

강낭콩의 품종에 따른 형태적 특성 및 침지중 수화속도의 비교

박선희[†] · 조은자

성신여자대학교 식품영양학과

Comparison on Dimension and Hydration Rate of Korean Kidney Beans

Sun-Hee Park[†] and Eun-Ja Cho

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

Abstract

Proximate composition, dimension, water uptake and volume increase rates of three cultivars of Korean kidney beans, Pink (PKB), Red (RKB) and White (WKB) were compared. Significant differences in the proximate composition and calorie were not observed among samples. Hull removed samples showed the lowest ash content and the highest calorie. The rates of water uptake increased as the soaking temperature increased from 10~40°C. The moisture gain of the kidney beans during soaking showed a similar pattern to volume increase. Water uptake and volume increase rates were in the decreasing order of PKB, RKB and WKB. Moisture and volume gains held a linear relation with the square root of soaking time regardless soaking temperatures. The activation energies of water uptake and volume increase were 3033~3087 and 3077~3161 kcal/mole, respectively. The log time to reach a fixed moisture content showed a linear relation with soaking temperature regardless soaking temperatures. The z-values calculated from weight and volume changes decreased in proportions to the increase of hydration. The z-values of weight and volume to reach 50% hydration were 50.5~56.6°C and 48.4~61.2°C, respectively.

Key words : hydration, activation energy, z-value, kidney bean

서 론

강낭콩(*Phaseolus vulgaris* L.)은 콩과에 속하는 1년 생 덩굴식물로서 남미의 페루가 원산지이고, 한랭한 기후에서도 잘 자라 세계 각지에 약 천여종이 분포되어 있으나, 라틴아메리카에서 세계생산량의 약 30% 이상을 생산하고 있다^{1,2)}. 강낭콩이 우리나라에 도입된 시기는 정확치 않으나 19세기 초 문헌인「재물보물명고(宰物寶物名庫)」에 처음 기록되어 있고, 현재 재배 규모는 작으나 전국적으로 폭넓게 재배되고 있다³⁾. 강낭콩의 용도는 주로 밥에 넣어 먹거나 떡, 빵, 과자의 속재료로 사용되며, 푸른 꼬투리는 채소용으로 이용되고 있고, 최근에는 상업적인 용도로 팔의 대용품 또는 팔과 함께 섞어서 사용하고 있으나 아직 품종의 분류도 제대로 이루어져 있지 않은 실정이다. 강낭콩의 성분과 형태적 특성에 관한 연구에서 박⁴⁾은 종피색은 매우 다양하고 100립 중은 20~60g으로 큰 차이를 보

며, 단백질의 함량은 대체로 적으나 품종간에 차이가 있고 적색종 보다 백색종이 소화율은 높은 편이라고 하였으며, 권⁵⁾은 종실의 크기는 조단백질 함량과 부의 상관성을 갖는다고 하였다. 콩의 수분흡수에 영향을 미치는 인자^{6,7)}로는 품종, 성분, 초기수분 함량, 껍질과 hilum, 크기와 밀도, 표피조직의 세공, 펙틴 함량, 침지용액의 온도와 pH, 침지수의 염류 및 농도 등이 있다. Smith 등⁸⁾은 껍질과 hilum은 콩의 침지시 초기의 수분흡수에 영향을 주는 중요한 구조적 특징으로 껍질이 얇고 비결정형인 콩은 껍질이 두꺼운 콩 보다 수분흡수속도가 빠르다고 하였다. 단단한 콩은 수분흡수가 되기까지 lag time이 요구되며, 일단 수분흡수가 시작되면 정상적인 콩과 비슷한 수분흡수량상을 보이는데, 이러한 차이는 껍질의 표피층 때문이라고 하였다⁹⁾. Leopold¹⁰⁾는 침지시 초기 수분 함량의 증가를 아레니우스식으로 설명하였고, Hsu 등¹⁰⁾은 콩을 구형으로 보고 Fick의 확산법칙을 이용하여 Crank¹¹⁾가 제시한 확산방정식에 의한 콩의 수분흡수속도를 예측하고자 시도하였으나 Crank의 식에는 적용할 수 없다고 하였으며, Quast와 Silva¹²⁾는 건조

[†]To whom all correspondence should be addressed

콩의 수분흡수속도와 침지온도와의 관계를 z-값으로 설명하였다. 따라서 본 연구에서는 현재 우리나라에서 가장 많이 재배 · 이용되고 있는 강낭콩 3품종, 즉 분홍색종 (Pink), 적색종 (Red), 백색종 (White)의 일반성분 및 형태적 특성과 침지시 수분흡수속도 및 부피증가속도를 측정하여 침지온도와 침지시간에 따른 강낭콩의 품종별 수화특성을 제시하여 강낭콩의 조리시 적정 침지 조건을 찾고자 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.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC방법¹³⁾에 따라 수분은 105°C 건조법, 조회분은 직접회화법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백은 micro-Kjeldahl법, 열량은 Bomb calorimeter로 측정하였다.

형태적 특성 측정

품종에 따른 강낭콩의 길이, 두께 및 폭은 caliper를 사용하여 품종별로 100개의 강낭콩을 측정하였고, 무게는 품종별로 100개의 개체당 무게를 측정한 뒤 평균값으로 각각 표시하였다.

수분흡수 속도

강낭콩 10g을 10, 20, 30 및 40°C의 증류수에 8시간 침지시키면서 일정시간별로 꺼내어 여과지위에 깔려서 표면수를 제거한 다음 무게증가량으로 부터 건물 1g 당 수분증가량을 계산하였다. 이와같은 과정을 3회 반복하여 평균값을 취하였고, 수분흡수속도는 Becker¹⁴⁾의 개략적인 확산방정식에 의하여 계산하였다.

$$\bar{m} - m_0 = k\sqrt{t} \dots\dots\dots(1)$$

여기에서 \bar{m} 은 일정시간 침지 후의 수분증가량 (g H₂O/g dry matter), m_0 은 강낭콩의 초기 수분 함량 (g H₂O/g dry matter), k 는 수분흡수속도 상수 (g H₂O/min^{1/2}), t 는 침지시간 (min)이다.

수분흡수속도와 온도와의 관계

강낭콩의 수분흡수속도와 침지온도와의 관계는 다음의 식¹⁵⁾으로 나타내었다.

$$\ln k = \frac{E_a}{RT} + \ln A \dots\dots\dots(2)$$

여기에서 k 는 절대온도 T (K)에서의 수분흡수속도 상수 (g H₂O/min^{1/2}), E_a 는 활성화에너지 (cal/mole), R 은 기체상수 (1.987cal/deg.mole), A 는 빈도상수이다.

수화도의 온도의존성

침지 중 수화도의 온도의존성은 일정한 수분 함량에 도달하는 시간과 온도와의 관계로서 다음의 식¹⁶⁾에 의하여 계산하였다.

$$z = \frac{T_1 - T_2}{\log(t_2/t_1)} \dots\dots\dots(3)$$

여기에서 z 값은 일정한 수분 함량에 도달하는 시간을 1/10로 감소시키는데 요하는 온도의 상승폭을 의미하며, t_1 은 침지온도 T_1 에서 일정한 수분 함량에 도달하는 시간 (hr), t_2 는 침지온도 T_2 에서 일정한 수분 함량에 도달하는 시간 (hr)이다.

부피증가 속도

침지 중 부피 변화는 각 온도별로 일정시간 침지한 강낭콩의 표면수를 제거하고, 일정량의 증류수가 담긴 메스실린더에 넣어 부피를 측정한 후 침지 전과 침지 후의 부피 차이로 부터 부피증가율 (%)을 계산하였다. 부피증가속도는 다음 식¹⁶⁾에 의하여 계산하였다.

$$\bar{V} - V_0 = k_v\sqrt{t} \dots\dots\dots(4)$$

여기에서 \bar{V} 는 일정시간 침지 후의 부피증가량 (ml), V_0 는 강낭콩의 초기부피 (ml), k_v 는 강낭콩의 부피증가 속도 상수 (ml/min^{1/2}), t 는 침지시간 (min)이다.

부피증가 속도와 온도와의 관계

각 품종별 부피증가속도와 온도와의 관계는 앞의 식 (2)에 의하여 계산하였다.

부피증가도의 온도 의존성

수화도에 따른 부피증가도의 온도 의존성은 앞의 식 (3)에 의하여 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분

강낭콩의 껍질을 포함한 것과 제거한 것의 일반성분과 열량은 Table 1과 같다. 강낭콩의 수분 함량은 약 12~13%로서 강낭콩 품종간에 차이를 보이지 않았으

나, 단백질 함량은 껍질의 유무에 관계없이 백색종 > 적색종 > 분홍색종의 순으로 품종간의 차이를 보였고 껍질을 제거한 것이 약 1~2% 높았다. 강낭콩의 단백질 함량을 Bressani 등¹⁷⁾은 약 22.3%, 권¹⁸⁾은 17~24%로서, 종피색에 따라 흑색종과 백색종은 단백질 함량이 높고 적색종은 낮은 것으로 보고하였는데, 본 실험에서도 백색종인 White가 적색종인 Red 보다 높은 값을 나타내었다. 강낭콩의 지방질 함량에 관하여는 1.8%¹⁹⁾, 1.9%¹⁹⁾, 1.9%²⁰⁾로 보고되어 있어 본 실험과 비슷한 값을 보였고, 강낭콩 껍질의 유무에 관계없이 분홍색종과 백색종이 적색종에 비하여 높은 값을 보였다. 강낭콩의 회분 함량은 껍질을 제거한 것 보다 껍질을 포함한 것이 약 4배 정도 높은 값을 보였으며 강낭콩의 열량은 껍질의 유무와 품종에 관계없이 3.7~3.9kcal/g으로 비슷

한 값을 나타내었다.

형태적 특성

강낭콩의 형태적 특성은 Table 2와 같다. 개체당 무게는 분홍색종이 0.55±0.06g, 적색종이 0.48±0.06g, 백색종이 0.41±0.06g으로 분홍색종이 가장 무거웠고, 두께는 분홍색종이 6.30±0.37mm, 적색종이 6.69±0.46mm, 백색종이 5.72±0.46mm로 적색종이 가장 두꺼웠다. 길이는 분홍색종이 16.44±0.82mm로 가장 길었고, 적색종과 백색종은 각각 13.76±0.78mm, 13.37±0.81mm로 비슷하였으며, 폭은 분홍색종이 7.97±0.38mm, 적색종이 8.08±0.42mm, 백색종이 7.18±0.43mm로 적색종이 가장 넓었다. 권²¹⁾은 45품종 강낭콩의 100립 중 무게를 작음(25g 이하), 중간(25~50g), 큼(50g 이상)으로 분류하였는데, 이와 비교하면 본 실험의 분홍색종은 55g으로 큼으로, 적색종과 백색종은 각각 48g, 41g으로 중간으로 분류할 수 있다.

Table 1. Proximate composition and calorie of kidney bean

Kidney bean		Moisture (%)	Protein ^a (%)	Fat (%)	Ash (%)	Calorie (kcal/g)
Whole bean	Pink	12.65	20.80	1.84	3.97	3.754
	Red	12.17	22.03	1.25	3.93	3.749
	White	11.92	23.64	1.80	4.06	3.803
Hull removed bean	Pink	13.00	22.04	1.64	0.95	3.813
	Red	12.74	23.80	1.50	0.97	3.850
	White	12.73	25.14	1.70	0.84	3.907

^a(N×6.25)

Table 2. Description of kidney bean

Kidney bean	Weight of grain (g)	Height (mm)	Length (mm)	Width (mm)
Pink	0.55±0.06 ^a	6.30±0.37	16.44±0.82	7.97±0.38
Red	0.48±0.06	6.69±0.46	13.37±0.78	8.08±0.42
White	0.41±0.06	5.72±0.46	13.76±0.81	7.18±0.43

^aMean±S.D.

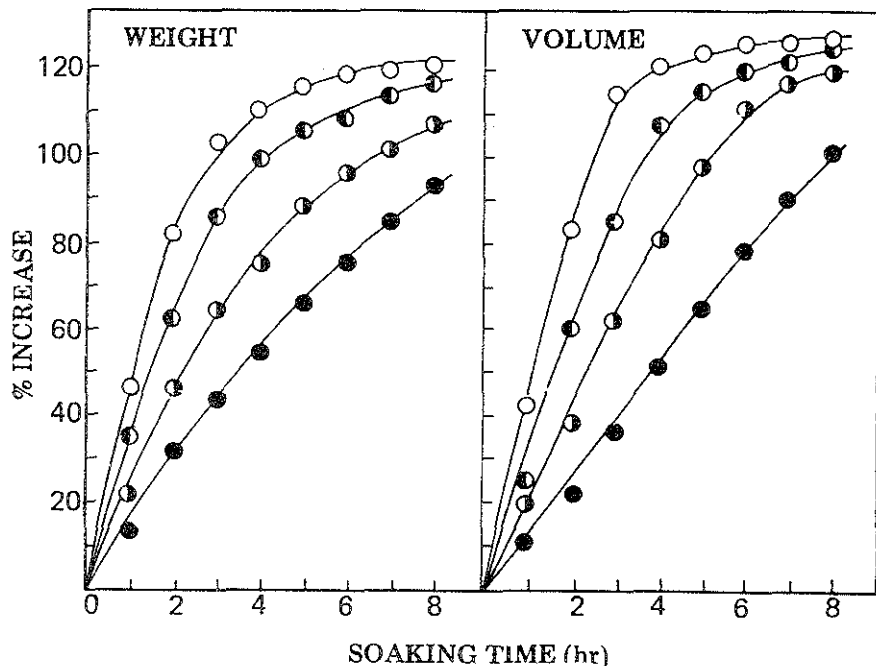


Fig. 1. Changes in weight and volume of pink kidney bean during soaking at various temperatures.

●—● : 10°C ○—○ : 20°C ◐—◐ : 30°C ○—○ : 40°C

침지 중 무게와 부피의 변화

강낭콩을 10, 20, 30 및 40°C에서 8시간 침지하는 동안 침지시간에 따른 강낭콩 분홍색종(Pink)의 무게와 부피의 변화양상은 Fig. 1과 같고 적색종(Red)과 백색종(White)도 비슷한 양상을 보였다. 강낭콩의 무게와 부피는 침지온도가 높아짐에 따라 증가하였고, 침지온도 30와 40°C의 경우에는 침지 약 3~4시간에 급격한 증가 양상을 보이고 그 이후에는 완만하였으나, 침지온도 10와 20°C의 경우에는 계속적인 증가양상을 보였다. 침지온도가 낮을수록 침지 초기에는 부피보다 무게증가량이 더 많았으나 침지 후기에는 무게보다 부피증가량이 더 많았다. 침지온도에 관계없이 침지 8시간에 강낭콩의 무게와 부피증가량은 분홍색종이 가장 많았고, 그 다음은 적색종, 백색종의 순이었다. 본 실험 결과는 이²¹⁾와 전²²⁾이 보고한 침지에 따른 강낭콩(적색종)의 무게와 부피증가양상과 비슷한 결과를 보였다. 조²³⁾는 4, 20와 30°C에서 5개월 동안 저장한 강낭콩의 무게와 부피증가량은 적색종이 가장 많았고, 그 다음이 분홍색종, 백색종이라고 하여 본 실험 결과와 차이를 보였는데 이는 강낭콩의 저장시 수분의 감소정도가 품종별로 다른 것으로 생각된다.

수분흡수 속도

강낭콩의 침지 중 무게증가는 수분흡수에 의한 것으로 가정하였고, 수분증가량과 침지시간의 평방근과의 관계는 Fig. 2와 같고 적색종(Red)과 백색종(White)도 비슷한 양상으로 침지온도에 관계없이 강낭콩의 수분흡수량은 3품종 모두 직선적인 관계를 보였다. 이것을 고체 내부로의 수분이동이 Fick의 확산법칙에 따른다면, 초기 수분증가는 Becker¹⁴⁾의 개략적인 확산방정식(식1)으로 나타낼 수 있다. 따라서 Fig. 2의 각 직선의 기울기로 부터 구한 수분흡수속도상수(k)는 Table 3과 같다. 수분흡수속도상수(k)는 침지온도에 관계없이 분홍색종 > 적색종 > 백색종의 순으로 컸다. 강낭콩의 침지시 수분흡수속도에 관하여, Linares 등²⁴⁾과 Parades-Lopez 등²⁵⁾은 콩입자가 크고 광택이 많을수록, Deshpande와 Cheryan²⁶⁾은 과피두께가 얇을수록 빠르다고 하였으나, Stanley 등²⁷⁾은 과피색, 콩의 크기, hilum 부분 등이 관여하고 과피두께는 강낭콩의 수분흡수속도에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 침지온도가 10°C에서 40°C 까지 10°C씩 높아짐에 따라 수분흡수속도는 1.20, 1.43, 1.69배로 강낭콩의 품종에 관계없이 증가하였다. 본 실험의 결과에서 강낭콩의 수분흡수속도는 입자가 큰 분홍색종이 빠른 것으로서, 콩의 크기, 광

택, 과피두께, 껍질의 칼슘과 조섬유의 함량, 껍질의 정도, 초기수분함량 등이 복합적으로 영향을 주는 것으로 생각한다.

수분흡수 속도의 온도 의존성

강낭콩의 수분흡수속도와 침지온도와의 관계는 Fig. 3과 같이 침지온도 10~40°C 사이에 직선적인 관계를 보였다. 강낭콩(적색종)의 침지온도에 따라, 이²¹⁾는 4~10°C와 10~30°C, 전²²⁾은 10~30°C와 30~50°C 사이에 각각 두개의 직선이 존재한다고 하였으나, 본 실험에서는 10~40°C 사이에 하나의 직선을 보여 차이를 나타내었다. 아레니우스 방정식을 사용하여 계산한 침

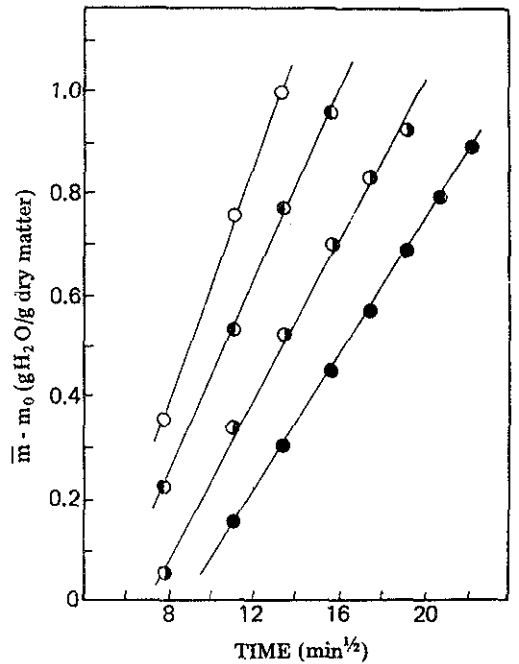


Fig. 2. Relationship between the moisture gain and the square root of the absorption time for pink kidney bean. ●●●: 10°C ●●●: 20°C ●●●: 30°C; ○●○: 40°C

Table 3. Average value of water uptake rate constant of kidney bean at various soaking temperatures

Soaking temperature (°C)	Water uptake rate constant (g H ₂ O/min ^{1/2})		
	Pink	Red	White
10	0.0674	0.0600	0.0562
20	0.0819	0.0721	0.0674
30	0.0958	0.0876	0.0802
40	0.1139	0.1006	0.0951

지온도 10~40°C에서의 수분흡수시 활성화에너지 값은 분홍색종이 3079kcal/mole, 적색종이 3033kcal/mole, 백색종이 3087kcal/mole로서 적색종이 가장 작은 값을 보였다.

부피증가 속도

강낭콩 분홍색종 (Pink)의 부피증가량과 침지시간의 평균근과의 관계는 Fig. 4와 같이 모두 직선적인 관계를 보였고, 적색종 (Red)과 백색종 (White)도 같은 양상을 보였다. 침지 중 부피증가는 수분의 확산정도에 의하여 크게 영향을 받고, 그 경향은 수분흡수속도 (Fig. 3)와 같음을 알 수 있다. Fig. 4의 각 직선의 기울기로 부터 구한 부피증가속도상수 (kv)는 Table 4와 같다. 침지온도가 10°C에서 40°C까지 10°C씩 높아짐에 따라 부피증가속도는 분홍색종은 1.21, 1.44, 1.71배로, 적색종은 1.19, 1.44, 1.69배로, 백색종은 1.23, 1.45, 1.71배로 증가하였고, 품종별로는 분홍색종 > 적색종 > 백색종의 순으로 수분흡수속도 (Table 3)와 같은 경향이였다.

부피증가 속도의 온도 의존성

부피증가속도와 침지온도와의 관계는 Fig. 5와 같고 침지온도 10와 40°C사이에 직선의 기울기를 보였다. 아래니우스방정식을 사용하여 침지온도 10~40°C에서 부피증가의 활성화에너지는 분홍색종이 3108kcal/mole, 적색종이 3079kcal/mole, 백색종이 3161kcal/mole로서 적색종이 약간 낮은 값을 보였다.

수화도와 부피증가도의 온도 의존성

강낭콩의 침지 중 무게증가와 부피증가 (Fig. 1)로 부터 수분 함량이 각각 30, 40, 50%에 도달하는 시간을 구한 결과, 침지온도와의 관계는 Fig. 6과 같이 하나의

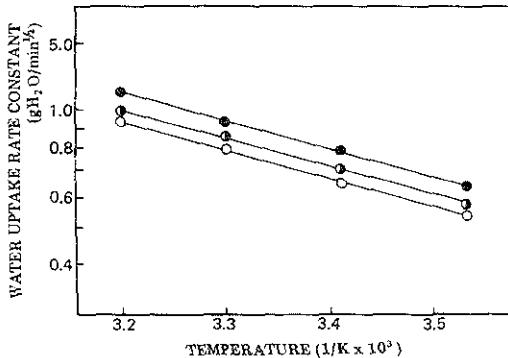


Fig. 3. Arrhenius plot of water uptake rate constants of kidney bean.
●—● : pink ●—● : red ○—○ : white

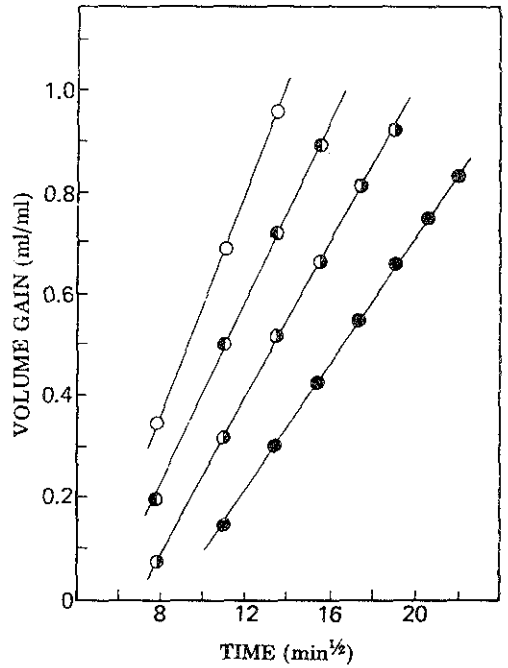


Fig. 4. Relationship between the volume gain and the square root of the absorption time for pink kidney bean.
●—● : 10°C ●—● : 20°C ●—● : 30°C ;
○—○ : 40°C

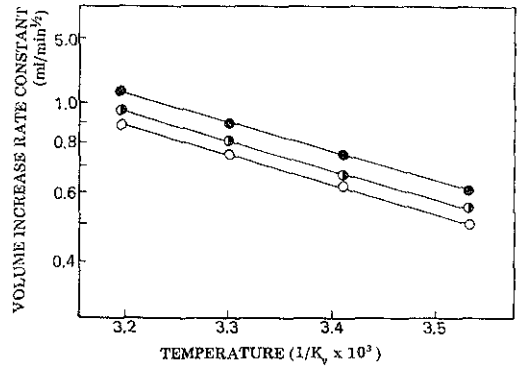


Fig. 5. Arrhenius plot of volume increase constants of kidney bean.
●—● : pink ●—● : red ○—○ : white

Table 4. Average value of volume increase rate constant of kidney bean at various soaking temperatures

Soaking temperature (°C)	Volume increase rate constant (ml/min ^{1/2})		
	Pink	Red	White
10	0.0633	0.0574	0.0524
20	0.0764	0.0684	0.0642
30	0.0904	0.0824	0.0762
40	0.1075	0.0970	0.0898

직선을 보였고, 식 (3)을 이용하여 구한 z값은 Table 5와 같다. 강낭콩의 수화도 50%에서 무게의 z값은 분홍색종이 56.6°C, 적색종이 49.2°C, 백색종이 50.0°C이었고, 부피의 z값은 분홍색종이 61.2°C, 적색종이 49.2°C, 백색종이 48.4°C이었다. 분홍색종은 부피 변화로부터 계산한 z값이 무게의 변화로부터 계산한 z 값 보다 높아, 강낭콩을 침지하는 과정 중 일정한 수화도에 도달 하였을 때 무게 변화가 부피 변화 보다 온도의존성이

큼을 알 수 있다. 그러나 적색종과 백색종은 무게 변화로부터 계산한 z값과 무게 변화로부터 계산한 z값이 수화도에 관계없이 비슷하였다. 이러한 경향은 검정콩의 침지시 수화도의 온도의존성에 대하여 김²⁸⁾과 김 등²⁹⁾이 보고한 결과와 일치하였다.

요 약

강낭콩(껍질포함)의 일반성분은 단백질이 20.80~23.64%, 지방이 1.25~1.84%, 회분이 3.93~4.06%, 열량이 3.75~3.80kcal/g으로 콩껍질의 유무에 따라서는 성분 함량의 차이를 보였으나, 품종간에 큰 차이가 없었으나 단백질은 Red(껍질제거)가, 지방은 Pink(껍질포함)가, 회분은 White(껍질포함)가, 열량은 White(껍질제거)가 가장 많았다. 강낭콩의 형태적 특성으로 개체당의 무게는 0.41~0.55g, 두께는 5.7~6.7mm, 길이는 13.4~16.4mm, 폭은 7.2~8.1mm이었고, 분홍색종은 크고 긴 타원형이었으나, 적색종과 백색종은 분홍색 보다 작은 구형으로 비슷한 형태였다. 침지온도(10~40°C)에 따른 강낭콩의 수분흡수 속도와 부피증가 속도는 각각 분홍색종>적색종>백색종의 순으로 빨랐고, 수화시 활성

Table 5. z-Value of kidney bean calculated from weight and volume changes to reach different degrees of hydration during soaking at 10~40°C

Kidney bean	Degree of hydration (% H ₂ O)	z-Value(°C)	
		Weight	Volume
Pink	30	56.6	60.0
	40	56.6	60.0
	50	56.6	61.2
Red	30	50.0	50.9
	40	50.0	50.0
	50	49.2	49.2
White	30	50.9	49.2
	40	50.9	49.2
	50	50.0	48.4

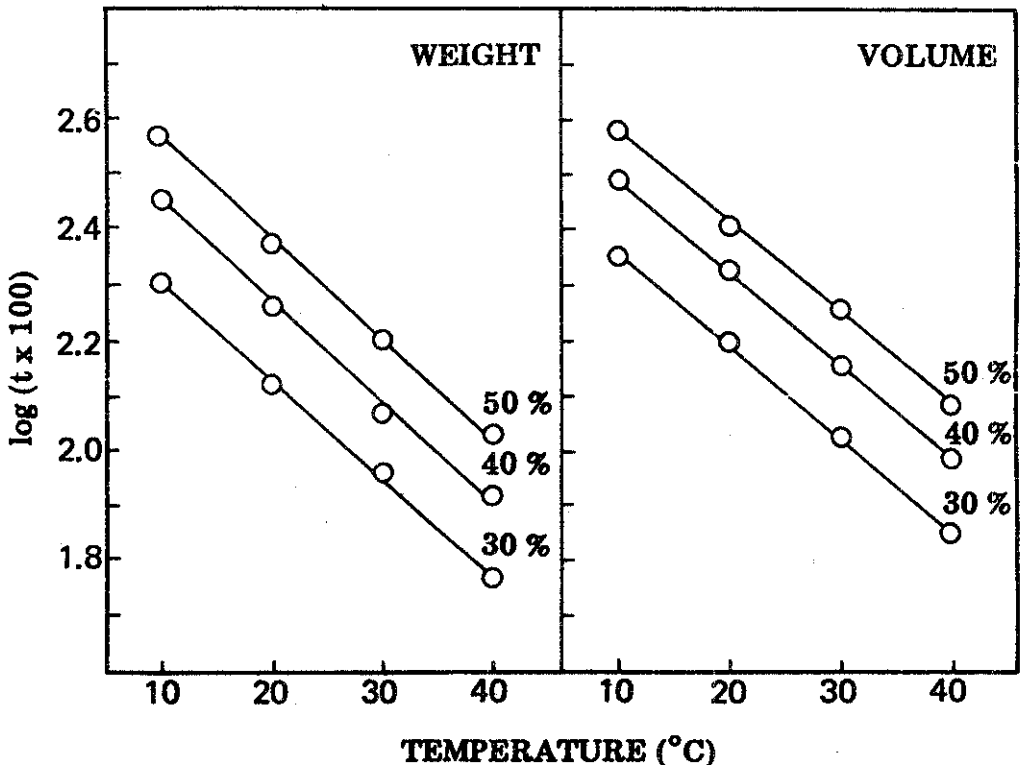


Fig. 6. Time to reach the different degrees of hydration as a function of temperature for pink kidney bean.

화 에너지값은 수분흡수 속도가 3033~3087kcal/ mole, 부피증가 속도가 3079~3161kcal/mole이었다. 일정한 수화도에 도달하는 무게 변화와 부피 변화의 z-값은 품종별로는 차이가 있었으나, 30, 40, 50%의 수화도간에는 차이가 없었다.

문 헌

1. 동아출판사 : 동아원색 세계대백과사전. p.480(1981)
2. Cobby, L. S. and Steel, W. M. : An introduction to the botany of tropical crops. Longman, p.71 (1976)
3. 이성지 : 재물보. 연대미상
4. 박광문 : 제주지방 재래종 강낭콩 품종에 관한 연구. 제주대학교논문집, 23, 13(1986)
5. 권오달 : 종실용 강낭콩의 조단백질 함량과 몇가지 특성비교 연구. 삼육대학논문집, 23, 163(1991)
6. Smith, A. K., Nash, A. M. and Wilson, L. I. : Water absorption of soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 38, 120(1961)
7. Hsu, K. H., Kim, C. J. and Wilson, L. A. : Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. *Cereal Chem.*, 60, 208(1983)
8. Arechavaleta-Medina, F. and Synder, H. E. : Water imbibition by normal and hard soy-beans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 976(1981)
9. Leopold, A. C. : Temperature effects on soybean imbibition and leakage. *Plant Physiol.*, 65, 1096(1980)
10. Hsu, K. H., Kim, C. J. and Wilson, L. A. : Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. *Cereal Chem.*, 60, 208(1983)
11. Crank, J. : The mathematics of diffusion. 2nd ed., Oxford University Press, London (1975)
12. Quast, D. G. and da Silva, S. D. : Temperature dependence of hydration rate and effect of hydration on the cooking rate of dry legumes. *J. Food Sci.*, 42, 1299(1961)
13. A.O.A.C. : *Official Methods of Analysis*. Association of official analytical chemists. 14th ed., Washington, D. C.(1984)
14. Becker, H. A. : On the absorption of liquid water by the wheat kernel. *Cereal Chem.*, 37, 309(1960)
15. 조은경, 변유량, 김성곤, 유주현 : 쌀의 수화 및 취반 특성에 관한 속도론적 연구. 한국식품과학회지, 12, 285(1980)
16. 박선희, 조은자, 김성곤 : 일반계(천마벼)와 다수계(가야벼) 쌀의 조리특성. 한국영양식량학회지, 16, 69(1987)
17. Bressani, R., Elias, L. G. and Navarrete, D. A. : Nutritive value of central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice bean and cowpeas of Guatemala. *J. Food Sci.*, 26, 525(1961)
18. 농촌영양개선연구원 : 식품성분표(제4개정판). 농촌진흥청(1991)
19. 권용주, 엄태봉, 송근섭, 김충기, 이태규, 양희천 : 강낭콩(*Phaseolus vulgaris*, L.)의 지방질 성분. 한국식품과학회지, 19, 528(1987)
20. Barampama, Z. and Simard, R. E. : Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) grown in Burundi. *Food Chem.*, 47, 159(1993)
21. 이성례 : 우리나라 강낭콩의 수분흡수 및 조리특성. 성신여자대학교 석사학위논문(1989)
22. 전현경 : 침지용액이 강낭콩의 조리특성에 미치는 영향. 성신여자대학교 석사학위논문(1990)
23. 조은자 : 강낭콩의 저장에 따른 이화학적 성질 및 조리특성 변화. 한국조리과학회지, 7, 15(1991)
24. 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)
25. Paredes-Lopez, O., Montes-Ribera, R., Gonzalez-Castaneda, J. and Arroyo-Figueroa, M. G. : Comparison of selected food characteristics of three cultivars of bean *Phaseolus vulgaris*. *J. Food Technol.*, 21, 487(1986)
26. Deshpande, S. S. and Cheryan, M. : Microstructure and water uptake of Phaseolus and winged beans. *J. Food Sci.*, 51, 1218(1986)
27. Stanley, D. W., Michaels, T. E., Plhak, L. C. and Caldwell, K. B. : Storage-induced hardening in 20 common bean cultivars. *J. Food Quality*, 13, 233(1990)
28. 김동희 : 콩품종에 따른 이화학적 특성연구. 숙명여자대학교 박사학위논문(1989)
29. 김종근, 김우정, 김성곤 : 우리나라 재래종 콩의 수분흡수특성. 한국식품과학회지, 20, 256(1988)

(1995년 2월 7일 접수)