

## 대두의 침지과정중 침출액의 성분변화

이영헌·정해옥·이종욱

전남대학교 농과대학 식품공학과

### Solids Loss with Water Uptake during Soaking of Soybeans

Yung-Heon Lee, Hae-Ok Jung and Chong-Ouk Rhee

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju

#### Abstract

Dried soybeans (varieties: Saeal, Kwanggyo, Tanyob) took up water rapidly for first 3hr followed by a slower rate of uptake. The beans took up an equal weight of water (100% hydration) after approximately 3.5hr at 50°C, 5hr at 30°C and 7.5hr at 20°C respectively. pH of the soaking solutions decreased during the soaking period. This was undoubtedly caused by the ionization of the cellular components resulting in increased levels of hydrogen ions in the liquor. Soluble solids were leached out of the beans at fairly steady rate throughout the hydration and the amount was greater with higher temperature. This amounted to 0.4-0.7g at 20°C and 10.2-15.0g at 50°C per 100g soybeans. Temperature was the most important factor in determining the rate of water absorption and of solid losses. Of the total solids lost, 12-25% was protein. The proportion of protein loss increased as the soaking time and temperature increase. Amount of protein loss was 80-200mg at 20°C and 440-480mg at 50°C after 24hr soaking per 100g soybeans. About 5% of soluble sugars, including fructose, sucrose, raffinose, and stachyose, was removed from the beans after 24hr soaking at 20°C.

#### 서 론

대두를 가공하는 데 있어서 중요한 첫 단계가 대두를 침지하는 과정으로써<sup>(1)</sup> 이러한 침지과정은 조리시간을 줄이며 제품의 질, 영양적 가치와 texture를 향상시키는 데 도움을 준다. 대두의 침지효과와 침지의 최적 조건에 대해서는 많은 연구<sup>(2-4)</sup>가 있는 데, Smith등<sup>(5)</sup>은 대두에서 수분흡수속도를 조절하는 기본적인 인자는 겹질이라고 보고 하였으며 신 등<sup>(6)</sup>은 겹정콩을 침지하였을 때 설탕과 소금의 농도를 증가시키면 흡수속도와 부피 증가율이 현저히 감소된다고 하였고 Power 등<sup>(7)</sup>은 black-eyed pea와 pinto bean의 수분흡수속도는 침지액의 pH에 의해 영향을 받으며 침지시간이 길어지면 pH는 점차로 낮아진다고 하였다.

한편 침지중 고형물 손실에 관한 연구에서 Lo 등<sup>(8)</sup>은 1°C에서 24시간 침지한 대두는 고형물 5%가 손실되고 72시간에서는 10%가 손실된다고 하였으며 고형물 손실량 중 24%가 질소화합물이고 그 중 대략 반 정도는 non-protein nitrogen이라 하였다. Kon<sup>(9)</sup>은 총 고형물이 추출되는 정도에 따라서 N-compound, 총 당, P, Ca, Mg등도 증가한다고 하였고 Wu등<sup>(10)</sup>은 침지중 총고형물의 손실량은 콩과 침지액의 비율과 침지액의 pH에 달려 있다 하였다. 침지중 당의 함량도 변

화하는 데 Hugo 등<sup>(11)</sup>은 실온에서 12시간 침지한 콩의 sucrose, raffinose, stachyose등이 약 50% 정도 감소한다 하였으며, Kim 등<sup>(12)</sup>은 stachyose와 raffinose의 2/3 정도는 침지와 발아과정중 제거된다 하였다. Sudesh 등<sup>(13)</sup>은 25°C에서 sucrose는 침지 12시간에 22~56%, raffinose는 25~40%, stachyose는 36~46%로 감소한다고 보고 하였으며 김 등<sup>(14)</sup>은 pH 4.5~6.5 범위에서 당의 용출이 가장 많았다고 하였다.

본 실험에서는 대두품종으로서 새알, 팥과 그리고 단엽의 각기 크기가 다른 세 품종을 시료로 하여 침지과정중 일어나는 영양소의 손실 즉, 침출액중의 고형물, 단백질, 당의 용출변화를 침지시간과 침지온도에 따라 서로 비교 검토하였다.

#### 재료 및 방법

##### 실험재료

본 실험에 사용한 재료는 1985년도에 수확한 대두품종으로서 각기 크기가 다른 새알, 팥과 그리고 단엽이며, 전라남도 농촌진흥원 평동시험포장에서 분양 받았다. 손상된 것과 겹질에 이상이 있는 것은 골라내고 5°C 이하로 저장하여 시료로 사용하였다.

## 일반 성분 분석

시료의 수분, 조단백질, 조지방, 회분은 AACC법에 따라 정량하였다.<sup>(15)</sup>

## 수분흡수속도의 측정

대두 20g을 증류수로 씻어 내고 비이커에 넣은 다음 증류수 100ml를 가한 후 알루미늄 호일을 씌우고 침지 온도(10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C), 침지시간(2, 4, 6, 12, 18, 24시간)에 침지한 후 대두를 꺼내어 표면수를 제거하고 무게 증가량으로 부터 환산하여 수분흡수속도를 결정하였다.

## 침지액의 pH측정

각 온도별, 시간별로 침지한 침지액의 pH측정은 pH meter를 이용하여 측정하였다.

## 침지액중의 고형물함량 및 단백질정량

각 온도별로 침지한 침지액중의 고형물은 105°C에서 건조하여 정량하였으며 단백질 정량은 Lowry protein 정량방법<sup>(16)</sup>에 따라 분석하였다.

## 침지액중의 당 정량

침지액중의 당 분석은 먼저 침지액을 동결 건조한 후 80% ethanol을 가하고 80°C water bath에서 추출한 후 여과하여 진공 농축기로 농축하였다.<sup>(17,18)</sup> 농축한 액을 5000 r.p.m에서 30분간 원심분리한 후 상등액을 sep-pak C<sub>18</sub> cartridge로 처리하고 0.45µm membrane filter로 여과하였다.

위와 같이 당 추출 및 불순물 제거과정을 거쳐 만든 시료를 Waters사의 HPLC를 사용하여 분석하였는데 그 조건은 다음과 같다.

즉 detector는 RI detector, column은 µ Bondapak/carbohydrate를 충전한 내경 4mm×길이 30cm의 stainless-steel관을 사용하였으며 용매는 CH<sub>3</sub> CN/H<sub>2</sub>O (70:30)이었다.<sup>(19)</sup> 대두에 주로 많이 함유되어 있는 당인 fructose, glucose, raffinose, 그리고 stachyose의

표준품을 HPLC에 주입하여 얻어진 peak의 retention time과 비교하고 농도는 peak area로서 계산하였다.

## 결과 및 고찰

## 대두의 일반적인 특징

본 실험에 사용한 새알, 광교 그리고 단엽의 일반적인 특징은 Table 1과 같다. 새알의 100립중 무게는 25.8g, 광교는 19.5g, 단엽은 12.0g으로서 각각 큰 차이가 있으며 부피는 각각 21, 16, 10ml이었다. Williams 등<sup>(20)</sup>은 대두크기(무게, 부피)는 수확속도에 95.5% 정도의 높은 상관성이 있다고 하였다.

## 일반 성분

시료의 일반 성분은 Table 2와 같다. 조단백질의 함량은 새알이 42.13%로 가장 많았으며 광교는 39.25%, 단엽은 40.07%였다. 조지방함량은 새알이 17.07%로 가장 적었으며 나머지 두 품종은 18.47%와 18.48%로 거의 같은 함량을 보였다.

침출액중 주요 당류인 fructose, sucrose, raffinose, stachyose가 원료 대두에 얼마 정도 함유되어 있는지를 HPLC로 정량한 결과는 Table 3과 같다. 4가지 당중 함량이 가장 많은 것은 sucrose로서 새알이 4.01%, 소립인 단엽은 2.15%였으며 fructose 함량은 중립인 광교가 제일 많았다. 그리고 raffinose, stachyose는 새알이 많이 함유하고 있었다. Tanaka<sup>(19)</sup>에 의하면 대두에는 sucrose는 3.7~6.7%, raffinose는 0.6~3.0%, stachyose는 0.25~3.8%, fructose는 0.4~1.0%라고 하였는데 본 실험 결과와 일치하는 경향이였다.

## 침지과정중 무게의 변화

시료 대두를 각 온도에서 침지하고 침지시간에 따른 무게의 증가율은 Fig.1와 같다. 즉 수분흡수는 침지온도에 크게 영향을 받아서, 새알은 100% 수확에 도달하는 시간은 20°C에서 7.5시간, 50°C에서는 3.5시간이 걸렸다. Wang 등<sup>(21)</sup>은 대두가 100%수확에 도달하는 시

Table 1. Description of soybeans

Varieties	Seed weight (g/100 seeds)	Seed volume (ml/100 seeds)	Seed density (g/ml)	Dimension* (mm)		
				Height	Length	Width
Saeal	25.8	21.0	1.23	7.6±0.2	8.5±0.2	6.4±0.2
Kwanggyo	19.5	16.0	1.22	7.2±0.1	7.6±0.3	6.2±0.3
Tanyob	12.0	10.0	1.20	6.0±0.2	6.5±0.2	5.3±0.2

\* Mean deviation of 30 measurement

Table 2. Proximate composition of soybeans

unit : %				
Varieties	Moisture	Crude protein*	Crude fat	Ash
Saeal	12.22	42.13	17.07	4.68
Kwanggyo	10.97	39.25	18.47	4.71
Tanyob	10.96	40.07	18.48	4.75

\* Crude protein = N × 6.25

Table 3. Composition of sugars in soybeans

unit : %				
Varieties	Fructose	Sucrose	Raffinose	Stachyose
Saeal	0.12	4.01	0.53	0.64
Kwanggyo	0.74	3.94	0.14	0.28
Tanyob	0.15	2.15	0.19	0.50

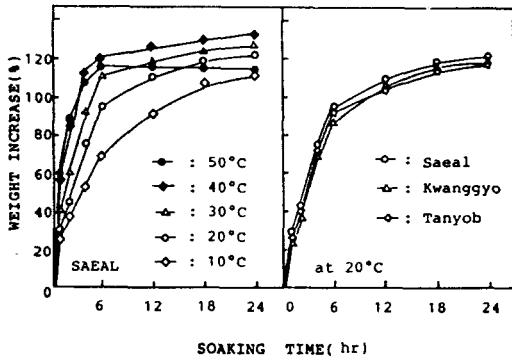


Fig. 1. Changes in weight of soybeans during soaking at various temperature

간을 20°C에서 5.5시간, 30°C에서 3시간이라고 보고하였는데 본 실험 결과와는 약간의 차이가 있었다. Sefa-Dedeh등<sup>(22)</sup>은 저장기간이 길수록 수화속도가 빠르며 상대습도가 높을수록 빠르다고 보고하였는데 본 실험에 사용한 시료는 수화 직후 건조하여 5°C 이하에서 저장하여 바로 시료로 사용하여서 이러한 차이가 있는 것으로 생각되며, 또한 대두를 20~37°C에서 침지한 경우 초기 2시간 동안에 급속히 흡수되며 그 후에는 점차로 감소한다는 보고<sup>(21)</sup>와 본 실험 결과(Fig.1)와 비슷한 경향이였다. 이러한 빠른 초기 흡수를 Hsu 등<sup>(23)</sup>은 씨의 배꼽과 씨겉질의 표면에서 모세관 작용에 기인한 것으로 추정하였다.

새알의 무게증가율은 50°C의 경우가 40°C에서 보다 약 25%가 낮았다. 이런현상은 고온에서의 침지중 수

용성 고형물의 손실에 기인한 것으로 침지중 무게증가율보다 고형물의 손실이 크기 때문이다.

20°C에서는 새알, 광고, 단엽의 수화양상은 거의 비슷한 경향을 보였지만 100% 수화에 도달하는 시간은 각각 7, 9, 8시간이었다. Hsu등<sup>(23)</sup>은 대두의 흡수속도는 품종에 따라 차이를 보이며, 단백질함량과 상관관계를 보이지 않으나 대두의 크기와 밀도와는 상관관계를 보인다고 보고하였는데 대립인 새알은 위와 같은 결과와 일치하고 있다.

침지액의 pH변화

대두를 침지한 침지액의 H변화는 Fig.2와 같이 온도가 상승할수록 낮아지는 경향을 보였으며 침지 24시간 후 20°C에서 세 품종의 pH는 5.5~5.7범위 내에 있었다. 그리고 각 침지온도에서 세 품종간의 pH변화는 거의 같은 양상을 보였다.

Varriano-Marston 등<sup>(24)</sup>은 검정콩으로 실온에서 24시간 침지 후 침지액의 pH를 측정된 결과 증류수의 경우 pH 5.8에서 5.15로 저하하였다고 보고하였는데 본 실험 결과와 같은 경향으로써 그들은 pH의 변화 이유를 증가된 수소 이온에 의해 세포 성분의 이온화에 기인한다고 하였다.

pH 3~5.5에서는 대두의 단백질 용출이 적다는 것을 감안할 때<sup>(25-28)</sup> Fig.2와 같이 pH가 5근처로 낮아 진다는 것은 이 정도의 pH는 어느 정도 대두의 단백질 용출을 억제한다고 생각한다.

침지액중 고형물 함량의 변화

각각의 온도에서 침지시간에 따르는 침지액중의 고형물 함량의 변화는 Fig3과 Table 4와 같다. 침지시간이 길수록 온도가 상승할수록 고형물의 용출량은 많아지는 경향이어서 침지시간과 침지온도에 높은 의존성

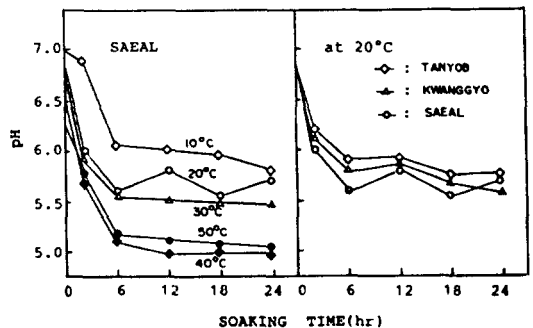
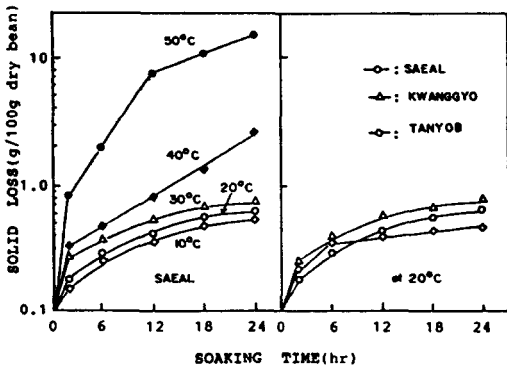


Fig. 2. Changes in pH of soaking water during soaking of soybeans at various temperature

**Table 4. Soluble solids and protein in soaking water as affected by soaking temperature**

Soaking time (hr)	Saeal			Kwanggyo			Tanyob		
	10	30	50	10	30	50	10	30	50
Soluble solids g/100g soybeans									
2	0.15	0.28	8.86	0.10	0.24	0.60	0.18	0.23	0.40
6	0.24	0.32	2.09	0.21	0.55	2.45	0.26	0.38	1.89
12	0.32	0.55	10.15	0.36	0.62	7.75	0.33	0.42	7.40
18	0.47	0.59	12.72	0.50	0.68	10.16	0.35	0.55	10.00
24	0.53	0.67	15.00	0.62	0.78	12.66	0.38	0.64	10.21
Lowry's protein g/100g soybeans									
2	0.02	0.04	0.08	0.02	0.04	0.07	0.02	0.04	0.08
6	0.04	0.06	0.20	0.04	0.08	0.33	0.05	0.07	0.27
12	0.05	0.12	0.44	0.06	0.16	0.39	0.06	0.12	0.34
18	0.06	0.15	0.46	0.07	0.20	0.41	0.08	0.13	0.40
24	0.07	0.16	0.48	0.10	0.23	0.46	0.09	0.16	0.44



**Fig. 3. Solid loss of soybeans during soaking at various temperature**

을 보였다. 침지 24시간 후 새알의 경우 20°C에서 0.61g, 50°C에서 15g의 고형물이 용출되었다. 세 품종간에 약간의 차이는 있지만 새알의 경우처럼 광고와 단엽은 거의 같은 양상을 보이고 있는데 20°C에서 24시간 침지했을 때 광고는 0.7g, 새알은 0.61g, 단엽은 0.4g이 용출되어 광고가 다소 고형물 용출량이 많았다.

Quast 등<sup>(29)</sup>은 실온에서 각각 두류 20g에 물 100ml을 가하고 15시간 침지했을 때 침지액으로 용출되는 고형물 함량은 100g으로 환산했을 때 완두콩은 5.5g, 대두는 4.5g, 검정콩은 4.2g, 갈색콩은 3.1g이 용출되었다고 하였으며 Wang 등<sup>(29)</sup>은 대두를 20°C에서 24시간 침지시 약 5g의 고형물이 용출된다고 보고하였는데 본 실험과 비교하면 약간의 차이가 있음을 알 수 있다.

이러한 차이는 저장조건, 저장기간, 시료와 침지액의 비율, 품종 및 성분, 두류 자체의 활력의 차이에 기인된 것으로 생각되며, Jackson 등<sup>(30)</sup>은 저장기간이 긴 두류는 저장기간이 짧은 것 보다 고형물이 많이 용출되었다고 보고하였는데 본 실험에 사용한 대두는 수확 직후 건조하여 5°C이하로 보관하고 시료로 사용하였기 때문에 고형물 용출량이 적은 것으로 생각한다. 고형물 용출속도는 침지 12시간 내에서는 빠르며 그 후에 용출속도는 완만하였다. Hsu 등<sup>(23)</sup>은 증가된 고형물 함량은 점도를 증가시키고 이 점도는 수분흡수에 영향을 미친다고 하였다.

**침지액중의 단백질 함량 변화**

침지과정중 침지액중의 단백질 함량 변화는 Fig. 4, Table 4와 같다. 단백질 용출량은 침지 12시간 이전까지는 거의 직선적으로 증가하나 그 후에는 완만한 증가량을 보였다. 즉 20°C에서 침지 24시간 후 새알의 용출량은 80mg, 광고는 200mg, 단엽은 120mg이 용출되어 광고가 가장 많이 용출되었으며 50°C에서는 세 품종 모두 400~480mg의 단백질이 용출되었다.

한편 침지과정중 용출된 총고형물중 단백질은 대체로 12~25%를 차지하고 있는데 Wang 등<sup>(21)</sup>의 7~16%였다는 보고와 Lo 등<sup>(8)</sup>의 총고형물중 24%가 질소화합물이라고 한 보고와 본 실험 결과와 어느 정도 일치하였다.

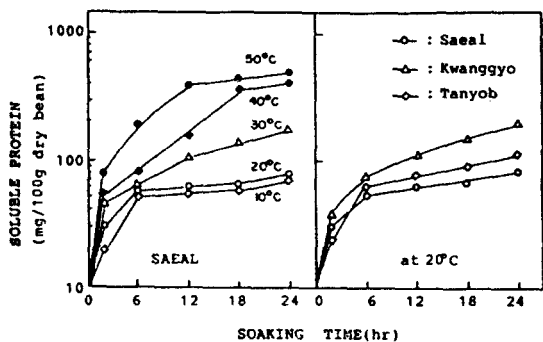


Fig. 4. Soluble protein in soaking water during soaking of soybeans at various temperature

침지액중의 당함량 변화

각각의 침지온도에 따른 침지액중의 당함량의 변화를 HPLC로 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 20°C에서 새 품종간 용출된 당의 함량 변화는 같은 양상을 보이고 있으나 광교가 용출량이 약간 많았으며 단엽이 적었다.

침지와 발아과정중 누유의 당류는 부분적으로 감소된다고 하였으며<sup>(30-32)</sup> 특히 Wang 등<sup>(22)</sup>은 25°C에서 침지 24시간 후 수용성 당이 약 30~50%가 용출된다고 하였다. 본 실험에서는 20°C에서 새 품종은 약 5%가 용출되었고 30°C에서는 7.1~15.0%, 50°C에서는

83~100%가 용출되었다. 20°C에서 새 품종의 침지액 중 개개 당류의 용출량의 변화를 Fig. 6과 Table-5에 나타내었다. 용출된 당중 가장 많은 것은 sucrose로서 새알은 20°C에서 약 3%, 50°C에서는 87%가 용출되었다. fructose는 침지 24시간 후 20°C에서는 3.8%가 용출되었고 50°C에서는 150%가 용출되었다. 이와 같이 원 시료에 함유되어 있는 fructose함량보다 많이 용출되었다는 사실은 sucrose의 가수분해와 invertase에 의한 stachyose와 raffinose의 부분적인 가수분해에 의한 것으로 믿어진다.<sup>(21)</sup> 목화씨와 두류에 함량이 비교적 많은 stachyose는 20°C에서 약 1%, 50°C에서는

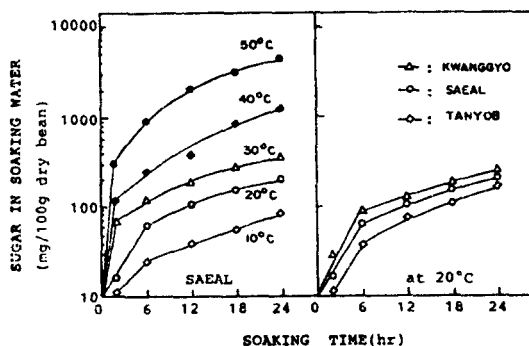


Fig. 5. Changes of total sugar in soaking water during soaking of soybeans at various temperature

Table 5. Changes of sugar contents in soaking water during soaking of soybeans at 20°C

unit : mg/100g

Varieties	Soaking time (hr)	Fructose	Sucrose	Raffinose	Stachyose
Saeal	2	4.1	10.0	0.9	1.0
	6	6.0	52.0	1.2	4.3
	12	9.5	94.0	3.2	7.9
	18	12.0	125.0	5.3	8.4
	24	23.0	154.0	11.0	12.0
Kwanggyo	2	2.5	24.0	0.9	0.8
	6	4.5	75.0	3.4	2.8
	12	5.5	101.0	5.2	3.9
	18	8.0	135.0	7.4	5.1
	24	13.0	169.0	12.0	9.5
Tanyob	2	4.5	5.2	trace	trace
	6	14.0	23.1	trace	trace
	12	18.2	42.4	5.2	6.3
	18	21.6	62.3	9.4	12.0
	24	27.1	89.2	21.0	27.0

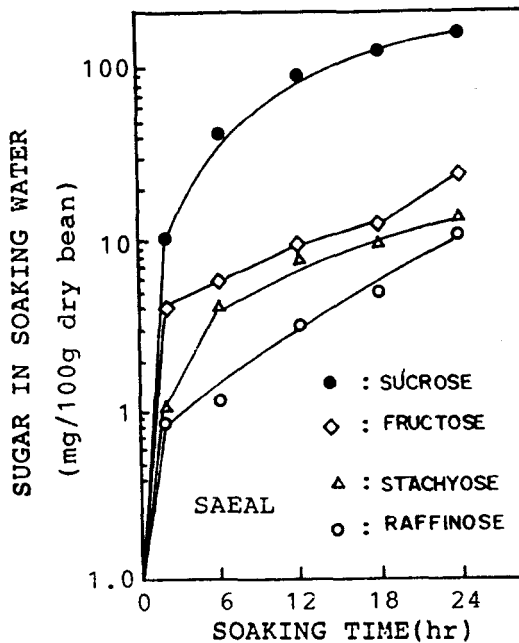


Fig. 6. Changes of sugar contents recovered in soaking water during soaking of soybeans at 20°C

77%가 용출되었다. 가스를 생성시키는 raffinose는 20°C에서 2%가 용출되었고 50°C에서는 80%가 용출되었다.

Jood 등<sup>(33)</sup>은 25°C에서 여러가지 두류(red bean, chick pea, pigeon pea, black gram, horse bean)을 수도물에 6시간과 12시간 침지 후 각각 sucrose는 7~23%, 22~56%가 감소하고 raffinose는 4~20%, 25~30%가 감소하고 stachyose는 6~9%, 23~46%가 감소한다 하였는 데 본 실험 결과와 비교하였을 때 약간의 차이가 있었다.

#### 요 약

대두품종으로서 새알, 광교, 단엽을 온도별(10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C)로 침지과정중 침출액의 성분변화를 관찰하였다. 대두가 같은 무게의 수분량을 흡수한 시간은 20°C에서 7.5시간, 50°C에서는 3.5시간이 걸렸다. 침지액의 pH변화는 온도가 상승할수록 낮아지는 경향을 보였다. 수용성 고형물의 함량변화는 침지시간이 길수록, 온도가 상승할수록 많아져서 침지중 거의 직선적인 속도로 용출되었으며 24시간 침지 후 대두 100g당 20°C에서는 0.4~0.7g정도, 50°C에서는 10.2~15.0g 정도 용출되었다. 용출된 총 고형물 중 12~25%는 단백질이었으며 단백질 용출 비율은 침지

시간과 온도의 상승에 따라 증가했다. 24시간 침지 후 대두 100g당 20°C에서는 80~200mg, 50°C에서는 440~480mg정도의 단백질이 용출되었다. 수용성 당의 용출은 24시간 침지 후 20°C에서는 약 5%, 50°C에서 83~100%가 용출되었다. 그 중 sucrose, fructose, raffinose와 stachyose는 20°C에서 24시간 침지 후 각각 3%, 3.8%, 2% 그리고 1%가, 50°C에서는 각각 87%, 150%, 80%, 77% 정도가 용출되어서 침지온도가 상승할수록 당의 용출량이 증가하였다.

#### 문 헌

1. Molina, M.R., DeLa Fuente, G. and Bressani, R.A.: *J. Food Sci.*, **40**, 587(1975)
2. Parrish, D.J. and Leopold, A.C.: *Plant Physiol.*, **59**, 1111(1977)
3. Jackson, G.M. and Varriano-Marston, M.: *J. Food Sci.*, **46**, 799(1981)
4. Rockland, L.B., Zaragosa, E.M. and Oracca-Tetteh, R.: *J. Food Sci.*, **44**, 1004(1979)
5. Smith, A.K., Nash, A.M. and Wilson, L.I.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **38**, 120(1961)
6. 신 애숙, 김종군, 정 분석, 김 우정: 한국농화학회지, **28**, 51(1985)
7. Powers, J.J., Dratt, D.E. and Joiner, J.E.: *Food Technol.*, **15**, 41(1959)
8. Lo, W.Y.L., Steinkraus, K.H., Hand, D.B., Hackler, L.R. and Wilkens, W.F.: *Food Technol.*, **22**, 188(1968)
9. Kon, S.: *J. Food Sci.*, **44**, 1329(1979)
10. Wu, L.C. and Bates, R.P.: *J. Food Sci.*, **37**, 40(1972)
11. Hugo, C.S. and Gilberto, L.B.: *J. Food Sci.*, **47**, 925(1982)
12. Kim, W.J., Smith, C.J.B. and Nakayama, T.O.M.: *Lebensm.-wiss. u. Technol.*, **6**, 201(1973)
13. Sudesh, J., Usha, M., Randhir, S. and Charanjit, M. B.: *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 268(1985)
14. 김 이훈: 강원대학 연구 논문집, **8**, 24(1974)
15. American Association of Cereal Chemists: *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 8th ed. (1983)
16. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J.: *J. Biochem.*, **193**, 265(1951)
17. Black, L.T. and Bagley, E.B.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **55**, 228(1978)

18. Conrad, E.C. and Palmer, J.K.: *Food Technol.*, **30**, 86(1976)
19. Tanaka, M., Thanaukul, D., Lee, T.C. and Chichester, C.D.: *J. Food Sci.*, **40**, 1087(1975)
20. Williams, P.C., Nakoul, H. and Singh, K.B.: *J. Sci. Food Agric.*, **34**, 492(1983)
21. Wang, H.L., Swain, E.W., Heaeltine, C.W. and Heth, H.D.: *J. Food Sci.*, **44**, 1510(1979)
22. Sefa Dedeh, S., Stanley, D.W. and Voisey, D.W.: *J. Food Sci.*, **44**, 790(1979)
23. Hsu, K.H., Kim, C.J. and Wilson, L.A.: *J. Cereal Chem.*, **60**, 208(1983)
24. Varriano-Marston, E. and De Omana, E.: *J. Food Sci.*, **44**, 531 (1979)
25. Shehata, A.A.Y. and Thannoun, M.M.T.: *J. Agric. Food Chem.*, **19**, 1(1981)
26. Hang, Y.D., Steinkraus, K.H. and Hackler, L.R.: *J. Food Sci.*, **35**, 318(1970)
27. Fan, T.Y. and Sosulski, F.W.: *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, **7**, 256(1974)
28. Evans, R.J. and Kerr, M.H.: *Agri. Food Chem.*, **11**, 26(1963)
29. Quast, D.G. and da Silva, S.D.: *J. Food Sci.*, **42**, 1299(1977)
30. Omosaiye, O., Cheryan, M. and Matthews, M.E.: *J. Food Sci.*, **43**, 354(1977)
31. Ku, S., Wei, L.S., Steinberg, M.P., Nelson, A.I. and Hymowitz, T.: *J. Food Sci.*, **41**, 361(1976)
32. East, J.W., Nakayama, T.M.O. and Parkman, S.B.: *Crop Sci.*, **12**, 7(1972)
33. Jood, S., Mehta, U., Singh, R. and Bhat, C.M.: *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 268(1985)

(1987년 6월 5일 접수)