

밥의 압출시험에 의한 취반가수량 결정에 관한 연구

민봉기 · 홍성희 · 신명곤 · 정 진*

한국식품개발연구원 쌀이용연구센터, *서울대학교 농화학과

Study on the Determination of the Amount of Added Water for Rice Cooking by Extrusion Test of Cooked Rice

Bong Kee Min, Sung Hie Hong, Myung Gon Shin and Jin Jung*

Rice Utilization Center, Korea Food Research Institute

*Dept. of Agricultural Chemistry, Seoul National University

Abstract

The amount of added water for rice cooking was determined by extrusion test and sensory evaluation of cooked rice. The extrusion force was positively correlated with hardness and negatively correlated with moisture content and wetness of cooked rice. The extrusion force and moisture content of cooked rice were 57.9 kg and 62.3% respectively at the 'medium' wetness (neither too hard and dry nor too soft and watery) of cooked rice. The optimum water to rice ratio for the cooked rice having 'medium' wetness was 1.46.

Key words: cooked rice, extrusion test, water to rice ratio, sensory evaluation

서 론

밥의 식미평가는 일반적으로 쌀시료에 대해 동일한 가수율을 적용해서 취반을 한 후 이루어져 왔는데, 실제 취반시 필요한 가수량은 쌀의 물리, 화학적 성질 및 가열 조건, 가열 방법 등의 취반조건에 의해 달라질 수 있다⁽¹⁻⁵⁾. Juliano 등⁽⁶⁾은 쌀의 아밀로스 함량이 감소할수록 가수율이 감소한다고 하였고, 민 등⁽⁷⁾은 취반용량이 증가함에 따라 최적 가수율은 감소된다고 하였다. 밥의 식미중 특히 조직감 특성은 지어진 밥의 되고 진 정도에 따라 영향을 받기 때문에 쌀밥 고유의 식미를 비교하기 위해서는 동일한 밥상태에서의 비교, 평가가 필수적이며 이를 위한 취반 조건 확립이 이루어져야 한다. 다수가 선호하는 최적의 밥상태를 질지도 되지도 않은 보통의 밥상태라고 가정할 때 최적 취반조건은 다른 취반 조건이 일정한 상태에서 가수량을 조절하여 보통의 밥상태를 만드는 조건이라 할 수 있다. 밀가루의 제빵 적성 비교에서 Farinograph에 의해 반죽 형성에 필요한 최적 가수량을 결정할 수 있는 것과 같이⁽⁸⁾, 품종이나 쌀 상태가 다른 쌀밥의 식미특성을 비교하기 위해서는 관능 검사를 대체하여 보통의 밥상태를 만들 수 있는 가수량을 결정하는 측정방법의 개발이 필요하므로 본

연구에서는 밥의 압출시험에 의한 최적취반 가수량 결정에 관해 살펴보았다.

재료 및 방법

쌀시료

쌀시료는 1992년도에 수확된 경기도 용인산 추청벼를 현지 정미소에서 시중 유통되는 정도로 도정한 것으로, 쌀 및 밥의 수분함량은 오븐에서 105°C 가열방법에 의해, 동할율과 쇄미율은 농산물 검사기준에 의해서 측정하였다⁽⁹⁾.

밥시료의 제조

600g의 쌀을 수압세미기(PR-7J, Aiho)를 사용하여 동일조건에서 세미를 한 후, 가수율(쌀무게에 대한 물무게의 비, w/w)을 1.1~1.8배까지 0.1배 간격으로 조정해서 물을 첨가한 뒤 상온에서 1시간 침지시켰다. 침지후 전기밥솥(MHC-510, 마마전기)을 이용하여 가열과 뜸과정을 거쳐 취반을 완료하였다. 본 실험에 사용된 전기밥솥은 내솥의 바닥면과 접촉되는 thermist의 온도가 125°C 일 때 전원이 차단된 후 그때부터 15분간의 뜸들이기 과정을 거쳐 취반이 종료되도록 조절하였으며, 가열시 열판용량이 900 W를 유지하도록 digital power meter(M-2533, Yokogawa)와 가변전압조절기를 이용하여 전압을 조절하였다. 취반종료후 밥시료는 주걱으로 내솥바닥과 옆면에 붙은 밥을 제외한 가운데 부분의 밥만을 퍼서

Corresponding author: Bong Kee Min, Rice Utilization Center, Korea Food Research Institute, Baekhyun-dong san 46-1, Bundang-gu, Seungnam-si, Kyunggi-do 463-420, Korea

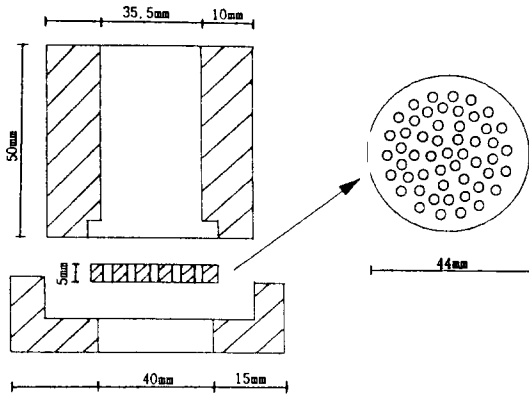


Fig. 1. A device for extrusion test of cooked rice

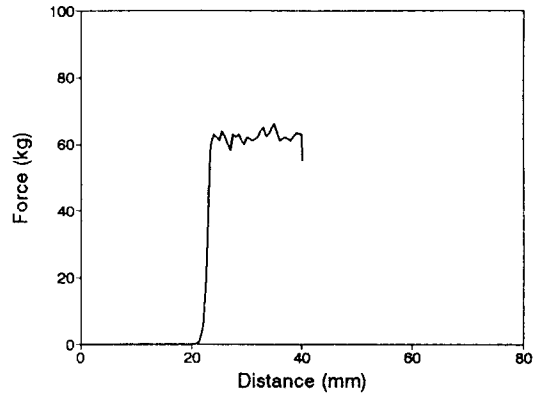


Fig. 2. Force-distance curve from extrusion test of cooked rice

다른 용기에 담은 후 대형 포크로 고루 혼합해 주면서 10분간 냉각시킨 뒤 압출시험 및 관능검사 시료로 사용하였다.

압출시험

밥시료는 수분증발과 표면건조를 방지하기 위해 밀폐가 가능한 plastic 용기에 30g씩 담아 실온하에서 보관하였으며, 취반종료후 1시간 30분 경과한 뒤 상온 (20±2℃)에서 압출시험을 하였다. 압출시험용 측정용기는 직경이 35 mm, 두께가 5 mm인 알루미늄 원판에 직경 2 mm인 구멍이 52개 뚫려 있는 die가 부착된 높이 50 mm의 원통형 용기로서 30g의 밥시료를 채워 넣은 후 Instron(M-1140, Instron)을 이용해서 압출시험을 하였다. 압출시험은 500 kg의 load cell을 사용하여, force scale 200 kg, crosshead speed 100 mm/min, chart speed 100 mm/min 및 clearance 5 mm 등의 조건하에서 실시하였으며, 밥의 압출시 얻은 힘-거리 곡선에서 최대힘값을 구하여 이를 extrusion force라 정의하였다. 압출시험후 die를 빠져나온 밥시료는 oven method에 의해 수분함량을 측정하였으며, 실험에 사용된 압출시험용기 및 압출시험시의 힘-거리곡선은 Fig. 1과 2에 나타내었다.

관능검사

관능검사용 밥시료는 약 50g 정도를 일정한 형태로 퍼서 뚜껑이 있는 흰색의 사기로 만든 밥공기에 옮겨 담아 세자리 무작위 숫자로 표시해서 제시하였다. 관능검사는 밥시료 분배후 10분 뒤에 밥온도가 상온인 상태에서 20명의 훈련된 관능검사요원에 의해 15 cm 선 척도상에 경도(hardness) 및 밥의 되고 진정도(wetness)를 평가하도록 하였으며, 숫자가 커질수록 경도 및 진정도가 증가하는 것으로 나타내었다. 이 때 시료 제시 방법은, 각각의 관능검사요원이 취반가수량이 다른 8개 시료중 4개의 시료를 무작위로 선택받아 평가해서 각 시료당 10개의 반복 data가 나오도록 설계하였다.

통계분석

압출시험 및 관능검사 결과는 SAS 통계 package를 이용해서 상관관계분석, 분산분석 및 회귀분석을 하였다⁽¹⁰⁾.

결과 및 고찰

실험에 사용된 쌀의 수분함량은 14.2%, 동할미 및 쇠미함량은 각각 1.5%와 3.5%였다.

밥의 조직감은 관능검사 및 여러 기기적 측정방법⁽¹¹⁻¹⁴⁾에 의해 평가가 이루어져 왔는데 이중 밥알을 1개 혹은 여러알 취하여 압출시험을 하는 낱알 측정방법의 경우 전기밥솥에서 취반된 밥의 부위별 수분함량차가 10% 이상 발생하기 때문에 무작위로 시료를 취해 실험을 해도 측정오차가 크게 발생할 수 있으며, 여러번 반복 측정해야 하는 단점이 있다. 또한 일정무게의 밥을 일정용기에 담은 후 Instron이나 texturometer 등을 이용해서 압출시험을 할 경우 밥의 packing상태 및 정도에 따라 압축율이 변화하여 실험오차가 크게 발생할 수 있다. Reyes 등⁽¹⁵⁾은 back extrusion test에 의해 밥의 경도측정을 시도했는데 이 방법에 의해 보다 정확한 결과를 얻었다고 보고하였다. 이러한 여러 측정방법 등을 비교해 볼 때 취반된 밥 전체를 대표하여 조직감을 정확히, 재현성있게 측정하기 위해선 밥알 단위의 측정보다는 일정무게의 밥을 이용해서 측정을 하며, 기존의 압출시험에서와 같이 밥알이 눌릴 때 나타나는 힘의 변화보다는 여러개의 밥알이 으개지면서 나타나는 힘의 변화 즉, 밥알간 및 밥알내에 상호작용하는 힘의 변화를 측정하는 것이 종합적인 밥의 조직감을 나타내 줄 수 있으리라 사료된다. 이에 일정수의 구멍이 뚫린 die를 이용한 압출시험을 밥의 조직감 측정방법으로 개발하였다.

압출시험 및 관능검사 결과들의 평균과 표준편차 그리고 시료간 차이유무를 분석한 Duncan's multiple range test 결과를 Table 1에 나타내었다. Extrusion force 및

Table 1. Duncan's multiple range test for extrusion force, moisture content, hardness and wetness of cooked rice at various water to rice ratios

	Water to rice ratio							
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
Extrusion force (kg)	107.6 ^a (4.1)	84.0 ^b (1.7)	69.4 ^c (1.6)	61.4 ^d (0.9)	55.8 ^e (0.7)	46.8 ^f (0.4)	38.0 ^g (0.0)	36.9 ^g (1.3)
Moisture content(%)	56.2 ^g (0.0)	58.4 ^f (0.1)	60.4 ^e (0.4)	61.8 ^d (0.1)	62.5 ^c (0.5)	64.7 ^b (0.0)	66.4 ^a (0.1)	67.0 ^a (0.5)
Hardness	12.8 ^a (1.2)	11.4 ^b (1.1)	10.2 ^b (1.6)	8.7 ^c (1.1)	8.2 ^c (1.7)	5.0 ^d (1.4)	3.1 ^e (1.8)	3.2 ^e (1.2)
Wetness	1.8 ^g (1.0)	3.7 ^f (1.0)	5.4 ^e (0.6)	6.6 ^d (1.6)	7.7 ^c (0.6)	9.2 ^b (0.9)	12.0 ^a (1.7)	12.1 ^a (1.4)

Data are means and standard deviations of the measurements. The means with same letter are not significantly different (p<0.05)

Table 2. Correlation coefficients between the results of extrusion test and sensory evaluation

	Moisture content	Hardness	Wetness
Extrusion force	-0.9820***	0.9278***	-0.9613***
Moisture content		-0.9792***	0.9930***
Hardness			-0.9897***

***: p<0.0001

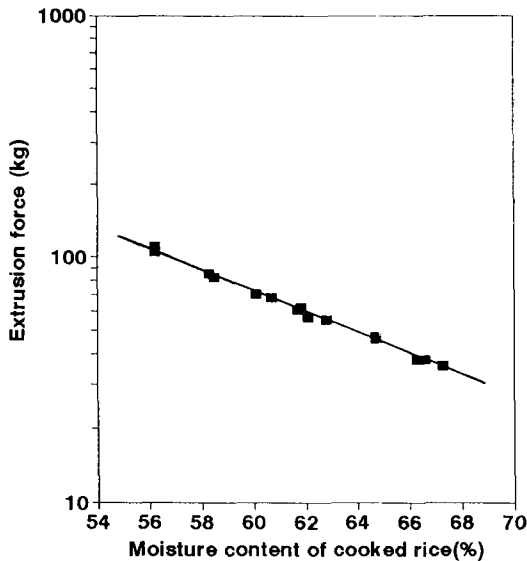


Fig. 3. The relationship between moisture content and extrusion force of cooked rice

밥의 수분함량 그리고 관능검사결과 모두 표준편차가 작게 나타나 extrusion test에 의한 밥의 물성측정이 재현성이 높은 것으로 사료되며, 관능검사요원들 모두 같은 경향으로 시료를 평가하고 있음을 보여주었다. 다중비교결과 extrusion force와 밥의 수분함량 그리고 밥의 되고 진정도는 가수율이 1.7과 1.8일 때만 시료간에 차

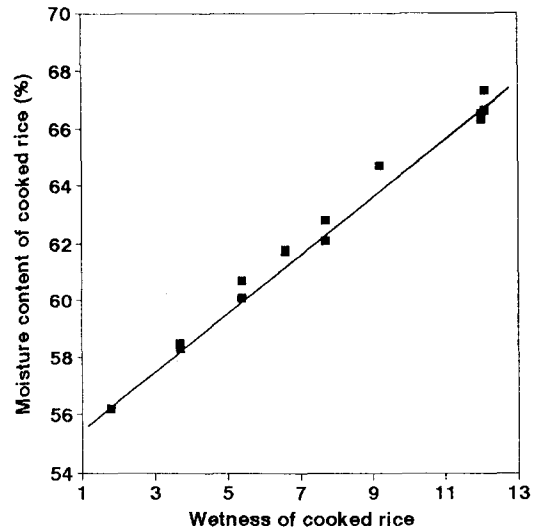


Fig. 4. The relationship between wetness and moisture content of cooked rice

이가 없었고 다른 가수율에서는 p<0.05에서 모두 시료간 차이가 있었다. 취반가수율이 증가할수록 extrusion force와 밥의 경도는 감소했으며, 밥의 수분함량과 밥의 되고 진정도는 증가하는 경향을 보여주었다.

Extrusion force와 밥의 수분함량 그리고 관능검사결과인 밥의 경도, 밥의 되고 진정도 사이의 상관관계는 Table 2에 나타내었다. Extrusion force는 밥의 수분함량 및 밥의 되고 진정도와 높은 부의 상관을 보였으며, 밥의 경도와는 정의 상관관계를 보였다.

Fig. 3은 extrusion force(Ext. F.)와 밥의 수분함량(M. C.) 사이의 회귀식을 나타내었다. 회귀분석에 의해 계산된 밥의 수분함량과 extrusion force에 자연대수를 취한 값 사이의 1차 회귀식($\ln(\text{Ext. F.})=10.2137-0.0988 \times \text{M. C.}$)은 결정계수(r^2)가 0.9958로 거의 직선관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 밥의 수분함량에 따른 조직감 변화가 extrusion test에 의해 정확히 측정될 수 있음을 보여주는 것이다.

Fig. 4는 관능검사결과와 밥의 되고 진정도와 밥의 수

문헌

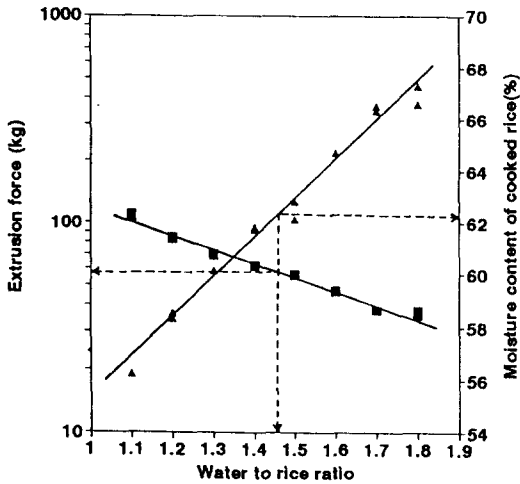


Fig. 5. The extrusion force and the moisture content of cooked rice as a function of the water to rice ratio

분함량과의 관계를 나타낸 것으로 이들 사이의 회귀식(M.C. = 54.6104 + 1.0302 × wetness)은 결정계수값이 0.9818인 정도의 직선관계를 보였다. 앞의 두 회귀식으로부터, 밥의 되고 진정도가 7.5인 질지도 되지도 않은 보통의 밥상태에서의 extrusion force값과 밥의 수분함량은 각각 57.9 kg과 62.3%이며, 이러한 밥을 짓기 위해 필요한 최적가수율은 1.46배인 것으로 나타났다(Fig. 5). 관능검사요원들이 밥상태를 평가할 때 평가기준이 되는 인자는 밥의 조직감 및 밥의 수분함량이라 사료되며, 이 두 가지 인자를 측정함으로써 밥의 되고 진정도를 정확히 묘사해 줄 수 있으리라 생각되며 이의 결과로부터 밥의 최적 가수율을 결정할 수 있었다.

요약

가수율을 변화시켜 취반한 밥의 관능검사, extrusion test, 수분함량측정 등의 실험을 통해 질지도 되지도 않은 보통의 밥상태를 만들기 위해 필요한 취반 가수율을 결정할 수 있었다. 밥의 압출력은 밥의 경도에 대한 관능 검사치와 정의 상관, 수분함량과는 부의 상관을 보였다. 관능 검사에서 질거나 되지도 않은 보통밥상태로 평가된 밥의 수분함량은 62.3%, 압출력은 59.7 kg이었으며, 이때의 가수율은 1.46배였다.

1. Juliano, B.O.: Criteria and tests for rice grain qualities. In Rice Chemistry and Technology, 2nd ed. AACC, St. Paul, p.443(1985)
2. 신명곤, 민봉기, 이영주, 홍성희: 쌀밥의 식미 향상을 위한 취반기술개발연구에 관한 연구. 한국식품개발연구원, G1045-0364(1993)
3. Kainuma, Y. and Ema, S.: The effect of ratio of water to rice on cooking. *Nippon Kasei Kakkaiishi*, 38, 567 (1987)
4. 최홍식, 김성곤, 변유량, 권태환: 도정도별 쌀의 취반에 대한 역학적 연구. 한국식품과학회지, 10, 52(1978)
5. Suzuki, K., Aki, M. Kubota, K. and Hosaka, H.: Studies on the cooking rate equations of rice. *J. Food Science*, 42, 1545(1977)
6. Juliano, B.O. and Pascual, C.G.: Quality characteristics of milled rice grown in different countries. IRRI Res. Paper Ser. 48. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines, p.25(1980)
7. 민봉기, 홍성희, 신명곤: 쌀밥의 취반시 취반용량별 최적가수율 규명에 관한 연구. 한국식품과학회지, 24, 623 (1992)
8. Shuey, W.: The Farinograph Handbook, St. Paul, AACC(1972)
9. 국립농산물연구소: 농산물 검사수첩(1985)
10. SAS Institute: SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 ed., SAS Institute Inc., Cary, NC(1988)
11. Okabe, M.: Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Texture Studies*, 10, 131(1979)
12. Ebata, M. and Hirasawa, K.: Studies on the texture of cooked rice I. *Japan J. Crop Sci.*, 51, 235(1985)
13. Juliano, B.O., Perez, C.M., Barber, S., Blankeney, A.B., Iwasaki, T., Shibuya, N., Keneaster, K.K., Chung, S.M., Laignelet, B., Launay, B., Del Mundo, A.M., Suzuki, H., Shiki, J., Tsuji, S., Tokoyama, J., Tatsumi, K. and Webb, B.D.: International cooperative comparison of instrument method for cooked rice texture. *J. Texture Studies*, 12, 17(1981)
14. Suzuki, H., Shiki, J. and Osugi, M.: Conditions for measuring hardness and stickiness of cooked rice grains by texturometer. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi*, 36, 199(1983)
15. Reyes, V.G. and Jindal, V.K.: A small simple back extrusion test for measuring texture of cooked rice. *J. Food Quality*, 13, 109(1989)

(1993년 12월 7일 접수)