

콩 품종에 따른 발아속도와 익힘속도의 비교

김동희 · 최희숙 · 김우정*

숙명여자대학교 식품영양학과, *세종대학교 식품과학과

Comparison Study of Germination and Cooking Rate of Several Soybean Varieties

Dong-Hee Kim, Hee-Sook Choi and Woo-Jung Kim*

Department of Food Science and Nutrition, Sook Myung Women's University, Seoul

*Department of Food Science, King Sejong University, Seoul

Abstract

Seven varieties of soybeans (Paldal, Danyeob, Jangbaek, Baegun, Jangyeobkong and 2 cultivars of Local 1 and Local 2) were investigated to compare the germination properties and cooking rate. The growth rate of soybean sprout roots was slower for larger size of soybeans. A 100% of germination was obtained for Danyeobkong and Paldalkong. Local 1 and Local 2 were lowest, 47% and 31%, respectively in germination ratio. The hardness of cooked soybeans measured by the maximum cutting force of cotyledon showed that Local 2 was softer and Danyeobkong was harder than other varieties.

Key words: soybean, germination rate, root growth rate, cooking properties, hardness, cooking rate.

서 론

우리나라에서는 오랫동안 콩을 쌀밥에 섞어 콩밥으로 섭취하거나 콩나물로 발아시켜 조리하여 왔다. 콩밥의 경우에는 콩의 익힘속도가 중요한 물리적 성질이며 콩나물의 경우는 발아속도가 중요한 물리적 품질이다. 콩의 발아에 관한 연구는 많이 이루어져 왔는데 이들 연구는 주로 영양성분의 변화에 대한 것이었다(1-3). 최근 콩나물 성장과정 중 발아가 단백질의 추출율(3,4)과 풍미에 미치는 영향에 관하여 보고된 바 있으며(5) 발아율과 뿌리의 성장속도에 대하여는 몇몇 보고가 있으나(6,7) 연구가 미흡한 상태이다.

익힘특성에 관한 연구로는 Quast와 da Silva(8)가 익힘시 익힘온도 영향을 Z값으로 표시한 바 있으며, Jackson 등(9)은 침지에 의한 흡수 정도가 익힘속도에 미치는 영향을 조사한 바 있다. 신 등(10)은 콩을 익힐 때 조리액에 설탕이나 소금을 첨가하면 익힘비율이 현저히 감소한다고 하였고 김 등(11)은 106~121°C의 온도범위에서 콩을 익히면서 익힘속도의 특성을 비교한

바 있다. 또한 콩을 침지시킬 때 Sodium bicarbonate를 첨가하여 수화시키면 익힘시간이 현저히 감소된다는 보고가 있다(12,13). 콩을 물에 불린 후 익힘시간의 단축과 함께 익은 콩의 조직이 더욱 유연해지고(14), 조직의 연화속도는 조리시간과 1차 함수식의 관계가 있다고 하였다(8,15).

본 실험에서는 콩나물과 취반용 콩의 품종개량에 도움이 되고자 우리나라에서 생산되는 장려품종 5품종과 재래종 2품종에 대하여 발아와 익힘의 물리적 특성을 조사하여 비교함을 연구 목적으로 하였다.

재료 및 방법

재료

1987년도에 농촌진흥청의 시험포장에서 생산한 장려품종 중 팔달, 단엽, 장백, 백운, 장엽콩과 재래종 중 검정콩(Local 1), 갈색 아주까리콩(Local 2) 등 7품종을 농촌진흥청 전작1과에서 제공받아 수확 후 약 1개월 경과된 콩은 4°C에 보관하면서 이를 시료로 사용하였다.

발아속도와 발아율

Corresponding author: Woo-Jung Kim, Department of Food Science, King Sejong University, Kunja-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-747

콩입자의 형태, 색 및 크기가 이상한 것은 제거하고 건전한 콩을 1분에 40회 물을 뿌려주는 콩나물 자동재배기(유일 정밀회사 제품)에 약 350~400개의 콩을 넣고 25±1°C의 항온기에서 128시간 발아시켰다. 발아과정 중 콩나물의 뿌리길이, 중간부위의 두께, 잔뿌리 갯수를 시간별(24, 48, 72, 80, 96, 104, 120, 128 시간)로 측정하였으며, 뿌리길이, 두께의 측정은 caliper를 사용하였다. 발아율은 전체 콩 갯수에 대한 발아콩의 백분율로 하였고 발아속도는 발아 1일에서 4일까지 자란 뿌리길이를 발아일수 3일로 나누어 계산하였다.

익힘속도 측정

콩을 실온에서 충분한 증류수에 16시간 침지시킨 후, 100°C의 끓는 물 2.5l에 콩 105개를 넣고 160분간 가열하는 동안, 가열시간별로 일정량의 콩을 취하여 즉시 흐르는 수도물에 1분간 냉각시킨 다음, 껍질을 제거하고 반쪽으로 나누어 견고성을 측정하였다. 견고성 측정은 Rheometer(model R-UDJ-DM, I & T Co., Japan)를 사용하였으며, No.10의 probe가 콩시료를 완전히 절단하는데 요하는 힘(cutting force)을 견고성으로 하였다. 기기의 측정조건은 기록지 속도 120 mm/분, 반환핀 속도 35.09 mm/분, 힘은 200 또는 400g의 full scale 이었다. 각 시료의 측정은 20~30회 행하여 평균치로 나타내었으며, 콩 1g을 절단하는데 요하는 힘으로 환산하여 표시하였다⁽¹⁶⁾.

결과 및 고찰

발아특성과 발아율의 비교

콩을 콩나물 재배기에 넣고 약 5일간 발아시키면서 뿌리길이, 두께, 잔뿌리 갯수를 측정한 결과는 Fig. 1-3과 같다. 뿌리의 성장곡선(Fig.1)은 단엽, 팔달, 장백, 백운콩은 비슷한 경향의 빠른 성장을, Local 1과 Local 2는 낮은 뿌리의 성장속도를 보여 전보 앞에 발표한 Table 1⁽¹⁷⁾의 개체당 콩 무게를 참고할 때 콩의 무게가 무거울 수록 콩나물 뿌리의 성장속도가 느림을 알 수 있었다. 발아속도는 Table 1과 같다. 가장 빠른 성장속도를 가진 품종은 단엽콩으로서 1일에 6.0cm

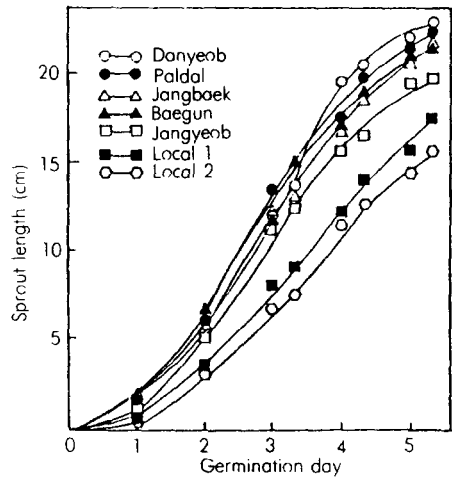


Fig. 1. Changes in root length of soybean sprouts during germination at 25°C

의 성장률을 보였고, 그 다음은 팔달, 백운, 장백, 장엽, 검정콩의 순이었으며 갈색 아주까리콩(Local 2)은 3.6cm로 가장 낮았다. 발아율(Table 1)은 팔달콩과 단엽콩이 100%로 모두 발아함을 보였고 장백, 백운, 장엽콩은 83~88%로 비교적 높은 발아율을 가졌으나 Local 1이나 Local 2는 50% 이하로 콩나물로서는 가장 적합치 않았다. 그러므로 콩나물 재배를 위하여는 단엽콩이 가장 좋고 다음이 팔달콩임이 밝혀졌다.

한편, 콩나물의 두께(Fig.2)는 발아 3일까지는 급격

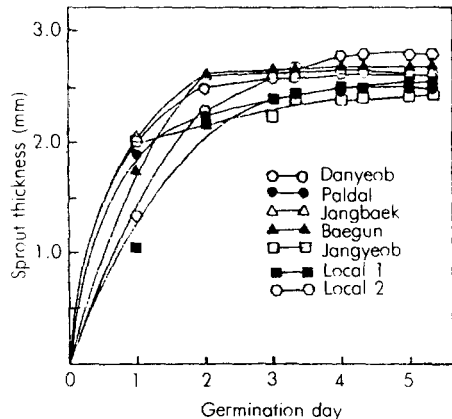


Fig. 2. Changes in root thickness of soybean sprouts during germination at 25°C

Table 1. Percent of germinated soybeans and rate of root growth for seven varieties of soybean

	Paldal	Danyeob	Jangbaek	Baegun	Jangyenb	Local 1	Local 2
% Germination	100	100	88	84	83	47	31
Root growth rate (cm/day)	5.3	6.0	4.9	5.1	4.8	3.8	3.6

한 증가를 보이다가 발아 4일째부터는 증가가 지극히 완만해짐을 알 수 있었다. 발아 4일째의 품종간의 차이는 최저치인 장엽콩의 2.39mm에서 최고치인 Local 2의 2.78mm의 범위를 보여 큰 차이는 없었다. 김(6)도 10품종의 콩나물의 두께를 비교한 결과, 최고, 최소 차이가 0.19mm로 품종간에 큰 차이가 없었다고 보고한 바 있다.

잔뿌리는 콩나물이 성장하면서 그 수가 늘어나게 되는데 잔뿌리 수의 증가는 Fig.3에서와 같으며 전반적으로 발아 2일 또는 3일부터 생기기 시작하였다. 잔뿌리의 수는 일반적으로 뿌리의 성장속도가 느린 장엽콩 Local 1, Local 2는 잔뿌리가 적었으며, 팔달, 단엽콩 등 성장속도가 빠른 콩에서는 잔뿌리가 많이 발생하여, 발아속도, 콩나물의 두께 등 콩나물 성장특성에 품종간에 많은 차이가 있음을 알 수 있었다. 콩나물의 성장속도에 관한 연구로는 이 등(7)이 식물생장조절제(3-indole acetic acid와 benzyl adenine)를 사용하여 콩나물을 재배하였을 때 식물생장조절제의 처리구가 비처리구보다 두께가 40% 증가되었고 잔뿌리는 발생을 억제하였다고 보고한 바 있다.

익힘속도 비교

끓는 물에서 수화시킨 콩을 익히는 동안 익힘 정도를 의미하는 콩 조직의 견고성 변화는 Fig.4와 같다. 전반적인 견고성의 변화는 가열 초기에 급격히 감소하였다가 완만해지는 경향이었으며 가열시간이 경과되면서도 평형에 도달하지 않고 약간씩 계속 감소하였다. 품종별로 비교하면 단엽콩이 절단력이 가장 높은 것을 알 수 있었으며, 콩입자의 크기가 클 수록 절단력은 감소하여 Local 2가 가장 낮은 값을 보였다. 콩을 가열하

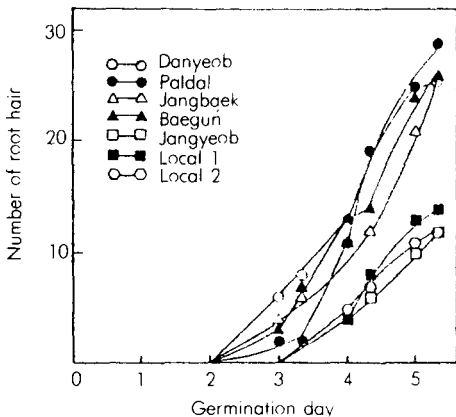


Fig. 3. Changes in number of root hair of soybean sprouts during germination at 25°C

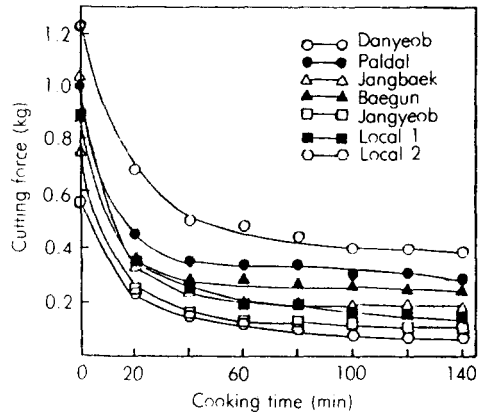


Fig. 4. Changes in cutting force of soybeans as affected by cooking time

는 동안 일정 시간 후의 익힘 정도(α , degree of cooking)는

$$\alpha = \frac{C_0 - C_t}{C_0 - L_L} \times 100 \quad (1)$$

의 식에 의하여 계산하였다(18,19). 여기서 C_0 는 침차 후 익힘 전의 절단력, C_t 는 t 시간 가열 후의 절단력, L_L 은 완전히 익었을 때의 절단력이다. 콩이 완전히 익었을 때의 상태를 절단력의 변화가 거의 없는 때로하고, 이에 도달하는 시간은 장엽이 80분, 단엽은 100분이었으며 그 외의 품종들은 60분이어서 장엽과 단엽이 완전히 익는 상태에 도달하는 시간이 가장 느렸다. 그러나 익은 후의 견고성은 갈색 아주까리콩과 장엽콩이 가장 낮아 조직이 가장 연하였으며 그 다음은 검정, 장백, 배운, 팔달, 단엽으로 익은 상태에서 단엽콩이 가장 단단하였다. 품종별 익힘 정도의 변화차이는 Fig.5와 같이 단엽콩과 Local 2가 가열 초기에 가장 느린 익힘속

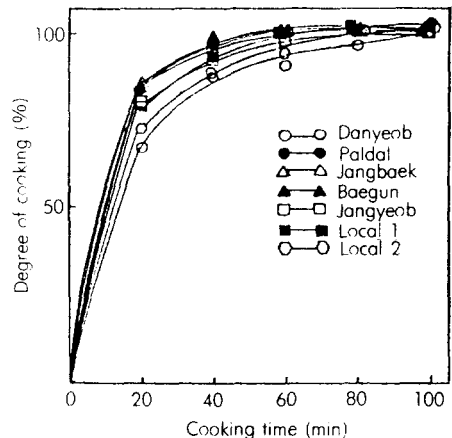


Fig. 5. Changes in degree of cooking as affected by cooking time

도를 보여주었으며, 장백, 백운콩은 빠르게 그리고 나머지 품종은 중간으로서 시료간에 큰 차이가 없었다. 또한 모든 품종은 가열 100분 후에는 모두 완전히 익은 것을 알 수 있었다.

콩의 조리과정 중 절단력의 변화로부터 식 (1)을 사용하여 장엽콩의 익지 않은 부분 $1-\alpha$ 를 계산하고 가열 시간과의 관계를 반대수 좌표에 표시한 결과 2개의 직선관계가 있었다(Fig.6). 이러한 직선관계는 시료품종 모두 20분에서 변곡점을 보여주어, 익힘속도를 다음 식(2)에 의하여 계산하였다.

$$\ln(1-\alpha) = -Kt \quad (2)$$

여기서 t는 가열시간, K는 익힘속도상수(1/min)로서 Fig.6의 기울기로부터 구할 수 있으며 그 결과는 Table 2와 같다. 조리 1단계에서의 익힘속도상수의 값은 단엽콩이 가장 낮아 Fig.5에서와 같이 단엽콩이 익는 속도가 가장 느린 것을 알 수 있었으나, 장백, 백운, 팔달, 장엽콩은 비교적 높은 값으로 비슷한 값을

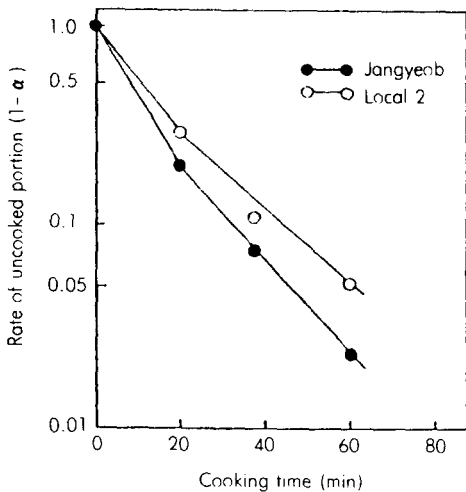


Fig. 6. The rate of uncooked portion of soybeans as a function of cooking temperature.

Table 2. Cooking rate constant of soybeans

Soybean variety	Cooking rate constant (min ⁻¹)	
	1st stage	2nd stage
Paldal	0.041	0.007
Danyeob	0.033	0.005
Jangbaek	0.043	0.005
Baegun	0.042	0.007
Jangyeob	0.041	0.004
Local 1	0.039	0.008
Local 2	0.036	0.006

나타냈고, Local 1, Local 2는 비교적 낮은 값을 보여 Fig.4에서의 경향과는 약간의 차이가 있었다. 조리 2 단계에서는 조리 1단계와는 다소 차이를 보여 Local 1, Local 2의 익힘속도상수의 값이 높은 경향으로 대체로 Fig.4의 경향과 비슷하였다. 본 실험의 결과, 콩입자의 크기(17)가 작고 입자의 무게가 적은 것이 익는 속도가 느리고 콩입자의 크기가 큰 것이 익는 속도가 빠른 경향을 보였다.

요 약

우리나라에서 생산되는 장려품종 중 팔달, 단엽, 장백, 백운, 장엽콩과 재래종 중 검정콩, 갈색 아주까리콩 등 7품종을 대상으로 발아 특성과 가열 중 익힘속도를 비교하였다. 콩나물 뿌리의 성장속도에서는 콩입자가 무거울 수록 성장속도가 느린 경향을 보여 단엽콩이 성장속도가 가장 빨랐으며, 발아율은 단엽콩, 팔달콩이 100% 발아함을 알 수 있었다. 따라서, 콩나물 재배에는 단엽콩이 가장 좋고, 검정콩, 갈색 아주까리콩은 적당치 않은 것으로 판명되었다. 수확시킨 콩을 100°C에서 조리하면서 조리시간별로 시료의 절단력을 측정된 결과, 품종 중 콩입자의 크기가 큰 갈색 아주까리콩이 가장 낮았으며 입자의 크기가 작은 단엽콩이 가장 높아, 일반적으로 콩입자의 크기가 작고 무게가 적을 수록 절단력이 높은 경향을 보였다. 또한, 대체로 단엽콩과 같이 콩입자가 작은 품종보다 입자가 큰 갈색 아주까리콩, 검정콩 등이 익힘속도보다 다소 빠른 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 신효선 : Studies on the lipid metabolism of soybean during its germination., 한국농화학회지, 17, 240 (1974)
2. 양차범, 김재욱 : Changes in nitrogen compounds in soybean sprout during culture., 한국농화학회지, 23, 7(1980)
3. 김우정, 김나미, 성현순 : 발아에 의한 콩우유의 phytic acid와 가용성 무기물의 함량변화, 한국식품과학회지, 16(3), 358(1984)
4. 김우정, 오훈일, 오명원, 변시명 : 대두발아가 대두유의 품질 및 아미노산 조성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 15(1), 12(1983)
5. 김우정, 윤석권, 이춘영 : 대두발아에 의한 콩우유의 과

- 당과 관능적 품질의 변화, 한국식품과학회지, 18(5), 382(1986)
6. 김길환 : 두채의 생육특성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 13(3), 247(1981)
 7. 이상효, 정동효 : 식물성장조절제가 콩나물의 성장 및 성분 에 미치는 영향에 관한 연구, 한국농화학회지, 25(2), 75(1982)
 8. Quast, D.G. and da Silva, S.D. : Temperature dependence of the cooking rate of dry legumes., *J. Food Sci.*, 42, 370(1977)
 9. Jackson, G.M. and Barriano-Marston, E. : Hard-cook phenomenon in beans : Effects of accelerated storage on water absorption and cooking time.. *J Food Sci.*, 46, 799(1981)
 10. 신애숙, 김종근, 정문식, 김우정 : 겉정콩의 조리 및 흡수성질, 한국농화학회지, 28(2), 51(1985)
 11. 김성곤, 김종근 : 우리나라 콩의 조리성질, 한국식품과학회지, 20(5), 699(1988)
 12. 이영춘, 신동부, 신동화 : 두류의 Quick cooking 방법 개발과 이것이 제품품질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 15(3), 307(1983)
 13. 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)
 14. Wang, H.L., Swain, E.W., Hesseltine, C.W. and Heath, H.D. : Hydration of whole soybeans affects solids losses and cooking quality., *J. of Food Sci.*, 44, 1510(1979)
 15. Sefa-Dedeh, S. and Stanley, D.W. : Textural implications of the microstructure of legumes., *Food Technol.*, 30(10), 77(1979)
 16. 김성곤, 김종근 : Cooking properties of some Korean soybeans. 한국식품과학회지, 20, 699(1988).
 17. 김동희, 김석동, 김우정 : 콩 품종에 따른 고형분, 단백질, 색소의 추출특성의 비교, 한국농화학회지, 게재예정 (1990)
 18. Suzuki, K., Kubota, K., Omichi, M. and Hosaka, H. : Kinetic studies on cooking of rice., *J. Food Sci.*, 41, 1180(1976)
 19. 조은경, 변유량, 김성곤, 유주현 : Kinetic studies on hydration and cooking of rice. 한국식품과학회지, 12, 285(1980)
 20. 김종근 우리나라 콩의 영양성분 및 조리특성. 단국대학교 박사학위논문(1986).
-
- (1989년 11월 22일 접수)