

## 콩 품종에 따른 고흡분, 단백질, 색소의 추출 특성의 비교

김 동 회 · 김 석 동\* · 김 우 정\*\*

숙명여자대학교 식품영양학과, \*농촌진흥청 작물시험장 전작1과, \*\*세종대학교 식품과학과

**초록 :** 우리나라에서 생산되는 장려품종 중 팔달, 단엽, 장백, 백운, 장엽콩과 재래종 중 검정콩, 갈색아주까리콩 등 7품종을 대상으로 형태적 특성과 표피의 색, 고흡분 및 단백질의 추출 수율, 콩의 색소용출속도 등을 조사하였다. 그 결과 콩 개체의 무게는 갈색아주까리콩이 가장 높고 단엽, 장백이 가장 낮은 값을 보였다. 표피의 색에서는 'L'값은 장백이 가장 높았으며 팔달, 백운, 장엽, 단엽 등도 비교적 높은 'L'값을 나타내었다. 'a', 'b'값에서는 장엽이 높았고 검정콩과 갈색아주까리콩이 비교적 낮은 'b'값을 보였다. 콩을 마쇄하여 물로 추출할 때 고흡분과 단백질의 수율은 3회까지 대부분이 추출되었으며 이때 이들의 수율은 각각 73.2%, 83.2%이었다. 콩 표피의 색소의 용출은 추출온도와 시간에 따라 큰 영향을 받았다. 평형에 도달한 흡광도(A)와 추출온도(T)와의 관계는  $A = aT + b$ 의 관계로 표시할 수 있었으며, 색소용출속도와 온도와의 관계는 60°C를 중심으로 두개의 직선관계가 있었다. 이 관계에서 계산된 활성화에너지는 고온보다 저온이 더 높았고, Local 1과 Local 2가 가장 높은 활성화에너지 값을 보여 주었다(1989년 11월 24일 접수, 1990년 2월 22일 수리).

콩(*Glycine max.* L.)은 단백질과 지방질을 풍부하게 함유하고 있어 "밭에서 나오는 고기"라는 별명을 갖고 있다. 두부나 콩우유와 같은 가공 제품은 콩에 있는 수용성 물질을 주로 이용한 제품이기 때문에 물로 추출할 때 회수되는 수용성 고흡분과 단백질의 양이 주요 품질 요소이며, 표피 색소의 용출은 이들 제품의 전체적인 색에 영향을 주므로 색소의 용출 속도는 콩의 중요한 특성이다.

물 추출액의 고흡분과 단백질 수율에 관하여는 주로 콩우유 품질 향상 연구에서 이루어져 왔다. 이들 수율의 향상을 위하여는 proteinase, pectinase, cellulase 등 효소를 콩 마쇄액에 작용시키는 방법<sup>1)</sup>, 마쇄액에 높은 압력의 증기를 직접 주입시키는 방법<sup>2)</sup> 등이 제시된 바 있으며, 가열과정이 필요한 경우에는 가열방법과 온도, 시간 등이 검토된 보고가 있다<sup>3-5)</sup>. 최근 김 등<sup>6)</sup>은 단백질의 수율을 향상시키면서 콩우유의 향미를 개선하는 발아방법을 제시한 바 있다. 콩 표피 색소의 용출에 관하여는 신 등<sup>7)</sup>이 검정콩 표피를 여러 온도 범위에서 물에 용출시킬 때, 검정 색소의 용출속도 및 용출에 필요한 활성화 에너지를 계산하여 보고하였다.

본 연구에서는 우리나라에서 생산한 장려품종 5품종과 재래종 2품종에 대하여 형태적 특성, 표피의 색, 고흡분 및 단백질 추출 수율 그리고 색소의 용출속도를 비교하여 품종 개량에 도움이 되고자 하였기에 그 결과를 정리하였다.

### 재료 및 방법

#### 재 료

1987년도에 농촌진흥청의 시험포장에서 생산한 장려품종 중 팔달, 단엽, 장백, 백운, 장엽콩과 재래종 중 검정콩(Local 1), 갈색아주까리콩(Local 2) 등 7품종을 농촌진흥청 전작 1과에서 제공받아 4°C에 보관하고 이를 시료로 사용하였다.

#### 일반성분의 분석

시료콩은 탈피하지 않고 그대로 60 mesh로 분쇄한 다음, 수분, 단백질, 지방 및 회분을 A.O.A.C. 표준방법<sup>8)</sup>으로 분석하였다.

#### 형태적 특성

콩의 길이, 높이 및 폭은 품종별로 100개의 콩을 caliper를 사용하여 측정된 뒤 평균값으로 표시하였으며, 콩 개체당 무게는 100입자에 대한 무게를 측정된 뒤 100으로 나누어 계산하였다.

#### 표피의 색 측정

콩 표피의 색 측정은 껍질을 조심스럽게 면도날로 벗겨 미세하게 분쇄(40 mesh)한 다음, Digital Color Measuring/Difference Calculating Meter(Model ND-1001 Dp. Nippon Denshoku Kogyo Co. LTD)로 Hunter 'L', 'a'

Key words : soybean, solid and protein yields, color pigments, extraction ratio

Corresponding author : W. J. Kim

및 'b'값을 측정하였다.

**고형분 및 단백질의 추출**

시료 약 10g을 칭량하여 실온에서 증류수 100ml에 16시간 침지시킨 뒤, 침지시켰던 증류수를 100ml로 채운 다음 Waring blender로 5분간 마쇄하였다. 그 다음 원심분리기(Sorvall SS-3)로 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 Whatman No.41 여과지로 감압 여과하였다. 여과지에 남아 있는 잔사와 원심분리 후 생긴 잔사를 회수하여 증류수 50ml를 다시 넣고 5분간 마쇄한 뒤, 10분간 원심분리(3,000 rpm)하여 여과하기를 4회 더 반복하였다. 1~5회 까지의 여과액은 추출 회수별로 micro-Kjeldahl법<sup>9)</sup>에 의하여 단백질을 측정하였으며, 고흡분은 80℃에서 예비 건조시킨 다음 105℃ 건조법<sup>9)</sup>으로 측정하였다. 단백질과 고흡분의 추출수율(%)은 마쇄하기 전 이들 함량과 추출된 고흡분과 단백질과의 비율에서 계산하였다.

**색소의 용출속도 측정**

마쇄한 콩의 표피 0.2g을 4~100℃ 범위로 조정된 증류수 20ml에 넣고 120분 동안 시간별로 용출시키면서 용출액 일정량을 시간별로 취하여 Whatman No.41 여과지로 여과시킨 뒤, 여과액의 흡광도를 490nm에서 측정하였다<sup>10)</sup>. 측정된 값에서 색소 용출에 필요한 활성화 에너지는 다음의 Arrhenius 방정식으로 부터 계산하였다.

$$\ell_n K = \frac{E_a}{RT} + \ell_n A \quad (1)$$

여기서 K는 용출 초기의 매분당 흡광도 증가속도, E<sub>a</sub>는 활성화 에너지(cal/mole), R은 기체상수(1.987 cal/deg. mole), T는 침지온도(K), A는 빈도상수이다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 및 형태적 특성**

시료콩의 형태적 특성은 Table 1과 같다. 콩 개체의 무게는 Local 2가 0.41g으로 가장 높은 값을 보였으며, 단엽과 장백이 0.14g으로 가장 낮았고, 길이나 두께에서도 비슷한 경향으로 단엽과 장백이 가장 낮은 값을, 그리고 Local 2가 높은 값을 보였다.

품종별 일반성분 조성은 Table 2와 같다. 수분함량은 8.63~10.78%, 회분은 4.40~5.00%의 범위를 보여주었다. 장백은 수분함량이 낮은 반면 높은 회분함량을 보여 주었고, 팔달은 수분함량이 가장 높으면서 낮은 회분함량을 보여주었다. 이러한 결과는 김과 변<sup>11)</sup>이 보고한 한국

Table 1. Description of soybeans

Soybean variety	Weight of grain(g)	Height (mm)	Length (mm)	Width (mm)
Paldal	0.15	6.67	8.30	5.13
Danyeob	0.14	6.49	6.87	5.69
Jangbaek	0.14	6.89	7.25	6.25
Baegun	0.18	7.07	7.64	6.38
Jangyeob	0.23	8.00	8.62	6.68
Local 1	0.26	7.75	8.62	5.96
Local 2	0.41	9.44	10.64	7.24

Table 2. Chemical composition of soybeans

Soybean variety	Moisture (%)	Protein* (%)	Lipid (%)	Carbohy- drate(%)**	Ash (%)
Paldal	10.78	38.76	16.44	29.62	4.40
Danyeob	8.63	34.73	18.42	33.49	4.73
Jangbaek	8.57	33.06	19.40	33.97	5.00
Baegun	9.03	34.76	16.47	35.31	4.43
Jangyeob	8.70	36.63	18.29	31.78	4.60
Local 1	9.79	37.45	16.64	31.34	4.78
Local 2	9.20	40.42	16.34	29.10	4.94

\*N × 6.25

\*\*By difference

재배 49품종의 일반성분의 결과와 김 등<sup>12)</sup>의 4 품종 결과와 비슷하였다.

콩의 주성분인 단백질과 지방함량에 있어서는 품종간에 큰 차이가 있었다. 단백질 함량의 경우, Local 2가 40.42%로서 가장 높았고, 장백은 33.06%로 가장 낮았다. 권 등<sup>13)</sup>은 전국 각 도별로 재래종을 수집하여 단백질을 분석한 보고에서 33.2~49.8%의 범위를 발표하였고, 김과 변<sup>11)</sup>은 33.8~47.0% 범위를 보여 주었다. 또한, 미국 국무성이 보유한 500가지의 품종을 Piper와 Morse<sup>14)</sup>가 분석한 결과 최고 46%에서 최저 30%까지 분포한다고 하였다.

지질의 함량은 16.34~19.40%의 범위로 전반적으로 단백질의 함량이 높은 품종이 낮은 지질함량을 보여주어, 가장 낮은 단백질 함량을 갖는 장백이 19.40%의 가장 높은 지질 함량을 갖고 있었다.

이와같은 결과는 김과 변<sup>11)</sup>, 김 등<sup>12)</sup>, 이<sup>15)</sup>, Hymowitz 등<sup>16)</sup>이 콩의 단백질 함량과 지방함량의 부의 상관을 보인다는 보고와 일치하였다. 이<sup>15)</sup>에 의하면 콩의 무게와 단백질 함량은 정상관, 지방함량과의 부의상관이라고 보고하였는데 본 실험에 의하여도 같은 경향을 보였다 (Table 1, Table 2).

**고형분 및 단백질 추출**

콩의 수용성 물질을 일정량의 물로 5 번 추출하면서 계산된 각 회수별 고형분과 단백질의 추출수율을 누적 값으로 산출한 결과는 Table 3 및 Table 4와 같다. Table 3은 고형분의 추출수율의 누계로서 5 번 추출하였을 때 7 품종의 추출을 범위는 74.5~78.5%로 콩 품종간의 차이는 크지 않았다. 이 중 가장 큰 수율을 보인 것은 78.5%의 Local 1이었고 장백과 백운은 75% 이하였다. 전반적으로 1회 추출에서는 약 51% 내외의 고형분이 회수되었으며, 2회에서는 약 67%, 3회에서 약 73%, 그리고 4회 때에는 약 75%가 되어 5회의 추출은 비효율적으로 판명되었다. 콩우유의 고형분 수율에 관한 여러 연구자들의 보고는 58.4~65.0%의 범위로 보고된 바 있다<sup>17-20)</sup>.

한편, 단백질 추출수율은 Table 4와 같이 5회 추출시 84.5~89.9%의 범위를 보여 주었다. 품종별로는 Local 1-장엽-단엽-Local 2-팔달-장백-백운의 순으로 Local 1의 수율이 가장 높았다. Kinsella<sup>21)</sup>는 콩단백질의 약 90%가 수용성 단백질인 globulin이라 하였는데, 본 실험의 결과에서 보면 5회 추출시 87% 내외의 단백질이 회수

Table 3. The cumulative values of solid yields for several series of water extraction of soybeans at room temperature (%)

Soybean variety	Number of extraction				
	1	2	3	4	5
Paldal	53.1	68.9	73.8	76.1	77.0
Danyeob	51.4	67.9	73.5	75.6	76.5
Jangbaek	53.2	67.7	72.4	74.1	74.8
Baegun	47.0	64.4	70.9	73.3	74.5
Jangyeob	50.4	66.1	73.2	75.8	76.7
Local 1	51.6	67.2	75.0	77.5	78.5
Local 2	50.1	67.6	73.6	75.6	76.5
Average	51.0	67.1	73.2	75.4	76.4

Table 4. The cumulative values of protein yields for several series of water extraction of soybeans at room temperature (%)

Soybean variety	Number of extraction				
	1	2	3	4	5
Paldal	59.8	76.9	82.7	85.8	87.1
Danyeob	58.0	78.0	84.2	87.8	88.0
Jangbaek	57.1	74.6	81.5	83.8	85.1
Baegun	53.8	73.3	80.5	83.1	84.5
Jangyeob	56.7	74.5	83.9	87.1	88.2
Local 1	57.8	77.9	86.3	89.0	89.9
Local 2	52.4	76.4	83.6	86.6	87.8
Average	56.5	75.9	83.2	86.2	87.2

되어 globulin이 거의 대부분 추출되었음을 알 수 있었다. 3회 추출하였을 때 83%의 단백질 회수율을 보여, 콩을 마쇄하여 물로 추출한 경우 3회의 추출로 단백질의 대부분 회수할 수 있다고 사료된다. 콩우유 제조시 단백질의 수율에 관한 연구로는 Hand등<sup>18)</sup>은 81%, Wilken 등<sup>19)</sup>은 76%, Johnson과 Synder<sup>22)</sup>은 75%를 얻었다고 보고하여, 이들의 성분조성에는 약간의 차이가 있으나 본 실험의 2회, 3회 추출시의 값과 비슷한 결과이었다.

**표피의 색**

콩의 표피를 미세하게(40 mesh) 분쇄하여 Hunter 'L' (밝기), 'a'(적색-녹색) 및 'b'(황색-청색)값을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 'L'값은 장백이 72.2로 가장 높고 'b'값이 16.0으로 흰색에 가장 접근한 연황색을 보여 주었고, 팔달, 백운, 장엽, 단엽등도 66.4~71.7의 값을 가져 연황색을 갖고 있었다. Local 1이 'L'값은 32.2로 검정색이었으며, Local 2는 40.8로 암자색의 반점이 'L'값에 영향을 주었다. 전반적으로 적색을 나타내는 'a'값은 낮은 반면, 노란색을 표시하는 'b'값은 높게 측정되었다. 품종 중 Local 1이 가장 낮은 'a', 'b'값을 보였고, 장엽의 'a', 'b'값이 모두 높은 값을 보여주었다. 팔달, 백운, 장엽, 단엽등은 비슷한 'a', 'b'값을 보였으며, Local 1과 Local 2의 'b'값은 각각 3.5와 9.0으로서 노란색이 다른 품종보다 낮음을 알 수 있었다.

Table 5. Color of seed coat of soybeans

Soybean variety	Color	L	a	b
Paldal	Yellow	66.4	3.1	16.0
Danyeob	Yellow	71.7	3.7	17.3
Jangbaek	Yellow	72.2	3.5	17.1
Baegun	Yellow	69.7	3.1	17.9
Jangyeob	Yellow	70.1	4.4	18.2
Local 1	Black	32.2	1.7	3.5
Local 2	Dark brown mosaic	40.8	4.4	9.0

**색소의 용출속도**

본 실험에 사용한 연황색의 표피를 갖고 있는 팔달, 단엽 등 5품종과 진한 흑갈색과 암자색을 갖고 있는 Local 1과 Local 2를 온도별로 물에 침지시키면서 색소의 용출량을 흡광도로 비교하였다. Fig. 1은 Local 1의 표피를 4~100℃의 온도 범위의 물에서 용출시키는 동안 침지액의 흡광도 변화 곡선을 표시한 것으로서, 색소의 용출속도가 온도에 의하여 크게 영향을 받고 있을 뿐만 아니라 평형에 도달한 흡광도에도 큰 차이가 있었음을 알

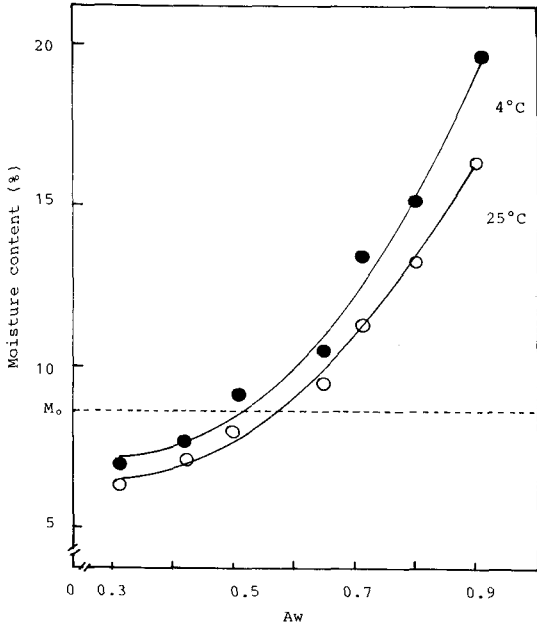


Fig. 1. Changes in absorbance at 490 nm of soaking solution during soaking of hulls of Local 1 at various temperatures

수 있다. 이러한 경향은 다른 품종에서도 마찬가지였다. 용출온도가 4°C에서 100°C로 높아지면서 평형에 도달한 흡광도는 Local 1과 Local 2의 경우 약 5배 정도 증가하였으며 연황색의 표피를 갖고 있는 팔달, 단엽, 장백, 백운, 장엽은 약 2~3배 정도 높게 나타났다. 따라서 Local 1과 Local 2의 색소용출이 온도에 더 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

이러한 온도의 영향은 신 등<sup>7)</sup>이 Local 1으로 실험하였을 때 약 10배의 차이가 난다고 하여 본 실험결과와 큰 차이가 있었는데 이는 본 실험에서 표피를 더 미세하게 마쇄하였으므로 저온에서의 색소용출이 신 등<sup>7)</sup>의 것보다 더 용이했기 때문이라고 추측된다. 또한 평형에 도달한 시간은 약 60 분으로 대부분의 색소가 용출됨을 알 수 있었으며 40 분 만에 평형에 도달하였다는 신 등<sup>7)</sup>의 결과보다는 많은 시간이었다.

온도가 표피색소의 용출에 미치는 영향을 밝히기 위하여 120분 후의 흡광도를 온도에 따라 표시한 결과는 Fig. 2와 같이 Local 1과 Local 2는 40°C를 중심으로 두개의 직선관계를 보였으나 팔달 등의 5품종에서는 모두 일직선 관계를 보였다. 이 관계를  $A = aT + b$  ( $A$  = 흡광도,  $T$  = 온도,  $a$  = 기울기,  $b$  = 절편)의 식으로 표시하였을 때 상관관계( $r$ ), 기울기, 절편의 값은 Table 6과 같다. 상관관계는 0.944 이상의 높은 직선 관계를 보였다. Local 1

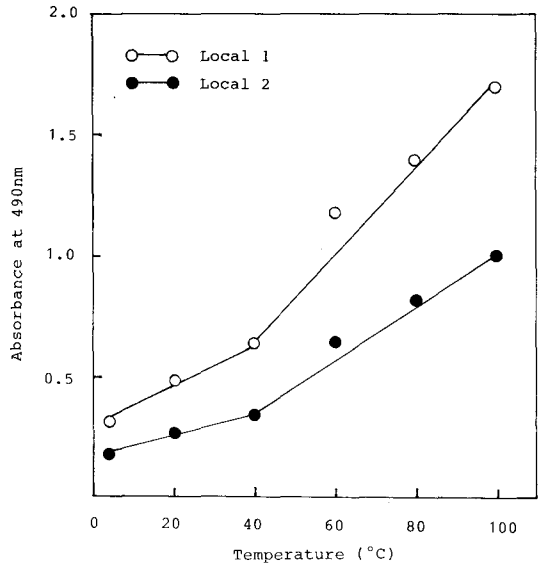


Fig. 2. Effect of temperature on the equilibrated absorbance of soaking water for hulls of Local 1 and Local 2 after 120 min of soaking

Table 6. Linear regression parameters\* of relationship between equilibrated absorbance and extraction temperature during soaking the seed coats of soybean in water

Soybean varieties	Slope (a)	Intercept (b)	Correlation coefficient(r)
Paldal	0.0003	0.0292	0.979
Danyeob	0.0003	0.0205	0.969
Jangbaek	0.0004	0.0302	0.956
Baegun	0.0004	0.0271	0.944
Jangyeob	0.0005	0.0538	0.982
Local 1			
1st stage	0.0086	0.2981	0.996
2nd stage	0.0173	0.0236	0.981
Local 2			
1st stage	0.0049	0.1601	0.995
2nd stage	0.0108	-0.0458	0.991

\* $A = aT + b$  where  $A$  is equilibrated absorbance at 490 nm and  $T$  is soaking temperature(°C)

은 기울기의 값이 가장 높아 침지온도에 의한 영향을 가장 많이 받는 것을 알 수 있으며 그 다음이 Local 2이고 연황색 표피의 팔달등의 5품종은 비슷하게 낮은 영향을 받는 것으로 나타났다.

표피 색소용출에 필요한 활성화에너지를 계산하기 위하여 식 (1)의 색소용출속도 ( $K$ )와  $1/T$ (절대온도)의 관계를 반대수지에 도시한 결과 Local 1과 2의 경우, Fig. 3과 같이 60°C를 중심으로 두개의 직선관계가 있음이 밝

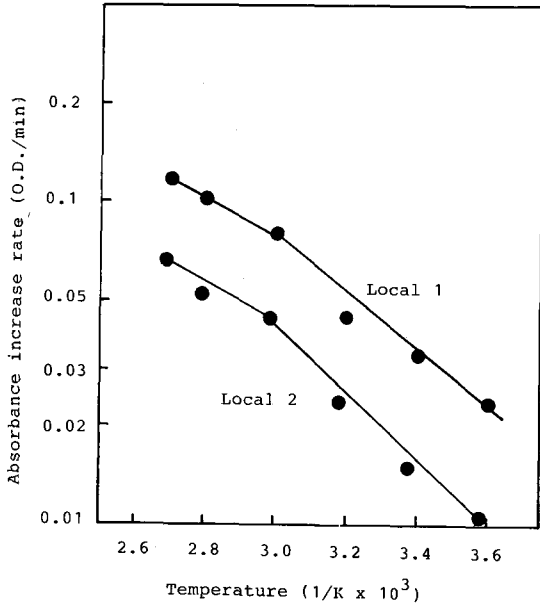


Fig. 3. Arrhenius plots of the extraction rate of color pigments in soaking water for hulls of Local 1 and Local 2

혀졌으며 다른 품종에서도 같은 경향이였다. 이 직선으로부터 계산된 활성화에너지는 Table 7과 같으며 Local

Table 7. Activation energy of extraction of the color pigments of soybean hulls during soaking at 4-100 °C

Soaking Temperature	Ea(cal/mole)						
	Pal-dal	Dan-yeob	Jang-baek	Bae-gun	Jang-yeob	Local 1	Local 2
4- 60 °C	1085	2269	1188	2614	1584	4062	4463
60-100 °C	883	1678	990	1125	488	2171	2644

1의 경우 침지온도 4-60 °C까지는 4,062 cal/mole, 60-100 °C까지는 2,171 cal/mole이고 Local 2는 침지온도 4-60 °C까지는 4,463 cal/mole, 60-100 °C까지는 2,644 cal/mole로서 신 등<sup>7)</sup>이 계산한 8,314 cal/mole과 4,232 cal/mole 보다는 훨씬 낮았으나, 낮은 온도에서의 활성화에너지가 높은 온도에서 보다 약 2배의 열이 필요했다는 점에서 신 등<sup>7)</sup>의 결과와 일치하였다. 그러나 팥달, 단엽, 장백의 경우는 낮은 온도에서의 활성화에너지가 높은 온도에서의 활성화에너지보다 약 1.2배의 열이 필요했고 장엽은 약 3배의 열이 필요한 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 1988년도 농촌진흥청 연구비에 의해 이루어진 결과의 일부로서 심심한 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- Eriksen, S. : J. Food Sci., 48 : 445(1983)
- Johnson, L. A., Deyoe, C. W. and Hoover, W. J. : J. Food Sci., 46 : 239(1981)
- Cruz, R., Batistela, J. C. and Wosiacki, G. : J. Food Sci., 46 : 1196(1981)
- Lo, W. Y. L., Steinkraus, K. H., Hand, D. B., Wilkens, W. F. and Hackler, L. R. : Food Technol., 22 : 1322(1968)
- Wilkens, W. F., Mattick, L. R. and Hand, D. B. : Food Technol., 21 : 1630(1967)
- 김우정, 윤석권, 이춘영 : 한국식품과학회지, 18 : 382(1986)
- 신애숙, 김종균, 정문식, 김우정 : 한국농화학회지, 28 : 51(1985)
- A.O.A.C. : Method of Analysis of the A.O. A. C., 13th ed.(1980)
- 정동효, 장현기 : 식품분석, p. 113, 진로연구사(1980)
- 김우정, 신애숙, 김종균, 양차범 : 한국식품과학회지, 17 : 41(1985)
- 김재욱, 변시명 : 한국농화학회지, 7 : 79(1966)
- 김종균, 김성곤, 이준식 : 한국식품과학회지, 20 : 263(1968)
- 권신환, 오정행, 김재리, 송희섭, 김병우 : 한국육종학회지, 7 : 40(1975)
- Piper, C. V. and Morse, W. J. : In 'The Soybean', McGraw-Hill Book Co., New York & London, p.329(1923)
- 이종석 : 서울대학교 박사학위논문 (1976)
- Hymowitz, T., Collins, F. I., Panczner, J. and Walker, W. M. : Agron. J., 64 : 613 (1972)
- Lo, W. Y. L., Steinkraus, K. H., Hand, D. B., Hackler, L. R. and Wilkens, W. F. : Food Technol., 22 : 1188(1968)
- Hand, D. G., Steinkraus, K. H., Ban Buren, J. P., Hackler, L. R., El, Rawi, I. and Pallesen, H. R. : Food Technol., 21 : 86(1967)
- Wilkens, W. F., Mattick, L. R. and Hand, D. B. : Food Technol., 21 : 1630(1967)
- Hackler, L. R. and Stilling, B. R. : Cereal Chem., 44 : 70(1967)
- Kinsella, J. E. : J. Am. Oil Chem. Soc., 56 : 242 (1979)
- Johnson, K. W. and Synder, H. E. : J. Food Sci., 43 : 349(1978)

### Comparison Study of Extraction Properties of Solids, Protein and Color Pigments of Several Soybean Varieties

Dong-Hee Kim, Seok-Dong Kim\* and Woo-Jung Kim\*\*(Department of Food Science and Nutrition, Sook Myung Women's University, Seoul, \*Upland Crop Research Div., Crop Experiment Station, RDA, Seoul and \*\*Department of Food Science, King Sejong University, Seoul)

**Abstract :** The solid and protein yields and extraction properties of color pigments were compared for 7 varieties of soybeans during soaking in water at 4-100 °C. The varieties investigated were Paldal, Danyeob, Jangbaek, Baegun, Jangyeob and 2 cultivars of Local 1 and Local 2. The Hunter values showed that Jangbaek was the highest in 'L' value while other varieties except Local 1 and Local 2 were comparatively high in 'L' value. Local 1 and Local 2 were low in 'b' value. The yields of solid and protein during water extraction showed that most of solids and proteins were recovered with three consecutive extractions. The cumulated yields were 73.2 % for solid and 83.2 % for protein. Extraction of color pigments of seed coats in 4-100 °C water showed that the extraction rate was very much dependent on extraction time and temperature. A linear relationship of  $A = aT + b$  was obtained for equilibrated absorbance(A) and extraction temperature(T). The activation energy calculated from initial extraction rate of color pigments and temperature had two different values of low(4-60 °C) and high(60-100 °C) temperature range.