

## 강낭콩의 적정 침지조건과 조리특성의 비교

박선희 · 조은자\*<sup>†</sup>

한국식품위생연구원

\*성신여자대학교 식품영양학과

## Comparison on Optimum Soaking Condition and Cooking Properties of Korean Kidney Beans

Sun-Hee Park and Eun-Ja Cho\*<sup>†</sup>

Korea Institute of Food Hygiene, Seoul 156-050, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea

### Abstract

Cutting force, degree of cooking, cooking loss and absorbances of cooking solution of three cultivars of Korean kidney beans, Pink (PKB), Red (RKD) and White (WKB) were compared. The cutting force of raw kidney bean was 23,500~27,000g. The optimum soaking conditions to give the same cutting force of beans were 10hr at 10° C, 8hr at 20° C, 6hr at 30° C and 3hr at 40° C. At optimum soaking conditions, the degree of cooking was determined by measuring the maximum cutting force of cotyledon. The terminal points of cooking at 98° C were 23min for PKB, 25min for RKB and 27min for WKB. Cooking loss of kidney beans during cooking were 3.4~5.4%. Absorbances of cooking solution showed a similar pattern in all samples, except PKB soaked at 10° C for 10hr.

**Key words :** cutting force, terminal point, cooking loss, kidney bean

### 서 론

강낭콩과 같이 전분을 다량 함유한 두류의 조리 중 조직의 연화현상은 전분의 호화와 중실의 구조물질인 middle lamella의 연화 및 파괴가 주된 원인(1,2)이라고 한다. 강낭콩의 품질 및 조리특성에 미치는 영향에 대하여 Augustin 등(3)은 조리에 따른 비타민과 무기질 함량을, Silva와 Braga(4)는 침지와 조리에 따른 올리고당 함량을, Nakazato 등(5,6)은 조리방법에 따른 저장 중 펙틴, 칼슘과 마그네슘 함량의 변화와 저장조건을 연구하였다. Silva 등(7)은 검정콩을 무침지, 물에 침지, 염용액에 각각 침지하였을 때, 연화도의 활성화에너지는 각각 19.1, 31.3, 38.9cal/mole이었고, z-값은 각각 17, 22, 36° C라고 보고하였다. Kon과 Sanahuck(8)는 건조한 콩을 수분 함량 16%에서 32° C로 저장한 것은 수분 함량 10.5%에서 22° C로 저장한 것 보다 조리속도가 5배 빨

라진다고 하였는데, 이는 고온·고습에 저장하는 동안 콩속의 피트산 함량이 감소하기 때문이라고 하였다. 그러나 Bernal-Lugo 등(9)은 common bean의 조리시 피트산은 입자속으로 확산되지 않아 콩의 열연화시 chelating agent로서 사용되지 않는다고 하여 조리수에 피트산을 첨가하는 것은 콩의 조직연화에 효과가 없다고 하였다. 강낭콩 조리시 표피의 색소용출에 관하여, 조(10)는 저장기간이나 저장온도에 의해 큰 영향을 받지않았다고 하였다. 신 등(11)은 검정콩의 표피를 여러 온도의 물에 용출시켰을 때, 검정색소의 용출속도 및 용출에 필요한 활성화 에너지를 계산하여 보고하였고, 김(12)은 콩의 조리 중 색소의 용출은 조리온도와 시간에 따라 큰 영향을 받는다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 진보(13)에 이어 강낭콩 3품종, 즉 분홍색종(Pink), 적색종(Red), 백색종(White)을 침지온도(10~40° C)에 따른 강낭콩의 절단력을 측정하여 침지시 적정 침지조건을 결정하고, 이때의 조건으로 침지 후 조리시, 조리속도와 고형분 용출량 및 조리액의 색소변화를 분석하여 품종에 따른

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

강낭콩의 조리특성을 비교·분석하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

1991년 경남지역에서 재배·수확된 강낭콩 3품종, 즉 분홍색종(Pink), 적색종(Red), 백색종(White)을 농촌진흥청에서 구입하여 4°C에 보관하면서 사용하였다.

### 침지 중 절단력

강낭콩 5g을 10, 20, 30 및 40°C의 증류수에서 전보(13)의 연구 결과, 수분의 최대 흡수량을 보이는 시간인 26시간 동안 침지하면서 2시간 간격으로 일정량의 강낭콩을 꺼내어 껍질을 제거하고 반으로 나눈 다음, Rheometer(일본, I & T Co., Ltd.)를 사용하여 강낭콩을 절단하는데 요하는 힘(cutting force)을 측정하였다. 측정은 40회 행하여 강낭콩 1g을 절단하는데 요하는 힘으로 환산하여 표시하였다. 이때 기기의 측정조건은 측정부하; 1.3kg, 타이틀 속도; 초당 16mm, 기록지 속도; 분당 120mm, Clearance; 1mm, Probe; No 10이었다.

### 조리

선별한 강낭콩 50g을 각 온도별(10~40°C)로 동일한 절단력을 나타내는 시간인 10°C에서 10시간, 20°C에서 8시간, 30°C에서 6시간, 40°C에서 3시간 각각 침지한 후 표면수를 제거한 다음 조리에 사용하였다. 각 온도별로 일정시간 침지한 강낭콩의 표면수를 제거한 후 비이커에 담고 끓는 증류수 500ml를 가하여 휴대용 켄버너(린나이社)로 일정한 불의 세기를 조절하여 조리수의 온도를 98±1°C로 유지하였고, 이 온도에서 30분간 가열하면서 5분 간격으로 일정량의 강낭콩을 꺼내어 냉수에 10초간 담궈 껍질을 제거하고 반으로 나눈 다음 강낭콩의 조리속도 측정시료로 사용하였다.

### 조리속도

일정시간별로 조리된 강낭콩의 반쪽을 절단하는데 요하는 힘(cutting force)은 Rheometer(일본, I & T Co., Ltd.)로 측정하였다. 측정은 40회 행하여 강낭콩 1g을 절단하는데 요하는 힘으로 환산하여 표시하였다. 기기의 측정조건은 앞의 침지 중 절단력과 같았고 측정부하는 625g이었다. 조리시간에 따른 호화도( $\alpha$ )는 다음 식(14,15)으로부터 계산하였다.

$$\alpha = \frac{C_t - C_0}{C_t - C_0} \quad (1)$$

여기에서  $C_0$ 는 조리 전 강낭콩 1g의 절단력,  $C_t$ 는  $t$ 시간 조리 후의 강낭콩 1g의 절단력,  $C_t$ 은 완전히 조리된 후 강낭콩 1g의 절단력이다. 조리속도는 조리되지 않은 부분(1- $\alpha$ )과 취반시간( $t$ )과의 관계로부터 다음 식을 사용하여 계산하였다(15,16).

$$\ln(1-\alpha) = -kc \cdot t \quad (2)$$

여기에서  $kc$ 는 조리속도 상수( $\text{min}^{-1}$ ),  $t$ 는 조리시간( $\text{min}$ )이다.

### 고형분 용출량

강낭콩 20g을 10°C에서 10시간, 20°C에서 8시간, 30°C에서 6시간, 40°C에서 3시간 동안 각각 침지한 다음 표면을 제거하고 삼각플라스크에 담고 증류수(200ml)를 가하여 휴대용 켄버너(린나이社)로 일정한 불의 세기를 조절하여 조리수의 온도를 98±1°C로 유지하고 25분간 가열한 후, 조리액을 미리 항량시킨 100ml 비이커에 옮겨 담아 130°C의 오븐에서 4시간 동안 건조시켜 조리 중 용출된 고형분의 양을 측정하였다.

### 조리액의 색소변화

강낭콩의 침지온도와 조리시간에 따른 조리액의 색소변화 양상을 관찰하고자, 강낭콩 2.5g을 10°C에서 10시간, 20°C에서 8시간, 30°C에서 6시간, 40°C에서 3시간 동안 각각 침지한 후, 표면수를 제거하고 시험관에 담아 증류수 15ml를 가하여 98°C의 항온수조에서 강낭콩의 배터짐으로 조리액의 혼탁을 방지할 수 있는 최대의 시간인 24분 동안 가열하면서 3분 간격으로 조리액을 취하여 4°C에서 10시간 방치한 후, UV-spectrophotometer를 사용하여 300~700nm에서의 흡광도로 조리액의 색소변화를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 침지중 강낭콩의 절단력 변화

10, 20, 30 및 40°C의 증류수에서 26시간 동안 침지하면서 일정한 시간별로 측정된 강낭콩의 절단력은 Fig. 1과 같다. 침지하지 않은 강낭콩 절단력은 분홍색종이 24kg, 적색종이 27kg, 백색종이 23.5kg으로 적색종이 가장 컸으나, 침지 10시간 후에는 절단력이 급속히 감소하여 침지온도에 관계없이 비슷한 절단력을 보였고, 침지 26시간 후에는 각각 분홍색종이 1.13kg, 적

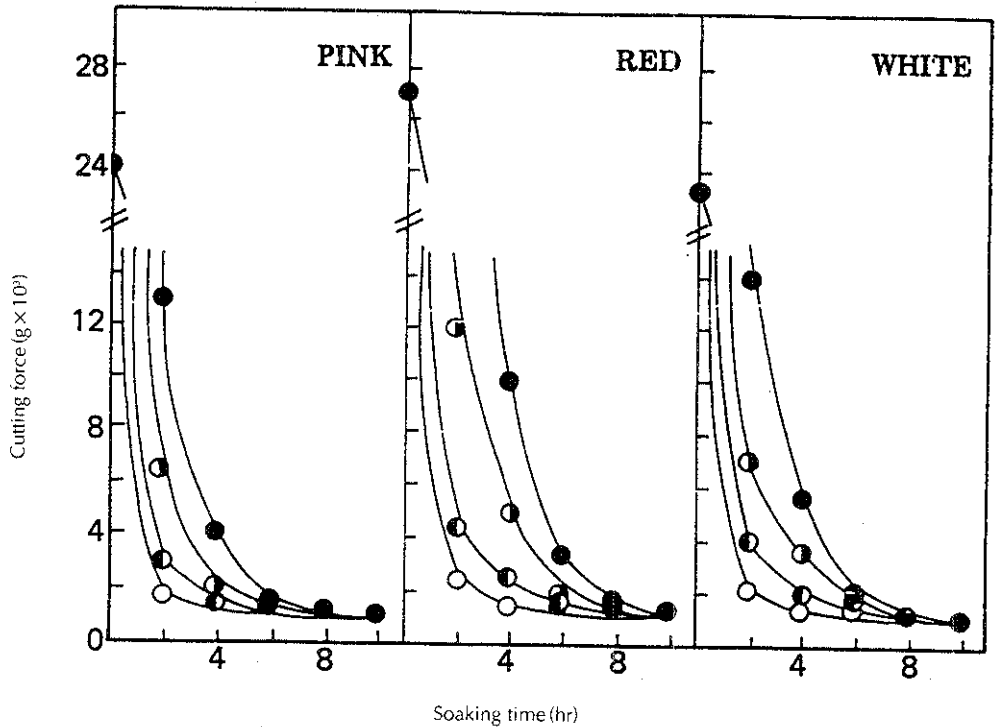


Fig. 1. Changes in cutting force of kidney bean during soaking at various temperatures.  
 ●● : 10°C    ○● : 20°C    ○● : 30°C    ○○ : 40°C

색종이 1.18kg, 백색종이 1.12kg으로 품종에 관계없이 비슷한 절단력을 보였다. 강낭콩의 절단력은 침지에 의하여 분홍색종과 백색종이 약 1/21, 적색종이 약 1/23로 각각 감소하였고, 10°C에서 10시간, 20°C에서 8시간, 30°C에서 6시간, 40°C에서 3시간에는 강낭콩의 품종에 관계없이 동일한 절단력을 보였다. 따라서 침지시 강낭콩의 절단력을 기준으로 할 때 적정 침지조건은 품종에 관계없이 10°C에서 10시간, 20°C에서 8시간, 30°C에서 6시간, 40°C에서 3시간이었다.

조리속도

강낭콩의 절단력으로 측정된 적정 침지조건인 10°C에서 10시간, 20°C에서 8시간, 30°C에서 6시간, 40°C에서 3시간 침지한 강낭콩의 조리시간과 절단력의 역수와의 관계는 Fig. 2와 같이 품종에 관계없이 모두 직선적인 관계를 보였으나 일정시간 후에는 수평을 이루어 동일한 값을 보였다. 강낭콩의 절단력이 일정한 값에 도달했을 때를 조리가 완료된 시간으로 정의하였고 (17), 조리완료에 걸리는 시간은 Table 1과 같다. 침지온도와 시간에 관계없이 조리완료 시간은 분홍색종이 23분, 적색종이 25분, 백색종이 27분으로 수분 흡수속도와

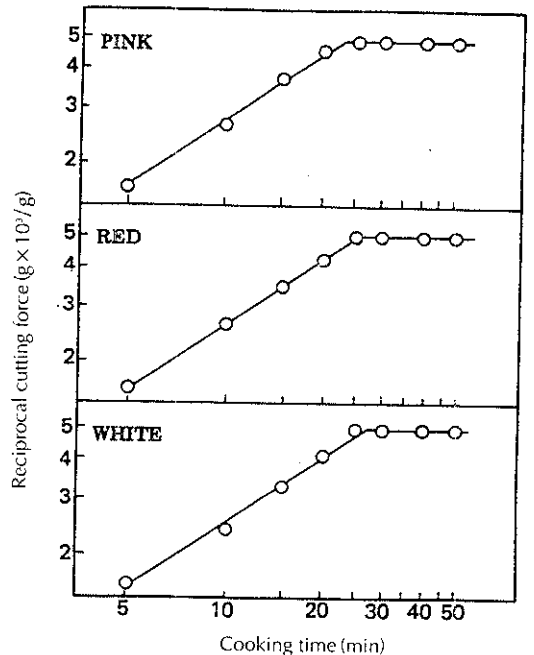


Fig. 2. Relationship between the reciprocal cutting force and cooking time of kidney bean.

부피 증가속도가 빠른 분홍색종이 조리완료 시간도 짧았고, 수분 흡수속도와 부피 증가속도가 느린 백색종이 조리완료 시간도 길었다. 이 (18)는 강낭콩(적색종)을 10°C에서 10시간 침지한 경우 조리완료 시간을 37분이 라고 보고하였고, 전 (19)은 27°C에서 12시간 침지한 경우 조리완료 시간을 35분이라고 보고하였다. 이러한 결과는 본 실험의 결과 보다 이 (18)는 12분, 전 (19)은 10분 더 소요되었는데 그 차이는 강낭콩의 조리 중 가열 방법의 차이로서, 이 (18)와 전 (19)은 증탕가열법을 사용하여 서서히 가열하였고, 본 실험에서는 직화가열법을 사용하여 단시간에 급속히 가열하였기 때문이라고 생각한다. 강낭콩의 조리시간에 대하여 Linares 등 (20)은 강낭콩 입자가 무거울수록, 껍질의 광택이 많을수록 조리시간은 길다고 하였고, Proctor와 Watts (21)은 수분 함량이나 피트산의 함량은 유의적인 영향을 미치지 않

는다고 보고하였다. 조리시간에 따른 강낭콩의 조리되지 않은 부분(1- $\alpha$ )은 조리시간이 길어짐에 따라 Fig. 3과 같이 직선적으로 감소하였다. 침지조건에 따른 강낭콩의 조리 속도상수(kc)는 Table 1에서 분홍색종이 0.0610~0.0612min<sup>-1</sup>, 적색종이 0.0456~0.0458min<sup>-1</sup>, 백색종이 0.0446~0.0448min<sup>-1</sup>로서 침지조건에 관계없이 비슷한 값을 보였고, 분홍색종의 조리속도는 적색종이나 백색종 보다 훨씬 빨랐으나 적색종과 백색종의 조리속도는 비슷하였다. Suzuki 등 (15)은 조리과정을 중심부로 향한 수분의 점차적인 흡수의 1단계와 물과 콩의 구성성분과 물리화학적 변화의 2단계로 설명하였으나, 본 실험에서는 하나의 직선을 보여 이 (18)와 전 (19)의 결과와 차이를 보였는데 그 이유는 강낭콩의 조리 전 침지과정에서 완전한 수화가 일어났기 때문이라고 생각된다.

Table 1. Terminal point of cooking and cooking rate constant of kidney bean as affected by soaking temperature and time

Kidney bean	Soaking temp. (°C)	Soaking time (hr)	Terminal point of cooking (min)	Cooking rate constant (min <sup>-1</sup> )
Pink	10	10	23	0.0610
	20	8	23	0.0612
	30	6	23	0.0610
	40	3	23	0.0610
Red	10	10	25	0.0456
	20	8	25	0.0456
	30	6	25	0.0458
	40	3	25	0.0456
White	10	10	27	0.0448
	20	8	27	0.0448
	30	6	27	0.0446
	40	3	27	0.0446

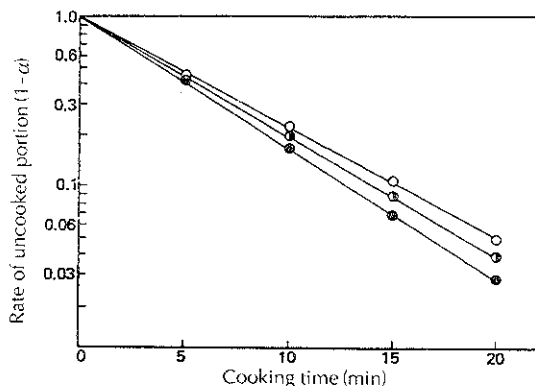


Fig. 3. The rate of uncooked portion of kidney bean as a function of cooking time.  
●—● : pink    ◐—◐ : red    ○—○ : white

### 고형분 용출량

적정침지 조건으로 침지한 다음 98±1°C에서 25분간 조리한 강낭콩의 고형분 용출량은 Table 2와 같다. 침지조건에 따른 분홍색종의 고형분 용출량은 4.09~4.42%로서 침지조건에 관계없이 비슷한 값을 보였으나, 적색종은 침지온도 20와 30°C에서는 각각 5.41와 5.69%였고, 10와 40°C에서는 각각 4.58와 4.78%로서 침지온도에 따라 약간의 차이를 보였고, 백색종은 침지온도 20~40°C에서 4.05~4.31%로서 비슷한 값을 보였으나, 10°C에서는 2.97%로 크게 낮은 값을 보였다. 품종에 따른 고형분 용출량은 침지조건에 관계없이 적색종이 가장 많았고, 그 다음이 분홍색종, 백색종의 순이었으며, 각 품종별 최대 고형분 용출량을 나타내는 침지조건은 침지온도 30°C로서 분홍색종, 적색종, 백색종이 각각 4.42, 5.69, 4.31%이었고, 최소 고형분 용출량을 나타내는 침지조건은 침지온도 10°C로서 각각 4.09, 4.58, 2.97%이었다. 조 (10)는 4, 20, 30°C에서 5개월간 저장한 다음 98°C에서 40분간 조리한 강낭콩의 고형분 용출량은 분홍색종이 5.1%, 적색종이 5.4%, 그리고 백색종이 3.4%이었다고 보고하였다.

Table 2. Effect of soaking condition on the solubility of kidney bean

Soaking temp. (°C)	Soaking time (hr)	Solubility (%)		
		Pink	Red	White
10	10	4.09	4.58	2.97
20	8	4.37	5.41	4.08
30	6	4.42	5.69	4.31
40	3	4.27	4.78	4.05



형분 용출량은 침지조건과 품종에 관계없이 비슷한 값을 보였으나, 품종에 관계없이 30°C에서는 최대의 고행분 용출량을, 10°C에서는 최소의 고행분 용출량을 나타내었으며, 백색종은 침지온도 10°C에서 10시간 침지 시 다른 침지조건 보다 고행분 용출량이 훨씬 적어 차이를 보였다. 조리액의 색도는 적색종 > 분홍색종 > 백색종의 순으로 흡광도가 높았고, 조리시 강낭콩의 최대 흡광도는 분홍색종과 적색종은 490nm였고 백색종은 330nm였으며, 강낭콩 분홍색종과 적색종이 침지조건에는 관계없이 동일한 흡광도를 보였으나, 침지온도 10°C에서 10시간 침지한 분홍색종은 흡광도가 낮아 특이한 패턴을 보였다.

## 문 헌

1. Rockland, L. B. and Jones, F. T. : Scanning electron microscope studies on dry beans. Effects of cooking on the cellular structure of cotyledons in rehydrated large Lima beans. *J. Food Sci.*, **39**, 342(1974)
2. Sefa-dede, S., Stanley, D. W. and Voisey, P. W. : Effects of soaking time and cooking conditions on texture and microstructure of cowpeas (*Vigna unguiculata*). *J. Food Sci.*, **43**, 1832(1978)
3. Augustin, J., Beck, C. B., Kalbfleisch, G., Kagel, L. C. and Matthews, R. H. : Variation in the vitamin and mineral content of raw cooked commercial *Phaseolus vulgaris* classes. *J. Food Sci.*, **46**, 1701(1981)
4. Silva, H. C. and Braga, G. L. : Effect of soaking and cooking the oligosaccharide content of dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *J. Food Sci.*, **47**, 924(1982)
5. Nakazato, T., Iwata, Y. and Tanaka, K. : Cooking of dried beans by pressure cooker (Part 1)-Boiling of kidney beans. *J. Jpn. Home Econ.*, **35**, 753(1984)
6. Nakazato, T., Shintani, S., Mitani, T. and Tanaka, K. : Effects of storage conditions on the characteristics and the cooking qualities of kidney beans. *J. Jpn. Home Econ.*, **37**, 17(1986)
7. Silva, C. A. B., Bates, R. P. and Deng, J. C. : Influence of presoaking on black bean cooking kinetics. *J. Food Sci.*, **46**, 1721(1981)
8. Kon, S. and Sanshuck, D. W. : Phytate content and its effect on cooking quality of beans. *J. Food Proc. and Preser.*, **5**, 169(1981)
9. Bernal-Lugo, I., Castillo, A., Diaz de Leon, F., Moreno, E. and Ramirez, J. : Does phytic acid influence cooking rate in common beans? *J. Food Biochem.*, **15**, 367(1991)
10. 조은자 : 강낭콩의 저장에 따른 이화학적 성질 및 조리특성 변화. *한국조리과학회지*, **7**, 15(1991)
11. 신애숙, 김중근, 정문식, 김우정 : 감정콩의 조리 및 흡수성질. *한국농화학회지*, **28**, 51(1985)
12. 김동희 : 콩품종에 따른 이화학적 특성연구. 숙명여자대학교 박사학위논문(1989)
13. 박선희, 조은자 : 강낭콩의 품종에 따른 형태적 특성 및 침지수 소화속도의 비교. *한국영양식량학회지*, **24**, 286(1995)
14. 최홍식, 김성곤, 변유량, 권태완 : 도정도별 쌀의 취반에 대한 역학적 연구. *한국식품과학회지*, **10**, 52(1978)
15. Suzuki, K., Kubota, K., Omichi, M. and Hosaka, H. : Kinetic studies on cooking of rice. *J. Food Sci.*, **41**, 1180(1976)
16. Medcalf, D. G. and Gilles, K. A. : Effect of lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches. *Stärke*, **18**, 101(1965)
17. 김중근, 김우정, 김성곤 : 우리나라 재래종 콩의 수분흡수특성. *한국식품과학회지*, **20**, 256(1988)
18. 이성례 : 우리나라 강낭콩의 수분흡수 및 조리특성. 성신여자대학교 석사학위논문(1989)
19. 전현경 : 침지용액이 강낭콩의 조리특성에 미치는 영향. 성신여자대학교 석사학위논문(1990)
20. Linares, B. S., Bosque, C. M., Elias, L. G. and Bressani, R. : Technological and nutritional characteristics of 20 varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris*). I. Physical characteristics of the seed. *Turrialba*, **31**, 1(1981)
21. Proctor, J. P. and Watts, B. M. : Effect of cultivar, growing location, moisture and phytate content on the cooking times of freshly harvested navy beans. *Canadian J. Plant Sci.*, **67**, 923(1987)

(1995년 6월 2일 접수)