

## 油菜 発芽中 아미노산과 지방산 組成의 變化

조병미 · 윤석권 · 김우정\*

동덕여자대학 식품영양학과 · \*세종대학 식품과학과

### Changes in Amino Acids and Fatty Acids Composition during Germination of Rapeseed

Byoung-Mi Cho, Suk Kwon Yoon and Woo-Jung Kim\*

Department of Food and Nutrition, Dongduck Women's University, Seoul

\*Department of Food Science, King Sejong University, Seoul

#### Abstract

Rapeseeds (*Brassica napus L.*) were germinated at 25°C for 60 hours under dark condition in order to investigate the compositional changes in amino acids and fatty acids. The weight loss was most significant after 30 hours of germination and root growth was observed from that time. Analysis showed that Glu, Lys and Asp were the major amino acids and Ile was the limiting one. Germination caused an increase in Lys, Thr, Val and Leu while Met and Phe decreased among essential amino acids, resulting Met to be the limiting amino acid. The major fatty acids were oleic (49.3%), linoleic (22.0%) and eicosenoic (10.5%) acids. The decrease in oleic and stearic acids was measured while linoleic, linolenic, eicosenoic and erucic acids showed initial decrease followed by gradual increase.

#### 서 론

유채에는 약40%의 지방질과 20~25%의 단백질이 함유되어 있어 대두, 목화씨 및 해바라기씨와 함께 세계 5대 식물성유자원으로 되어 있다.<sup>(1)</sup> 그러나 유채에는 독성물질인 glucosinolate가 있고 기름에는 erucic acid의 함량이 많아 그 이용이 제한되어 왔으나<sup>(2)</sup> 최근에는 품종개량으로 이들 함량이 낮은것이 보급되므로써 유채는 유지자원으로 더욱 중요시 되고 있다. 유채의 주가공품인 기름을 추출한후의 유채박에는 lysine 함량이 많은 단백질이 전분량 기준으로 약40%<sup>(3)</sup> 함유되어 있어 이를 가공화하여 식품화합은 단백질자원이 부족한 우리나라 실정에는 매우 유익한 것이라고 할 수 있다. 그러나 유채박은 강한 異臭味가 있어 식용보다는 사료로 많이 이용되어 왔다.

유채박을 이용하기 위하여 박동<sup>(4)</sup>은 탈지한 대두, 참깨, 유채 및 해바라기박들의 영양가를 비교한 결과 유채박은 glucosinolate 때문에 PER이 다른 탈지박에 비하여 떨어진다고 하였으며 양<sup>(5)</sup>은 유채박의 단백질을 pH 11과 저온에서 추출하여 0°C에서 분리하였을때 Myrosinase의 활성을 억제시켜 전연 무독한 단백질을

얻었다고 보고하는등 유채박의 식용화를 위하여 많은 연구가 진행되고 있다.

일반적으로 종자를 발아시키면 구성성분의 변화와 함께 영양적가치도 변하여 최근에는 발아에 의한 영양소 유효도를 극대화 시키려는 시도가 많이 이루어지고 있다.<sup>(6,7)</sup>

특히 두류의 발아중에는 Vitamin C가 현저히 증가하는 것으로 알려져 있어 콩나물 재배중 Vitamin C의 소장에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔다.<sup>(8)</sup> 최근 Wang과 Field<sup>(9)</sup>는 옥수수과 수수단백질이 발아에 의해서 Lys, Met 및 Trp 함량이 증가되어 전체적으로 단백질의 품질이 향상되었다고 하며, 또한 밀보리 및 쌀<sup>(10)</sup>과 옥수수<sup>(11)</sup>도 아미노산조성의 변화가 있었고 영양적 가치가 증가되었다고 보고되었다.

또한 발아는 곡류 및 두류의 영양적인 저해인자를 감소시키는 효과도 밝혀져 대두에서는 trypsin inhibitor의 활성이 발아 3 일째에 13%가 감소되었으며<sup>(12)</sup> 또한 무기물의 체내효율을 감소시키는 phytate도 감소되어 무기물의 유효도가 증가되었다고 하였다.<sup>(13)</sup> 이와 같이 종자 발아시 영양적가치의 변화에 대한 연구가 많으나 유채에서는 Wetter<sup>(14)</sup>가 발아시 lipase의 활성이 빛이

있을때 차광상태보다 증가되었다는 보고가 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 발아가 유채의 일반성분과 아미노산 및 지방산조성의 변화에 미치는 영향을 조사하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 유채품종은 耐寒유채로써 1984년 6월에 목포에서 채종하였다. 이유채종자중의 헝겍물 제거 및 균일한 종자를 선별코져 풍선후 8mesh 체를 통과시키고 16mesh체를 통과하지 못하는 종자를 사용하였다. 시약은 지방산의 methylation용 BF<sub>3</sub>는 Sigma사 (U. S. A.) 제품을, 아미노산 표준액은 日本和光純藥社 제품이었고 기타 시약은 일급 내지 특급 시약을 사용하였다.

### 발아 및 시료의 조제

선별한 유채종자는 발아중 미생물의 오염을 막기 위하여 0.01% HgCl<sub>2</sub> 용액에 30분간 침지시킨후 물로 충분히 세척하고 6시간 수침한후 유채를 3겹의 cheese cloth를 같은 플라스틱체에 펼쳐 놓은후 다시 cheese cloth를 덮고 25℃로 유지한 항온기내에서 1일 4회 주수를 하면서 발아시켰다. 발아중 15, 30, 45 및 60시간째에 시료를 채취하여 百粒重 및 뿌리의 신장도 측정용을 제외한 전시료를 즉시 40℃에서 열풍건조하고 Wiley mill을 사용하여 20mesh로 분쇄한뒤 냉장고에 보관하면서 분석에 사용하였다.

### 백립중 및 뿌리신장도 측정

발아시킨 유채를 임의로 20개씩 선정하여 자엽 밑부분에서부터 뿌리의 길이를 측정하였고, 백립중은 발아한 유채 100개씩을 5개의 petri-dish에 넣어 상기와 같이 열풍건조시킨후 중량을 측정하여 건량기준으로 표시하였다.

### 성분 분석

유채의 수분, 조회분, 조지방, 조섬유 및 가용성무질소물의 분석은 상법<sup>(14)</sup>에 준하여 분석하였고 조단백질은 총질소를 AOAC 법<sup>(15)</sup>으로 분석하여 6.25를 곱하여 산출하였다.

아미노산분석은 탈지시료 2g을 80mesh체를 전량 통과 할 수 있을때 까지 분쇄하여 균일한 시료를 만든다음 단백질량으로 2mg이 되도록 취하여 5ml의 6N

HCl과 함께 시험관에 넣고 밀전하여 110℃에서 24시간 분해시킨후 여지(Toyo No. 2)로 여과한 다음 분해

액을 감압하에 50℃에서 건조시키고, pH2.2의 Sodium citrate buffer 5ml로 녹여 아미노산 자동분석기(Hitachi KLA-5)와 和光純藥工業社 標準品으로 산성 및 중성아미노산과 염기성아미노산을 분석하였다.

지방은 Soxhlet 지방추출기를 이용하여 석유 ether 로 16시간 추출한 다음 Metcalfe 등<sup>(16)</sup>의 방법에 따라 methylation시킨후 ethyl ether로 녹여 flame ionization detector를 사용한 gas liquid chromatography(Varian model 3760, U. S. A.)로 분석하였다. 이때 사용한 column은 chromosorb W(60~80mesh)에 이의 10% DEGS와 1%H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>를 입힌것을 충전시킨 2m길이의 1/8" stainless steel을 사용하였고 oven, injector 및 detector의 온도는 각각 190℃, 240℃ 및 250℃이었다.

## 결과 및 고찰

### 건물량 및 뿌리길이의 변화

유채종자를 60시간 발아시키는 동안 15시간 간격으로 뿌리의 길이 및 건물중을 측정한 결과는 Table 1과 같다. HgCl<sub>2</sub>로 침적살균하였으므로 발아기간동안 미생물의 오염은 보이지 않았다. 뿌리의 성장은 15시간까지는 관찰되지 않았으나 30시간 전후하여 발아가 시작되었으며 그 이후는 거의 일정한 신장도를 보여 발아 60시간에는 약 1.4cm가 되었다. 유채의 건물량은 발아 15시간까지는 큰 변화가 없었으나 발아가 시작되는 30시간에는 8%의 유의성 있는 감소를 보이고 그 이후 완만한 감소를 보였다. 발아중 백립중은 대두<sup>(17)</sup>에서 발아 2일째에, 보리<sup>(18)</sup>는 발아 1일째, 목화씨<sup>(19)</sup>는 발아 5일째에 가장 큰 감소를 나타낸다고 보고 되었는데 유채는 종자가 작은 보리와 같은 경향을 보이고 있다.

### 일반성분의 변화

Table 1. Changes in the dry weight and root length of 100 kernels during rapeseeds germination at 25°C

| Germination time (hours) | 100kernels weight |                 | Root length (cm) |
|--------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
|                          | Weight (g)        | Weight loss (%) |                  |
| 0                        | 0.324*±0.015**    | 0.0             | —                |
| 15                       | 0.323 ±0.011      | 0.3             | —                |
| 30                       | 0.298 ±0.012      | 8.3             | 0.20±0.18        |
| 45                       | 0.296 ±0.011      | 8.9             | 0.85±0.57        |
| 60                       | 0.288 ±0.004      | 11.2            | 1.40±0.85        |

\* : dry weight basis

\*\* : mean ± standard deviation

Table 2. Changes in proximate composition of rapeseeds during germination at 25°C unit : %

| Germination time (hours) | Moisture | Crude ash | Crude fat | Crude protein | Crude fiber | Nitrogen free extracts |
|--------------------------|----------|-----------|-----------|---------------|-------------|------------------------|
| 0                        | 6.4      | 4.3       | 40.3      | 22.9          | 5.5         | 20.5                   |
| 15                       | 5.7      | 4.1       | 42.6      | 22.4          | 5.8         | 19.4                   |
| 30                       | 5.8      | 4.3       | 41.1      | 22.5          | 6.4         | 19.9                   |
| 45                       | 6.5      | 4.2       | 37.0      | 22.4          | 7.4         | 22.5                   |
| 60                       | 7.4      | 4.5       | 27.6      | 22.1          | 9.4         | 29.1                   |

발아가 유채의 일반성분 조성에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 본 실험에 사용한 내한유채는 발아전에 수분, 조회분, 조지방 및 조단백질함량이 각각 6.4%, 4.3%, 40.3% 및 20.5%로 Elnokrashy 등<sup>(20)</sup>이 보고한 Erglu 품종의 일반성분함량과 거의 비슷하였으나 Lesira 품종과는 차이를 보였다. 6시간 침지후와 발아전 시료와의 일반성분 차이는 거의 보이지 않았다. 발아중 유채의 수분함량은 15시간이후 60시간까지 약간씩 증가하였으며 조회분은 큰 차이를 보이지 않았다. 조지방함량은 발아초기에는 약간 증가하였으나 발아가 진행됨에 따라 급격히 감소되어 발아60 시간에는 약31%의 감소율을 나타냈다. 발아중 조단백질함량은 큰 변화없이 완만하게 감소하여 발아60 시간에는 약 4% 감소하였으며 조섬유 함량은 발아초기에는 완만한 증가를 나타냈으나 발아가 시작된 30시간이후에는 증가폭이 커져 발아 60시간에는 약70%가 증가되었다.

유채의 발아중 조지방함량이 감소하는 경향은 대두<sup>(17, 21)</sup>나 보리<sup>(22)</sup>의 발아시 변화와 유사하였으며 단백질함량이 완만하게 감소하는 경향은 대두<sup>(17)</sup> 발아시 변화와 비슷하였다. Beeners와 Spittstoesser<sup>(23)</sup>는 완두가 발아하는 동안 단백질과 지방질 성분이 분해되어 성장에 필요한 탄수화물의 합성에 이용된다고 보고하였는데 본 결과에서도 이들 성분이 감소하는 반면 가용성 무질소물이 증가되었으므로 감소된 지방질 성분과 단백질 성분은 탄수화물의 합성에 이용되었으며 조섬유 함량의 증가는 지방질 성분의 감소에 따른 상대적 증가로 추정된다.

#### 아미노산 조성의 변화

유채의 발아에 따른 아미노산조성의 변화를 순수단백질 100g 당 아미노산g (g/16Ng)으로 나타내면 Table 3과 같으며 전 질소에 대한 아미노산 질소의 회수율은 시료간에 큰 차이없이 97~98%이었다. 산가수 분해로 검출되는 발아전 유채의 아미노산조성은 Glu가 가장 많고 그 다음은 Lys>Asp>Pro>Arg>Leu 등의 순이었으며 그외 Trp과 Cys은 산가수분해시 파괴되어 미량으로

나타났다. 이와 같은 아미노산조성은 Elnokrashy 등<sup>(20)</sup>이 보고한 Erglu 및 Lesira 품종과 梁 등<sup>(6)</sup>이 보고한 Makino 품종과는 약간의 차이를 보이는데 이는 품종간의 차이 때문인것 같다. 발아중 유채의 아미노산 조성 변화를 보면 Asp가 가장 큰폭으로 증가하였으며 Lys, His, Arg, Thr, Ser, Ala, Val, Ile, Leu 등은 발아 60시간까지 계속 증가하였으나 Met만은 계속 감소하였고 Glu, Trp, Phe 등은 발아45시간까지는 감소하다가 그 이후는 증가하였고 Gly은 큰 변화가 없었다.

Glu가 감소하고 Asp 및 Ser 등이 증가하는 경향은 D. Hsu 등<sup>(24)</sup>이 보고한 완두, lentil, faba bean 및 양동<sup>(25)</sup>이 보고한 대두에서도 같은 결과를 보였다. Cunningham 등<sup>(18)</sup>은 면실의 발아시도 Glu가 감소하고 Asp가 증가하는 것을 관찰하고 이는 aspartate aminotransferase (GOT)의 효소활성 때문이라고 하였는데 본 실험에서도 이 효소의 활성을 측정하지 않았지만 이 효소의 활성이 높아져 Glu가 Asp로 전환되고 아울러 Asp로부터 다른 아미노산으로 전환된 것으로 사료된다.

Trp과 Cys을 제외한 필수아미노산은 발아함에 따라 증가하여 발아전에는 Ile과 Met이 FAO 기준단백질<sup>(26)</sup>에 비해 적은편에 속하여 제1제한 아미노산이었으나 발아함에 따라 함유아미노산을 제외한 모든 아미노산은 거의 기준단백질과 비슷해져 60시간 발아후에는 Met만이 크게 부족되는 단백질이 되었다. 대두발아시 영양적인 변화에 관한 최근의 연구에서는 발아후 필수아미노산 조성의 변화가 거의 없었으나 Hamilton과 Vanderstop<sup>(27)</sup>는 alfalfa의 발아시 아미노산조성에 변화를 가져왔다고 보고하였으며 본 실험에서와 같이 영양적인 가치가 증가되었다.

#### 지방산 조성의 변화

유채의 발아가 지방산의 변화에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 발아전 지방산조성은 oleic acid가 49.3%로 가장 많고 그 다음은 linoleic>eicosenoic>palmitic>linolenic>stearic>palmitoleic acid의 순으로 함유되었으며 포화지방산은 전체지방산의 9.1%이었고 불포화지방

Table 3. Changes in amino acid composition of rapeseed during germination at 25°C  
(g/16Ng)

| Amino acid    | Germination time(hours) |       |       |       | FAO*   |
|---------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------|
|               | 0                       | 30    | 45    | 60    |        |
| Lysine        | 4.97                    | 5.37  | 5.71  | 6.29  | 5.44   |
| Histidine     | 2.40                    | 2.83  | 3.13  | 3.38  |        |
| Arginine      | 4.18                    | 5.31  | 5.43  | 5.65  |        |
| Aspartic acid | 4.64                    | 5.13  | 5.76  | 6.88  |        |
| Threonine     | 3.01                    | 3.03  | 3.30  | 3.87  | 4.00   |
| Serine        | 2.88                    | 2.94  | 3.44  | 3.93  |        |
| Glutamic acid | 12.82                   | 9.17  | 8.64  | 10.02 |        |
| Proline       | 4.37                    | 6.00  | 5.40  | 5.69  |        |
| Glycine       | 3.28                    | 3.21  | 3.22  | 3.24  |        |
| Alanine       | 2.42                    | 2.55  | 2.83  | 3.40  |        |
| Cystine       | T                       | T     | T     | T     | } 3.52 |
| Methionine    | 1.22                    | 0.85  | 0.96  | 0.73  |        |
| Valine        | 3.44                    | 3.32  | 3.57  | 4.94  | 4.96   |
| Isoleucine    | 1.97                    | 2.36  | 2.75  | 3.09  | 4.00   |
| Leucine       | 3.92                    | 4.50  | 5.00  | 5.64  | 7.04   |
| Tyrosine      | 2.27                    | 1.96  | 2.12  | 2.40  | } 6.08 |
| Phenylalanine | 2.77                    | 2.59  | 2.65  | 2.65  |        |
| Ammonia       | 7.58                    | 5.78  | 6.06  | 6.60  |        |
| E. A. A.**    | 21.30                   | 22.02 | 23.94 | 27.68 |        |
| Total         | 68.14                   | 66.90 | 69.97 | 78.87 |        |

\* : FAO reference of protein<sup>(20)</sup>

\*\* : Essential amino acid

Table 4. Changes in fatty acid composition of rapeseeds during germination at 25°C  
unit : %

| Fatty acid                 | Germination time(hours) |      |      |      |      |
|----------------------------|-------------------------|------|------|------|------|
|                            | 0                       | 15   | 30   | 45   | 60   |
| Palmitic acid(16 : 0)      | 5.9                     | 6.2  | 5.7  | 5.5  | 5.5  |
| Palmitoleic acid(16 : 1)   | 0.6                     | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.7  |
| Stearic acid(18 : 0)       | 3.2                     | 2.8  | 2.4  | 2.7  | 2.7  |
| Oleic acid(18 : 1)         | 49.3                    | 48.4 | 47.7 | 47.2 | 46.2 |
| Linoleic acid(18 : 2)      | 22.0                    | 26.3 | 29.6 | 26.8 | 24.4 |
| Linolenic acid(18 : 3)     | 5.7                     | 5.0  | 4.5  | 5.6  | 5.8  |
| Eicosenoic acid(20 : 1)    | 10.5                    | 10.1 | 8.7  | 9.4  | 10.5 |
| Erucic acid(22 : 1)        | 2.8                     | 0.5  | 1.0  | 2.4  | 4.2  |
| Saturated fatty acid       | 9.1                     | 9.0  | 8.1  | 8.2  | 8.2  |
| Unsaturated fatty acid     | 90.9                    | 91.0 | 91.9 | 91.8 | 91.8 |
| Polyunsaturated fatty acid | 27.7                    | 31.3 | 34.1 | 32.4 | 30.2 |

산은 90.9%로 대부분을 차지하였다. 본 실험에 사용한 내한유체는 low erucic acid 품종이어서 erucic acid 가 비교적 적게 함유되어 있고 oleic acid가 많았는데 이는 Craig등<sup>(21)</sup>이 유체지방질종의 erucic acid와 oleic

acid와는 서로 負의 상관관계가 있다는 보고와 일치하고 있다. 이와 같은 내한유체의 지방산조성은 강등<sup>(22)</sup>이 보고한 조일, 목포 및 유달품종과 Appelqvist<sup>(23)</sup>가 조사한 Regina 및 Slinger등<sup>(24)</sup>이 보고한 Tower, Tar-

get 품종의 지방산조성과는 약간의 차이를 보이는데 이는 품종간의 차이 때문인 것으로 추정된다.

유채발아중 각지방산의 변화를 보면 palmitic acid는 발아15시간에는 증가하였으나 그 이후에는 감소되었으며 stearic acid는 발아30시간까지는 감소되었으나 그 이후 증가되었다. palmitoleic acid는 그 함량이 적을 뿐만 아니라 발아중에는 변화가 없었으나 oleic acid는 발아60시간까지 완만히 감소된 반면 eicosenoic acid와 elucic acid는 발아초기에 현저히 감소되었으나 그 이후 급속히 증가하는 경향을 보이고 있다. 다불포화 지방산인 linoleic acid는 발아30시간까지는 증가하는 경향을 보이다가 그 이후는 감소하였고 linolenic acid는 발아30시간까지는 감소하였으나 그 이후는 증가하였다. 전체 포화지방산은 발아가 시작되는 30시간까지는 감소하였으나 그 이후는 변화를 보이지 않았고 총불포화지방산은 포화지방산과는 반대로 30시간까지 약간 증가하는 경향을 보였다. 필수지방산은 발아30시간까지는 증가하였으나 그 이후는 오히려 감소되었다. 이러한 유채발아중 포화지방산, 불포화지방산 및 필수지방산의 변화는 신<sup>(1)</sup>의 대두발아실험, 고<sup>(2)</sup>의 녹두발아시 변화와 거의 일치하는 경향이였다.

## 요 약

내한유채를 25°C에서 60시간동안 발아시켜 건물량, 뿌리신장도, 아미노산 및 지방산조성의 변화를 조사한 결과는 다음과 같다. 유채의 건물량은 발아30시간에서 비교적 급격한 감소를 나타냈고 그 이후는 완만한 감소를 나타냈으며, 뿌리는 15시간까지는 관찰되지 않았으나 발아30시간이후는 일정한 속도의 신장도를 나타냈다. 유채는 발아함에 따라 수분, 조회분은 큰 영향을 받지 않았으나 조지방 조단백질은 감소하였으며 조섬유는 증가하였다. 유채의 아미노산은 Glu, Lys, Asp가 많고 Ile, Met가 적었으며 제 1 제한 아미노산은 Ile 이었다. 유채의 아미노산은 발아함에 따라 Lys, His, Arg, Asp, Thr, Ser, Ala, Val, Ile, Leu는 증가하였지만 Glu, Met, Tyr, Phe은 감소하여 발아함에 따라 Met이 제 1 제한아미노산이 되었다. 지방산은 oleic acid (49.3%), linoleic acid(22.0%), eicosenoic acid (10.5%), palmitic acid(5.9%), linolenic acid(5.7%), stearic acid(3.2%), erucic acid(2.8%)가 검출되었는데, 발아에 따라 oleic acid는 감소하였으며 palmitic acid, linoleic acid는 발아중기까지 증가하다가 그 이후는 감소하였고 linolenic acid, eicosenoic acid 및 erucic acid는 발아중기까지는 감소하다가 그 이후는

증가하였다.

## 문 헌

1. Riiner, U. and Ohlson, R. : *JAOCS*, **48**, 860 (1971)
2. Ratkowski, A. : *JAOCS*, **48**, 863 (1971)
3. ElNockrashy, A. S., Mukherjee, K. D. and Mangold, H. K. : *Fette Seifen Anstrichemittel*, **77**, 451 (1975)
4. 박원옥, 성낙웅 : 한국식품과학회지, **6**, 138 (1974)
5. Yang, C. I. : *Korean J. Food Sci. Technol.*, **10**, 162 (1978)
6. Wang, Y. D. and Field, M. L. : *J. Food Sci.*, **43**, 1113 (1978)
7. Hofsten, B. : *JAOCS*, **58**, 382 (1979)
8. 장건형, 윤영희 : 기술연구소보고(육기), **1**, 28 (1962)
9. Hamad, A. M. and Fields, M. L. : *J. Food Sci.*, **44**, 456 (1979)
10. Hasin, N. B. and Fields, M. L. : *J. Food Sci.*, **44**, 936 (1979)
11. Collins, J. L. and Saunders, G. G. : *J. Food Sci.*, **41**, 168 (1976)
12. 김우정, 김나미, 성현순 : 한국식품과학회지, **16**, 358 (1984)
13. Wetter, L. R. : *JAOCS*, **34**, 66 (1967)
14. 정동효, 장현기, 김명등, 박상희 : 최신식품분석법, 삼중당간, 서울(1973)
15. AOAC : Official Methods of Analysis, 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. (1970)
16. Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : *Anal. Chem.*, **38**, 514 (1966)
17. 신효선 : 한국농화학회지, **17**, 240 (1974)
18. Wu, Y. V. : *Cereal Chem.*, **60**, 418 (1983)
19. Cunningham, S. D., Cater, C. M. and Mattil, K. F. : *J. Food Sci.*, **43**, 102 (1978)
20. ElNockrashy, A. S., Mukherjee, K. D. and Mangold, H. K. : *J. Agric. Food Chem.*, **25**, 193 (1977)
21. Craig, B. M. : *J. Plant Sci.*, **41**, 204 (1961)
22. 신효선 : 한국농화학회지, **17**, 247 (1974)
23. Beeners, L. and Spittstoesser, W. E. : *J. Exp. Bot.*, **19**, 698 (1968)
24. D. Hsu, H. K., Leung, P. L. Finny and Morad, M. : *J. Food Sci.*, **45**, 87 (1980)
25. 양차범 : 서울대학교 대학원 박사학위논문 (1979)

26. Food and Agriculture Organization : Energy and protein requirements, FAO Nutrition Meeting Report Series, No. 52, Rome, 1973
27. Hamilton, M. J. and Vanderstop, J. : *J. Food Sci.*, **44**, 443 (1979)
28. 강숙, 이강현, 신효선 : 한국식품과학회지, **12**, 115 (1980)
29. Appelqvist, L. A. : *JAOCS*, **48**, 851 (1971)
30. Slinger, S. J. : *JAOCS*, **54**, 944 (1977)
31. 고무석, 박복희, 이신재 : 한국식품과학회지, **12**, 115 (1980)  
 (1985년 7월 1일 접수)