

쌀의 침지조건이 취반후 조직감에 미치는 영향

김 명 환

단국대학교 식품공학과

Effect of Soaking Conditions on Texture of Cooked Rice

Kim, Myung Hwan

Department of Food Engineering, Dankook University

Abstract

The effects of soaking conditions (time and temperature) of rice on the water absorption behaviors and the consequent textural properties after cooking were investigated. Water absorption during soaking was completed in 30 min at 23°C, while the hydration continued up to 60 min at 4°C. The hardness (H) of the cooked rice decreased, while the stickiness (S) and S/H ratio increased with increased soaking time. Soaking at 23°C gave higher values of S and S/H of cooked rice than soaking at 4°C. Soaking for 10~40 min at 4°C or for 10~20 min at 23°C resulted the value of S/H between 0.15 and 0.20, which had been found as acceptable textural parameters of the cooked rice.

Key words: rice, cooked rice, water absorption, texture properties

서 론

쌀의 침지는 취반전의 공정으로서 취반후 밥의 경도(hardness)를 감소시키고 끈기(stickiness)를 증가시키기 위하여 일반적으로 실온에서 30~60분간 행한다. 쌀의 침지시 수분흡수 속도는 품종⁽¹⁾, 저장시간⁽²⁾, 침지온도 및 시간⁽³⁾, 쌀알의 길이와 폭의 비 등⁽⁴⁾과 관계가 있고, 단백질 함량 및 아밀로오스 함량⁽⁵⁾ 등과는 상관관계가 없다고 하였다.

취반후 밥의 조직감에 대한 연구를 살펴보면 일반계와 다수계 밥의 조직감은 차이가 없다고 보고한 홍 등⁽⁶⁾의 연구, 쌀의 가용성 아밀로오스 함량은 취반후 밥의 경도와는 부의 상관, 부착성과는 정의 상관을 보인다고 하는 노 등⁽⁶⁾의 연구가 있다. 취반방법에서는 압력솥이 전기솥보다 경도와 점착성이 증가된다는 김 등⁽⁷⁾의 연구와 밥의 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길어질수록 경도는 감소하고 부착성은 증가한다는 황 등⁽⁸⁾의 연구가 있다.

본 연구에서는 쌀의 침지온도 및 시간에 따른 수분흡수 양상을 조사하고 쌀의 침지조건에 따른 취반후의 밥의 조직감 변화에 대한 검토를 연구목적으로 하였다.

재료 및 방법

재료

1991년 수확한 경기도 이천 쌀(*Oryza sativa* L.), 아

끼바레를 구입하여 이물질과 쇠미(broken rice)를 제거한 후 각 쌀알들의 수분함량을 같게하기 위하여 실온에서 48시간전 cheesecloth 위에 방치한 후 평균수분함량 12.4%(dry basis)인 쌀을 시료로 사용하였다.

수분 흡수량 측정

쌀(8±0.015g)을 30 ml 비이커에 담고 물 10 ml를 넣은 후 4°C 및 23°C에서 10~60분간 침지시킨 다음, 일정시간 별로 꺼내어 여과지로 표면수를 제거하고 무게를 측정하였다. 침지후 쌀의 수분함량은 진공건조기를 이용하여 100°C에서 5시간 건조시켜 수분함량을 측정하였으며⁽⁹⁾, 4회 반복 실험한 평균값을 구하였다.

수분 흡수 모델

수분 흡수양상은 다음의 Peleg 실험방정식에⁽¹⁰⁾ 따라 직선화 시켰다.

$$t/[M_t - M_\infty] = K_1 + K_2 t \quad (1)$$

이때, M_t 는 t시간 후의 수분함량(% dry basis), M_∞ 는 초기수분함량(% dry basis), K_1 및 K_2 는 실험상수로써 K_1 의 단위는 hr/수분함량(% dry basis), K_2 의 단위는 1/수분함량(% dry basis)이다.

취반

30 ml 비이커에 쌀 8g(±0.015)을 물 10 ml에 넣고 알루미늄 호일로 뚜껑을 한후 일정한 온도(4°C와 23°C) 및 시간(0~60 min)별로 침지시킨 다음 미리 가열된 직경 30 cm, 높이 25 cm의 쪄통속에서 수증기를 이용하

Corresponding author: Myung-Hwan Kim, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan, Chung-Nam 330-714, Korea

여 20분간 취반시킨 후 가열을 중단시키고 10분간 뜸을 들였다⁽¹¹⁾.

조직감 측정

취반된 밥의 조직감 측정은 Okabe⁽¹¹⁾의 방법에 준하여 행하였다. 즉 두알의 밥알을 Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Ltd)에 올려놓은 후 경도(hardness, H)와 끈기(stickiness, S)를 측정하였고 이로부터 S/H를 구하였다. 측정중 시료의 온도변화를 최소화하기 위하여 Mossman 등⁽¹²⁾의 방법대로 실온(21°C)에서 비이커를 거꾸로 세워 60분간 방치시킨 후 비이커의 중앙부분의 밥을 발채하였다. 시료별 측정회수는 9회이었다. Rheometer의 조작조건은 최대힘을 10 Kg로 하고, table speed는 30 mm/min, chart speed는 60 mm/min, clearance는 0.3 mm, probe의 직경은 20 mm이었다.

결과 및 고찰

수분 흡수 양상

온도별 침지시간에 따른 아끼바레의 수분흡수 양상은 Fig. 1과 같다. 쌀의 수분흡수 측정시 10 ml의 가수량을 이용한 것은 본 실험의 취반조건과 동일한 조건으로 하기 위한 것이었다. 4°C와 23°C의 수분흡수 곡선은 이 등⁽¹¹⁾의 아끼바레와 물의 비(1/50 : w/v)의 수화곡선과 거의 차이가 없다는 결과를 나타내었다. 침지온도가 높을수록 수화속도가 증가함을 알 수 있다. 23°C의 침지온도에서는 초기 30분 동안 수화가 빠르게 이루어진 후 그 이후에는 거의 변화가 없는 반면, 4°C의 침지온도에서는 그 후에도 계속적으로 수화가 이루어지는 현상을 볼 수 있었다.

아끼바레의 수분흡수 양상을 Peleg의 실험방정식 (1)을 이용하여 작도한 결과 직선으로 나타났으며(Fig. 2), 직선회귀식은 4°C의 경우 $t/(M_t - M_e) = 0.0098 + 0.0351t$, 23°C의 경우 $t/(M_t - M_e) = 0.0019 + 0.0394t$ 이었다. 실험상수 K_1 인 절편값은 침지온도의 증가에 따라 감소현상을 나타내는 반면, 실험상수 K_2 인 기울기값은 침지온도의 변화에 관계없이 거의 비슷한 값을 나타낸다⁽¹³⁾. 이때 상관계수는 4°C와 23°C에서 각각 0.9888과 0.9995의 높은 값을 보임으로써 Peleg의 실험방정식이 쌀의 수분흡수 양상을 예측하는데 알맞은 식임을 알 수 있다.

침지조건에 따른 쌀밥의 조직감 변화

밥의 조직감에서 경도(H)와 끈기 대 경도의 비(S/H)는 중요한 인자로서 작용한다⁽¹⁴⁾. 쌀의 침지온도 및 시간에 따른 취반 후 밥의 조직감 변화를 Fig. 3과 같다.

침지온도가 4°C인 경우 침지시간이 길어짐에 따라 쌀밥의 경도는 감소하고 끈기(S)와 끈기 대 경도의 비는 증가하는 현상을 나타내었다. 침지시간이 짧은 대조구(control)와 10분간 침지시킨 후 취반한 밥을 비교하면 경도에는 거의 차이를 나타내지 않으나 끈기와 끈기 대 경도의 비는 증가현상이 뚜렷함을 나타내었다. 또한,

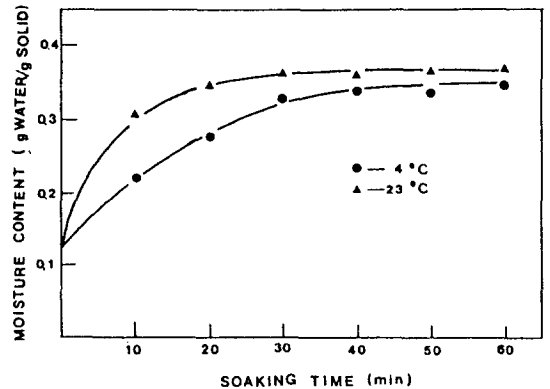


Fig. 1. Water absorption curves during hydration of rice at 4°C and 23°C

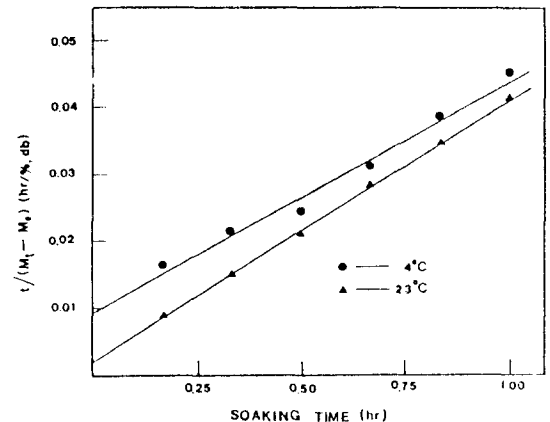


Fig. 2. Linearizations of water absorption curves using Peleg's equation

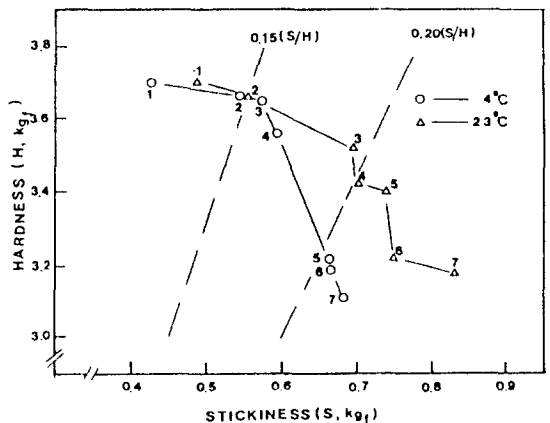


Fig. 3. Influence of soaking time and temperature on texture of cooked rice

From one to seven points represent 0 to 60 min of soaking time at intervals of 10 minutes, respectively

Table 1. Linear regression equation for textural properties of cooked rice vs. moisture contents of soaked rice

Soaking temperature	Textural property	Regression equation ¹⁾	Correlation coefficient
4°C	Hardness(H)	$H = -0.0236M_t + 4.1045$	-0.7523
	Stickiness(S)	$S = 0.0105M_t + 0.2955$	0.9557
	Stickiness/Hardness(S/H)	$S/H = 0.0042M_t + 0.0563$	0.8973
23°C	Hardness(H)	$H = -0.0163M_t + 3.9664$	-0.6977
	Stickiness(S)	$S = 0.0114M_t + 0.3174$	0.8411
	Stickiness/Hardness(S/H)	$S/H = 0.0041M_t + 0.0692$	0.7950

¹⁾Independent variable M_t was moisture contents of soaked rice(%; dry basis) prior to cooking and dependent variables (H, S and S/H) were textural properties (Kg; in H and S, and unitless in S/H) of cooked rice

침지시간이 30분과 40분 사이에서 경도의 감소와 끈기 및 끈기 대 경도의 비가 크게 증가하였다.

침지온도 23°C 인 경우에도 4°C 와 같은 현상으로서 침지시간이 길어짐에 따라서 밥의 경도가 감소되고 끈기와 끈기 대 경도의 비가 증가하였으며, 침지시간이 10분과 20분 사이에서 경도의 감소와 끈기 및 끈기 대 경도의 비 증가현상이 뚜렷하였다. 침지공정에서 침지시간이 30분 지난 후에는 쌀의 수분흡수 현상은 거의 이루어지지 않았으나(Fig. 1), 취반후 밥의 조직감 측면에서는 경도의 감소현상과 끈기 및 끈기 대 경도의 비의 증가현상이 나타났다.

침지온도에 따른 밥의 조직감 변화를 볼때 4°C 와 23°C 에서 온도에서는 커다란 차이점을 나타내지 않은 반면 같은 침지시간을 비교하여 볼때 23°C 에서 침지시킬 경우 4°C 보다 끈기와 끈기 대 경도의 비가 커짐을 알 수 있다.

본 실험에서 적당한 조직감을 갖는 끈기 대 경도의 비가 0.15~2.0¹²⁾ 사이에 들어가는 침지조건은 4°C 에서 10~40분 구간이며 23°C 에서 10~20분 구간이었다.

침지후 쌀의 수분함량에 따른 밥의 조직감 변화

침지후 쌀의 수분함량(%; dry basis) 증가에 따라 경도는 감소하였고, 끈기 및 끈기 대 경도의 비는 증가하였다(Table 1). 4°C 에서의 침지는 23°C 보다 침지후 쌀의 수분함량에 따른 경도의 변화가 컸으며, 끈기 대 경도의 비 변화는 비슷하였으며, 끈기에 대한 변화는 작았다. 직선식의 상관계수를 비교하여 보르면 23°C 에서보다 4°C 침지가 온도, 끈기, 끈기 대 경도의 비 모두다 높은 값을 나타내었다. 이는 4°C 의 침지시간 구간에서는 수분흡수 양상이 지속적으로 증가현상을 나타낸 반면 23°C 에서서는 초기 30분 이후에는 수분흡수 양상이 거의 없었고, 밥의 조직감 특성(경도, 끈기, 끈기 대 경도의 비)은 30분 이후에도 계속적인 변화를 보인대 기인되었다고 사료된다.

요 약

쌀(아끼바레)의 침지온도 및 시간에 따른 수분흡수

양상을 조사하고, 침지조건에 따른 취반후 밥의 조직감 변화를 비교 검토하였다. 침지온도별 쌀의 수분흡수 양상은 23°C 의 침지온도에서는 초기 30분안에 수화가 빠르게 이루어진 후 그 후에는 거의 변화가 없는 반면, 4°C 에서는 그 후에도 계속적으로 수화가 이루어지는 현상을 볼 수가 있었다. 밥의 조직감 변화를 침지온도에 관계없이 침지시간이 길어짐에 따라서 취반후 밥의 경도(H)는 감소된 반면 끈기(S)와 끈기 대 경도의 비(S/H)가 증가하였다. 23°C 에서 침지시킬 경우 4°C 보다 침지시간에 따른 끈기와 끈기 대 경도의 비가 커졌다. 본 실험조건에서는 적당한 조직감을 갖는 끈기 대 경도의 비가 0.15~0.2 사이에 들어가는 침지시간은 4°C 에서 10~40분 구간이며, 23°C 에서 10~20분 구간이었다.

문 헌

1. 김광중, 변유량, 조은경, 이상규, 김성근: 아끼바레와 밀양23호 현미의 수화속도. 한국식품과학회지, 16, 297 (1980)
2. Jones, P.M.B. and Boulter, D.: The cause of reduced cooking rate in *Phaseolus vulgaris* following adverse storage conditions. *J. Food Sci.*, 48, 623(1983)
3. 조은경, 변유량, 김성근, 유주현: 쌀의 수화 및 취반특성에 관한 속도론적 연구. 한국식품과학회지, 12, 285 (1980)
4. 김성근, 한기영, 박홍현, 채제천, 이정행: 백미의 수분흡수속도. 한국농화학학회지, 28, 62(1985)
5. 홍영희, 안홍석, 이승교, 전승규: 일반계 및 다수계쌀의 성질 및 밥의 텍스처 측정. 한국식품과학회지, 20, 59 (1988)
6. 노은숙, 안승효: 밥의 텍스처와 쌀의 아밀로오스의 분사량 분포에 관한 연구. 한국식품과학회지, 21, 486 (1989)
7. 김혜영, 김광옥: 압력솥 및 전기솥 취반미의 관능적 특성. 한국식품과학회지, 18, 319(1986)
8. 황진선, 김중근, 변명우, 장학길, 김우정: 쌀품종에 따른 쌀밥의 물리적 및 관능적 특성 연구, 쌀밥의 저장미 텍스처에 미치는 영향. 한국농화학회지, 30, 118(1987)
9. A.O.A.C.: *Official Method of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p.788(1990)

10. Peleg, M.: An empirical model for description of moisture sorption curves. *J. Food Sci.*, **53**, 1216(1988)
 11. Mossman, A.P., Fellers, D.A. and Suzuki, H.: Rice stickiness. I. Determination of rice stickiness with an Instron tester. *Cereal Chem.*, **60**, 286(1983)
 12. Okabe, M.: Texture measurement of cooked rice and its relationship to eating quality. *J. Texture Studies*, **10**, 131(1979)
 13. Sopade, P.A. and Obekpa, J.A.: Modelling water absorption in soybean, cowpea and peanut at three temperatures using Peleg's equation. *J. Food Sci.*, **55**, 1084 (1990)
-

(1992년 3월 13일 접수)