로 농어촌과 저소득층 어린이의 성장 발육에 도움이 되고자 한다.

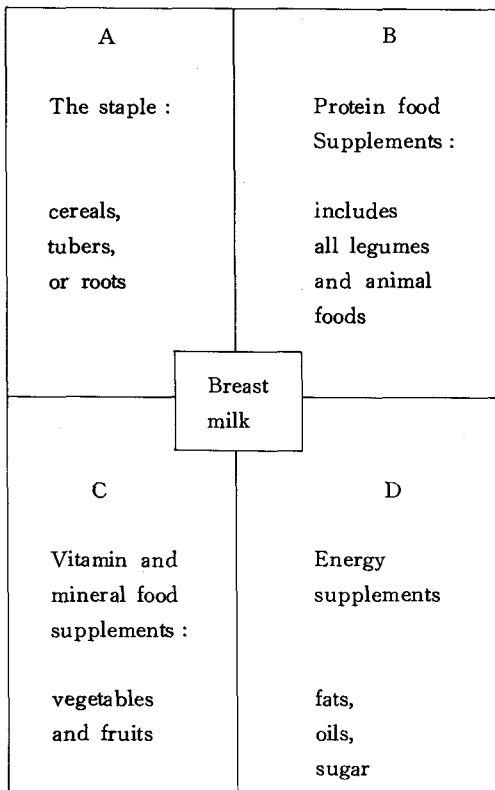


Fig. 1. The food square. Breast milk is in the middle because it is a complete food in itself. The square has four parts - one for the staple, and one each for protein food supplements, vitamin and mineral food supplement, and for energy supplements.

실험재료 및 방법

1) 이유 보충식을 위한 재료 선택과 제조 및 배합 방법

우리나라의 경우 동물성 단백질 자원은 그 양이 한정되고 가격이 비싸므로 이에 의존할 수는 없다. 따라서 본 연구에서는 Cameron 등¹¹⁾이 제안한 그림 1의 균형적인 이유 보충식을 위한 지침표를 바탕으로 표 1에 요약해는 구체적 조건에 만족시키도록 주재료를 선택하였다¹²⁾.

Formula의 배합은 우선 우리나라에서 옛부터 주식으로 사용되어 온 쌀을 기본으로 하고, 단백질원으로 대두를 첨가시킨 후 단백질을 질적, 양적으로 보완하기 위하여 생선과 전지분유를 고려하였다. 또한 에너지 및 아미노산 조성의 보강을 위해 참깨를 가하여서 필수아미노산 조성이 이상적인 것에 가깝도록 하였다.

Formula의 배합 비율은 Protein Advisory Group (PAG)의 고단백 이유 보충식 지침을 고려하였으며¹³⁾ 그림 2에 요약해 놓은 일련의 과정을 거쳐 표 2의 R₁S₂ (rice, soybean, sesame), RFS₁S₂ (rice, fish, soybean, sesame)와 RMS₁S₂ (rice, milk, soybean, sesame)를 제조하였다.

Table 1. Basic considerations for the proposed "home and village" supplementary foods

| Item | Description |
|------------------|--|
| 1. Nutrition | Criteria proposed by PAG* Protein : not less than 20 g Calories Minerals } up to necessary levels Vitamins } |
| 2. Price | Less than half price of commercial supplementary foods products |
| 3. Ingredients | Locally available foods such as rice, barley, soybean, peanuts, sesame, perilla, white meat fish |
| 4. Acceptability | Mild taste |
| 5. Shelf life | More than two months without refrigeration |
| 6. Procedure | Simple method |

* PAG : Protein Advisory Group

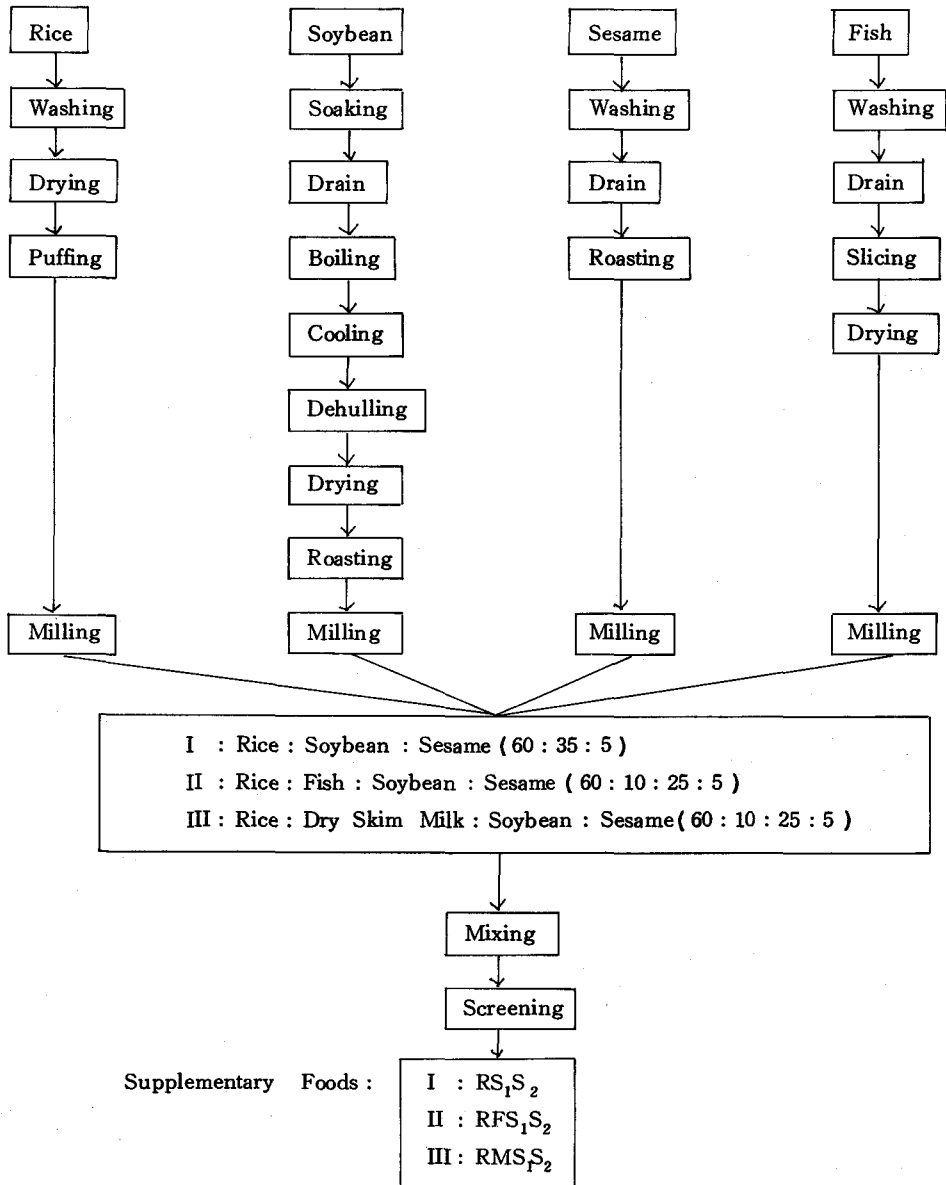


Fig. 2. Block diagram of processing for supplementary foods.

Table 2. Ingredients and their percentage of supplementary foods

| Formula | Ingredients | Percentage |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------|
| RS ₁ S ₂ | Rice, Soybean, Sesame | 60:35: 5 |
| RFS ₁ S ₂ | Rice, Fish, Soybean, Sesame | 60:10:25: 5 |
| RMS ₁ S ₂ | Rice, Milk, Soybean, Sesame | 60:10:25: 5 |

2) 이유 보충식의 일반 성분

재료와 배합 비율이 다른 3가지 이유 보충식에 대하여 수분, 회분, 조지방 및 조단백 함량을 AOAC¹⁴ 법에 의해 정량하였다.

3) 아미노산 분석¹²⁾¹⁵⁾

조제된 각 시료들을 일련의 전처리를 거친 후, 아미

노산 자동 분석기 (Beckman Model 116) 에 주입하여 Moore 등¹⁵⁾의 방법에 준하여 아미노산을 분리시킨 후, 크로마토그램에서 얻어진 각 피이크의 면적을 $H \times W$ 법에 의해 산출, 각 아미노산의 함량을 구하였다. 또한 실험결과 나온 아미노산 함량을 바탕으로 FAO / WHO (1973) Provisional Pattern¹⁶⁾을 reference 로 사용하여 아미노산가 (amino acid score)를 산출하였다.

4) 동물 실험

실험 동물로는 체중이 50~75g 된 Sprague - Dewley 흰 쥐 숫컷 60마리를 사용하였다. 이 가운데 40마리는 한 군에 10마리씩 4군으로 나누어, protein efficiency ratio (PER) 측정을 위해 이유 보충식내의 단백질 비율은 그대로 유지하면서 단백질 함량만을 10%로 낮춰 4주간 사육하였고 (표 3) 나머지 20마리는 원래의 이유 보충식에 vitamin mixture 와 mineral mixture 만 첨가시켜 4주간 사육한 후 실험 마지막날에 희생시켰다 (표 4).

이 때 실험식이로는 RS_1S_2 를 I 군으로 RFS_1S_2 는 II 군으로 하였으며 RMS_1S_2 를 III 군의 식이로 사용하였다.

10%의 단백질 식이를 섭취한 군에서는 단백질 효율 (PER) 만을 측정하였다. 17.5%의 단백질 식이를 섭취한 군에서는 성장율 (growth rate), 사료효율 (feed efficiency ratio, FER)을 측정하였고 micro - capillary method 를 사용하여 hematocrit value 와 Spectrophotometer (Gilford ; starsar III instrument) 를 사용하여 albumin, serum total protein 과 hemoglobin도 측정하였다.

5) 저장 기간 중의 미생물 검사

이유 보충식의 저장 중 미생물의 변화를 조사하기 위해, 사용한 시료 (RFS_1S_2) 를 polyethylene film bag 에 100g 단위로 이중 포장하여 실온과 냉장의 조건하에서 2개월간 각기 저장하였다.

미생물 검사를 위한 시료 채취는 이유 보충식 혼합전의 각 재료인 쌀, 대두, 참깨, 생선에서 실시하였고

Table 3. Composition of experimental diets at 10% protein level

| Ingredients | Experimental animal group | | | |
|--------------|---------------------------|-------------|--------------|---------------|
| | Control g % | Group I g % | Group II g % | Group III g % |
| Rice | - | 34.4 | 29.6 | 34.1 |
| Soybean | - | 20.1 | 12.4 | 14.2 |
| Fish | - | - | 5.0 | - |
| Milk | - | - | - | 5.7 |
| Sesame | - | 2.7 | 2.4 | 2.7 |
| Casein | 10.0 | - | - | - |
| Corn starch | 75.7 | 35.6 | 41.9 | 34.9 |
| Cellulose | 1.3 | - | - | - |
| Corn oil | 6.5 | 1.8 | 3.0 | 2.8 |
| Tallow | 1.5 | 0.4 | 0.7 | 0.8 |
| Vit. mix. | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Mineral mix. | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |

Control : casein

Group I : RS_1S_2

Group II : RFS_1S_2

Group III : RMS_1S_2

* Vitamin mixture ; (mg/kg diet) ; Haper's Mixture, Thiamin 5, Riboflavin 5, Niacinamide 25, Ca - Pantothenate 20, Pyridoxine Hcl 5, Folic acid 0.5, Biotin 0.2, Vitamin B₁₂ 0.03, DL - tocopherol acetate 100, Retinyl palmitate 4,000 IU, Cholecalciferol 400 IU, Choline chloride 2,000, Vitamin C 50, Menadione 0.5, Inositol 100

* Mineral mixture : (g/100 g salt Mix.) ; Hubble Mendel Wakeman Mixture. Calcium carbonate 54.3, Magnesium carbonate 2.5, Magnesium sulfate 1.6, Sodium chloride 6.3, Potassium iodide 0.008, Phosphate sulfate 0.017, Cupric sulfate 0.009, Potassium chloride 11.2.

Table 4. Composition of experimental diets at 17.5% protin level

| Ingredients | Experimental animal group | | | |
|--------------|---------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| | Control g % (g) | Group I g% (g) | Group II g% (g) | Group III g% (g) |
| Rice | - | 57.0 (60.0) | 57.0 (60.0) | 57.0 (60.0) |
| Soybean | - | 33.3 (35.0) | 23.8 (25.0) | 23.8 (25.0) |
| Fish | - | - | 9.5 (10.0) | - |
| Milk | - | - | - | 9.5 (10.0) |
| Sesame | - | 4.8 (5.0) | 4.8 (5.0) | 4.8 (5.0) |
| Casein | 17.5 (18.4) | - | - | - |
| Corn starch | 16.4 (16.6) | - | - | - |
| Cellulose | 2.3 (2.4) | - | - | - |
| Corn oil | 8.0 (6.8) | - | - | - |
| Tallow | (1.6) | - | - | - |
| Vit. mix. | 1.0 (1.0) | 1.0 (1.0) | 1.0 (1.0) | 1.0 (1.0) |
| Mineral mix. | 4.0 (4.2) | 4.0 (4.2) | 4.0 (4.2) | 4.0 (4.2) |

Control : casein
 Group I : RS₁S₂
 Group II : RFS₁S₂
 Group III : RMS₁S₂

Table 5. Proximate composition and energy value of supplementary foods

| Formula* | Moisture (%) | Crude Pro. (%) | Crude Fat (%) | Crude Ash (%) | Calory (Kcal/100g) |
|---------------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|--------------------|
| RS ₁ S ₂ | 7.4 | 15.9 | 9.6 | 2.5 | 384.2 |
| RFS ₁ S ₂ | 7.4 | 21.5 | 8.1 | 2.7 | 374.8 |
| RMS ₁ S ₂ | 7.3 | 17.7 | 7.8 | 2.8 | 392.3 |

* R : rice, S₁ : soybean, S₂ : sesame, F : fish, M : dry skim milk.

저장기간 0일, 30일, 60일 후에 실온 및 냉장에서 저장한 RFS₁S₂에 대해서도 행해졌다.

미생물분석은 total mesophilic aerobic plate count (APC-m), total psychrotrophic aerobic plate count (APC-P), coliform count와 bacterial spore (aerobic) count를 표준 방법¹⁷⁾으로 측정하였으며, 미생물 분석을 위한 전 실험 과정은 2회 반복 실시되었다.

6) 경제성 검토

각 재료들을 처리한 후, 혼합 재료와 혼합량에 따라 산출된 가격에 가공비를 더하여 각 이유 보충식의 생산 가격으로 산출 후, 시판 이유식과 비교하였다.

결과 및 고찰

1) 이유 보충식의 일반 성분

이유 보충식을 위해 제조한 본 실험용 보충식이 일반 성분은 표 5에서 보는 바와 같이 수분함량은 7.3-7.4%로 PAG의 지침서¹³⁾와 한국 유아 식품 기준치¹⁸⁾인 10% 이하로 저장하기에 적당한 상태였다.

단백질 함량은 RS₁S₂의 경우 15.9%로 다소 낮은 편이나 RFS₁S₂의 21.5%는 높은 함량을 나타내고 있으며, 많은 개발도상국에서 개발되었거나 개발중인 이유 보충식의 단백질 함량보다 높은 수준을 나타내고

있다¹⁹⁾.

지방의 함량과 회분 함량은 7.8-9.8%와 2.5-2.8 % 로 PAG 지침서의 10% 이하와 5% 이하와 일치하고 있으며 특히 리놀레인산이 다량 함유되었는 대 두 및 참깨의 첨가로 인해 필수 지방산의 결핍으로 인한 증상은 문제되지 않으리라 본다.

수분, 조단백, 조지방과 조회분 함량을 제외한 나머지 부분을 탄수화물이라고 간주하여 산출해낸 열량은 375-392 kcal/100g 의 범위로 나타났다. Nash²⁾는 우리나라 농촌 어린이가 섭취하는 음식은 열량 밀도가 낮으며, 총열량 섭취량이 필요한 요구량에 이르지 못하므로 열량 밀도가 높은 식품 개발이 필요하다고 지적하고 있다. 그러므로 본 연구에서 개발하고자 하는 이유 보충식으로, 모유에서 부족한 칼로리와 단백질 양을 보완해 줄 수 있나를 살펴보기 위하여 영아를 위한 영양 권장량 (RDA)에 준한 백분율로 계산하였다.

표 6에서와 같이 생후 6개월에 칼로리는 RDA 의 16.3-17.1%, 단백질은 42.7-57.3%를 제공해주며 월령이 많아질수록 보충 비율이 높아져 생후 1~3년이 되면 각각 37.5-39.3%와 54.6-73.7%를 제공해 줌으로써 모유나 인공유의 양을 줄이고 점차 이유를 완료

할 수 있게된다.

2) 이유 보충식의 아미노산 조성

각 이유 보충식의 아미노산 조성결과 FAO / WHO (1973) Provisional pattern¹⁶⁾과 비교한 아미노산가 (amino acid score)는 표 7과 같다.

표 7에 의하면 lysine, methionine 및 threonine 이 제 1 제한 아미노산으로 나타났다. lysine, methionine 및 threonine은 이 분야에서 가장 많이 연구되어 온 Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP)의 제품에서도 부족함이 보고되고 있으며²⁰⁾, 식물성 단백질을 주원료로 하여 이유 보충식을 만들 경우 사실상 몇가지 필수 아미노산이 부족하게 됨이 지적되고 있다¹²⁾. 그러나 생선을 단백질원으로 첨가한 RFS₁S₂의 제 1 제한 아미노산인 threonine은 아미노산가가 93.3으로 비교적 높은 수치를 나타내어 모유나 시판 우유보다도 아미노산 조성이 양호함을 알 수 있는데, 이는 Marinou¹⁹⁾의 결과와도 일치하고 있다.

각 이유 보충식의 아미노산 조성을 시판 이유식, 모유 그리고 우유와 비교시에도 위의 아미노산을 제외하고는 아미노산가가 모유보다는 높으며 시판 이유식

Table 6. Number of feedings and amount of supplementary foods per day

| Month | Formula | Amount of Supplementary Food (per day) | | | Nutrient of Supplementary Food (per day) | | RDA (per day) | | Ratio of RDA (%) | |
|-------|---------------------------------|--|-------------------|-----------|--|---------|---------------|---------|------------------|---------|
| | | Amount of Feeding (g) | Number of Feeding | Total (%) | Kcal | Protein | Kcal | Protein | Kcal | Protein |
| 6 | RS ₁ S ₂ | | | | 154 | 6.4 | | | 16.7 | 42.7 |
| | RFS ₁ S ₂ | 20 | 2 | 40 | 150 | 8.6 | 920 | 15 | 16.3 | 57.3 |
| | RMS ₁ S ₂ | | | | 157 | 7.1 | | | 17.1 | 47.3 |
| 7-8 | RS ₁ S ₂ | | | | 225 | 9.5 | | | 22.7 | 52.8 |
| | RFS ₁ S ₂ | 20 | 3 | 60 | 225 | 12.9 | 920 | 18 | 22.7 | 71.7 |
| | FMS ₁ S ₂ | | | | 235 | 10.6 | | | 23.7 | 58.9 |
| 9-10 | RS ₁ S ₂ | | | | 288 | 11.9 | | | 29.1 | 66.1 |
| | RFS ₁ S ₂ | 25 | 3 | 75 | 281 | 16.1 | 990 | 18 | 28.4 | 89.4 |
| | RMS ₁ S ₂ | | | | 294 | 13.3 | | | 29.7 | 73.9 |
| 11-12 | RS ₁ S ₂ | | | | 384 | 15.9 | | | 36.6 | 79.8 |
| | RFS ₁ S ₂ | 25 | 4 | 100 | 375 | 21.5 | 1,050 | 20 | 35.7 | 107.5 |
| | RMS ₁ S ₂ | | | | 392 | 17.7 | | | 37.3 | 88.5 |
| 12-36 | RS ₁ S ₂ | | | | 461 | 19.1 | | | 38.4 | 54.6 |
| | RFS ₁ S ₂ | 30 | 4 | 120 | 450 | 25.8 | 1,200 | 35 | 37.5 | 73.7 |
| | RMS ₁ S ₂ | | | | 471 | 21.2 | | | 39.3 | 60.6 |

Table 7. Amino acid analysis of supplementary foods

(Amino Acid : mg/100 g protein)

| | RS ₁ S ₂ | | RFS ₁ S ₂ | | RMS ₁ S ₂ | | 시판이유식 | | Mother's Milk | | Cow's Milk | |
|--------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|
| | A.A. (mg) | A.A. score* | A.A. (mg) | A.A. score* | A.A. (mg) | A.A. score* | A.A. (mg) | A.A. score* | A.A. (mg) | A.A. score* | A.A. (mg) | A.A. score* |
| Lysine | 4,214 | 76.6 | 6,430 | 115.3 | 5,076 | 92.3 | 6,544 | 119.0 | 6,800 | 123.6 | 7,200 | 130.9 |
| Histidine | 2,390 | - | 2,372 | - | 2,425 | - | 2,142 | - | - | - | - | - |
| Arginine | 7,610 | - | 10,252 | - | 6,937 | - | 5,176 | - | - | - | - | - |
| Aspartic acid | 9,811 | - | 13,648 | - | 8,912 | - | 9,221 | - | - | - | - | - |
| Threonine | 3,396 | 84.9 | 3,730 | 93.3 | 3,328 | 83.2 | 3,453 | 86.3 | 4,500 | 112.5 | 4,200 | 105.0 |
| Serine | 4,528 | - | 4,196 | - | 4,625 | - | 4,462 | - | - | - | - | - |
| Glutamic acid | 21,824 | - | 20,233 | - | 22,166 | - | 23,141 | - | - | - | - | - |
| Proline | 5,598 | - | 4,755 | - | 7,276 | - | 7,853 | - | - | - | - | - |
| Alanine | 5,220 | - | 5,781 | - | 4,625 | - | 3,986 | - | - | - | - | - |
| Valine | 6,038 | 120.8 | 5,548 | 111.0 | 5,809 | 116.2 | 5,711 | 114.2 | 4,500 | 90.0 | 6,400 | 128.0 |
| Isoleucine | 4,717 | 117.9 | 4,849 | 121.2 | 4,625 | 115.6 | 4,935 | 123.5 | 4,100 | 102.5 | 5,500 | 137.5 |
| Leucine | 8,931 | 127.6 | 9,371 | 133.9 | 9,532 | 136.2 | 9,816 | 140.2 | 8,600 | 122.9 | 9,900 | 141.4 |
| Tyrosine + Phenylalanine | 9,245 | 154.1 | 8,205 | 136.8 | 9,081 | 151.4 | 8,804 | 146.7 | 8,600 | 113.3 | 9,800 | 163.3 |
| Glycine | 4,717 | - | 4,709 | - | 3,835 | - | 2,855 | - | - | - | - | - |
| Methionine + Cysteine | 3,099 | 88.5 | 3,346 | 95.6 | 2,871 | 82.0 | 1,904 | 54.4 | 2,900 | 82.9 | 3,500 | 100.0 |
| Tryptophan | 1,318 | 131.8 | 1,286 | 128.6 | 1,305 | 130.5 | - | - | 1,600 | 160.0 | 1,400 | 140.0 |

* Amino Acid Score

$$= \frac{\text{조사식품 100g 중 아미노산 함량}}{\text{FAO/WHO (1973) 의 잠정적 pattern 중 조사식품 아미노산과 동일한 아미노산의 함량}} \times 100$$

Table 8. Concentration of hematocrit, hemoglobin, total protein and albumin in serum of rats fed experimental diets for 4 weeks

| Animal Group (Number of Animal) | Hematocrit* (%) | | Hemoglobin (g/100 ml) | | Total protein (g/100 ml) | | Albumin (g/100 ml) | |
|------------------------------------|--------------------|--------|--------------------------|--------|-----------------------------|------------|-----------------------|--------|
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. |
| Control (5) | 50.18 | ± 6.68 | 9.60 | ± 1.60 | 5.22 | ± 0.31 | 2.74 | ± 0.33 |
| Group I (5) | 50.62 | ± 4.19 | 9.63 | ± 1.31 | 4.92 | ± 0.22 | 2.78 | ± 0.38 |
| Group II (4) | 49.65 | ± 4.01 | 12.25 | ± 1.82 | 4.80 | ± 0.12 | 2.73 | ± 0.22 |
| Group III (4) | 48.98 | ± 2.69 | 9.70 | ± 1.50 | 4.83 | ± 0.47 (3) | 2.33 | ± 0.22 |

* Volume of packed red cells in ml/100 ml blood

X ± S.D. : Mean ± Standard Deviation

Control : Casein

Group I : RS₁S₂

Group II : RFS₁S₂

Group III: RMS₁S₂

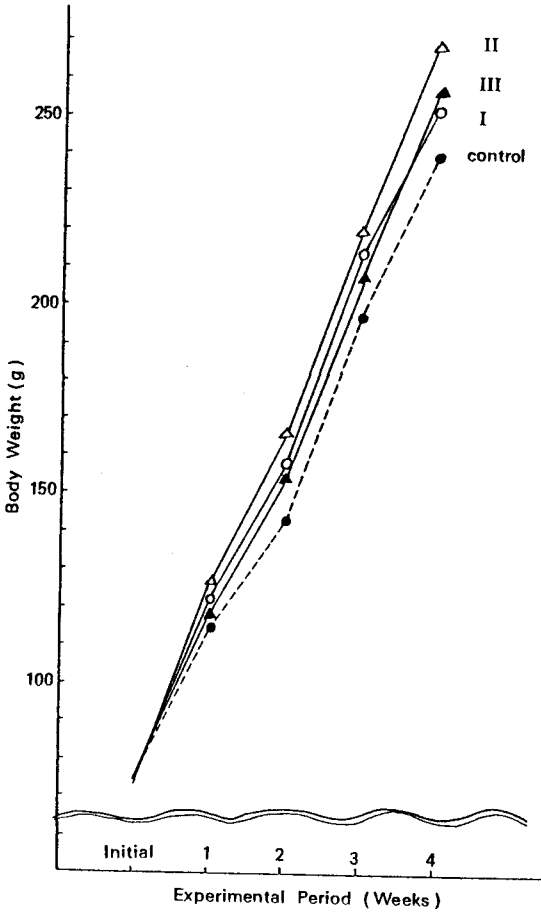


Fig. 3. Body weight changes during experimental periods.

보다는 월등히 높고 우유보다는 약간 낮음을 알 수 있다.

3) 동물 실험

실험 동물의 체중 증가, PER 및 FER을 그림 3, 그림 4, 그림 5에 표시하였다.

각 경우에 II군 (RFS₁S₂)이 수위를 나타내고 있으며 I군 (RS₁S₂)도 control보다 높게 나타났다. 이는 일반 성분분석 결과에서 본 바와 같이 단백질 함량이 21.5%로 I군과 III군의 15.9%와 17.7%보다 높았으며 아미노산 조성도 제1 제한 아미노산의 아미노산가가 93.3으로 높은 수치를 나타내고 있었다. 많은 연구들에서 대두를 이용하여 혼합 제품을 만들 경우 Corrected PER (C-PER)이 우수해짐을 보고하고 있으며²¹⁾ 대두가루에 전지분유²¹⁾나 어단백 농축분¹⁹⁾을 첨가시킨 결과 C-PER이 더욱 증가함을 보고하고 있다.

혈액 성분분석 결과 (표 8) control과 각 군 사이에 통계적인 유의성은 나타나지 않았다.

4) 저장 기간 중의 미생물 검사 결과

배합 전 각 재료에 대한 미생물 분석 결과는 표 9와 같다.

각각의 재료들을 혼합하여 제조한 이유 보충식 RS₁S₂, RFS₁S₂ 그리고 RMS₁S₂의 제품 중에서 RFS₁S₂를 택해 2개월간 저장하여 저장에 따른 미생물 수치의 변화를 살펴 본 결과는 표 10과 같다.

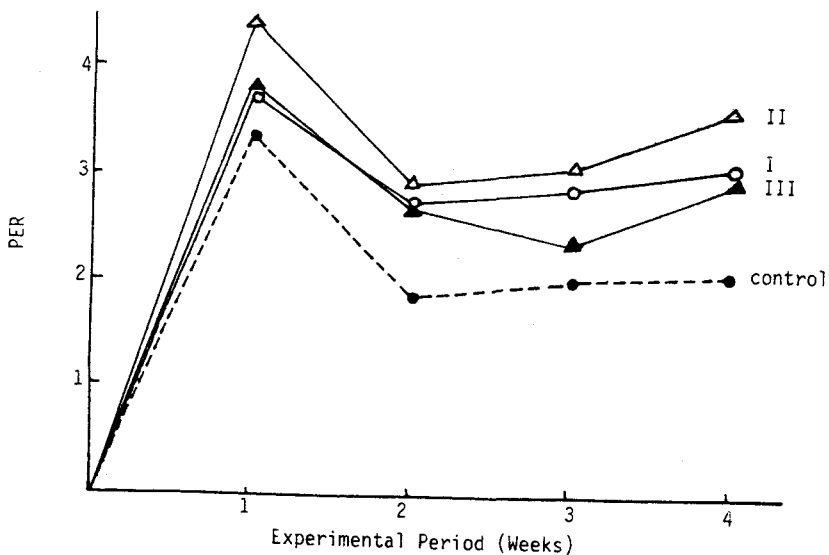


Fig. 4. Changes in PER values during experimental periods.

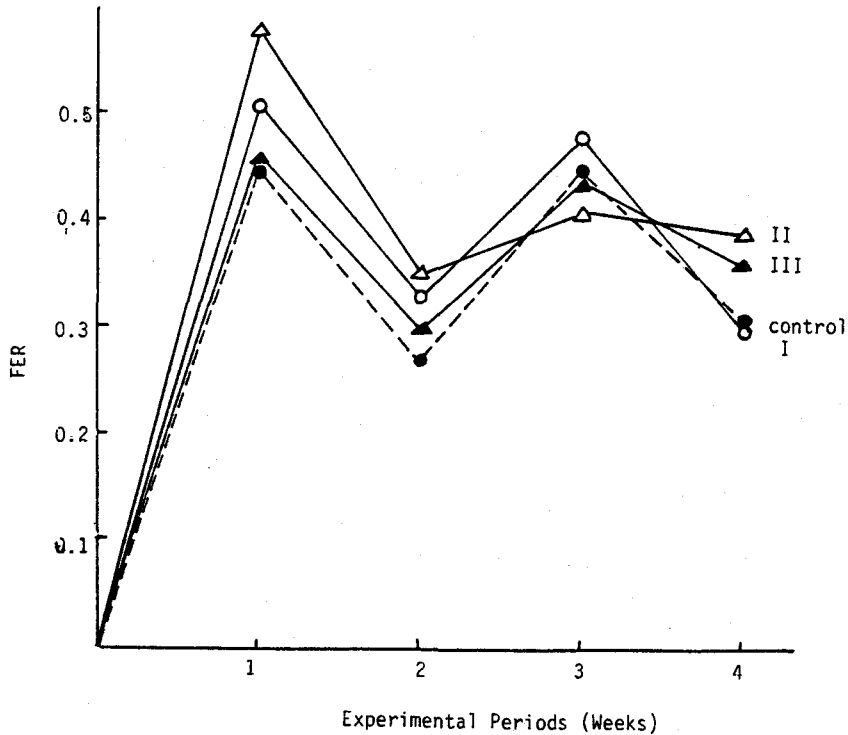


Fig. 5. Changes in FER values during experimental periods.

Table 9. Microbiological analysis on ingredients of formula (CFU/g)

| Ingredients | Soybean | Rice | Fish | Sesame |
|-------------|---------|-------|--------|--------|
| Organisms | | | | |
| TPC | 200* | 6,800 | 40,000 | 8,300 |
| Coliforms** | <3 | 4 | <3 | 51 |
| Spore | 200* | 100* | 200* | *** |

* It was estimated from counts outside the 30-300/plate range

** MPN (Most Probable Number)/g

***It was not reported.

색깔은 처음의 백색에 가까운 담황색을 그대로 유지하고 있었으며 냄새도 신선하였다.

저장 전 RFS₁S₂ 시료의 APC-m은 비교적 적었는데 이는 RFS₁S₂의 조성비율의 대부분이 미생물 수가 적은 대두와 쌀로 구성되어 있고 생선과 참깨의 조성비율은 작은 부분을 차지하고 있기 때문이라고 사료된다. 이것은 coliforms 과 spore 의 경우도 마찬가지이

Table 10. Microbiological analysis on RFS₁S₂ formula (CFU/g)

| Organisms | Duration of storage (day) | | | |
|-------------|---------------------------|-------|--------|--------|
| | Temp | 0 day | 30 day | 60 day |
| TPC | Room | 2,900 | 9,400 | 7,500 |
| | Refrigeration | - | *** | 3,100 |
| Coliforms** | Room | < 3 | 132 | 167 |
| | Refrigeration | - | 33 | 16 |
| Spore | Room | 350* | 12,000 | 8,000 |
| | Refrigeration | - | 7,500 | 5,400 |

* It was estimated from counts outside the 30-300/plate range

** MPN (Most Probable Number)/g

***It was not reported

다.

APC-m은 60일 저장 후 30일째보다 감소하는 경향을 나타내고 있다. 이는 최등¹²⁾의 "영양 식품"의

저장시 TPC 가 기간이 지남에 따라 약간 감소한다는 결과와 일치한다.

Coliforms의 경우는 저장기간에 따라 증가 추세를 보이고 있는데 이는 재료 자체에서의 비위생적인 처리와 저장 기간 동안에 주위 환경에서의 오염 가능성으로 사료된다.

Spore는 저장 전에는 TPC와 마찬가지로 비교적 적었으나 저장 후 30일에 증가하였고 60일에 다시 감소하는 경향을 나타내고 있다. Spore는 특히 내열성이 강하므로 이유 보충식 내의 spore의 존재는 이유 보충식의 장기간 저장과 수화 (rehydration) 시 문제점을 나타내리라 생각된다²³⁾. 그러므로 장기간 저장시킨 이유 보충식을 물에 타서 급식시킬 때는 철저한 주의가 필요하겠다.

RFS₁S₂ 시료를 실온과 냉장 저장 후 미생물수의 변화는 실온에서 보다 냉장에서 적게 나타남을 알 수 있다. 온도는 미생물 발육 조건의 중요한 요인으로 온도를 낮추면 미생물 증식에 필요한 효소 반응을 낮추게 된다²⁴⁾. 그러므로 냉장 저장시 미생물 증식율이 낮은 것으로 사료된다.

건조 상태의 이유 보충식에서 다수의 미생물이 검출된 것은 부적절한 열처리, 오염된 기구의 사용 그리고 열처리 후의 오염의 증거로 간주되고 있다²⁵⁾. 따라서

배합전 각 재료들은 비교적 낮은 미생물 수치를 나타내고 있으나 배합후 일정기간이 지났을 때 미생물 수가 증가하는 경향을 보이는 것은 가정에서 사용되고 있는 위생처리가 안된 비닐, 완전치 못한 밀봉방법, 비위생적인 환경, 저장기간 동안 다른 식품으로 인한 미생물 오염 그리고 일정 온도, 습도 유지가 가능한 저장시설 미비로 인한 결과라고 사료된다.

결과적으로 본 제품의 수분함량을 다소 더 줄이거나 보다 위생적인 환경에서 완전 밀봉하여 냉장 보관한다면 약 2개월까지는 식용이 가능하다고 볼 수 있으나 영유아의 이유식을 가정에서 만들 경우, 장기간 저장은 여러가지 문제점이 따른다고 할 수 있겠다⁴⁾. 따라서 제품의 제조방법, 포장재료 및 포장방법의 개선으로 저장 기간의 연장이 필요하다고 생각된다.

5) 경제성 검토

3 가지 종류 이유 보충식의 생산가와 시판이유식의 가격을 표 11에 요약하였다. 시판 이유식과의 가격 비교 시 본 제품에 관리비 및 이윤을 포함시킨다 하더라도 시판 제품 또는 수입 제품 보다 저렴함을 알 수 있다.

또한 일반적으로 단백질 실 이용도가 낮은 식물성 혼합물인 RS₁S₂는 비록 RFS₁S₂와 RMS₁S₂에 비하여 그 영양가는 약간 미흡하나 유의적인 차이는 나타 내지 않았으며, 원료비는 RFS₁S₂보다 10% 절감됨이 나타났다.

Table 11. Comparison of the price of developed and commercial supplementary food (1984. 9)

| Brand | Weight (g) | Form | Price (won) |
|------------|---------------------------------------|--------|---------------------|
| Commercial | A 1,000 | Powder | 3,300 (3,300/kg) |
| | B 550 | Powder | 2,240 (4,073/kg) |
| Imported | C 280 | Powder | 4,400 (5,000/kg) |
| | D 250 | Powder | 2,180 (8,720/kg) |
| | E 400 | Powder | 2,180 (6,450/kg) |
| | F 800 | Powder | 3,400 (4,250/kg) |
| Developed | RS ₁ S ₂ 1,000 | Powder | 1,823/kg |
| | RFSS ₂ 1,000 | Powder | 2,626/kg |
| | RMS ₁ S ₂ 1,000 | Powder | 2,149/kg |

결 론

영유아를 위한 이유 보충식을 개발하여 이들의 영양 상태 개선에 도움을 주고자 실시한 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 각각의 이유 보충식의 일반성분 분포는 수분이 7.3-7.4%, 단백질이 15.9-21.5%, 지방은 7.8-9.6%이며 회분은 2.5-2.8%이었다.

2) 아미노산 분석 결과 제 1 제한 아미노산은 RS₁S₂와 RFS₁S₂에서 lysine (76.6) 과 threonine (93.3) 으로 나타났으며, RMS₁S₂와 시판이유식의 경우는 아미노산가가 각각 82.0과 54.4인 함 유형 아미노산으로 나타났다.

아미노산 함량을 모두, 우유와 비교해 보면 각 제품의 아미노산 조성은 모두 보다는 우수하나 우유보다는 낮음을 알 수 있었다. 특히 RFS₁S₂의 경우는 생선의 첨가가 아미노산 조성을 양호하게 향상시켰음을 알 수

있었다.

3) 동물 실험 결과 모든 실험군의 성장율은 실험 기간이 지남에 따라 점차 증가하였다.

4) Casein의 PER을 2.5로 환산한 C-PER을 이용하여 이들의 단백 효용가를 비교해보면 RS_1S_2 , $RF S_1S_2$ 그리고 RMS_1S_2 에서 각각 2.99, 3.38과 3.10으로 나타났다. RFS_1S_2 와 RMS_1S_2 의 C-PER은 casein보다 유의성있게 높았다 ($P < .05$).

5) PER은 casein, RS_1S_2 , RFS_1S_2 그리고 RMS_1S_2 에서 각각 0.37, 0.39, 0.43과 0.39이었다. RFS_1S_2 와 RMS_1S_2 는 FER에서도 casein보다 유의성있게 높았다 ($P < .05$).

6) Hematocrit value, hemoglobin, serum total protein과 albumin 농도는 casein과 비교하여 통계적인 유의성이 없었다.

7) 저장성 검사결과, total plate count (TTC), coliforms, bacterial spore는 배합 전 각각의 재료들에서는 그 수치가 상당히 낮았으나 이들을 배합하여 만든 RFS_1S_2 에서는 가공과 배합 과정에서의 오염으로 인해 증가되었다. 또한 2개월간의 저장 기간 동안 이들의 수치는 증가하였으며, 냉장에서의 저장이 실온에서의 저장보다 미생물의 번식을 억제함을 나타내었다.

8) 이유 보충식의 생산가와 시판 이유식과의 가격 비교시 본 제품에 관리비 및 이윤을 포함시킨다. 하더라도 시판 제품 또는 수입 제품보다 저렴하였다.

개발 가능한 3가지 이유 보충식에 대한 여러가지 실험 결과들로 미루어, 이들은 비타민과 미네랄 보충을 따로 하지 않았으므로 단일 완전 식품으로서 활용되기는 어려우나 더욱 저렴한 가격으로 어린이들에게 널리 공급할 수 있는 보충식품으로서의 가치는 충분히 있다고 사료된다. 또한 미생물 수치는 비교적 적게 나타났으나 저장 기간 중 다소 증가하였으므로, 좀 더 위생적인 환경에서 제조하여 냉장 보관해야 하며, 특히 섭취하기 위해 다시 수화 (rehydration) 시킨 후 먹이기 전에 미생물이 증식할 우려가 있으므로 주의할 필요가 있다.

REFERENCES

1) 문수재 · 배광순 : 이유기 어린이를 위한 영양교육 Program (I) ; 이유 보충식 실태에 관한 문헌적 고찰, 대한가정학회지, 22: 63, 1984.

- 2) 홍순명 : 가정환경 변인에 따른 이유 보충식에 관한 실태조사, 연세대학교 식생활과 석사학위 논문, 1982.
- 3) 유정열 : 태·유아의 칼로리 및 단백질 부족에 대하여, 한국영양학회지, 9: 1, 1976.
- 4) György, P.: How to reach Preschool Child, American J. Clinical Nutrition, 14: 65, 1964.
- 5) 농촌진흥청 : 식생활교본 : 5 유아의 영양, 1981, p75.
- 6) 차옥희 : 도시와 농촌에 있어서의 영유아의 양육 및 보건에 관한 비교 연구, 간호학회지, 3: 111, 1973.
- 7) 김철규 : 우리나라 시판 이유식의 실태에 관한 연구, 소아과, 23: 41, 1980.
- 8) 최순자 · 이현숙의 : 이유 식품에 의한 임상적 실험적 연구, 소아과, 14: 259, 1971.
- 9) 김성택 : 우리나라 영유아의 영양법 경향에 대한 연구, 소아과, 22: 337, 1979.
- 10) Lee, K.Y.: Symposium on Nutritional Status of Korean Children, 4th Asian Congress of Pediatrics, 1982, p. 149.
- 11) Cameron, M. and Yngvehofvander : Manual on Feeding Infants and Young Children. 3 Edition, Oxford University Press, 1983.
- 12) 최홍식 · 권태완 : 유유아 및 성장기 아동을 위한 영양식품 개발에 관한 연구. 1) 제품의 조제 및 그 성상, 한국식품과학회지, 2: 96, 1970.
- 13) FAO/WHO/UNICEF Protein Advisory Group (PAG): PAG guideline on protein-rich mixtures for use as weaning foods, 1971.
- 14) AOAC: Official Methods of Analysis, 12th, 1975.
- 15) Moore, S., D. H. Spackman and W.H. Stein : Chromatography of Amino Acids on Sulfonated Polystyrene Resins, An Improve System, Analytical Chemistry, 30: 1187, 1958.
- 16) 김성애 : 한국 식단의 제일제한아미노산 산정과 식품배합을 통한 단백질의 질적 상승효과, 연세대학교 식생활과 박사학위논문, 1983.
- 17) FDA: Bacteriological Analytical Manual, 5th Edition, 1978.
- 18) 식품 첨가물 규격 기준, 보건사회부, 1979, p. 9.
- 19) Marinou, A., Denise Y.G.L. Co and G.E.Livingston: Evaluation of Fish Protein Concentrate as a Replacement for Dry Milk in Laubina Weaning Food Mixtures, J.Food Science, 39: 883, 1974.

- 20) Bressani, R. and L.G.Elias : *All - Vegetable Protein Mixture for Human Feeding ; The Development of INCAP Vegetable Mixture. 14 Based on Soybean Flour, J. Food Science, 31: 626, 1965.*
- 21) Dutra de Oliveira, J.E., N. de Souza, T.A. de Rezende, L.R. Valente., V.F. Boxd and E. E. Daggy : *Development of a Food Mixtures for Infants and Young Childrens in Brazil, J. Food Science, 32: 131, 1967.*
- 22) 서울대학교 인체 정상치 편집위원회 ; 한국인 생체 정상치 및 이환치, 동문사. 1978, p. 251.
- 23) Banwart, G.J. : *Basic Food Microbiology, AVI Publishing Company Inc., 1979, p. 573.*
- 24) Brewer, W.H. : *Limitations to the Standard Plate Count, Dairy Scope LXXIV: 8, 1974.*
- 25) Corlett JR, D.A. : *Setting microbiological limits in the Food Industry, Food Tech., 28: 34, 1974.*