

# 콩의 신품종 및 육성계통에 대한 물리화학적 가공이용 특성 연구

김우정\*, 김주현\*, 김종근\*\*

(\*세종대학교 식품공학과, \*\*세종대학교 가정학과)

## Comparison study of physicochemical properties of several new varieties of soybean for processing and utilization

Kim W. J.\*, Kim J. H.\*, Kim J. K.\*\*

\*Dept. of Food Science and Technology Sejong Univ., Kunja-dong 98, Sungdong-Ku Seoul, 133-747 Korea

\*\*Dept. of Home Economic Sejong Univ., Kunja-dong 98, Sungdong-Ku Seoul, 133-747, Korea

### Abstract

Eight varieties of soybeans (Bokwang, Kyungdong 3, L X 2.3, Suwon 146, Suwon 156, Suwon 157, Suwon 160, Suwon 162) were compared for the physicochemical and sensory properties. It was found that Kyungdong 3, a small beans, showed the highest in protein content, protein dispersibility index (PDI), hydration rate, hardness after cooking and tofu yield among the varieties. The Suwon 146, 160 and 162 were relatively high in protein content and germination rate but low in hydration rate and beany flavor of soymilk. In spite of desirable physicochemical properties, Kyungdong 3 and Suwon 160 may be limited in the use for processed products because of their black or green coat color.

### I. 서 론

콩(*Glycine max. L.*)의 주요 성분인 단백질은 아미노산 성분중 lysine 함량이 높아 우리나라처럼 곡물에서 단백질을 주로 섭취하는 국민들에게 결핍되기 쉬운 아미노산을 보충해 주기 때문에 매우 중요한 단백질 공급원이며, 지방질은 필수지방산이 다량 함유되어 있어 오랫동안 우리나라에서는 콩밥, 콩자반, 두부, 된장, 간장, 콩나물 등으로 조리 또는 가공하여 섭취하여 왔으며, 콩기름은 압착하거나 추출하여 이용하여 왔다.<sup>1)</sup>

현재 농촌진흥청을 비롯한 여러 연구기관에서는 콩의 수확량 뿐만 아니라 가공품질의 향상을 위한 연구를 계속하고 있다.

콩의 품질향상을 위하여는 콩의 주성분인 단백질 또는 지방의 함량을 높이거나, trypsin inhibitor, phytic acid, flatulence factor 등 영양저해인자를 감소시키는 화학적 품질 문제, 콩의 수화속도, 조리속도, 흡습특성 등 가공과 저장상 특성을 향상시키는 물리적 품질 및 가공 또는 조리한 콩제품의 맛, 냄새, 텍스처 등의 관능적 품질의 향상으로 나누어 생각할 수 있다.

콩의 수화속도에 영향을 미치는 인자로는 콩표피 조직의 세공,<sup>2)</sup> 침지수의 온도 및 침지시간,<sup>3~11)</sup> 콩겉질 성분,<sup>12,13)</sup> 침지수의 염 및 농도,<sup>14~16)</sup> 대두 품종과 대두의 크기 및 밀도<sup>17,18)</sup> 등으로 알려져 있다.

Yaklich 등<sup>2)</sup>은 등숙후기에 형성되는 세공이 많을수록 수분흡수속도가 증가한다고 하였으며, 김등<sup>3)</sup>은 검정콩의 온도별 수분흡수량을 조사한 결과, 침지수의 수온과 침지

시간이 증가할 수록 수분흡수속도가 빠르다고 하였다.<sup>3~11)</sup> 김등<sup>17)</sup>은 한국산 대두 7품종, Smith등<sup>18)</sup>은 미국산 콩과 일본콩의 수화속도를 비교한 실험에서 수분흡수속도는 대두 품종별로 차이가 있었다고 보고하였다. Saio<sup>12)</sup>와 Smith등<sup>18)</sup>은 콩껍질이 수분흡수속도의 주요 인자로, 작고 단단한 콩은 보통콩에 비해 수분흡수속도가 느리다고 하면서, 콩의 콩껍질에 칼슘과 조섬유 함량이 높기 때문이라고 보고하였다.<sup>2)</sup> 그러나 Parrish와 Leopold<sup>19)</sup>는 콩 껍질을 제거한 콩의 수분흡수속도와 콩껍질을 제거하지 않은 콩의 수분흡수속도는 큰 차이를 보이지 않는다고 하여 상반된 결과를 발표한 바있다. 침지수에 sodium chloride, sodium tripoly-phosphate, sodium bicarbonate, sodium carbonate 등의 무기염류를 첨가하면 수화속도가 증가 한다고 하였으나,<sup>14~16)</sup> 침지수에 당이나 염,<sup>3)</sup> 0.5% calcium chloride,<sup>4)</sup> sodium bicarbonate를 0.5% 이상 첨가하면,<sup>20)</sup> 오히려 수분흡수속도를 저해 시킨다는 보고도 있다. 또한 콩을 alcohol(ethanol 또는 methanol)로 전처리하면 수분흡수속도가 증가하는데,<sup>4,21)</sup> 이는 alcohol에 의한 콩껍질의 연화현상에 기인되는 것으로 알려져 있다.<sup>4)</sup> Hsu등<sup>4)</sup>은 콩의 크기와 밀도는 수분흡수량과 수분흡수속도에 영향을 주지만 단백질 함량은 상관관계가 없다고 하였으며, Hamad와 Powers<sup>13)</sup>는 콩의 크기와 밀도 및 단백질 함량은 수분흡수속도에 큰 영향을 주지 않으나, 콩 표피세포에 존재하는 pectin물질이 수분흡수속도를 감소시킨다고 보고하였다. Quast와 Da Silva는<sup>22)</sup> 콩의 수분흡수속도와 침지온도와의 관계를 Z값으로, 김 등<sup>3)</sup> 및 Leopold<sup>23)</sup>는 흡수초기의 수분함량의 증가를 Arrhenius식으로, 그리고 Hsu등<sup>4)</sup>은 수분의 확산계수를 온도와의 관계로 설명하였고, 김등<sup>7,17)</sup>은 한국산 콩 품종에 대한 흡수특성을 Z값 및 활성화에너지로 비교 실험하였다.

콩의 조리(취반) 특성에 영향을 미치는 인자로는 침지 온도,<sup>5)</sup> 조리전 침지,<sup>6,9,10,24)</sup>와 침지수의 염 및 농도<sup>14,16,24~26)</sup>와 콩의 초기 수분함량 등이 있다고 알려져 왔다. Kon<sup>5)</sup>은 서로 다른 온도에서 침지한 콩을 조리시 침지액의 온도가 높을수록 조리시간이 감소된다고 하였다. 조리전 침지의 영향에 대하여 Quast와 Da Silva는<sup>22)</sup> 조리전 대두를 침지시킨 것과 침지시키지 않은 것을 비교하였을 때, 조리시간에 큰 영향을 주지 않는다고 하였으나,

Jackson등<sup>28)</sup>은 흡수된 수분함량이 높을수록 조리시간이 단축된다고 하여 연구자간에 서로 상반된 결과를 보였다. 또한 Rockland와 Metzler<sup>16)</sup> 및 Albrecht등<sup>27)</sup>도 콩의 빠른 조리에는 초기 수분함량이 매우 중요한 인자임을 밝혔다. 그러나 콩을 완전히 수화시킨 경우(140% 수분 흡수)에는 조리시간에 더이상 영향을 미치지 못한다고 알려져 있다.<sup>6)</sup>

조리 전에 콩을 염용액<sup>14,16,25,26)</sup> 및 EDTA, malic acid, acetic acid<sup>24)</sup>용액에 침지시키면 조리시간이 단축되는데, 이는 침투된 염용액이 대두 표피세포에 존재하는 pectin 물질을 조리 중에 용해시킴으로써 세포사이에 열수가 쉽게 침투되기 때문이라고 하였다.<sup>26)</sup>

콩 표피의 색은 콩우유나 두부같이 콩을 마쇄하여 추출한 제품의 전체적인 색에 영향을 주는 것으로서 유색콩인 경우 색소가 용출되어 가공제품에 불리한 영향을 주게 된다. 콩 표피색소의 용출에 관한 연구로는 신등<sup>20)</sup>과 김등<sup>29)</sup>이 콩의 표피를 온도별로 물에서 용출시킬 때, 색소의 용출 및 용출에 필요한 활성화 에너지를 구한 보고가 있다.

콩의 발아에 관한 보고는 발아중의 화학성분의 변화 등은 많이 있으나, 발아율, 뿌리의 성장속도에 관하여는 몇몇 보고가 있다.<sup>30~38)</sup>

두부의 주요 품질요소로는 두부의 수율과 견고성, 응집성, 탄력성 등의 텍스처 및 냄새, 맛 등의 관능적 요소가 주요 품질특성이라고 할 수 있다. Wang등<sup>39)</sup>은 단백질과 수분함량이 높은 대두는 두부제조시 수율이 높으며, 수분함량이 감소할수록 단단함(hardness)은 증가한다고 하였고, Smith등<sup>40)</sup>은 대두 단백질과 지방질의 함량이 두부 수율에 영향을 미친다 하였다. 장등<sup>41)</sup>은 또한 대두의 저장 조건은 두부의 품질특성에 영향을 주며, 저장이 오래된 콩은 수분흡수와 조리속도가 느리므로 두부 제조용 콩은 저장기간이 짧고, 수화 속도가 빠른 콩이 좋다고 보고하였다.<sup>42)</sup>

콩의 침지는 단백질과 기타 고형물질의 추출을 용이하게 하기 위한 것으로,<sup>43)</sup> 침지시간과 물의 온도에 따라 고형분의 분산과 현탁이 달라지며,<sup>44)</sup> 침지한 콩의 부피는 원료콩의 2.3~2.5배가 된다고 보고하였다.<sup>42)</sup> 또한 콩의 침지시간이 너무 짧으면 단백질과 고형분 추출이 어려우며, 너무 오랫동안 침지시키면 콩단백질의 변성이 일어나 응고상태가 불량해진다고 알려져 있다.<sup>43)</sup> 콩을 물과 함께

마쇄할 때 Shurtleff와 Aoyagi<sup>45)</sup>는 가수량을 원료콩의 10배로 한 두유에는 6.0~6.3%의 고형분과 3.0%의 단백질이 존재하며, 권<sup>46)</sup>은 가수량을 11~13배로 하였을 때 조지방 및 조단백질 수율이 가장 높았다고 하였다.

Shurtleff와 Aoyagi<sup>45)</sup>는 두부 제조과정 중의 이상적인 열처리 온도를 100°C~110°C 라 하였고, Yeh<sup>44)</sup>는 열처리를 많이한 두부는 조직이 연하고, 탄력성과 씹힘성이 낮다고 보고하였으며, Hashzume등<sup>47)</sup>은 100°C에서 장시간 가열하여 부드러운 두부를 얻었다고 하였다. 두부의 응고 조건으로는 응고제의 종류 및 첨가량, 응고제 첨가시 콩우유 온도, 고형분의 농도 및 교반속도와 시간 등이 있다.<sup>43, 45~49)</sup> 응고된 두부는 압력을 가하여 탈수와 성형을 하고, 성형시의 압력은 두부의 수율, 텍스처에 영향을 주므로, 일반적으로 압력은 서서히 증가시키는 것이 비교적 탄력성과 수율이 높은 두부를 얻을 수 있다고 알려져 있다.<sup>42)</sup>

두유는 전통적으로 대두를 침지-마쇄-여과-가열의 방법으로 제조하여 왔으나,<sup>50)</sup> 이러한 방법은 낮은 수율, 불쾌한 이취미, 장내 gas발생과 현탁액의 안정성과 함께 점성이 높은 문제점이 있다.

콩우유의 이취미는 대두를 물과 함께 마쇄할 때 lipoxxygenase의 작용으로 불포화 지방산이 분해 및 중합함으로써 발생된다고 믿어지고 있으며,<sup>51)</sup> lipoxxygenase의 불활성화를 위한 가열처리가 많이 연구 되어있다.<sup>51~54)</sup> Wilkens등<sup>51)</sup>은 원료대두를 200°C에서 30분간 볶았을 때 lipoxxygenase를 불활성화시키는 데는 충분하였으나, 현저하게 단백질의 수율이 감소한다고 보고하였으며, Johnson과 Synder<sup>53)</sup>은 침지시킨 대두를 마쇄 전과 마쇄 중에 가열한 콩우유 보다 가열처리하지 않은 콩우유의 고형분 수율이 높았는데, 이는 가열로 인하여 단백질 입자가 고형화 되어서 마쇄 중에도 파괴되지 않았기 때문이라고 하였다. Johnson등<sup>54)</sup>은 steam-infusion cooking방법으로 콩우유를 제조시켰을 때, 고형분 및 단백질의 수율이 높았다고 하였는데, 이는 steam이 단백질 입자와 급속히 접촉함으로써 해서 단백질 입자가 붕괴되어 용해도를 증가시켰기 때문이라고 하였다. 또한 Erikson<sup>55)</sup>은 효소 처리를 하여 콩우유를 제조시 효소처리를 하지 않았을 때 보다 단백질과 고형분의 수율이 증가되었다고 보고하였다.

본 연구에서는 농촌진흥청 작물시험장에서 품질개량을 한 콩의 신품종과 대표적 육종 계통의 콩등 8가지의 주요 콩품종을 선별하여, 물리화학적 특성 및 두유와 두부의 주요 관능적 특성을 비교·연구 함으로 해서 콩 품종의 개량과 가공 및 이용방법의 개선에 도움이 되고자 함을 연구의 목적으로 하였다.

## II. 본 론

### 1. 실험재료 및 방법

#### 가. 실험재료

본 연구를 위한 콩 품종은 농촌진흥청 작물시험장에서 공급받은 보광콩, 경동 3호, L X 2.3, 수원 146, 수원 156, 수원 157, 수원 160, 수원 162호 등의 8품종을 4°C에서 보관하면서 이를 시료로 사용하였다.

#### 나. 일반성분 및 수용성 단백질 함량

일반성분은 시료 콩을 탈피하지 않고 100mesh로 분쇄한 다음 수분, 단백질, 지방 및 회분은 A. O. A. C. 표준방법<sup>56)</sup>으로 분석하였으며, 수용성 단백질은 A. O. C. S.의 protein dispersibility index의 측정방법<sup>57)</sup>에 의해 측정하였다.

#### 다. 형태적 특성

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

#### 라. 표피의 색 측정

콩 표피의 색은 껍질을 조심스럽게 면도날로 벗겨 미세하게 분쇄(100mesh)한 다음, Digital Color Measuring /Difference calculating Meter(Model ND-100 Dp. Nippon Denshoku kogyo Co. LTD)로 Hunter 'L', 'a', 및 'b'값을 측정하였다.

#### 마. 발아속도와 발아율

콩 입자의 형태, 색 및 크기가 이상한 것은 제거하고 건전한 콩을 콩나물 자동재배기(유일 정밀 회사 제품)에 400개의 콩을 넣고 25 ± 1°C의 항온기에서 120시간 발아시켰다. 발아과정중 콩나물의 뿌리길이, 중간 부위의 두께, 잔뿌리의 갯수를 시간별 (24, 48, 56, 72, 80, 96, 104, 120시간)로 측정하여, 뿌리길이, 두께의 측정은 caliper를 사용하였다. 발아율은 전체 콩 갯수에 대한 발아 콩의 백분율로 하였다.

바. 수분 흡수 속도

1) 수분흡수 속도의 측정

10g내외의 시료콩을 칭량하여 4°~98°C 범위의 증류수에 넣고 12시간 동안 침지시키면서, 매 시간 콩을 꺼내어 여과지로 표면수를 제거하고, 무게와 부피의 변화를 측정하였다. 무게의 변화는 침지과정 중에 측정된 무게와 침지 전의 무게간의 차이에서 시료 1g(건물량 기준)당의 증가된 수분함량을 계산하였다. 콩의 부피는 50ml의 증류수가 담긴 100ml 눈금 실린더에 일정량의 시료를 넣고 부피를 측정된 뒤, 침지 전과 침지 후의 부피 차이에서 부피의 증가율(%)을 계산하였다. 또한 수분흡수속도는 수분함량과 부피의 증가율(%)을 침지시간으로 나누어 수분함량 또는 부피에 따른 수분의 흡수속도를 표시하였다.<sup>17)</sup> 모든 측정은 4반복 실험하였다.

2) 수분흡수 속도와 온도와의 관계

수분흡수 실험에서 얻어진 각 품종별 수분흡수 속도와 침지온도와의 관계는 다음의 Arrhenius식<sup>17)</sup>을 이용하여 수분흡수에 요구되는 활성화 에너지(Ea)를 품종별로 계산하였다.

$$\ln K = \frac{E_a}{RT} + \ln A \dots\dots\dots (1)$$

여기서 K는 수분흡수속도 상수(gH<sub>2</sub>O/min), Ea는 활성화 에너지(cal/mole), R은 기체상수(1.987cal/deg. male), T는 침지온도(°K), A는 빈도상수이다

3) 수화도의 온도 의존성 계산

콩의 수화도의 온도 의존성은 어떤 수분 함량에 도달하는 시간과 온도와의 관계로서 다음 식<sup>17)</sup>에 의하여 계산하였다.

$$Z = \frac{T_1 - T_2}{\log(t_2/t_1)} \dots\dots\dots (2)$$

여기서 Z값은 어떤 수분 함량에 도달하는 시간을 1/10로 감소시키는 데 요하는 온도의 상승폭을 의미하며, t<sub>1</sub> 은 침지온도 T<sub>1</sub> 에서 일정한 수분 함량에 도달하는 시간 (hour), t<sub>2</sub>는 침지온도 T<sub>2</sub>에서 일정한 수분함량에 도달하는 시간(hour)이다.

사. 익힘속도 측정

콩을 실온에서 충분한 증류수에 16시간 침지시킨 후, 100°C의 끓는 물에 넣고, 160분간 가열하는 동안 가열 시간별로 일정량의 콩을 취하여 즉시 흐르는 수도물에 1분간 냉각시킨 다음, 껍질을 제거하고 반쪽으로 나누어 견고성을 측정하였다. 견고성 측정은 Rheometer(SUN RHEO METER Model CR-2000 SUN SCIENTIFIC Co. LTD Japan)를 사용하였으며, Mode는 Searing & Cutting mode를 설정하고, full scale의 힘 1kg, probe의 속도 120mm/min, chart speed 1mm/min, adapter area는 11.4mm<sup>2</sup>, 측정에 사용한 pressure sensor rod는 No. 10의 probe를 사용하였다. 콩 시료를 완전히 절단하는데 요하는 힘(cutting force)을 견고성으로 하여 각 시료의 측정은 30~40회 반복하여 평균치로 나타내었으며, 콩 1g을 절단하는데 요하는 힘으로 환산하여 표시하였다.

아. 색소용출 속도의 측정

콩의 표피를 조심스럽게 면도날로 벗겨 미세하게 분쇄한 0.2g을 4°~100°C 범위로 조정된 증류수 20ml에 120분 동안 시간별로 용출시키면서 용출액 일정량을 시간별로 취하여 Whatman No. 41 여과지로 여과시킨 뒤, 여과액을 490nm에서 spectrophotometer(Spectronic 20D. MILTONROY COMPANY)로 흡광도를 측정하였다. 측정된 값에서 색소 용출에 필요한 활성화에너지를 다음의 Arrhenius 방정식으로 부터 계산하였다.

$$\ln K = \frac{E_a}{RT} + \ln A \dots\dots\dots (3)$$

여기서 K는 초기의 광도의 매분당 증가량, Ea는 활성화 에너지(cal/mole), R은 기체상수(1.987cal/deg. mole), T는 침지온도(°K), A는 빈도상수이다.

자. 두부

1) 두부의 제조

대두 100g을 상온에서 하룻밤 증류수에 침지시킨 후에 건져내어 증류수 1000ml와 함께 blender로 2분간 마쇄하여 두미를 제조하였다. 제조된 두미를 95°C 이상에서 5분간 가열한 뒤, 세 겹의 cheese cloth로 감압여과 시키고, 여과액을 75°C로 냉각하여 교반하면서 대두량의 2%인  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (SHINYO PURE CHEMICALS CO., LTD.) 2g을 용액으로 만들어 서서히 첨가한 다음, 1시간 동안 실온에 방치하여 응고를 완성시켰다. 두부의 성형은 일정한 구멍이 뚫린 PVC원통(지름 5cm, 높이 6cm) 6개를 테이프를 사용하여 연결된 성형틀을 cheese cloth가 깔린 구멍이 뚫린 목판 위에 올려놓고, 형성된 응고물을 성형틀 내에 넣고서, 성형틀 내부에 맞는 일정한 무게의 추(지름 4.9cm, 높이 6.5cm, 무게 950g)를 올려놓아 48.38g/cm<sup>2</sup>의 압력이 되게 가압하여 1시간 동안 성형시켰다.

#### 2) 두부의 수율 측정

두부의 수율은 원료대두 100g으로부터 제조된 순두부를 지름 5cm의 성형틀에 넣고 1시간동안 압착시킨 뒤, 성형된 두부의 높이를 측정하여 부피를 계산하여 콩 100g당 얻어진 두부의 부피를 수율로 표시하였다.

#### 3) 텍스처의 측정

두부의 텍스처 측정은 성형된 두부의 맨 윗 부분과 아랫 부분을 제외한 중간 부분을 일정한 크기(1.5 × 1.5 × 1.5cm)로 절단한 것을 Rheometer(SUN RHEO METER Model CR-2000 SUN SCIENTIFIC Co. LTD Japan)를 사용하여 측정하였으며, Mode는 mastication, elasticity & viscosity mode를 설정하고, full scale의 힘 10kg, probe의 속도 120mm/min, chart speed 1mm/min, adapter area 176.71mm<sup>2</sup>, 측정에 사용한 pressure sensor rod는 지름 15mm, No. 1으로 측정하였다. 측정된 텍스처 특성은 견고성, 탄력성, 부착성, 응집성, 부서짐성, gum성 등이었다.

#### 4) 두부의 관능검사

각각의 대두품종으로 제조한 두부의 관능적 품질의 차이를 알아보기 위하여 평점법(Scoring Test)으로 평가하였다. 판별원의 구성은 본 실험에 흥미를 갖고 있는 학생 중 품질차이를 식별할 수 있는 8명을 선정한 뒤 훈련시켰다. 그리고 두부의 관능적 품질을 대표할 수 있는 냄새(콩 비린내, 구수한 내, 익은콩 내), 맛(고소한 맛, 단맛,

콩비린맛), 텍스처(탄력성, 견고성, 부서짐성), 색(녹색, 보라색)등 11개의 묘사를 선정하였다. 시료는 두부의 맨 윗 부분과 아랫 부분을 제거한 중간 부분을 1.0 × 1.0 × 0.5cm의 크기로 제시하였으며, 시료의 제시온도는 상온으로 하였고, 실시시간은 오전 11시와 오후 3시에 2회 실시하였다. 시료의 비교는 각 특성의 강도가 지극히 약하면 1, 보통이면 5, 지극히 강하면 9로 하는 9점법으로 하였으며, 관능검사 결과는 ANOVA의 분산분석과 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

#### 차. 두유의 제조 및 관능검사

두유의 제조는 대두 100g을 상온에서 하룻밤 증류수에 침지시킨 후에 건져내어 증류수 1000ml와 함께 blender로 2분간 마쇄하여 두미를 제조한 후, 제조된 두미를 95°C 이상에서 5분간 가열한 다음, 세겹의 cheese cloth로 감압여과하여 80°C에서 30초 동안 불활성화 시킨 것을 두유로 하였다.

각각의 대두품종으로 제조한 두유의 관능적 품질의 차이를 알아보기 위하여 평점법(Scoring Test)으로 평가하였다. 판별원의 구성은 본 실험에 흥미를 갖고 있는 학생 중 품질차이를 식별할 수 있는 8명을 선정한 뒤 훈련시켰다. 그리고 두유의 관능적 품질을 대표할 수 있는 냄새(콩 비린내, 구수한 내, 익은콩 내), 맛(고소한 맛, 단맛, 콩비린맛), 색(녹색, 회색)등 8개의 묘사를 선정하였다. 시료의 제시온도는 상온으로 하였고, 실시시간은 오전 11시와 오후 3시에 2회 실시하였다. 시료의 비교는 각 특성의 강도가 지극히 약하면 1, 보통이면 5, 지극히 강하면 9로 하는 9점법으로 하였다. 관능검사 결과는 ANOVA의 분산분석과 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 일반성분 및 수용성 단백질 측정

시료콩의 일반성분 조성은 Table 1과 같다. 수분함량은 7.87~10.86%, 회분은 4.50~5.00%의 범위를 보여 주었다. L × 2.3과 수원 157은 수분함량이 가장 낮은 반면 높은 회분함량을 보여 주었고, 보광콩과 수원 162는 수분함량이 가장 높은 반면 낮은 회분함량을 보여 주었

다. 이러한 결과는 김과 변<sup>58)</sup> 이 보고한 한국 재배 49품종의 일반성분 분석의 결과 및 김등<sup>59)</sup>의 장려품종 1품종과 재래종 3품종의 결과와 비슷하였다.

콩의 주성분인 단백질과 지방은 콩 품종간에 큰 차이가 있는 데, 단백질 함량의 경우, 권등<sup>60)</sup>은 전국 각 도별로 재래종을 수집하여 단백질을 분석한 보고에서 37.8~40.43%의 범위를 보여 주었고, 미국 국무성 보유의 500품종을 Piper 와 Morse가<sup>61)</sup> 분석한 결과 최고 46%에서 최저 30%까지 분포한다고 보고하였다. 이상에서 볼때, 단백질 함량은 콩의 품종간에 많은 차이가 있음을 알 수 있으나, 본 실험 에서는 시료간에 큰 차이가 없이 경동 3

이 40.43%로 가장 높고, 보광콩은 37.80%로 가장 낮았다.

지질의 함량은 19.50~21.17%의 범위로 전반적으로 단백질의 함량이 높은 품종은 지질의 함량이 낮게 나타나, 가장 낮은 단백질을 보인 보광콩의 지질 함량은 21.17%로 시료중 가장 높았다.

김등<sup>58,59)</sup>과, 이<sup>62)</sup>는 콩의 단백질 함량과 지방 함량은 부상관을 보인다고 보고하였고, 이<sup>62)</sup>에 의하면 콩의 무게와 단백질 함량은 정상관, 지방함량과는 부상관이라고 보고하였는데, 본 실험에서도 같은 경향을 보였으나 단백질, 지방의 함량은 시료간에 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 1. Chemical composition of soybeans

Soybean variety	Moisture (%)	Protein (%)*	Lipid (%)	CHO (%)	Ash (%)
Bokawngkong	9.88	37.80	21.17	26.65	4.50
Kyungdong 3	8.73	40.43	19.50	26.50	4.84
L × 2.3	7.87	38.70	20.67	27.77	4.99
Suwon 146	8.59	38.30	20.47	27.64	5.00
Suwon 156	9.25	38.40	20.77	26.90	4.68
Suwon 157	7.97	38.10	20.67	28.26	5.00
Suwon 160	9.35	39.80	20.00	25.85	5.00
Suwon 162	10.16	38.60	20.55	26.18	4.51

\* N × 6.25

대두 단백질 중에 함유된 수용성 단백질 함량을 측정한 PDI(Protein Dispersibility Index)값은 Table 2와 같다. 수용성 단백질 함량은 71.6~95.3%의 범위로 품종간에 큰 차이를 보여주었고, 시료 중에서 경동 3이 95.3%로 가장 높았으며, L × 2.3과 수원 162는 각각 75.4%와 71.6%로 가장 낮았다. 보광콩, 수원 157, 수원 160, 수원 146은 80.0~82.3%의 범위로 비슷한 값을 보여주었다.

나. 형태적 특성

시료 콩의 형태적 특성은 Table 3과 같다. 콩 개체의 무게는 수원 157이 0.27g으로 가장 높은 값을 보였으며, 경동 3호가 가장 낮은 값을 보였다. 또한 길이나 두께에서도 비슷한 경향을 나타내어 경동 3, 수원 160이 가장 낮은 값을, 그리고 수원 157이 가장 높은 값을 보였다.

Table 2. Protein dispersibility index of soybeans

Soybean variety	Bokawngkong	kyungdong 3	L × 2.3	Suwon 146	Suwon 156	Suwon 157	Suwon 160	Suwon 162
PDI (%)*	80.0	95.3	75.4	82.3	82.3	80.3	82.0	71.6

\*  $\frac{\text{Water dispersibility protein}(\%)}{\text{Total protein}(\%)} \times 100$

Table 3. Description of soybeans

Soybean variety	Weight of grain(g)	Height (mm)	Length (mm)	Width (mm)
Bokawngkong	0.21	7.32	7.84	6.41
Kyung Dong 3	0.15	5.47	5.98	4.72
L × 2.3	0.20	6.98	7.48	5.83
Suwon 146	0.21	7.16	7.82	6.12
Suwon 156	0.24	7.12	7.81	5.98
Suwon 157	0.27	7.43	8.07	6.48
Suwon 160	0.18	6.07	6.55	5.34
Suwon 162	0.19	6.82	7.29	5.66

다. 표피의 색 측정

콩의 표피를 60mesh로 분쇄하여 Hunter 'L'(밝기), 'a'(적색-녹색) 및 'b'(황색-청색) 값을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 'L' 값은 보광콩이 가장 높은 73.6으로 시료중 가장 흰색에 접근한 연한 황색을 보여 주었고, 수원 146, 수원 162 및 L × 2.3 등도 71.3~74.5의 값으로 연황색을 보여 주었으며, 수원 156, 수원 157 및

경동 3호는 31.6~32.8의 범위로 검정색을 나타내었다. 적색을 나타내는 'a'값은 시료콩 모두 낮았으며, 노란색을 나타내는 'b'값은 보광콩, 수원 146, 수원 162호, L × 2.3 등은 17.5~18.2의 범위로 비슷한 경향을 보였으며, 수원 157, 수원 156, 경동 3 등은 -0.2~1.6의 범위로 노란색이 매우 낮음을 보여 주었다.

Table 4. Color of seed coat of soybeans

Soybean variety	Color	L	a	b
Bokawngkong	Yellow	76.3	3.4	17.5
Kyungdong 3	Black	32.6	-0.5	1.6
L × 2.3	Yellow	74.5	3.9	18.2
Suwon 146	Yellow	71.3	3.8	17.9
Suwon 156	Black	32.8	0.2	1.3
Suwon 157	Black	31.6	0.2	-0.2
Suwon 160	Green	64.5	-1.9	10.9
Suwon 162	Yellow	74.2	3.9	17.5

라. 발아속도와 발아율

콩을 콩나물 재배기에 넣고 120시간 발아시키면서 뿌리길이, 두께, 잔뿌리 갯수를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 발아속도는 발아 4일까지 자란 뿌리의 길이를 발아 일수로 나누어 계산한 결과로 가장 높은 성장속도를 갖은 품종은 수원 160, 수원 162, 경동 3이었으며, 그 다음은 보광콩, L × 2.3, 수원 146의 순이었고, 수원 156, 수원 157은 5.9cm로 가장 낮았다. 발아율은 경동

3, 수원 160, 수원 162 등이 100%로 모두 발아함을 보였고 보광, L x 2.3, 수원 146, 수원 156, 수원 157등의 발아율은 91.75~93.25%의 범위를 보였다.

콩나물의 두께(Fig. 1)는 발아 2일까지는 급격한 증가를 보이다가 발아 3일째 부터는 완만해짐을 나타내었다. 발아 3일째의 두께는 보광콩이 2.37mm로 가장 높은 값을 보였고, 경동 3이 2.02mm로 가장 낮은 값을 보여 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다. 김<sup>36)</sup>도 10품종의 콩나

Table 5. Percent of germinated soybeans and rate of root growth for eight varieties of soybean

	Bokwang-kong	kyung-dong 3	L × 2.3	Suwon 146	Suwon 156	Suwon 157	Suwon 160	Suwon 162
% Germination*	93.25	100	92.50	91.75	90.75	91.25	100	100
Root growth rate(cm/day)	6.5	7.0	6.3	6.2	5.9	5.9	7.1	7.1

$$\% \text{ Germination} = \frac{\text{Number of germinated soybean}}{\text{Number of total soybean}} \times 100$$

물 두께를 비교한 바 최고, 최소의 차이가 0.19mm로 콩 품종 간의 차이가 없었다고 보고한 바 있다. 잔뿌리는 콩 나물이 성장하면서 그 수가 증가하게 되는데, 잔뿌리수의 증가는 Fig. 2에서와 같으며 전체적으로 발아 3일째부터 잔뿌리가 나타나기 시작하였다. 잔뿌리 갯수는 L × 2.3 이 가장 많았고, 수원 146, 보광콩이 그 다음으로 많았으며, 수원 160, 수원 162, 수원 157, 수원 156, 경동 3의 순이었다.

마. 수분흡수속도

1) 수분흡수정도

콩을 물에 침지시켰을 때 수분의 흡수로 인한 콩무게 증가율의 변화는 Fig. 3의 경동 3과 같은 경향으로, 시료콩 모두 4°~20°C에서는 12시간 동안 무게가 평형상태에 도달하지 않았으나, 40°C에서는 10시간만에 평형상태에 도달하였고, 60°~98°C에서는 3~5시간만에 평형상태에 도달하였다.

본 실험의 결과 침지중 평형에 도달한 콩의 무게는 40°C이하의 침지온도에서 보다 60°~98°C의 침지온도에서 더 낮았는데, 이는 고온에서 수용성 물질의 손실이 무게증가량보다 크고,<sup>3,6,7,22</sup> 높은 온도에서의 평형수분함량이 낮은 온도에서의 평형수분함량보다 낮기 때문일 것으로 생각된다. Wang<sup>6)</sup> 등은 콩을 20°~37°C에서 침지시켰을 때 초기 2시간 동안에는 수분의 흡수가 급속하였으나, 30°C이상에서 콩을 침지할 경우 일정시간 후에 점차 무게가 감소하여, 30°C에서는 12시간 이후부터, 37°C에서는 8시간 이후부터 무게가 감소한다고 보고하였다.

본 실험의 결과, 침지온도, 시간에 의한 무게증가 경향은 품종간에 큰 차이는 없었으나, 콩입자의 크기가 큰 수

원 156, 수원 157등이 다른 콩품종보다 무게증가율이 약간 높았다.

2) 수분흡수속도

콩의 침지중 무게증가량은 수분의 흡수에 의한 것으로 가정하고, 침지시간과 콩의 수분증가량과의 관계를 보면 Fig.4와 같이 침지시간의 평방근과 수분증가량은 침지온도에 상관없이 직선적인 관계를 보였다. 따라서, Fig. 4의 결과는 다음 식<sup>63)</sup>으로 표시할 수 있다.

$$m - m_0 = K_0 \sqrt{t} \dots\dots\dots (4)$$

여기에서 m은 일정시간 침지후의 수분함량(gH<sub>2</sub>O/g), m<sub>0</sub>는 시료의 초기수분함량(gH<sub>2</sub>O/g), K<sub>0</sub>는 수분흡수속도상수(min<sup>-1/2</sup>), t는 침지시간(min)이다. Becker<sup>63)</sup>는 고체 내부로의 수분의 이동이 Fick의 확산법칙에 따르면 고체의 초기 수분의 증가는 식(4)에 의하여 침지시간의 평방근에 비례하게 된다고 보고하였다. 따라서 Fig. 4의 결과는 콩의 수분흡수의 기본기작은 확산현상에 의하여 설명될 수 있음을 가리킨다. Fig. 4는 침지중 수분흡수로 인한 콩의 수분증가량(gH<sub>2</sub>O/g)과 침지시간 (minutes)과의 관계를 경동 3에 대하여 대표적으로 도시한 것으로 다른 품종들도 이와 같은 직선의 관계를 나타내었고, 침지온도 4°C에서 60°C까지는 침지시간과 직선적인 관계를 보였으며, 온도가 증가하면서 기울기가 높아짐을 알 수 있었다.

Fig. 4와 같은 각 품종별 침지시간과 수분증가량의 직선관계에서 기울기(K<sub>0</sub>)를 구한 결과는 Table 6과 같으며, 경동 3은 침지온도 4°~60°C의 범위에서 수분흡수속도가 다른 품종들보다 빨랐으며, 수원 157은 40°~60°C의 범위에서 가장 느린 속도를 보였다. 그 외의 품종 중에서는 침지온도에 따라 차이가 있으나, 높은 온도



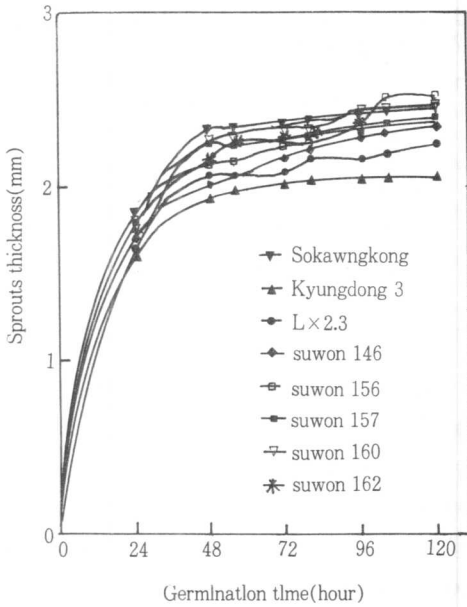


Fig. 1. Changes in thickness of soybean sprouts during germination at 25°C

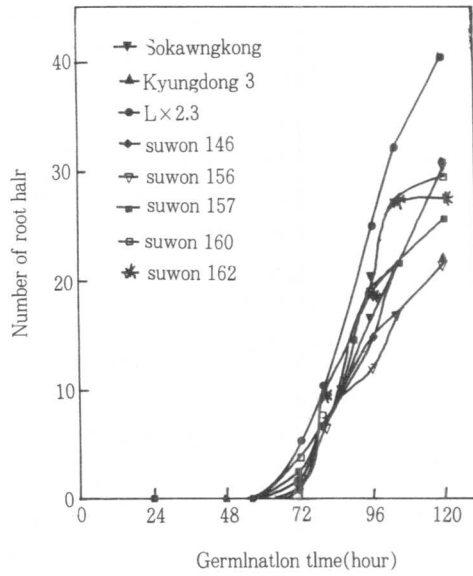


Fig. 2. Changes in number of root hair of soybean sprouts during germination at 25°C

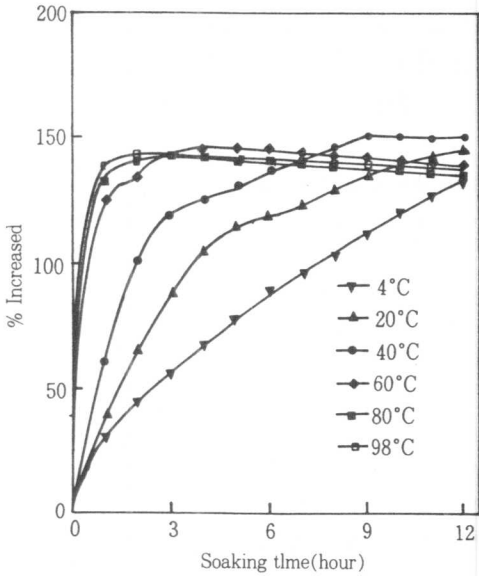


Fig. 3. Changes in weight of Kyungdong 3 during soaking at various temperatures

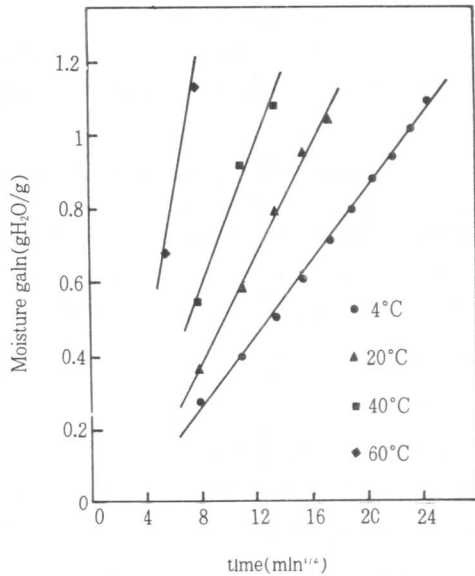


Fig. 4. Relation between the moisture gain and square root of the soaking time of Kyungdong 3

Table 6. Average values of water uptake rate constant of soybeans

Soaking temperature(°C)	water uptake rate constant (gH <sub>2</sub> O/min <sup>1/2</sup> )							
	Bokawng-kong	Kyung-dong 3	L × 2.3	Suwon 146	Suwon 156	Suwon 157	Suwon 160	Suwon 162
4	0.045	0.049	0.045	0.047	0.045	0.041	0.055	0.044
20	0.063	0.073	0.065	0.065	0.069	0.060	0.071	0.069
40	0.081	0.095	0.079	0.084	0.075	0.079	0.089	0.074
60	0.167	0.198	0.171	0.167	0.145	0.133	0.181	0.163

에서는 수원 146, 보광콩, 수원 160등이 빠른 속도를 보였고, 낮은 온도에서는 경동 3과 수원 160이 가장 빨랐다. Hsu<sup>4)</sup>등은 콩의 흡수속도가 품종에 따라 큰 차이가 있으며, 단백질 함량과는 상관관계를 보이지 않으나, 콩의 크기와 밀도와는 약한 상관관계( $r = -0.53$ ,  $r = 0.59$ )를 보인다고 보고하였고, 김등<sup>8)</sup>은 콩 3품종의 수화속도를 비교한 바, 크기가 작은 품종이 수분흡수속도가 빠르다고 보고하였다. 본 실험의 결과도 이들의 결과와 비슷한 경향 이었다.

콩 품종에 따른 수분흡수속도의 차이에 대하여 Saio<sup>12)</sup>는 콩껍질의 칼슘과 조섬유의 함량이 높은 콩은 수분흡수속도가 느리다고 보고하였으며, Smith등<sup>18)</sup>은 침지시 콩의 수분흡수는 콩껍질의 경도와 초기 수분함량에 의하여 영향을 받는다고 보고하였다. 본 실험에서 무게증가율은

콩품종 간에 큰 차이가 없었으며, 수분흡수속도와도 비슷한 경향을 보여 주었다.

### 3) 수분흡수속도와 온도와의 관계

온도별 수분흡수속도의 결과를  $\log(\text{흡수속도})$ 와  $(1/\text{절대온도})$ 의 관계로 표시할 때, 침지온도 4°~60°C의 범위에서 직선관계를 보여 Arrhenius방정식을 사용하여 수분흡수의 활성화에너지를 계산한 결과는 Table 7과 같다. 품종별로 계산된 활성화에너지는 3,830~4,571cal/mole의 범위로 경동 3이 가장 높은 값을 보였고, 수원 156이 가장 낮은 값을 보였다. Leopold<sup>23)</sup>는 콩의 경우 20°~40°C에서의 수분흡수의 활성화에너지는 5,800cal/mole이라고 하였으며, 김등<sup>7)</sup>은 20°~60°C에서의 수분흡수의 활성화에너지가 6,370~6,650cal/mole이라고 하여 본 실험의 결과 보다 높은 값을 보였다.

Table 7. Activation energy of water uptake of soybeans during soaking at 4°~60°C

Soybean variety	Bokawng-kong	kyung-dong 3	L × 2.3	Suwon 146	Suwon 156	Suwon 157	Suwon 160	Suwon 162
Ea	4,293	4,571	4,370	4,150	3,830	3,852	3,899	4,287

(cal/mole)

### 4) 수화도의 온도 의존성 계산

콩을 4°~98°C 범위에서 침지시키면서 일정한 수분함량(%)에 도달하는 침지시간의 대수값을 침지온도와의 관계로 도시하면, Fig. 5와 같이 한 개의 변곡점을 60°C에서 갖는 두 개의 직선관계를 보여 주었다. 일반적으로 60°C이상에서는 매우 완만한 기울기를 나타내었으나, 60°C이하에서는 높은 기울기를 보여, 일정수분함량에 도

달하는 시간이 침지온도에 의하여 높은 영향을 받음을 알 수 있었다.

Fig. 5의 두 직선에서, Quast와 da Silva<sup>22)</sup>가 제시한 관계식(2)으로 일정한 수분함량에 도달하는 침지시간을 1/10로 단축시키는데 필요한 온도를 나타내는 Z값을 계산한 결과는 Table 8과 같다. 콩의 수화도(%)가 증가할 수록 Z값은 감소하였으며, 수원 162의 경우 수분함량

30%, 40%, 50%에 도달하는 Z값은 각각 103.0°C, 92.4°C, 89.4°C로서 다른 품종보다 높았다. 조리에 적당하다고 생각되는 수분함량 50%에 도달하는 Z값은 L × 2.3, 수원 157, 수원 160, 경동 3, 수원 156, 수원 146 등은 65.6°~73.6°C의 범위였고, 보광콩과 수원 162는 각각 79.8°C와 89.4°C로 김등<sup>3)</sup>이 발표한 61.4°C보다 본 실험의 결과가 높은 값을 보였으나, 김등<sup>17)</sup>이 보고한 70.2°~89.6°C보다는 낮은 값을 보였다.

바. 익힘속도측정

상온에서 16시간 동안 수화시킨 콩을 끓는 물에서 조리시간 별로 콩조직의 견고성 변화를 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. 전반적인 견고성의 변화는 조리 초기에 급격히 감소하였다가 완만해지는 경향이었으나 조리시간이 경과되면서 조금씩 계속 감소하였다. 품종별로 보면 콩 입자의 크기가 가장 작은 경동 3의 절단력이 가장 높았고, 콩 입자의 크기가 클수록 절단력은 감소하여 콩 입자의 크기가 가장 큰 수원 157이 가장 낮은 값을 보였다. 콩을 조리하는 동안 일정시간 후의 익힘정도 ( $\alpha$ )는 의식에 의하

Table 8. Z-values of soybeans to reach different degrees of hydration during soaking at 4°~98°C

Soybean variety	Degree of hydration(H <sub>2</sub> O)	Z-value (°C)	
		1st. stage	2nd. stage
Bokawngkong	30	90.55	1091.89
	40	88.05	1086.94
	50	79.83	1086.91
Kyungdong 3	30	80.98	873.00
	40	75.91	873.26
	50	70.37	873.25
L × 2.3	30	72.88	811.56
	40	69.58	811.56
	50	65.55	811.56
Suwon 146	30	85.97	1398.35
	40	79.43	1398.37
	50	73.56	1398.34
Suwon 156	30	85.01	2033.00
	40	80.00	2033.00
	50	73.40	2033.00
Suwon 157	30	80.12	2348.34
	40	71.74	2243.06
	50	67.52	2240.52
Suwon 160	30	75.28	886.89
	40	74.08	874.17
	50	73.07	874.17
Suwon 162	30	103.03	916.86
	40	92.47	913.18
	50	89.40	911.05

$$\alpha = \frac{C_t - C_0}{C_L - C_0} \dots\dots\dots (5)$$

여 계산할 수 있다.<sup>64)</sup> 여기서  $C_0$ 는 조리 전의 절단력,  $C_t$ 는  $t$ 시간 조리 후의 절단력,  $C_L$ 는 완전히 조리되었을 때의 절단력으로, Fig. 6에서 절단력의 변화가 거의 없게 되는 조리시간에서의 절단력이다. 식(6)에서 콩이 완전

히 조리되었을 때를  $\alpha_L = 1$ 이라 하고,  $t$ 시간 조리되었을 때의 익은정도를  $\alpha_t$ 로 하여, 조리중 시간에 따른 조리비율 (% ,  $\alpha_t/\alpha_L \times 100$ )을 계산한 결과 Fig. 7과 같은 결과를 나타내었다. Fig. 6에서 예측할 수 있는 바와 같이 경동 3이 조리시간에 따라 조리속도가 가장 느린 것을 보여 주었고, 그 외의 콩품종에 있어서는 시료간에 큰 차

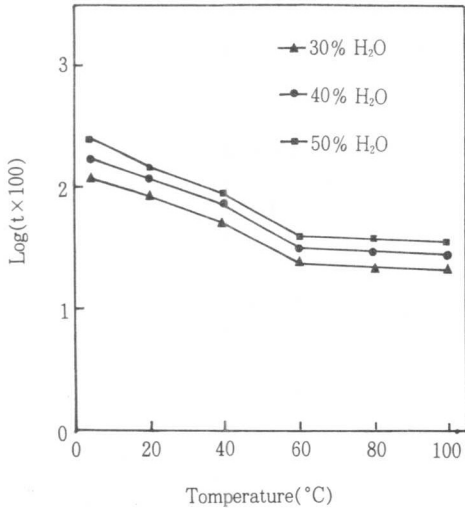


Fig. 5. Time to reach different degrees of hydration as a function of temperature for Kyungdong 3

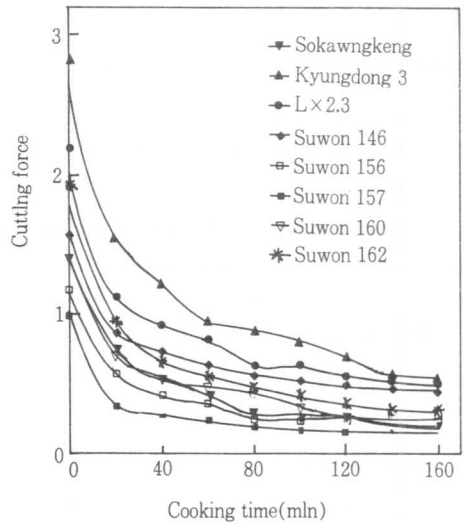


Fig. 6. Changes in cutting force of soybeans as affected by cooking time

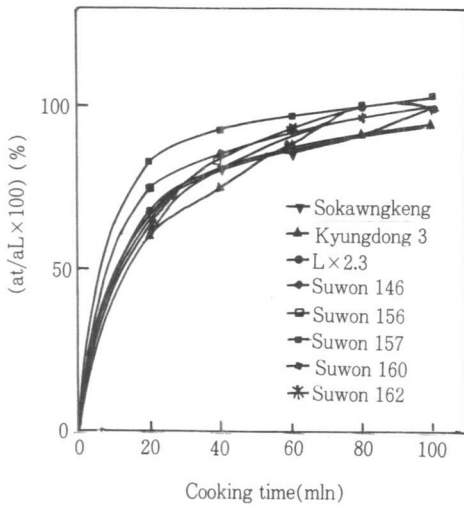


Fig. 7. Changes in percent of soybeans cooked as affected by cooking time

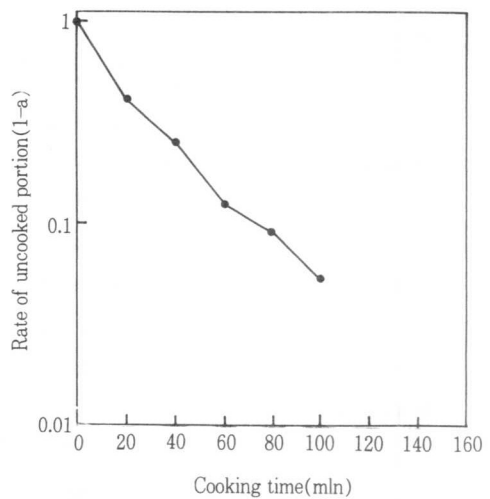


Fig. 8 The rate of uncooked portion of Kyungdong 3 as a function of cooking temperature

이를 보이지 않았다. 또한, 조리시간 120분에서는 시료 콩 모두 완전히 조리된 것을 알 수 있었다.

콩의 조리중 절단력의 변화로부터 식(6)을 이용하여 조리되지 않은 부분인  $1-\alpha$ 를 계산하고, 조리시간과의 관계를 반대 수지에 표시한 결과는 Fig. 8과 같다. 조리온도에 상관없이  $1-\alpha$ 와 조리시간과는 시료콩 모두 조리시간 20분을 중심으로 기울기가 서로 다른 두 개의 직선관계를 보여, 익지 않은 부분의 감소속도, 즉 익힘속도는 Fig. 8로 부터 다음 식<sup>24)</sup>을 사용하여 계산하였다.

$$\ln(1-\alpha) = -K_t \dots\dots\dots (6)$$

여기서  $K_t$ 는 익힘속도상수로서 Fig. 8의 기울기로부터 구할 수 있으며, 그 결과는 Table 9와 같다. 조리 1단계에서의 익힘속도상수의 값은 경동 3이 가장 낮아 Fig. 7에서와 같이 경동 3의 익힘속도상수가 0.0299로 익힘속도가 가장 느린 것을 알 수 있었고, 수원 157의 익힘속도상수는 0.0415로 가장 높은 값을 보여 익힘속도가 가장 빠름을 보여 주었다. 그 외의 시료콩은 비교적 비슷한

값을 나타냈다. 그러나 수원 160의 익힘속도상수는 0.0373으로 높았고, 수원 156의 익힘속도상수는 0.0327로 낮아 Fig. 7의 경향과는 약간의 차이가 있었다. 조리 2단계에서는 조리 1단계와는 다소 차이를 보여 수원 156과 보광콩의 익힘속도상수의 값이 높은 경향으로 대체로 Fig. 7의 경향과 비슷하였다. 본 실험의 결과, 입자의 크기와 무게가 작은 콩일수록 익힘속도가 느리고, 입자의 크기와 무게가 큰 콩일수록 익힘속도가 빠른 경향을 보였다.

사. 색소의 용출속도 측정

본 실험에 사용한 8가지의 품종 중 보광콩, L×2.3, 수원 146, 수원 162등 4품종은 연황색의 표피를 갖고 있고, 수원 160은 연녹색의 표피를 갖고 있으며, 경동 3, 수원 156, 수원 157은 검정색 표피를 갖고 있어, 이들 콩을 온도별, 시간 별로 물에 침지시키면서 색소의 용출량을 490nm의 흡광도로서 비교한 결과를 Fig. 9의 경동

Table 9. Cooking rate constant of soybeans

Soybean variety	Cooking rate constant(min <sup>-1</sup> )	
	1st. stage	2nd. stage
Bokawngkong	0.0336	0.0058
Kyungdong 3	0.0299	0.0043
L×2.3	0.0342	0.0051
Suwon 146	0.0303	0.0050
Suwon 156	0.0327	0.0056
Suwon 157	0.0415	0.0036
Suwon 160	0.0373	0.0045
Suwon 162	0.0325	0.0052

3에 대해 대표적으로 도시한 것으로, 검정색소를 갖는 경동 3, 수원 156, 수원 157은 색소의 용출속도가 온도에 매우 큰 영향을 받고 있음을 알 수 있으며, 침지온도가 4°C에서 100°C로 증가할 때 평형에 도달한 흡광도는 약 3.9~5배 이었다. 반면에 연황색의 표피를 갖고 있는 보광콩, L×2.3, 수원 146, 수원 162등은 1.5~2배 정도로 나타나 경동 3, 수원 156, 수원 157의 색소용출에 온도의 영향이 더 지대 했음을 알 수 있었다.

콩 표피의 색소용출에 대한 온도의 영향에 대하여 신등<sup>20)</sup>과 김등<sup>29)</sup>이 검정콩(Local 1)으로 실험하였을 때, 각각 약 5배 및 약 10배의 차이가 난다고 보고 하였는데, 이는 김등<sup>29)</sup>이 표피를 미세하게 마쇄하여 색소를 용출하였기 때문에 저온에서의 색소용출이 신등<sup>20)</sup>의 것보다 더 용이했기 때문이라고 생각된다. 따라서 본 실험의 결과는 김등<sup>29)</sup>의 보고와 비슷한 경향을 보였다. 또한 대부분의 색소가 용출되는 평형상태에 도달하는 시간은 60분으로,

이는 김등<sup>29)</sup>의 보고와는 일치하는 경향이었으나, 40분 만에 평형에 도달하였다는 신등<sup>20)</sup>의 결과보다는 조금 높은 시간이었다.

온도가 표피색소의 용출에 미치는 영향을 밝히기 위하여 120분 침지 후의 흡광도를 온도별로 표시한 결과 (Fig. 10), 상관계수(r)는 0.973~0.997로 직선관계를 보였다. 따라서, 마쇄한 표피 1g을 물 100ml에 침지시켰을 때 평형에 도달한 침지액 색상의 강도증가는 다음과 같은 식으로 예측할 수 있다.

보광콩  $A = 0.0002T + 0.0543$

수원 156  $A = 0.0192T + 0.3889$

경동 3  $A = 0.0172T + 0.3511$

수원 157  $A = 0.0183T + 0.5084$

L × 2.3  $A = 0.0002T + 0.0513$

수원 160  $A = 0.0003T + 0.0408$

수원 146  $A = 0.0003T + 0.0358$

수원 162  $A = 0.0003T + 0.0451$

여기서 A는 490nm에서의 흡광도, T는 온도(°C)이다.

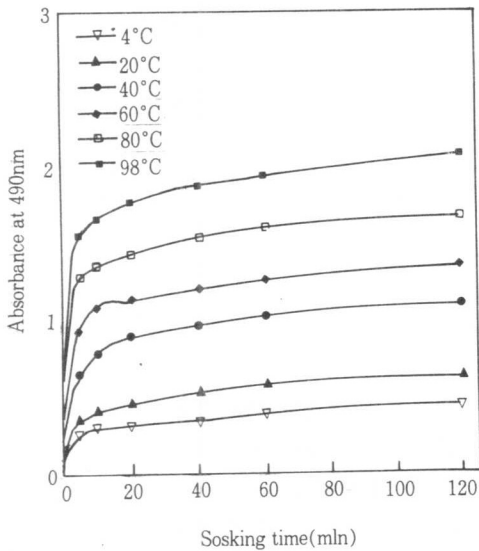


Fig. 9. Changes in absorbance at 490nm of soaking solution during soaking of hulls of kyungdong 3 at various temperatures

색소용출에 있어서 침지온도에 의한 영향은 수원 156이 가장 높았고, 그 다음이 수원 157과 경동 3이며, 연황색 표피의 보광콩등의 5품종은 비슷하게 침지온도의 영향을 받는 것으로 나타났다. 연녹색 표피를 갖는 수원 160의 경우 색소 용출속도가 침지온도에 의한 영향이 낮았는데 이는 시료콩 8품종을 비교하기 위하여 490nm에서 흡광도를 측정하였기 때문이라고 생각된다.

표피 색소용출에 필요한 활성화에너지를 계산하기 위하여 식(3)을 이용하여 K와 1/T (절대온도)의 관계를 반대수지에 경동 3을 대표적으로 도시한 결과 (Fig. 11), 60°C를 중심으로 두 개의 직선관계가 있음이 밝혀졌으며 다른 품종에서도 같은 경향이였다. 보광콩의 경우 두 직선의 상관계수가 각각 0.971과 0.929, 경동 3의 경우 각각 0.981와 0.957, L × 2.3의 경우 0.981와 0.982, 수원 146의 경우 각각 0.998와 0.994, 수원 156의 경우 각각 0.985, 0.997, 수원 157의 경우 각각 0.981과 0.947, 수원 160의 경우 각각 0.998과 0.968, 수원 162의 경우 각각 0.990과 0.998로서 높은 상관계수를 보여 주었다. 이 직선으로 부터 계산된 색소용출의 활성화에너지

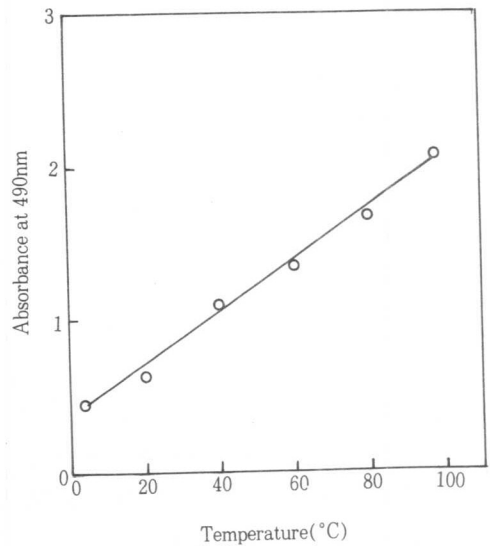


Fig. 10. Effect of temperature on the equilibrated absorbance of soaking water for hulls of Kyungdong 3 after 120min

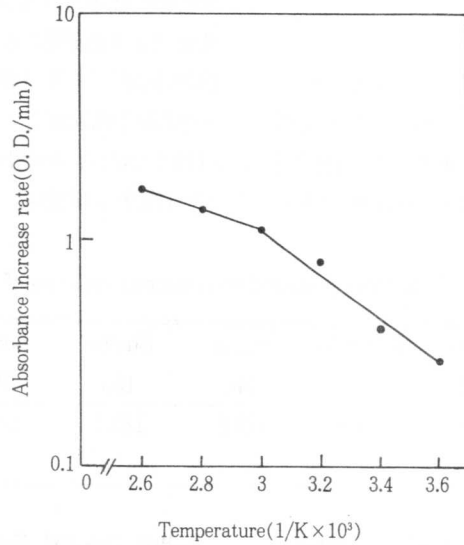


Fig. 11. Arrhenius plots of color pigments extraction rate in soaking water for hulls of Kyungdong 3

(Table 10)는 검정콩(경동 3, 수원 156, 수원 157)의 경우 침지온도 60°C를 중심으로 저온에서는 3,966~4,462cal/mole이었고, 고온에서는 2,517~2,676cal/mole이었으며, 수원 162는 저온에서는 1,539cal/mole이었고, 고온에서는 1,061cal/mole이었다. 또한 연황색 표피(L × 2.3)의 콩은 저온에서는 859~1,722cal/mole이었던

고, 고온에서는 457~920cal/mole이었다.

본 실험의 결과 신등<sup>20)</sup>이 계산한 8,314cal/mole과 4,232cal/mole보다는 활성화에너지의 값이 훨씬 낮았으나, 낮은 온도에서 활성화에너지가 높은 온도에서보다 약 2배의 열이 필요했다는 점에서 신등<sup>20)</sup>의 결과와 일치하였다.

Table 10. Activation energy of extraction of the color pigments of soybean hulls during soaking at 4°~98°C

Soybean variety	soaking temperature (°C)	Ea(cal/mole)
Bokawngkong	4- 60	1,387
	60-100	684
Kyungdong 3	4- 60	4,325
	60-100	2,517
L × 2.3	4- 60	859
	60-100	457
Suwon 146	4- 60	1,722
	60-100	911
Suwon 156	4- 60	4,462
	60-100	2,615
Suwon 157	4- 60	3,966
	60-100	2,676
Suwon 160	4- 60	1,539
	60-100	1,061
Suwon 162	4- 60	1,357
	60-100	920

아. 두부

1) 두부의 수율 비교

두부의 수율은 콩 100g으로 제조한 curd를 원통형 성형틀에 넣고, 48.38g/cm<sup>2</sup>의 압력을 가하여 1시간 동안 성형시켰을 때의 두부의 부피를 의미하는 것으로서 (Table 11)두부의 부피 수율은179.7~198.8cm<sup>3</sup> 범위로

품종간에 큰 차이가 있었다. 본 실험에서 가장 높은 수율을 보인 경동 3은 198.8cm<sup>3</sup>을 보였으며, 그 다음은 수원 160 (193.3cm<sup>3</sup>), 수원 146(188.5cm<sup>3</sup>), 보광콩(187.5cm<sup>3</sup>), 수원156(185.7cm<sup>3</sup>), 수원157(182.3cm<sup>3</sup>), 수원 162 (179.2 cm<sup>3</sup>)의 순이었다. 가장 낮은 수율을 보인 L×2.3은 178.2cm<sup>3</sup>이었다.

Table 11. Yield of tofus prepared with various varieties of soybeans.

Soybean variety	Bokawng-kong	kyung-dong 3	L×2.3	Suwon 146	Suwon 156	Suwon 157	Suwon 160	Suwon 162
volume yield(cm <sup>3</sup> )	187.5	198.8	178.2	188.5	185.7	182.3	193.3	179.7

두부의 수율에 관하여 Wang등<sup>39)</sup>은 대두 품종별로는 차이가 없으나, 대두의 수분함량은 두부의 수율에 큰 영향을 준다고 보고하였으며, Smith등<sup>40)</sup>은 대두의 수용성 단백질과 지방질의 함량이 두부의 수율에 영향을 준다고 보고하였다. 본 실험에서도 수분함량이 비교적 낮은 L×2.3과 수분함량은 가장 높으나, 단백질 함량이 비교적 낮은 수원 162가 가장 낮은 수율을 보여 비슷한 경향을 보여 주었다. 또한, L×2.3과 수원 162의 수용성 단백질 함량이 75.4%와 71.6%로 가장 낮아 같은 경향을 보였다.

2) 두부의 텍스처 특성 비교

두부의 텍스처의 특성인 견고성(hardness), 부서짐성(brittleness), 탄력성(elasticity), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness) 및 껌성(gumminess)에 대한 품종별 비교는 Table 12와 같다.

두부의 견고성은 품종에 따라 큰 차이를 보여주어 수원 146이 1.15kg으로 가장 높았고, 그 다음은 수원 162(0.97kg), 수원 157(0.90kg), 수원160(0.90kg), L×2.3 (0.83kg),경동 3(0.74kg)의 순이었고, 보광콩이 0.68kg으로 가장 낮았다.

한편 부서짐성은 수원 146이 가장 높고, 보광콩이 가장 낮아 0.29~0.75kg의 범위를 보였다. 탄력성은 수원

Table 12. Compared with textural prorerites of tofu prepared with various varieties of soybeans.

Soybean variety	Textural properties of tofus					
	Hardness (kg)	Elasticity	Adhesiveness (dyne/cm <sup>2</sup> )	Brittleness <sup>1)</sup> (kg)	Cohesiveness	Gumminess <sup>2)</sup> (kg)
Bokawngkong	0.68	1.38	-12.44	0.29	0.31	0.20
Kyungdong 3	0.74	1.37	-10.85	0.38	0.39	0.28
L×2.3	0.83	1.34	-13.79	0.32	0.30	0.25
Suwon 146	1.15	1.40	-6.05	0.75	0.46	0.53
Suwon 156	0.90	1.24	-7.24	0.52	0.38	0.37
Suwon 157	1.07	1.38	-14.18	0.63	0.46	0.49
Suwon 160	0.90	1.36	-6.84	0.51	0.41	0.38
Suwon 162	0.97	1.38	-8.70	0.49	0.38	0.36

1) Brittleness : Hardness × Elasticity × Cohesiveness

2) Gumminess : Hardness × Cohesiveness



146이 가장 높고, 수원 156이 가장 낮았으며, 응집성은 수원 146과 수원 157이 가장 높았고, L×2.3이 가장 낮게 나타났다. 또한 점성은 수원 146이 가장 높고, 보광콩이 가장 낮게 나타났다.

두부의 견고성과 수분함량에 대하여 Wang등<sup>39)</sup>은 견고성은 수분함량이 감소할 수록 증가한다고 보고한 바 있고, Eigziabher등<sup>65)</sup>도 수분함량이 높은 두부가 보다 부드러운 텍스처를 갖는다고 보고 하였다. 또한, 장등<sup>66)</sup>은 한국산 콩 14품종으로 두부의 물리화학적 특성을 비교한 연구에서 견고성이 높은 두부의 수분함량이 비교적 높은 75-78%로, 견고성이 수분함량에 많은 영향을 받으나, 견고성에 영향을 미치는 인자는 수분함량 뿐만이 아니라 고 보고한 바 있다.

### 3) 두부의 관능적 품질 평가

두부의 주요한 관능적 특성중 냄새, 맛, 텍스처, 색에 대한 차이를 비교한 결과는 Table 13과 같다. 품종별 두부의 관능적 특성의 전체적인 비교를 9점법으로 하였을 때, 익은콩내(P<0.05), 탄력성(P<0.05), 견고성(P<0.01)과 색상(P<0.001)에서 유의성을 보여, 익은 콩내는 L×2.3과 수원 162가 높게 평가되었고, 나머지 품종은 비슷하게 낮게 평가되었다. 탄력성과 견고성은 수원 146이 가장 높게 평가되었고, 수원 156이 가장 낮았으며, 녹색콩인 수원 160과 검정콩인 경동 3, 수원 156, 수원 157은 색상의 묘사에서 높게 평가되었다. 그러나 나머지 묘사에서는 뚜렷한 유의성을 보이지 않았다.

Table 13. Compared with odor, taste, texture, and color of tofus prepared with various varieties soybeans.

Sensory description	Soybean variety								F value
	Bokawng-kong	kyung-dong 3	L×2.3	Suwon 146	Suwon 156	Suwon 157	Suwon 160	Suwon 162	
Odor									
Beany	5.286	5.143	4.524	5.095	4.857	4.619	5.800	4.762	1.54
Savoury	4.381	3.667	4.381	4.000	3.857	4.008	3.900	4.952	1.48
Cooked beany	3.619 <sup>ab</sup>	3.762 <sup>ab</sup>	4.476 <sup>a</sup>	3.810 <sup>ab</sup>	3.667 <sup>ab</sup>	3.857 <sup>ab</sup>	3.200 <sup>b</sup>	4.619 <sup>a</sup>	1.89 <sup>*</sup>
Taste									
Roasted nutty	4.905	4.571	4.524	4.810	4.571	4.333	4.500	5.000	0.38
Sweetness	3.476	2.905	3.476	3.143	2.762	3.048	3.450	3.000	0.93
Beany	4.095	5.000	4.714	4.048	4.429	4.286	4.050	4.619	0.79
Texture									
Elasticity	5.810 <sup>ab</sup>	5.095 <sup>b</sup>	5.476 <sup>ab</sup>	6.476 <sup>a</sup>	4.619 <sup>b</sup>	5.143 <sup>ab</sup>	5.450 <sup>ab</sup>	5.810 <sup>ab</sup>	2.16 <sup>*</sup>
Hardness	5.333 <sup>bc</sup>	6.238 <sup>ab</sup>	4.810 <sup>c</sup>	6.762 <sup>a</sup>	4.619 <sup>c</sup>	5.571 <sup>abc</sup>	5.450 <sup>bc</sup>	6.143 <sup>ab</sup>	3.26 <sup>**</sup>
Brittleness	5.333 <sup>a</sup>	5.714 <sup>a</sup>	5.143 <sup>a</sup>	5.048 <sup>a</sup>	5.524 <sup>a</sup>	5.667 <sup>a</sup>	5.200 <sup>a</sup>	5.143 <sup>a</sup>	0.47
Color									
Green	1.190 <sup>b</sup>	1.381 <sup>b</sup>	1.381 <sup>b</sup>	1.524 <sup>b</sup>	1.381 <sup>b</sup>	1.667 <sup>b</sup>	5.450 <sup>a</sup>	1.571 <sup>b</sup>	31.51 <sup>***</sup>
Violet	1.095 <sup>c</sup>	6.714 <sup>a</sup>	1.238 <sup>c</sup>	1.190 <sup>c</sup>	6.143 <sup>a</sup>	6.095 <sup>a</sup>	2.100 <sup>b</sup>	1.238 <sup>c</sup>	109.67 <sup>***</sup>

1.abcd : Mean scores within raw followed by the same letter are not significantly different at the 5% level using Duncans Multiple Range Test

2.\* : p<0.05 in ANOVA test

3.\*\* : p<0.01 in ANOVA test

4.\*\*\* : p<0.001 in ANOVA test

## 자. 두유의 관능적 품질 평가

두유의 주요한 관능적 성질 중 냄새, 맛, 색에 대한 차이를 비교한 결과는 Table 14와 같다. 품종별 두유의 관능적 특성의 전체적인 비교를 9점법으로 하였을때, 색상 ( $P < 0.001$ )은 현저한 유의성을 보여 녹색콩인 수원 160과 검정콩인 경동 3, 수원 156, 수원 157은 높게 평가되

었다. 그러나 그 외의 묘사에서는 시료간에 뚜렷한 유의성이 없이, 구수한 내와 익은콩 내는 각각 경동 3과 보광콩이 높게 평가되었고,  $L \times 2.3$ 이 낮게 평가되었다. 단맛은 수원 156이 높게 평가되었고, 수원 146이 낮게 평가되었으며, 콩비린 내, 익은콩 맛, 콩비린 맛은 매우 낮은 유의성을 보였다.

Table 14. Compared with odor, taste, and color of soymilk prepared with various varieties soybeans.

Sensory description	Soybean variety								F value
	Bokawng-kong	kyung-dong 3	$L \times 2.3$	Suwon 146	Suwon 156	Suwon 157	Suwon 160	Suwon 162	
Odor									
Beany	4.556	3.722	4.111	4.444	3.444	3.500	4.000	4.222	1.21
Savoury	4.556	5.056	3.556	4.111	4.556	4.889	3.611	4.222	1.53
Cooked beany	4.556	4.111	2.833	3.889	3.778	4.000	3.278	4.444	1.68
Taste									
Roasted nutty	3.667	3.611	3.778	3.222	4.056	4.111	3.389	3.778	0.51
Sweetness	2.833	2.722	2.500	1.944	3.111	2.833	2.389	2.778	1.27
Beany	4.500	5.167	5.611	5.500	4.556	4.556	4.500	5.000	0.87
Color									
Green	2.056 <sup>ab</sup>	1.278 <sup>cd</sup>	1.944 <sup>bcd</sup>	2.556 <sup>b</sup>	1.333 <sup>cd</sup>	1.222 <sup>d</sup>	4.778 <sup>a</sup>	2.389 <sup>b</sup>	20.10 <sup>***</sup>
Gray	1.333 <sup>c</sup>	6.667 <sup>a</sup>	1.278 <sup>c</sup>	1.500 <sup>c</sup>	5.444 <sup>b</sup>	5.389 <sup>b</sup>	1.556 <sup>c</sup>	1.556 <sup>c</sup>	47.56 <sup>***</sup>

1. abcd : Mean scores within raw followed by the same letter are not significantly different at the 5% level using Duncans Multiple Range Test

2. \*\*\* :  $p < 0.001$  in ANOVA test

## III. 결 론

우리나라에서 생산되는 장러품종 중 보광콩, 경동 3호,  $L \times 2.3$ , 수원 146, 수원 156, 수원 157, 수원 160, 수원 162등 8품종을 대상으로 물리적 및 화학적 특성을 비교하고자 콩의 일반성분 및 수용성 단백질함량, 형태적 특성과 표피의 색, 발아속도, 수분흡수, 조리속도, 콩의 색소용출속도, 두부와 두유의 주요한 관능적 특성 등을 조사하였다.

1. 콩의 단백질 함량은 경동 3이 40.43%로 가장 높은 함량을 보였으며, 보광콩이 37.80%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 그러나 지질의 함량은 보광콩이 가장 높았

다. 수용성 단백질의 함량은 경동 3이 95.3%로 가장 높았고, 수원 162가 71.6%로 가장 낮았다. 콩의 크기는 수원 157이 가장 크고, 경동 3과 수원 160이 가장 작았으며, 표피 색은 보광콩의 'L'값이 73.6으로 가장 높았고, 경동 3, 수원 156, 수원 157등이 낮아 검은색을 보였다.

2. 콩나물 뿌리의 성장속도는 경동 3, 수원 160, 수원 162 등의 성장속도가 빨라 콩입자가 작을수록 빠른 성장속도를 보였고, 발아율도 100% 이어서, 콩나물 재배에 적합함을 보였다. 수분흡수특성에서는 침지온도가 40°C 까지 증가할수록 무게증가율이 증가하였으나, 60°C 이상에서의 무게증가율은 평형에 도달한 후 조금씩 계속 감소함을 보였고, 품종간에는 콩 입자의 무게가 가장 큰 수원

156과 수원 157의 무게증가율이 약간 높았다. 수분흡수의 활성화에너지는 3,830~4,571cal/mole의 범위를 보였으며, 일정 수분함량에 도달하는 침지시간의 대수값과 침지온도와의 60°C를 중심으로 두 개의 직선관계를 보였다.

3. 수화시킨 콩을 100°C의 끓는 물에서 가열할 때, 익힌 콩의 견고성은 경동 3이 가장 높고, 수원 157이 가장 낮아 일반적으로 콩입자의 크기가 작고 무게가 적을수록 절단력이 높은 경향을 보였다. 또한, 콩입자가 큰 품종이 작은 품종보다 조리속도가 다소 빠르게 나타났다. 콩의 조리중 색소의 용출은 온도와 시간에 따라 큰 영향을 받았으며, 추출온도의 영향은 직선관계로 온도가 높을수록 평형에 도달한 흡광도가 증가하였다. 온도에 가장 많은 영향을 받은 품종은 경동 3, 수원 156, 수원 157로 검정콩이었다.

4. 두부를 제조하였을 때, 경동 3의 부피수율이 198.8cm<sup>3</sup>로 가장 높았고, 수원 162가 179.7cm<sup>3</sup>으로 가장 낮아, 대체적으로 대두의 수분, 단백질, 지방질의 함량이 높은 콩으로 제조한 두부의 부피수율이 높게 나타났다. 두부의 견고성은 수원 146이 가장 단단하고, 보광콩이 가장 낮아 두부의 견고성에 영향을 미치는 요소는 수분함량 뿐만 아니라 다른 요소가 있음을 추측할 수 있었다.

5. 두부의 주요한 관능적 특성 중 익은 콩내는 L×2.3과 수원 162가 높게 평가되었다. 탄력성과 견고성은 수원 146이 가장 높게 평가되었고, 수원 156이 가장 낮았다. 두유에서는 구수한 내와 익은콩 내는 각각 경동 3과 보광콩이 높게 평가되었고, L×2.3이 낮게 평가되었다. 단맛은 수원 156이 높게 평가되었고, 색은 두부와 두유 모두에서 녹색콩인 수원 160과 검정콩인 경동 3, 수원 156, 수원 157이 높게 평가되었다.

### 참고 문헌

1. 이경원 : 세계 대두 생산과 이용 현황. 식품과학. 14 권 1호(1981)
2. Yaklich, R. W., Vigil, E. L. and Wergin, W. P. : Pore development and seed coat permeability in soybean. Crop Sci., 26, 616(1986)
3. 김우정, 신애숙, 김종근, 양차범 : 검정콩의 흡수속도

- 에 미치는 영향 인자. 한국식품과학회지, 17(1), 41 (1985)
4. Hsu, K. H., Kim, C. J. and Wilson, L. A. : Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. Cereal Chem., 60(3), 208(1983)
5. Kon, S. : Effect of soaking temperature on cooking and nutritional quality of beans. J. Food Sci., 44, 1329(1979)
6. Wang, H. L., Swain, E. W., Hesseltine, C. W. and Heath, H. D. : Hydration of whole soybeans affects solids losses and cooking quality. J. Food Sci., 44, 1510(1979)
7. 김종근, 김우정, 김성곤 : 우리나라 재래종 콩의 수분 흡수 특성, 한국식품과학회지, 20(2), 256(1988)
8. 김동연, 서인숙, 이종욱 : 대두의 수화속도에 미치는 침지온도의 영향, 한국농화학회지, 31(1), 46(1988)
9. Sefa-Dedeh, S., Stanley, D. W. and Voisey, P. W. : Effect of soaking time and cooking conditions on texture and microstructure of cowpeas. (Vigna unguiculata). J. Food Sci., 44, 1832 (1978)
10. Soetrisno, U., Holmes, Z. A. and Miller, L. T. : Effect of Heating time of soybean of Vitamin B-6 and folacin retention, trypsin inhibitor activity, and microstructure changes. J. Food Sci., 47, 530 (1982)
11. Drake, S. R. and Muehlbauer, F. J. : Dry Pea (Pisum Sativum L.) canning quality as influenced by soak time, soak solution, and cultivar. J. Food Sci., 50, 238(1985)
12. Saio, K. : Soybeans resistant to water absorption. Cereal Foods World, 21, 168(1976)
13. Hamad, N. and Powers, J. J. : Imbibition and pectic content of canned dry-line beans. Food Technol., Apr. 216(1965)
14. Silva, C. A. B., Bates, R. P. and Deng, J. C. : Influence of soaking and cooking upon the softening and eating quality of black beans. J. Food Sci., 46, 1716(1981)

15. Silva, C. A. B., Bates, R. P. and Deng, J. C. : Influence of pre-soaking on black bean cooking kinetics. *J. Food Sci.*, 46, 1712(1981)
16. Rockland, L. B. and Metzler, E. A. : Quick cooking Lima and other dry beans. *Food Technol*, 21 (3), 344(1967)
17. 김동희, 염초애, 김우정 : 침지중 콩의 흡수 및 부피 변화의 속도론적 연구. *한국농화학회지*, 33(1), 17 (1990)
18. Smith, A. K., Nash, A. M. and Wilson, L. I. : Water absorption of soybeans. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 38, 120(1961)
19. Parrish, D. J. and Leopold, A. C. : Transient changes during soybean imbibition. *Plant Physio.*, 59, 1111(1977)
20. 신애숙, 김종근, 정문식, 김우정 : 검정콩의 조리 및 흡수 성질. *한국농화학회지*, 28(2), 51(1985)
21. Arecharaleta-Medina, F. and Snyder, H. E. : Water imbibition by normal and hard soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 976(1981)
22. Quast, D. G. and Da Silva, S. D. : Temperature dependence of hydration rate and effect of hydration on the cooking rate on dry legumes. *J. Food Sci.*, 42(5), 1299(1977)
23. Leopold, A. C. : Temperature effects on soybean imbibition and leakage. *Plant Physio.*, 65, 1096 (1988)
24. Junek, J. J., Sistrunk, W. A. and Neely, M. B. : Influence of processing methodology on quality attributes of canned dry beans. *J. Food Sci.*, 45, 821(1980)
25. 이영춘, 신동부, 신동화 : 두류의 Quick cooking 방법 개발과 이것이 제품 품질에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 15(3), 307(1983)
26. Rockland, L. B., Miller, C. F. and Hahn, D. M. : Thiamin, pyridoxine, niacin and folacin in quick-cooking beans. *J. Food Sci.*, 42, 25(1977)
27. Albrecht, W. J., Mustakas, G. C. and McGhee, J. E. : Rate studies on atmospheric steaming and immersion cooking of soybeans. *Cereal Chem.*, 43, 400(1966)
28. Jackson, G. M. and Barriano-Marston, E. : Hard-to-cook phenomenon in beans ; Effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. *J. Food Sci.*, 46, 799(1981)
29. 김동희, 김석동, 김우정 : 콩 품종에 따른 고형분, 단백질, 색소의 추출 특성의 비교. *한국농화학회지*, 33 (1), 8(1990)
30. 김우정, 김나미, 성현순 : 발아에 의한 콩우유의 phytic acid와 가용성 무기물의 함량 변화. *한국식품과학회지*, 16, 358(1984)
31. 양차범, 김재욱 : 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 평가. 제 1보. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화. *한국농화학회지*, 23, 7(1980)
32. Drown, M. J. : Soybean and soybean products as food. *USDA. Misc. Publ.*, 534(1943)
33. 김동연 : 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 gibberellin, urea 및 sucrose의 영향. *한국농화학회지*, 4, 29(1963)
34. 신효선 : 대두발아중 지질대사에 관한 연구. 제1보. 조지방량 및 지질성분의 변화에 관하여. *한국농화학회지*, 17, 240(1974)
35. 신효선 : 대두발아중 지질대사에 관한 연구. 제2보. Lipoygenase activity 및 지방산의 변화에 관하여. *한국농화학회지*, 17, 247(1974)
36. 김길환 : 두체의 생육특성에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 13(3), 247(1981)
37. 양차범, 박상기, 윤석권 : Gel filtration에 의한 콩나물 제조중 단백질의 변화조사. *한국식품과학회지*, 16 (4), 472(1984)
38. 김동희, 최희숙, 김우정 : 콩 품종에따른 발아속도와 익힘속도의 비교. *한국식품과학회지*, 22(1), 94 (1990)
39. Wang, H. L., Swain, E. W., and Kwolek, W. F. : Effect of Soybean Varieties on the Yield and Quality of Tofu. *Cereal Chem.*, 60(3), 245(1983)
40. Smith, A. K. Watanabe, T., and Nash, A. M. : Tofu from Japanese and United States Soybean.

- Food Technol., 14, 332(1960)
41. 장학길, 유양자, 한명규 : 대두저장 조건이 두부제품에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 19(4), 382 (1987)
  42. 김동연, 양희천, 김우정, 이영춘, 김성곤 : 농산가공학. 영지문화사 P75, (1990)
  43. 김길환 : 콩·두부와 콩나물 과학. 한국과학기술원 (1982)
  44. Yeh, S.W. : Gelation Characteristics of Illinois Soybean Beverage Base.  $\Gamma$  Ph. D. thesis, University of Illinois, Urbana, Il. (1984)
  45. Shurtleff, W., and Aoyagi, A. : Tofu and Soymilk Production the Book of tofu(II). New-Age Food Study Center(1979)
  46. 권태완 : 두류. 한국식품문헌총람(1), 한국식품과학회(1971)
  47. Hashzume, K. Maeda, M. and Watanabe, T. : Relationship of Heating and Cooling Condition to Hardness of Tofu. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish, 25(7), 387(1978)
  48. 최규서 : 두부제품에 있어서의 당면문제 - 성분규격과 유통구조를 중심으로. 한국콩연구회지, 5(1), 1 (1988)
  49. Tsai, S. J., Lan, C. Y., Kao, C. S., and Chen, S. C. : Studies on the Yield and Quality Characteristic of Tofu. J. Food Sci., 46, 1734(1981)
  50. 김우정 : 콩우유 품질향상에 관한 연구. 한국식품과학회지, 17(2), 4(1984)
  51. Wilkens, W. F., Mattick, L. R. and Hand, D. B. : Effect of processing Method on Oxidative Off-flavors of Soybean Milk. Food Technol., 21, 1630 (1967)
  52. Nelson, A. I., Steinberg, M. P. and Wei, L. S. : ILLINOIS PROCESS FOR PREPARATION OF SOYMILK. J. Food Sci., 41, 57(1976)
  53. Johnson, K. W. and Synder, H. E. : SOYMILK : A COMPARISON OF PROCESSING METHODS ON YIELDS AND COMPOSITION. J. Food Sic., 43, 349(1978)
  54. Johnson, L. A., Deyoe, C. W. and Hoover, W. J. : Yield of Quality of Soymilk processed by Steam-Infusion Cooking. J. Food Sci. 46, 239(1978)
  55. Erikson, S. : Application of Enzyme in Soy Milk Production to Impore Yield. J. Food Sci., 48, 445 (1983)
  56. A. O. A. C : Official Methods of Analysis, 13th ed., Association of Official Analysis Chemists, Washinton, D. C.(1980)
  57. A. O. C. S. : Official and tentative methods. 3rd ed., American Oil Chemists' Society. Illinois (1980)
  58. 김재욱, 변시명 : 한국산 대두의 단백질에 관한 연구. 한국농화학회지, 7, 79(1975)
  59. 김종근, 김성곤, 이준식 : 우리나라 콩의 지방산 조성 및 단백질의 전기 영동 패턴, 한국식품과학회지, 20 (2), 263(1968)
  60. 권신한, 오정행, 김재리, 송희섭, 김병우 : 우리나라 재래종 수집 대두의 단백질 및 지방함량에 관한 연구 (II), 한국육종학회지, 7, 40(1975)
  61. Piper, C. V. and Morse, W. J. : The soybean., McGraw-Hill book Co, New York & London. P. 329 (1923)
  62. 이종석 : 대두 종실 단백질의 품종간 차이와 성숙중 그 축적에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문. (1976)
  63. Becker, H. A. : On the absorption of liquid water kernel. Cereal Chem., 37, 309(1960)
  64. 조은경, 변유량, 김성곤, 유주현 : 쌀의 수화 및 취반 특성에 관한 속도론적 연구. 한국식품과학회지, 12, 285(1980)
  65. Egziabher, A. G., and Summer, A. K. : Preparation of High Protein Curd from Field Peas. J. Food Sci., 48, 375(1983)
  66. 장천일, 이정근, 구경형, 김우정 : 콩 품종에 따른 두부의 수율 및 화학적, 관능적 특성의 비교. 한국식품과학회지. 22(4), 439(1990)