

대용우유 제조에 관한 연구 (제 2 보).  
대용우유의 조성과 영양가

俞永鎭 · 金澤泳\* · 李正根\*\* · 金昇煥 · 金宅濟\*\*\*

국립공업시험원

(1976. 11. 4 접수)

Development of Imitation Milk (II).  
Feed Efficiency Ratio and Over-All Nutritive Value

Y. J. Yoo, T. Y. Kim, J. K. Lee, S. H. Kim and T. J. Kim\*\*\*

National Industrial Research Institute, Seoul, Korea

(Received Nov. 4, 1976)

**요 약.** Imitation milk는 식물성유(soy milk)에 식물성유(油), 탄수화물, whey powder, Na-caseinate, 필수아미노산, 비타민, 무기물 등을 배합 가공한 것이다.

Spray dried 방법으로 제조한 imitation milk의 feed efficiency ratio 및 영양가 측정은 Albino Rat의 사육시험과 화학적분석 방법으로도 측정하였다.

지방산과 아미노산의 각 성분조성은 Gaschromatography 및 Amino Acid Autoanalyzer로 분석하였다.

이 연구 결과를 고찰하여 보면 필수아미노산과 고도불포화지방산이 feed efficiency ratio에 큰 영향을 미친것을 확인할 수 있다.

**ABSTRACT.** Soymilk prepared from soaked beans under processing conditions indicating in table 2, mixed with vegetable oil, carbohydrate, whey powder, and sodium-caseinate, and fortified with essential amino acids, vitamins and minerals and then made the imitation milk by spray drying.

The Feed Efficiency Ratio (FER) and Over-All Nutritive value of spray dried imitation milk were tested with weanling Albino Rats and by chemical analysis methods.

The FER of imitation milk M-2, and humanized milk, were respectively 0.24, 0.25 and that of cow's milk, imitationmilk M-1 were 0.21, 0.20, compared with 0.24 for imitation milk M-2. The amino acid and fatty acid composition in imitation milk were analyzed by Gaschromatography and Amino Acid Autoanalyzer.

The present paper describes the result of studies on the Feed Efficiency Ratio and Over-All Nutritive value concerning amino acid and fatty acid composition in imitation milk.

We found that quality of essential amino acids and polyunsaturate fatty acid composition in imitation milk have an strong effect on Feed Efficiency Ratio.

\*Sogang University, Seoul, Korea

\*\*Kon Kuk University, Seoul, Korea

\*\*\*Korea Institute of Science and Technology, Seoul, Korea

## 1. 서 론

유아식품은 가급적 천연물로 가공하여 모유와 비슷한 제품으로 개발해야 하고 그 개발된 제품은 성분조성이 모유와 유사하여야 한다.

이와같은 제품을 개발하기 위하여 원료는 soymilk와 낙농 이차상품 및 식물유지를 이용하여 대용우유를 제조하였다. 본 연구는 국산 대두로부터 soymilk 제조 조건을 확립하고 이 soymilk를 이용하여 모유화한 대용우유를 제조하였고, 이 제품의 동물사육시험을 통한 제품의 영양학적 평가 결과를 보고하고자 한다.

## 2. 실 험

### 2.1. 원료 및 제품의 조제

제 1보<sup>1</sup>의 방법에 준하여 원료를 배합하였고, 가공하였다. 단 soymilk 제조는 Table 2에 명시된 조건하에 제조한 것을 사용하였으며 전원료의 배합비는 Table 1과 같다.

### 2.2. 분석방법<sup>1~3</sup>

(1) 일반 성분 및 무기물 등은 AOAC<sup>2</sup>법에 준하여 정량하였다.

(2) 산가 과산화물가는 전보<sup>1</sup>에 따라 AOAC<sup>2</sup> 및 일본 유지제품 시험법에 준하여 실시하였다.

(3) 총아미노산의 분석<sup>4,5</sup>

Moor<sup>4</sup> 방법에 준하여 다음과 같은 방법에 따라 Autoanalyzer<sup>5</sup>로 분석하였다.

검체 0.5~1g를 평취하여 경질 시험관(18×

180 mm)에 넣고 6 N HCl 20 ml를 가하여 밀봉한 후, 110 °C에서 30시간 산가수분해시킨 후 60 °C 이하에서 감압농축하여 염산을 완전히 제거한 후 pH 2.2의 citric buffer 액으로 25 ml로 정용한 후 여과하여 여액의 일정량(50 ml)을 평취하여 Fig. 1과 같은 방법으로 0.2 ml를 아미

Table 2. Processing conditions on the preparation of soymilk from soaked dehulled soybeans.

Item	Processing condition
Soybean	From kwangwon
Dehulled soybean	Dry, 105~110°C at circulatory
Soak time	3~8 hrs
Temp. of soak water	Room temp. or 40~60 °C
Temp. of extracting water	80~90°C
pH of extracting water	6.5~7.2
The ratio of soybean weight to grinding water	1 : 8~1 : 10
Grinding and filtration	1. Microgrator 2. Ultraatomizer 3. Superdecantor
Homogenizing	120~160 kg/cm <sup>2</sup>
Heating and sterilization	15 min. at 121 °C
Yield of soymilk	58~65 %

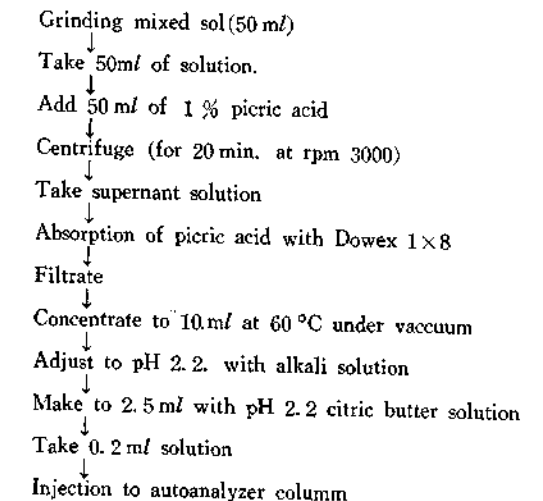


Fig 1. Preparation of sample solution for amino acid autoanalyzer.

Table 1. Formulation of proposed imitation milk.

Ingredients	Percentage(%)
Raw soymilk(solid)	25~30
Vegetable oil (coconut oil, corn oil)	18~20
Corn syrup	5~10
$\beta$ -Lactose	15
Sugar	5
Whey powder	15~20
Sodium caseinate	8~10
Stabilizer	1.0
Minerals and vitamins	10
Amino acid	1

노산자동분석기 (Technicon's Amino Acid Auto-analyzer AAA-1) column 에 주입하여 얻은 Recorder Chart Paper 가 이와 동일한 조건하에서 실시한 Standard Amino Acid Recorder Chart Paper 를 비교하여 Technicon's Instruction Manual AAA-1 에 준하여 정량하였다.

(4) 지방산의 분리

Lee<sup>3</sup> 의 방법에 준하여 Gas Liquid Chromatography 에 의한 방법으로 분리 정량하였다.

가. 분석장치 및 실험조건

- ① Instrument : Daria acrograph 202 with flame ionization detector
- ② Column : 20' × 1/8'' stainless steel with 5 % -FFAPon chromsorb w 60/80 mesh
- ③ Temperature : column. temp. 55~225 °C at 10 °C/min ; injector temp. 220 °C ; detector temp. 250 °C
- ④ Gas : Carrier gas 30 ml/min as N<sub>2</sub> 30 ml/min as H<sub>2</sub>  
350 ml/min as air.
- ⑤ Chart speed ; 20''/60 min : 1/3 in/hr.

나. Methyleneesterification.

무수 메탄올용액에 Na 금속을 녹여 제조한 0.05 N sodium methylated solution 에 시료를 녹인 후 시험관을 봉하고 60 °C 의 항온조에 약 1 시간 정도두면 두 개의 액상이 점차로 변하여 단일상으로 되는데 이때 메틸화는 거의 완료된다. 지방과 메탄올의 사용비는 지방중량 1 에 대하여 메탄올 량을 부피로 2 배로 한다. 용매로 추출하지 않고 에스테르화된 혼합물을 개봉하여 그대로 GLC 분석용시료로 하였다.

(5) Tryptophan<sup>6</sup>

Spies 방법에 따라 정량 하였다.

(6) Vitamin A<sup>7</sup>

Carr-price 반응을 이용한 비색법으로 정량 하였다.

(7) Vitamin C<sup>7</sup>

**2. 3. 2, 4-Dinitrophenylhydrazine Hydrazine** 법으로 정량

(8) Thiamine Thiochrome 법으로 정량하였다.

(9) Organoleptic test Leu 방법<sup>28</sup> 및 Chandrasekhara 방법으로 실시하였다.

(10) 동물사육실험방법<sup>10,11</sup>

Kwon<sup>11</sup>, Sharpalekar<sup>10</sup> 방법에 준하여 3.4 항의 동물실험을 다음과 같이 실시하였다.

가. 사료섭취량

사료섭취량은 매일 저울로 측정하였다.

나. 체중측정

체중은 실험기간 동안 매주 한번씩 일정한 시간에 같은 저울로 측정하였다. 체중측정 2 시간 전에 시료그릇을 집어내어 사료섭취로 인한 체중증가를 막았다.

다. Feed Efficiency Ratio

섭취한 시료량과 체중증가량을 다음식에 의해서 계산하였다.

$$FER = \frac{\text{체중증가량(g)}}{\text{섭취한 시료량(g)수}}$$

(11) Hemoglobin, Red Blood<sup>12,13</sup>

Shurpalekar<sup>12</sup> 및 Crosby<sup>13</sup> 방법에 준하여 측정하였다.

**3. 결과 및 고찰**

Soymilk 제조공정조건 및 제조방법에 관하여 Hand<sup>14</sup>, Wilken<sup>15</sup> 및 Hackler<sup>16</sup> 등 많은 학자들이 연구 보고하였으나 그 방법 및 공정에 따라 장단점이 있고 soymilk 의 특성이 상이하다. 그러므로 필자는 대용우유 제조원료로서 가장 적합한 soymilk 제조공정 및 조건을 검토한 결과 Table 2 와 같이 확립하고 soymilk 를 제조하였다.

Table 3. The composition of soymilk.

Composition	Percentage (%)
Protein	3.0
Fat	2.1
Sugar	3.1
fiber	0.2
Ash	0.35
Calcium	14 mg
Phosphorous	48 mg
Iron	1.2 mg
Moisture	91.15

Table 4. Fatty acid composition of soymilk.

Fatty acid	Percentage (%)
C <sub>16</sub>	11.10
C <sub>18</sub>	3.33
C <sub>18:1</sub>	23.83
C <sub>18:2</sub>	52.40
C <sub>18:3</sub>	8.58
C <sub>20</sub>	0.337
C <sub>20:1</sub>	0.26
C <sub>22</sub>	0.20
Iodine Value	139.5~140.47

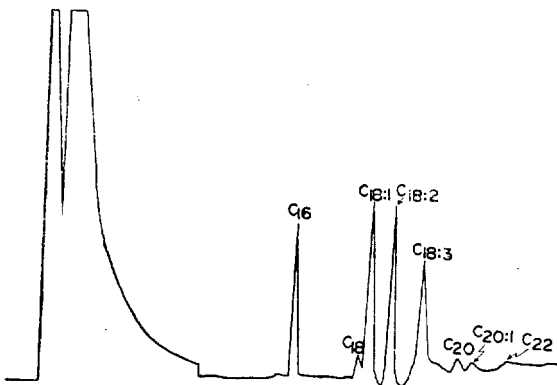


Fig 2. Gas chromatogram of fatty acid methyl ester from fat of soymilk by GLC on FFAP column (solvent methanol).

이 방법으로 제조된 soymilk의 일반성상은 Table 3과 같다. 이 soymilk는 단백질 약 3.07%, 지방 2.1%, 회분 0.35%, Ca 10 mg, P 48 mg, Fe 1.2 mg 정도로 함유되어 있다. 이와같은 조성의 soymilk를 대용우유의 원료로 사용할 때에는 목적에 따라 농축하여 사용한다. 이 soymilk의 지방산 조성비는 대략 Table 4와 같고 soymilk의 지방산은 gas chromatogram pattern Fig. 1과 같다. Table 4를 고찰하여 보면 불포화지방산이 약 85%이고 그 중에서는 Linolic acid 52.4%, linolenic acid 8.58%가 함유되고 있다. 또한 soymilk의 아미노산 조성도 Table 5의 결과를 고찰하여 보아도 필수아미노산 methionine, cystine의 함량이 우유에 비하여 열등하나 tryptophan, phenylalanin, valin 등을 비롯한 다른 아미노산의 함량은 많은 것을 알 수

Table 5. The amino acid composition of soymilk.

Ingredient	Percentage (%)
Asparatic acid	10.97
Threonine	3.71
Serine	4.82
Glutamic acid	20.46
Proline	4.84
Alanine	4.29
Methionine	1.46
Isoleucine	5.01
Leucine	8.57
Tyrosine	3.87
Phenylalanine	4.18
Lysine	5.63
Histidine	2.68
Argine	4.24
Tryptophane	1.28
Cystine	1.19
Glycine	4.25
Valine	4.75

Table 6. Chemical composition of imitation milk based on soybean, vegetable oil and various carbohydrates.

Composition	Percentage (%)
Mositure	4
Protein	20
Fat	18
Ash	2.4
Calcium	415(mg)
Phosphorous	520(mg)
Iron	6.0(mg)
Thiamine	0.9(mg)
Vitamin A	1500(1 $\mu$ )
Riboflavin	1.5(mg)
Ascorbic acid	30(mg)

있다.

#### 4. Imitation Milk의 조성

대용우유의 조성은 Table 6에서 보는 바와 같이 시제품의 특성은 전보<sup>1</sup>에서 언급한 바와 거의 비슷하다. 다만 지방의 함량을 22%에서 18%로 감소시켰고 단백질의 함량은 15%에서 20%로

증가 시켰다. 시제품의 안정성, 용해성 및 흡수성을 고려하여 대두지방을 감소시키고 식물성 지방중 옥수수유 아자유를 증가시키고 동시에 우유단백질인 카제인을 증가시키고 동시에 대두단백질을 감소시킨 것이 제 1 보와 상이하다. 이 목적은 대두단백질의 부족한 methionine, cystine 을 우유단백질에서 보강하기 위한 것이다. 대용우유에는 전당류중 유당함량을 30~35% 증가시켜 가능한 모유의 유당량에 비하여 약 3/5 정도로 조절하고 나머지 2/5 정도는 물엿, 설탕 및 포도당을 조정하므로써 소화 흡수시간의 균형을 유지토록 한 것이다.

**5 아미노산조성, 지방산조성 및 제품의 안정도 시험**

일반시중 조제 분유는 우유단백질의 주성분인 카제인이고 본제품은 글루부린이 주성분인 대두단백질과 카제인의 비율을 3:1=4:1 비율로 배합 조성한 것이다. 이 본 제품의 총단백질은 약 20% 이고 그 구성 아미노산 조성은 Table 7 과 같다. 본제품은 lysine, methionine, cystine 은 보강 조정 하였다. 또한 glutamic acid, methio-

nine tryptophane 등의 함량은 모유와 같게 조정한 것이 특징이다.

제 1 보<sup>1</sup>에서 언급한 바와 같이 soymilk 을 주 원료로하여 제조하면 우유보다 aspartic acid, threonine alanine, valine, arginine 등이 많으므로 이것을 조정함과 동시에 필수 아미노산 함량을 조정하기 위하여 FAO/WHO 1965<sup>17</sup> 표준 구성성분과 비교하여 성분조성비에 손색이 없도록 우유단백질인 카제인과 일부 필수아미노산을 첨가하였다. 또한 본 제품은 지방을 22%에서 18%로 감소시키고 지방원은 대두지방을

Table 8. Fatty acid composition of imitation milk.

F. A.	Imitation Milk M-1	Imitation milk M-2
C <sub>4</sub>	—	—
C <sub>6</sub>	—	—
C <sub>8</sub>	3.06	1.47
C <sub>10</sub>	2.04	2.50
C <sub>12</sub>	23.07	16.65
C <sub>14</sub>	9.37	5.40
C <sub>16</sub>	11.55	15.68
C <sub>18</sub>	16.44	7.40
C <sub>18:1</sub>	13.06	23.58
C <sub>18:2</sub>	21.40	24.23
C <sub>18:3</sub>	2.01	1.08
C <sub>20</sub>	Trace	0.56
C <sub>20:1</sub>	Trace	1.46
C <sub>22</sub>	Trace	Trace

Table 7. The amino acid composition of imitation milk.

Amino acid	Imitation milk M-1	Imitation milk M-2
Aspartic acid	8.66	8.25
Threonine	3.68	4.08
Serin	6.10	6.51
Glutamic acid	21.44	18.10
Proline	1.14	5.77
Alanine	4.08	3.88
Cystine	2.64	3.81
Glycine	3.29	3.71
Valine	4.04	3.80
Methionine	1.89	2.25
Isoleucine	4.55	4.60
Leucine	8.47	8.07
Tyrosine	3.85	3.75
Phenylalanine	4.98	5.65
Lysine	8.31	8.67
Histidine	2.68	2.24
Arginine	5.80	5.58
Tryptophane	1.31	1.38

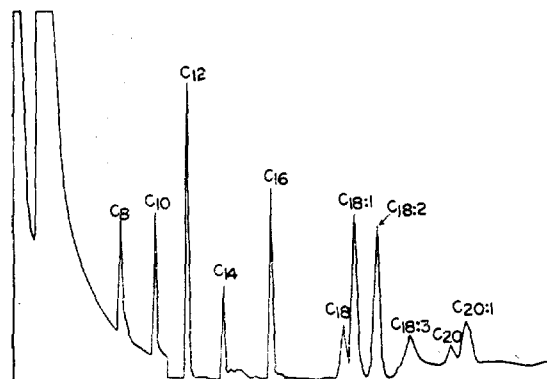


Fig 3. Gas chromatogram of fatty acid methyl ester from fat of imitation milk by GLC on FFAP column (solvent methanol).

Table 9. Effect of storage on quality imitation milk

Assay	Time (week)	Initial	After 20 weeks at 30~25°C	After 20 weeks at 37°C incubator
	Temp. (°C)	Room temp.	20~30	37
Organoleptic		Acceptable	Acceptable	Acceptable
Color		Pale yellow	Pale yellow	Pale yellow
Acid value		0.7	1.2	2.4
Peroxide value		0.1	0.8	2.6
Vitamine A (I. U./100g)		1500	1410	4350
Vitamin C (mg/100g)		30	28	26
Thiamin (mg/100g)		0.9	0.81	0.80

Table 10. Feed efficiency ratio of imitation milk and milk products average value for 5 males and 5 females per group duration of experiments: 8 weeks).

Kind	Item	Initial weight (g)	Final weight (g)	Food intake (g/day)	Weight gain (g/week)	FER*	red blood cells (10 <sup>6</sup> /umm)	hemoglobin (g/100ml blood)
Imitation milk M-1		47.1	210.3	13.6	20.4	0.20	7.6	15.1
Imitation milk M-2		46.4	246.2	12.5	21.2	0.24	8.0	15.7
Humanized milk		46.7	245.1	12.7	22.3	0.25	8.1	16.0
Cow's milk		47.2	205.6	13.4	19.8	0.21	7.7	15.1

\*feed efficiency ratio weight gain/food consumption (food in take).

감소시키고 옥수수유, 야자유를 증가시켰다. 즉 제품의 안정화와 용해성 등 문제점을 고려하여 식물성유로서 18~20%를 첨가하였다. Table 1의 soymilk의 지방산 조성은 고도 불포화지방산이 많고 포화지방산이 적다. 이 지방산 조성을 고려하여 배합 조정한 것은 Table 8과 같고 gas chromatogram pattern은 Fig. 3와 같고 Table 8의 결과를 고찰하여 보면 oleic acid 23.58%, linolenic acid 1.08%이고 총 불포화지방산이 약 48% 함유 되어있다.

제품의 안정성에 관하여 Table 9를 고찰하여 보면 산가 및 과산화물가는 제 1보와 비교하여 훨씬 안정하여 산화 및 제품의 변질이 없는 것을 인정해준다. 이것은 포화지방산의 함량을 조정하였고 대두지방은 감소한 결과이다. 산가는 최초 0.7에서 37°C 부탄기에 20주 저장한후 산가는 2.4로 변화하였고 과산화물가는 최초 0.1에서 최종 2.6 정도밖에 변화하지 않고 안정성이 있음을 보여주었고 색깔 및 맛은 거의 변화가 없다.

## 5. 동물 실험

대용우유의 아미노산 조성과 단백질 함량은 Table 6과 Table 7과 같다. Table 7에서 보는바와 같이 시료 I과 시료 II의 아미노산 조성 및 함량이 거의 비슷하나 methionine cystine tryptophane 함량이 시료 M-II가 시료 M-I보다 많으며 glutamic acid, valine leucine 등의 함량은 적다. 시료 M-II의 methionine의 함량이 FAO Reference protein(1957)의 함량인 2.2와 거의 같고 시료 M-I은 약 0.31%가 적다. 동물 실험에 있어서 본제품 시료 M-I 및 시료 M-II와 시판우유와 필자가 연구한 humanized milk<sup>18</sup>를 사용 하였다.

본 제품을 흰쥐에 먹여 8주간 사육한 결과는 Table 10과 같다.

Methionine이 보강된 대용우유 M-2와 humanized milk<sup>18</sup>는 FER이 각각 0.24, 0.25로서 시판우유(Cow's milk 전지분유) 대용우유 M-I 각각 0.20, 0.21보다 높고 hemoglobin, red blood cells도 역시 대용우유 M-2 humanized

milk<sup>18</sup>가 더 좋은 결과를 나타내고 있다.

흰쥐의 주당(週當) 체중증가와 최종체중(g)도 요인이지만 지방함량 및 지방산 조성이 동시에 흰쥐의 체중증가에 영향을 주는 것 같다.

대용우유 M-2와 humanized milk<sup>18</sup>의 불포화 지방산의 함량비가 각각 48, 43%이며 시판 우유 및 대용우유 M-1은 각각 40.9, 36.5%이고 humanized milk<sup>18</sup> 50~51%이다.

흰쥐의 임상결과 Table 10과 상기 지방산류의 비율이 일치된 결과를 보여준다.

### 6. 결 론

1. 본제품인 대용우유 M-2의 일반성분 조성은 단백질 20%, 지방 18%이며 당질중 유당을 30~35%로 조정하였다.

2. 단백질의 공급원을 soymilk와 casein의 비율로 대량 3:1 또는 4:1 비율로 조정하였고 lysine, cystine, methionine, tryptophane을 강화하였다.

3. 지방산의 안정도와 포화지방산 및 불포화 지방산의 비율을 조정코져 야자유와 옥수수유를 약 20% 첨가하였다. 이렇게한 결과로서 전체의 불포화 지방산의 함량은 약 48% 정도로 조정하였으며, 도유의 불포화 지방산의 함량과 같게 조정하였다.

4. 흰쥐를 써서 8주간 급식 시험한 결과 대용우유 M-2와 humanized milk가 발육과 체중증가율이 가장 좋았으며 hemoglobin, red blood cells도 아주 정상치를 보여주고 있다. 이 결과는 단백질의 질적 양적 관계와 동시에 불포화 지방산 함량관계가 아주 일치한 결과를 보여 주었다.

### REFERENCE

1. Y. J. Yoo, S. H. Song, K. J. Kim and D. B. Han,

*The Report of NISRI*, 24, 11 (1974).  
 2. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist., 10 Edition 1970.  
 3. Y. J. Yoo, C. K. Lee and C. J. Shin, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 5, 95 (1972).  
 4. D. H. Moor, Spackman and W. H. Stein, *Anal. Chem.*, 30, 1185, 1190 (1958).  
 5. Technicon Lab. Technicon's Instruction Manual AAA-1.  
 6. J. R. Spies and D. C. Chambers, *Anal. Chem.*, 20, 30 (1948).  
 7. Assoc of Vitamin Chem. Methods of Vitamin Assay 3rd Interscience Publ., 1966.  
 8. C. H. Lea, T. Moran and J. A. Smith, *J. Dairy Research*, 13, 162 (1943).  
 9. M. R. Chandrasekhara and M. Swaminethan, *Food Sci. Mysore India*, 6, 232 (1957).  
 10. S. H. Shurpalekar, Soma Korula and M. R. Chandrasekhara, *Food Technology*, 18, 900 (1964).  
 11. T. W. Kwon, H. S. Cheigh, S. H. Kim and H. K. Lee, *The Korean J. Nutrition*, 3, 129 (1970).  
 12. S. R. Shurpalekar, M. R. Chancrasekhara and N. L. Lahiry., *Ann. Biochem. and Exptl Med. Calcutta.*, 20, 145 (1960).  
 13. W. H. Crosby and D. D. Houchin, *Blood*, 12, (1957).  
 14. D. B. Hana, K. M. Steinkau and J. R. Van Buren. *Food Tech.*, 22, 1028 (1938).  
 15. W. R. Wilkans and L. R. Hackier, *Cereal Chemistry*, 46, 391 (1969).  
 16. L. R. Hackler, J. R. Van Bruen and K. H. Steinkraus, *J. Food Sci.*, 30, 723 (1965).  
 17. FAO/WHO/UNICEF Protein Advisory Group (1967) Bulletin.  
 18. Y. J. Yoo T. Y. Lee, S. H. Kim and D. B. Han. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 6, 91 (1974).