

검정콩의 吸水速度에 미치는 영향인자

金友政 · 辛愛淑* · 金鐘君 · 梁且範**

세종대학 식품과학과 · *서울대학교 보건대학원
**한양대학교 식품영양학과

Factors Affecting Hydration Rate of Black Soybeans

Woo-Jung Kim, Ea-Sook Shin*, Chong-Kun Kim and Cha-Bum Yang**

Department of Food Science, King Sejong University, Seoul

*School of Public Health, Seoul National University, Seoul

**Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul

Abstract

Dried black soybeans were soaked in water at the temperature range of 4°C-100°C and in the solution having various concentration of salt and sugar, in order to investigate their effects on water absorption characteristics. The hydration rate was determined by the method of weight gain during soaking. The times required to reach specified degrees of hydration were reduced logarithmically by increase of temperature, with showing a break point in their Z-values at 60°C. The temperature effect on hydrations of black soybeans was higher at the temperature below 60°C. Increase of NaCl or sucrose concentration in soaking solution reduced the hydration rate. The Z-values were changed at the concentration of 25% for sucrose and 16% for NaCl. The activation energy for hydration of 30%-50% was found to be 5.7-7.2 Kcal/mole. The higher activation energy was required to reach higher degree of hydration.

서 론

대豆는 蛋白質의 함량이 높고(약40%) 그 品質이 肉類 蛋白質과 비슷하여, 쌀 보리등 穀類를 主食으로 하는 韓國人에게 우수한 蛋白質을 공급한다는 면에서 중요한 食品資源으로 되어있다. 一般적으로 大豆는 수확 후 乾燥된 상태로 저장하였다가 浸漬 및 加熱過程을 거쳐 콩우유, 콩자반 또는 콩밥등으로 加工 또는 조리하여 섭취하게 되는데, 浸漬는 組織을 軟하게 하여 調理時間을 단축시키는 효과가 있으며,¹⁾ 加熱은 Trypsin Inhibitor와 같은 消化阻害 要因을 不活性化시키고, 組織을 軟하게 하여 嗜好性を 증진시켜 주는 효과가 있는 것으로 알려져 있다.²⁾ 그러나 浸漬는 水溶性 營養素의 損失과 함께 勞力과 時間이 많이 소비되는 不利한 면이 있어 大豆의 浸漬時間을 단축시키고자 많은 노력이 있었다.³⁻⁵⁾

Smith와 Nash⁶⁾는 浸漬中 大豆에의 水分浸透는 겉질의 硬度和 初期水分含量에 좌우된다고 하였고, Dawson 등⁷⁾은 NaHCO₃ 溶液에 大豆를 浸漬시키면, 겉질의 軟화와 함께 浸漬時間이 단축되었다고 하였다. 반면, Hsu 등⁸⁾은 NaHCO₃의 濃度の 영향은 0.5% 까지 증류수와는 별 차이가 없었으나 1% 이상에서는 吸水速度가 오

히려 감소함을 밝히었고, 浸漬水의 溫度 상승은 吸水速度를 크게 한다고 보고하였다. Brown과 Worley⁹⁾는 溫度의 증가가 吸水速度를 指數函數의으로 증가시킨다고 하였으며, Leopold¹⁰⁾는 초기의 水分含量의 增加를 Arrhenius Plot로, Hsu¹¹⁾는 水分의 擴散係數 (diffusion coefficient)를 溫度와의 관계로 설명하였다. 그 외의 영향인자에 관하여는 大豆의 크기, 밀도, 단백질의 함량은 별 영향이 없으나 pectin은 吸水速度를 낮춘다고 하며,¹²⁾ pH도 영향을 준다고 하였으나¹³⁾ 뚜렷한 관계는 밝히지 못하였다. 한편, 浸漬中 大豆의 水分含量의 변화는 처음 2시간 동안 가장 빠르게 증가하였고, 固形分 溶出은 溫度가 높을수록 증가한다고 하였다.¹⁴⁾ Kim 등¹⁵⁾은 pH를 달리하여 大豆를 浸漬시킬때 pH4.5~6.5 범위에서 糖類의 溶出이 가장 많았다고 하였다. 그러나 콩자반 조리와 같이 大豆를 소금과 糖이 있는 溶液에서 調理할때 이들의 濃度가 吸水速度에 미치는 영향에 관하여 研究報告된 바는 거의 없다.

그러므로, 本 研究은 우리나라 固有의 食品인 콩자반의 原料가 되며 밥밀콩으로서도 사용되는 검정콩을 浸漬 또는 조리하는 동안 溫度에 따른 吸水速度의 변화와 소금 및 설탕의 濃度가 이에 미치는 영향에 관하여 調査함을 目的으로 하였다.

재료 및 방법

試料

本實驗에 使用한 검정콩은 1983년에 수확한 在來種으로 市場에서 구입하여 表皮가 均열되지 않았고, 크기와 색이 均일한 것을 선별하여 使用하였으며, 糖(Sucrose)은 純度 99%의 정백당, 소금(NaCl)은 純度 99%인 정계염을 구입하여 使用하였다.

吸水速度的 측정

吸水速度的 測定을 위하여 試料 10g을 4℃와 100℃ 범위의 溫度에서 증류수에 12시간 浸漬시키는 동안 每 시간 꺼내어 여과지로 表面水를 除去하고 무게와 부피를 測定하였다. 이들의 增加率은 浸漬時間別로 測定한 값과 침지전의 무게 또는 부피와의 差異로 하여 부피의 증가율(%)과 試料 1g당 水分含量(%)을 計算하였으며 4 반복 시험을 하여 平均값을 구하였다.

糖과 소금濃度の 영향조사는 0~80%의 糖(Sucrose) 溶液과 0~35%의 鹽(NaCl) 溶液에 一定量의 大豆를 넣고 냉각관을 부착시킨 다음 80℃와 100℃에서 8시간 동안 浸漬시키는 동안 무게와 부피의 變化를 측정하여 吸水速도를 계산하였다.

결과 및 고찰

浸漬溫度的 영향

本實驗에 使用된 검정콩의 一般성분은 수분이 12.3%, 단백질 37.3%, 지방질 19.5%, 탄수화물 37.9%, 그리고 회분이 5.3%로서 浸漬中 시간에 따른 大豆의 水分含量 增加는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 4℃에서는 本實驗의 12시간동안 무게와 부피의 平衡狀態에 도

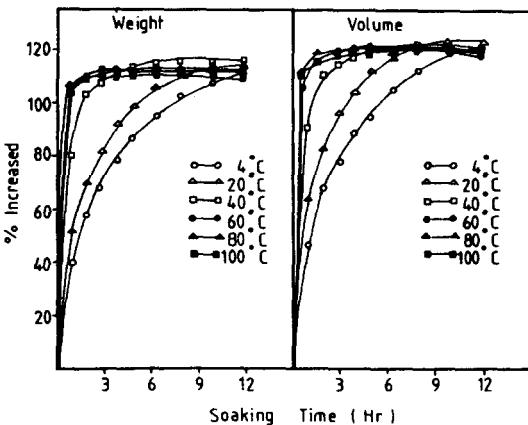


Fig.1. Changes in weight and volume of black soybeans during soaking at various temperatures

달하지 않았으나 20℃에서는 12시간, 40℃에서는 10시간, 60℃와 80℃에서는 3~4시간, 그리고 100℃에서는 2시간내에 平衡에 도달하여 溫度가 증가하면서 흡수속도의 증가와 함께 平衡에 도달하는 시간은 급격히 감소함을 알 수 있었다. 또한 平衡에 도달한 후의 무게는 浸漬溫度가 40℃부터 100℃로 상승되면서 다소 감소하는 경향을 보여 주었다. 이는 浸漬中 水溶性 物質의 損失에 기인한 것으로 생각되며 平衡후의 부피에도 높은 온도에서 약간의 감소 경향이 있어, Quast와 da Silva⁽¹¹⁾가 발표한 침지중 무게의 감소 현상은 可溶性 物質의 損失量보다 더 크기 때문이며 높은 온도에서 이러한 현상이 더욱 현저하다고 한 보고와 부합된다고 하겠다.

그러므로, 平衡에 도달하기 전의 불완전한 흡수상태 때의 무게의 증가량을 수분의 침투에 의한 것만이라고 가정하여 이를 大豆의 총수분함량(%)으로 계산하면 침지로 인한 一定水分含量에 도달하는 時間과 溫度와의 관계를 밝힌 것은 Fig. 2와 같다. 침지시간에 log값을 취하여 무게나 부피의 溫度에의 증가에 따른 기울기는 일반적으로 60℃를 中心으로 기울기의 變化가 있어 60℃ 이상에서 기울기가 완만해졌다. 이는 60℃ 이하에서의 吸水速도는 그 이상에서 보다 더 민감하게 浸漬溫度에 영향을 받음을 의미한다 하겠다. 이러한 관계를 Quast와 da Silva⁽¹⁶⁾가 提示한 관계식: $Z = (T_1 - T_2) / \log(t_2/t_1) \dots (1)$ 식, 여기서 t_1 = 침지온도 T_1 에서 일정수분함량에 도달하는 침지시간, t_2 = 침지온도 T_2 에서 일정수분함량에 도달하는 침지시간일때, Z값을 계산한 결과 調理에 適當하다고 생각되는 水分含量 40%에 도달⁽¹⁶⁾하는 Z값은 60℃까지는 61.4℃, 60℃ 이상에서 100℃까지는 227.3℃이었다. 그 결과 0℃에서 60℃로 침지온도를 증가시키면 40%의 수분함량에 도달하는 시간이 약 1/10로 감소됨을 알 수 있었다. 그러나, 도달하고자 하는 수분함량별 Z값 간에는 변화의 어떤 경향을 보이지 않아 이들의 관계는 밝히지 못하였다. 본 실험

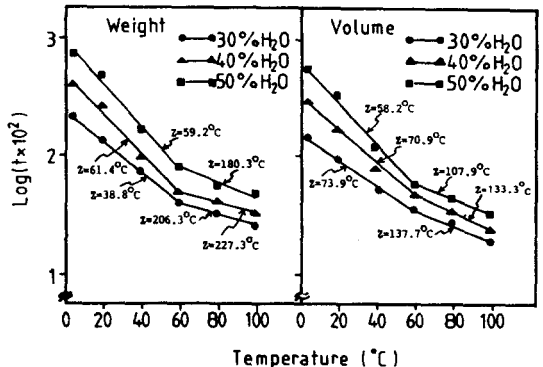


Fig. 2. Time to reach different degrees of hydration as a function of temperature for black soybeans

의 결과는 흡수速度와 温度의 증가는 흡수速度를 대수 함수적으로 증가시킨다는 Brown과 Worley¹¹⁾의 보고와는 일치하지 않았으나, 5~40°C의 범위에서 black bean으로 실험을 하였을때 직선관계를 얻을 수 없었다는 Quast와 da Silva¹⁶⁾의 보고와는 비슷한 결과였다.

침지온도 4~60°C 범위에서의 흡수速度를 Arrhenius의 활성화에너지 관계식 : $\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A \dots$ (2)식, 여기서 K=initial rate of hydration이고 E_a = 활성화에너지, R=기체상수 일때, 수분함량 30%, 40%와 50%에 도달하는 시간(分)으로 나누어 계산하였다.

Fig. 3은 흡수速度의 對數값과 절대온도의 역수값과의 관계로 이들 기울기로 부터 30% 수분함량에 도달하는 활성화 에너지는 5734.3cal/mole 이었으며 40%와 50%의 수분함량은 각각 6709.0cal/mole 7235.7 cal/mole로 도달하고자 하는 수분함량이 증가하면서 활성화 에너지로 증가함을 보여주었다.

침지액의 糖과 塩濃度の 영향

콩자반을 조리할때의 높은 온도를 고려하여 大豆를 80°C와 100°C에서 浸漬시킬때, 糖의 濃度가 흡수速度에 미치는 영향은 Fig. 4와 같다. 설탕의 농도를 0%에서 80%까지 증가시 흡수速度는 현저히 감소됨을 알수 있었다. 80°C의 경우 0~16%의 糖濃度에서의 평형 中량

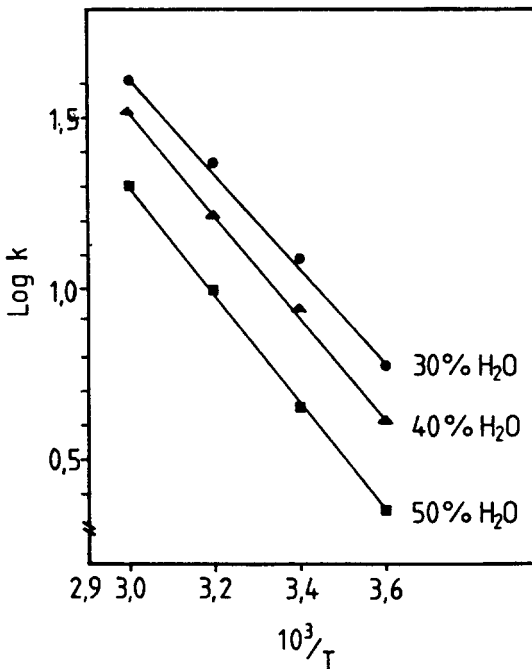


Fig. 3. Arrhenius plots of the hydration rate of black soybean during soaking in water

에는 큰 차이가 없었으나 그 이상에서는 현저히 감소하는 경향을 보여 주었다. 이는 浸漬中 水溶性 物質이 溶出되는 量과 검정콩에 糖과 수분의 浸透量과의 관계에 의한 것으로 믿어진다. 비교적 낮은 농도에서는 糖의 침투가 평형시의 흡수量에 큰 영향을 주지 않았으나 높은 糖의 농도에서는 침투된 糖의 量이 증가했음에도 중량이 낮았음은 糖에 의하여 수분활성도가 감소되어 검정콩에 확산되어 들어가는 浸漬液의 有效水分含量이 급격히 저하되었음을 의미한다 하겠다. 부피의 변화에서도 무게의 경우와 같이 浸漬溫度에 따라 부피의 增加速度가 크게 변화하였으며 부피의 平衡狀態에 도달하는 시간과 增加率도 무게의 경우와 거의 비슷하였다.

한편, 흡수速度에 소금 濃度の 영향(Fig. 5)은 설탕 첨가의 경우와 같이 소금 농도의 증가에 따라 흡수速度가 감소됨을 알 수 있으며 平衡에 도달하는 時間이 현저히 증가되어 8% 소금용액에서는 물에서 보다 약 4 배 시간이 소요되었다. 또한 평형에 도달한 무게도 감소하는 경향을 보여주어 검정콩에 침투하는 유효 수

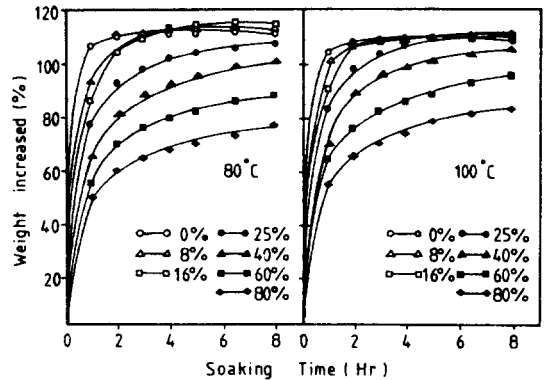


Fig. 4. Weight increased during soaking of black soybeans in various sucrose concentrations at 80°C and 100°C

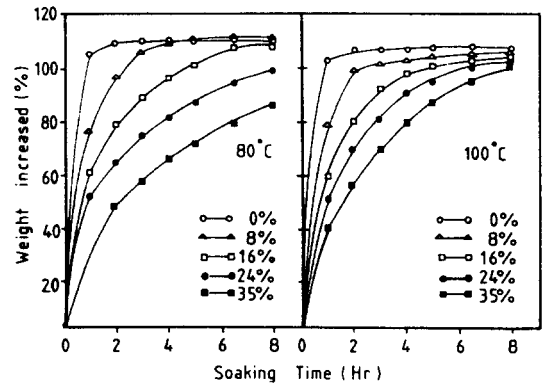


Fig. 5. Weight increased during soaking of black soybeans in various salt concentrations at 80°C and 100°C

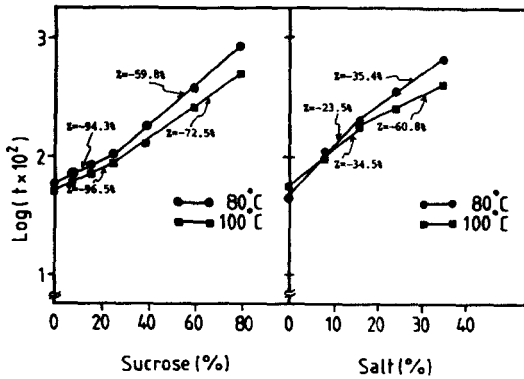


Fig. 6. Time to reach 40% hydration as a function of sucrose and salt concentration for black soybeans at 80°C and 100°C

분 함량이 감소됨을 알 수 있었다.

大豆를 糖 또는 塩溶液에 浸漬할때 증가된 重量이 40%에 도달하는 時間과 농도와의 관계는 式 (1)에서 온도 (T)를 농도(C)의 개념으로 대입한 $Z = (C_1 - C_2) / \log(t_2/t_1)$ 에 도입하여 C가 침지액의 당 또는 염의 농도 일때 Z값을 계산한 것은 Fig. 6과 같다. 糖의 경우 濃度가 增加하면서 logt 값은 25%를 분기점으로 直線의인 관계가 있어 40%의 무게증가량에 도달하는 시간에 대한 糖농도의 영향은 25% 이하와 이상에서 80°C의 경우 Z값은 각각 -94.3%와 -59.8%이었으며 100°C에서는 약간 더큰 Z값을 보였다. 그리하여 100°C에서는 80°C에서 보다 糖과 수분의 吸水로 인한 무게의 증가율은 糖의 濃度에 비교적 적게 영향받음을 알 수 있었다.

소금 농도의 영향은 16%를 분기점으로 吸水速度에 끼치는 영향이 變하여 80°C인 경우 16%까지는 Z값이 -23.5%, 그 이상에서는 -35.4%였으며 浸漬液에의 鹽의 첨가량도 100°C보다 80°C에서 농도에 더욱 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

요 약

콩자반과 밥밀콩으로 사용되는 검정콩을 浸漬시킬때 溫度, 소금 및 설탕濃度가 吸水速度에 미치는 영향이 대하여 調査하였다. 그 결과 浸漬溫度의 상승은 吸水速度를 증가시켜 平均 수분 함량에 도달하는 時間을 短縮시켰으며 一定水分含量에 도달하는데 필요한 시간과 온도와의 관계를 $Z = (t_1 - t_2) / \log(T_2/T_1)$ 로 표시할때, 60°C를 中心으로 Z값이 變하여 60°C 이하에서의 온도 영

향미 그 이상에서 보다 크게 작용함을 알 수 있었다. 浸漬液의 糖과 소금의 증가는 吸水速度를 감소시킬 뿐만 아니라 平衡후의 무게도 약간 감소시키는 경향을 보였다. Z값을 농도의 변화로 표시할때 糖은 25%에서, 소금은 16%에서 Z값의 전환점을 보여 주었다. 또한 浸漬時 30%, 40% 및 50%의 수분함량에 도달하는 活性化 에너지는 각각 5734.3cal/mole, 6709.0cal/mole, 7235.7cal/mole로 도달하는 수분함량이 증가하면서 活性化 에너지로 증가함을 보였다.

문 헌

1. 허필숙 : 調理科學, 修學社, 121(1982)
2. 김길환 : 콩, 두부와 콩나물의 과학, 한국 과학 기술원, 41(1982)
3. Burr, H.K., Kon, S. and Morris, H.J.: *J. Food Sci. Tech.*, 22 336 (1968)
4. Molina, M.R., Baten, M.A., Gomez-Brenes, R.A., King, K.W. and Bressani, R.: *J. Food Sci.*, 41, 661 (1976)
5. Kon, S.: *J. Food Sci.*, 44, 1329 (1979)
6. Smith, A.K. and Nash, A.M.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 38, 120 (1961)
7. Dawson, E.H., Lamb, J.C., Toepfer, E.W. and Warren, H.W.: *Technical Bull.* 1051, U.S. Dept., of Agr. Washington D.C. (1952)
8. Hsu, K.H., Kim, C.J. and Wilson, L.A.: *Cereal Chem.*, 60 208 (1983)
9. Brown, A.J. and Worley, F.P.: *Proc. Roy. Soc. London Ser. B.*, 85, 546 (1912)
10. Leopold, A.C.: *Plant Physiol.*, 65, 1096 (1980)
11. Hsu, K.H.: *J. Food Sci.*, 48, 1364 (1983)
12. Hamad, N. and Powers, J.J.: *J. Food Tech.*, 19, 216 (1965)
13. Powers, J.J., Pratt, D.E. and Joiner, J.E.: *Food Tech.*, 15, 41 (1961)
14. Wang, H.L., Swain, E.W., Hesseltine, C.W. and Health, H.D.: *J. Food Sci.*, 44, 1510 (1979)
15. Kim, W.J., Smit, C.J.B. and Nakayama, T.O.M.: *Lebensm.-Wiss. U. Tech.*, 6(6), 201 (1973)
16. Quast, D.G. and da Silva, S.D.: *J. Food Sci.*, 42, 1299 (1977)

(1984년 1 월 10 일 접수)