

건조방법이 복원된 즉석밥의 물리적 성질에 미치는 영향

김동관 · 김명환[†] · 김병용*

단국대학교 식품공학과

*경희대학교 식품가공학과

Effects of Dehydration Methods on Physical Properties of Reconstituted Instant Rice

Dong-Kwan Kim, Myung-Hwan Kim[†] and Byung-Yong Kim*

Dept. of Food Engineering, Dankook University, Chunnam 330-714, Korea

* Dept. of Food Processing, Kyunghee University, Kyungki 449-701, Korea

Abstract

The physical properties of reconstituted instant rice produced by three different dehydration methods were evaluated. The rehydration ratios of reconstituted instant rice produced by air dehydration at 90°C (process A) had higher values than those produced by freeze dehydration (process C) during entire range of rehydration. After 4min of rehydration time at 95°C, the moisture contents of reconstituted instant rice produced by process A and C were higher values than those of control (151.47%, dry basis) which was cooked by electric cooker. Regardless of dehydration method, the sizes of reconstituted instant rice (6min, 95°C) had larger values than those of control. The values of hardness (H), stickiness (S) and S/H ratio of reconstituted instant rice (6min, 95°C) produced by high temperature (7min, 150°C) air dehydration (process B) as the first stage prior to air dehydration at 90°C were almost the same as those of control. The H of reconstituted instant rice decreased, while S and S/H ratio increased with increasing rehydration time. The higher values of whiteness (L) and lower values of yellowness (b) represented in reconstituted instant rice (6min, 95°C) than those of control.

Key words : physical properties, reconstituted instant rice, dehydration methods

서 론

건조즉석쌀밥의 제조는 일반적으로 침지, 취반, 건조의 세단계 기본공정으로 이루어지는데, 원료쌀을 수분함량이 30% 정도 되도록 침지한 후 취반하여 수분함량을 60~70%로 한다음 수분함량이 8~14%로 건조하는 방법으로 건조즉석쌀밥 자체가 다공성의 망상구조를 갖고있어 뜨거운 물을 부으면 단시간에 원래의 밥상태로 복원이 가능하다¹⁾.

건조즉석쌀밥의 품질은 원료쌀의 품종, 침지방법, 취반방법, 건조방법 등에 의하여 많은 영향을 받는데 원료쌀의 경우 인디카계통은 점착력이 낮아 밥알이 쉽

게 분리되어 한국인의 입맛에 맞는 자포니카계통 보다 가공적성이 우수하므로, 제조효율의 저하, 수율 감소 및 상품성 저하의 문제점 등이 적게 발생된다²⁾. 침지방법으로는 복원율을 향상시키기 위한 ammonium carbonate 용액에의 침지³⁾, 영양분 감소를 억제시키기 위한 sodium citrate와 calcium chloride 용액에의 침지⁴⁾, 밥알의 분리를 향상시키기 위한 phosphates 용액에의 침지⁵⁾ 등이 보고된 바 있다. 취반방법으로는 상압취반, 가압취반, 열탕침지후 가압취반 등 세가지 취반방법에 따른 건조즉석쌀밥의 품질에 미치는 영향⁶⁾을 보고하였다. 건조방법으로는 유동층건조 방법^{7,8)}, 팽화처리 방법⁹⁻¹²⁾, 동결건조 방법^{13,14)}, 냉동 후 해동하여 열풍 건조하는 방법^{15,16)}, 마지막 건조단계에서 고열처리하는 방법¹⁾ 등이 보고되었다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

본 연구에서는 자포니카계통의 쌀 아키바레를 사용하여 건조즉석쌀밥 제조과정중 세가지 다른 건조방법에 따른 복원된 즉석 밥의 물리적 성질에 미치는 영향을 대조구인 일반취반미와 함께 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재료

1992년 수확한 경기도 이천 쌀 (*Oryzae sativa* L.) 아키바레를 구입하여 이물질과 쇠미 (broken rice)를 제거한 후 실온에서 24시간전 cheesecloth 위에 방치시킨 다음 평균수분함량 16.30% (dry basis)인 쌀을 시료로 사용하였다.

침지공정

쌀 25g (± 0.011)을 100ml 비이커에 담아 물 25ml를 넣은 후, 알루미늄호일로 뚜껑을 한다음 50°C에서 60분간 침지시켰다.

취반공정

침지공정이 끝난것을 미리 가열된 직경 30cm, 높이 25cm의 찜통속에서 수증기를 이용하여 30분간 취반시킨 후 가열을 중지하고 10분간 뜸을 들었다.

분리공정

취반된 쌀밥을 4°C의 2% starch 용액에 2분간 침지시키면서 각 밥알들을 분리 시켰다.

건조공정

Process A는 분리된 쌀밥을 캐비넷건조기 (삼우과학, SW-036)를 이용하여 90°C의 열풍온도에서 건조하였다. Process B는 1차 건조로 150°C의 열풍온도에서 7분간 건조시킨 다음 2차 건조로 90°C의 열풍온도에서 계속 건조하였다. Process A와 B에서의 선반하중은 0.5g/cm²이며, 풍속은 3m/s이었다. Process C는 동결건조기 (Christ Co., Alpha 1-4, Germany)를 이용하여 -50°C로 급속동결 시킨 후 0.04millibar의 조건에서 선반하중 0.5g/cm²으로 건조시켰다.

대조구

대조구 (control)로는 쌀 200g을 실온 (17°C)에서 30분간 침지시키고 탈수한 다음 침지전 쌀의 무게의 1.2배의 물을 가하여 전기밥솥 (삼성전자, JC-1810)을 사용

하여 취반한 후 중앙부분의 밥을 발체하여 사용하였다.

수분함량 측정

진공건조기 (Yamato Co., DP-41, Japan)를 이용하여 27 in. Hg 진공도, 70°C에서 24시간 건조시켜 평균수분함량을 측정하였다.

겉보기밀도 측정

200ml 메스실린더를 이용하여 원료쌀과 건조즉석쌀밥의 무게를 부피로 나누어 측정하였으며, 5회 반복 실험한 평균값을 구하였다.

복원율 측정

Tanaka와 Yukami⁹⁾의 방법을 변형시켜 건조즉석쌀밥 5g에 95°C의 물 20ml를 첨가하여 일정시간별로 꺼내어 여과지로 표면수를 제거하고 무게를 측정하였다. 이때 복원율은 건조즉석쌀밥의 고형분 무게에 대한 복원후의 수분 무게비로 나타내었으며, 3회 반복 실험한 평균값을 구하였다.

크기 측정

대조구와 6분간 복원시킨 즉석밥을 각각 15알씩 발체하여 caliper로 길이 (length), 폭 (width), 두께 (thickness)를 측정하였다.

조직감 측정

대조구와 4분간 및 6분간 복원시킨 즉석밥에 대한 조직감 측정은 Okabe¹⁷⁾의 방법에 준하여 행하였다. 즉 두알의 밥알을 Rheometer (Sun Scientific Co., CR-200 D, Japan)에 올려놓은 후 경도 (hardness, H)와 끈기 (stickiness, S)를 측정하였고 이로부터 S/H를 구하였다. 측정중 시료의 온도변화를 최소화하기 위하여 Mossman 등¹⁸⁾의 방법으로 실온 (17°C)에서 용기를 거꾸로 세워 60분간 방치시킨 후 중앙부분의 밥을 발체하여 측정하였으며, 시료별 측정회수는 9회이었다. Rheometer의 조작조건은 최대힘을 10kg로 하고, table speed는 30mm/min, chart speed는 60mm/min, clearance는 0.3mm, probe의 직경은 20mm이었다.

표면색깔 측정

대조구와 4분간 및 6분간 복원시킨 즉석밥을 색차계 (Minolta Co., CR-200, Japan)로 측정하였으며, 이때 표준 색판으로는 white standard plate로 L=89.2, a=0.921, b=0.78인 것을 사용하였다. 5회 반복 측정

평균값을 구하였다.

결과 및 고찰

조건설정

예비실험을 통한 즉석건조쌀밥의 제조공정에서의 조건설정 이유는 다음과 같다.

침지공정에서의 원료쌀 대 가수량의 비를 1 : 1 (w/v)로한 이유는 1 : 1.2와 1 : 1.4로하는 경우에는 취반후 밥알 분리의 어려움이 생기며, 50°C에서 침지시간을 60분간 한것은 호화되지 않은 온도 조건에서의¹⁹⁾ 쌀 부피팽창을 최대화 시키기 위한 것이었다.

취반공정에서의 상압취반(전기밥솥)과 가압취반(압력밥솥)을 비교한 결과, 가압취반후 건조된 즉석쌀밥을 복원시킨 다음 조직감 측정한 결과 경도가 높게 나타나는 반면 끈기는 작게 나타났다. 또한, 뜸시간 조절(10분, 20분)은 복원후 조직감에 영향을 미치지 않았다.

분리공정을 2% starch 용액에서 한 것은 복원한 후 밥의 퍼짐성이 줄어들었고, 표면색깔면에서도 L값(whiteness)이 증가하였으며, b값(yellowness)의 감소현상이 뚜렷하였다.

수분함량과 겉보기밀도

건조후의 건조즉석쌀밥의 수분함량은 8.24~11.07% (dry basis)로 일반적인 건조즉석쌀밥의 수분함량인 8~14%¹⁾의 범위에 들어가도록 조절하였다 (Table 1). 겉보기밀도는 원료쌀의 0.9031g/cc에 비하여 훨씬 낮은 값(0.2984~0.5394g/cc)을 나타내었다. 이것은 가공공정에서 건조즉석쌀밥의 다공성 (porosity) 증가현상에 기인되었다고 사료된다. 건조방법에 따른 겉보기 밀도는 동결건조인 process C가 가장 낮은 값(0.2984 g/cc)을 나타내었으며 열풍건조인 process A와 B는 높은 값들을 나타내었다. 이는 열풍건조 과정에서 수축 현상에 의한 것이라 추측된다. 또한 표준편차가 원료

Table 1. Moisture contents and bulk densities of raw rice and dehydrated instant rice

	Moisture content (%, dry basis)	Bulk density (g/cc)
Raw rice	16.30	0.9031±0.0032*
Process A	8.24	0.4488±0.0058
Process B	10.09	0.5394±0.0071
Process C	11.07	0.2984±0.0062

* Mean±standard deviation

쌀에 비하여 건조즉석쌀밥들이 일반적으로 높게 나타난 이유는 건조과정중 불규칙한 수축작용으로 인하여 건조즉석쌀밥의 모양이 일정치 않았기 때문이다.

복원율

90°C의 열풍온도에서 건조시킨 process A가 동결건조 (process C)에 비하여 전반적으로 높은 복원율을 나타내었으며 (Fig. 1), 1차 건조로서 150°C에서 7분간 건조시키는 고온열풍건조 방법(process B)이 가장 낮은 복원율을 나타내었다. 고온열풍건조 방법이 채소류²⁰⁾나 과일류²¹⁾와는 달리 복원율향상에 영향을 미치지 못하였다. 복원율은 건조방법에 관계없이 10분간 복원시키는 동안 지속적인 증가현상을 보였다. 대조구인 일반취반미의 수분함량 151.57% (dry basis)와 비교할 때, process B를 제외하고는 4분 이내에 대조구와 같은 수준으로 복원되었다.

크기

건조방법에 관계없이 95°C에서 6분간 복원시킨 즉석밥의 크기는 대조구에 비하여 길이, 폭, 두께, 기하학적 평균 등에서 모두 크게 나타났으며 (Table 2), 건조방법에 따른 기하학적 평균값을 비교하여 보려는 process A, process C, process B 순으로 작아졌다. 앞에서 언급한 겉보기밀도에서는 동결건조 (process C)가 건조과정중 수축현상이 거의 일어나지 않아 가장 낮았으나, 복원과정에서 90°C 열풍건조(process A)의 건조즉

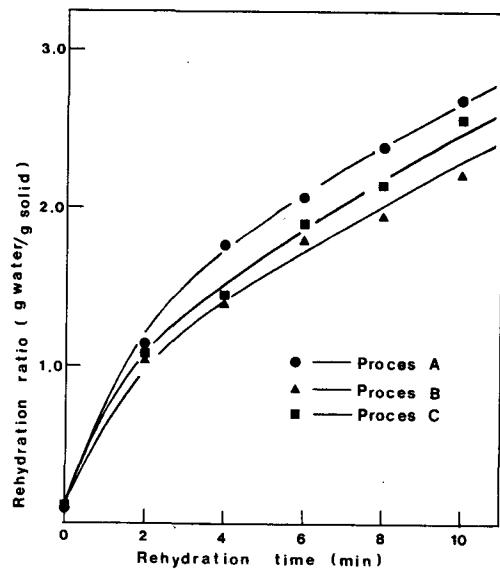


Fig. 1. Rehydration curves of dehydrated instant rice.

석쌀밥이 process C보다도 부피팽창(swelling)을 많이 한 것으로 나타났다. Process B는 process C보다 약간 작은 크기를 나타내었다.

조직감

대조구와 4분간 또는 6분간 복원시킨 즉석밥의 조직감을 경도(hardness, H)와 끈기(stickiness, S)로 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 복원시간에 따른 조직감의 변화를 볼때 건조방법에 관계없이 6분간 복원시킨 즉석밥은 4분간 복원시킨 즉석밥에 비하여 경도는 줄어 들었고, 끈기는 증가하였으며, 끈기 대 경도의 비(S/H) 또한 증가하였다. 4분간 복원시킨 즉석밥의 수분함량에서는 대조구와 비슷한 수준이었지만 건조방법에 관계없이 대조구에 비하여 전반적으로 경도는 약간 높았으며 끈기는 대조구의 62~64% 정도의 수준에 머물렀다. 6분간 복원시킨 즉석밥의 경우에 경도는 건조방법에 관계없이 대조구와 거의 같은 값을 나타낸 반면,

끈기에서는 process B만 대조구와 거의 같은 값을 나타내었고 process A와 C는 대조구의 72~78%의 수준에 머물렀다. 본 실험조건에서는 적당한 조직감을 갖는 끈기 대 경도의 비(S/H)가 0.15~0.20¹⁰⁾에 들어가는 것은 process A와 B의 열풍건조방법으로 건조시킨후 6분간 복원시킨 즉석밥이었으며, 동결건조방법인 process C인 경우는 6분간 복원시킨 후에도 S/H가 0.15에 약간 못미치는 값을 나타내었다.

표면색깔

대조구와 4분간 또는 6분간 복원시킨 즉석밥의 표면색깔을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. L값(lightness)을 대조구와 비교하여 볼때 process A공정을 거친 후 4분간 복원시킨 즉석밥을 제외하고는 모두 높은 값을 나타내었다. 또한, 복원시간이 길어짐에 따라서 건조방법에 관계없이 L값이 높아졌다. a값(redness)은 붉은색(+)쪽 보다는 녹색(-)쪽의 색상을 띄었으며, 4분

Table 2. Sizes of control and reconstituted instant rice after 6min of rehydration at 95°C

	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Geometric mean (mm)
Control	6.463±0.289*	2.271±0.254	1.117±0.153	2.597±0.189
Process A	8.413±0.702	2.579±0.262	1.201±0.187	2.952±0.208
Process B	7.804±0.677	2.446±0.264	1.119±0.153	2.755±0.192
Process C	8.054±0.542	2.596±0.455	1.174±0.169	2.891±0.211

* Mean±standard deviation

Table 3. Texture properties of control and reconstituted instant rice after 4min and 6min of rehydration at 95°C

	Rehydration time (min)	Hardness (H, kg)	Stickiness (S, kg)	Stickiness/Hardness (S/H)
Control		3.644±0.417*	0.746±0.079	0.205
Process A	4	3.884±0.529	0.460±0.145	0.118
	6	3.744±0.379	0.584±0.111	0.156
Process B	4	4.103±0.334	0.465±0.105	0.113
	6	3.490±0.575	0.703±0.099	0.201
Process C	4	3.822±0.539	0.476±0.142	0.125
	6	3.768±0.486	0.538±0.169	0.143

* Mean±standard deviation

Table 4. Hunter's color values of control and reconstituted instant rice after 4min and 6min of rehydration at 95°C

	Rehydration time (min)	L	a	b
Control		76.440±1.497*	-2.680±0.306	6.680±0.911
Process A	4	75.700±2.429	-2.540±0.162	7.500±0.434
	6	79.140±0.761	-1.680±0.493	3.680±0.501
Process B	4	78.850±1.915	-2.600±0.158	7.300±0.354
	6	81.100±0.957	-1.620±0.075	4.220±0.431
Process C	4	79.000±1.253	-2.380±0.133	7.460±0.136
	6	80.780±2.076	-1.540±0.382	4.080±0.7217

* Mean±standard deviation

간 복원시킨 즉석밥은 대조구와 비슷한 값을 나타내었으나 복원시간이 길어짐 따라서 녹색도 (greenness)가 줄었다. b값 (yellowness)은 4분간 복원시킨 즉석밥의 경우 6분간 복원시킨 즉석밥의 경우는 대조구보다 전반적으로 약간 높은 값을 나타내었으나, 대조구보다 낮은 값을 나타내었다. 열풍건조인 process A와 B, 동결건조인 process C를 비교하여 보면 거의 비슷한 L값과 b값을 나타내었다. 이것은 열풍건조시 고온에 의한 색택의 열화현상이 거의 일어나지 않았다는 의미이다.

요 약

세가지 다른 건조공정을 이용하여 만든 건조즉석쌀밥을 복원시킨 후 대조구와 물리적 성질을 비교한 결과 복원율은 90°C의 열풍온도에서 건조시킨 process A가 동결건조 (process C)에 비하여 전반적으로 높은 복원율을 나타내었으며, process A와 process C 모두 4분이내에 대조구 (151.47%, dry basis)와 같은수준의 수분함량으로 복원되었다. 95°C에서 6분간 복원시킨 즉석밥의 크기는 건조방법에 관계없이 대조구보다 컸으며, 조직감에서는 고온열풍건조(150°C)를 거친 process B방법으로 건조시킨 후 6분간 복원한 즉석밥이 대조구의 경도, 끈기, 끈기 대 경도의 비 값과 유사하게 나타났다. 건조방법에 관계없이 복원시간이 길어짐에 따라서 경도는 줄어들었고 끈기와 끈기 대 경도의 비는 커졌다. 표면색깔에서는 6분간 복원시킨 즉석밥은 대조구에 비하여 높은 L값과 낮은 b값을 나타내었으며, 열풍건조방법과 동결건조방법이 거의 비슷한 L값과 b값을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 1991년도 (주)미원 부설 한국음식문화연구원 지원 연구비에 의해 이루어진 결과의 일부이며 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Luh, B. S. : Quick cooking rice. In "Rice production", AVI, Westport, Vol. 2, p.121 (1991)
2. 이태현, 박정희, 김동민, 임종환 : 즉석건조쌀밥의 건조후 밥알분리 및 품질에 미치는 예열건처리 효과. 한국식품과학회지, 23, 593 (1991)

3. 이영춘, 이동우 : 건조 instant rice의 제조방법이 제품의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21, 294 (1989)
4. Smith, D. A., Rao, R. M., Liuzzo, J. A. and Champagne, E. : Chemical treatment and process modification for producing improved quick cooking rice. *J. Food Sci.*, 50, 926 (1985)
5. Tanaka, M. and Yukami, S. : Method of preparing precooked dry rice. U.S. Patent, 3, 484, 249 (1969)
6. 김정상, 이형우, 김영명, 신동화 : 취반방법이 즉석쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 19, 480 (1987)
7. Roberts, R. L., Carlson, R. A. and Farkas, D. F. : Application of a continuous fluidized bed dryer to the preparation of quick cooking products. *J. Food Sci.*, 44, 248 (1979)
8. Carlson, R. A., Roberts, R. L. and Farkas, D. F. : Preparation of quick cooking rice products using a centrifugal fluidized bed. *J. Food Sci.*, 41, 1177 (1976)
9. Ando, M., Minami, J. and Takada, M. : Process for producing instant cooking rice. U.S. Patent, 4, 233, 327 (1980)
10. Roberts, R. L. : Production of expanded rice. U.S. Patent, 2, 616, 808 (1952)
11. Roberts, R. L. : Preparation of pre-cooked rice. U.S. Patent, 2, 715, 579 (1955)
12. David, E. K. : Process for producing improved dehydrated rice and product. U.S. Patent, 4, 649, 055 (1987)
13. Wayne, T. B. : Process of preparing a rice product. U.S. Patent, 3, 113, 032 (1963)
14. Wayne, T. B. : Process of preparing a rice product. U.S. Patent, 3, 085, 012 (1963)
15. Keneaster, K. K. and Newlin, H. E. : Process for producing a quick cooking product of rice or other starch vegetable. U.S. Patent, 2, 813, 796 (1957)
16. Ozai-Durrani, A. K. : Process for producing quick-cooking rice. U.S. Patent, 3, 189, 461 (1965)
17. Okabe, M. : Texture measurement of cooked rice and its relationship to eating quality. *J. Texture Studies*, 10, 131 (1979)
18. 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)
19. Juliano, B. O. : Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. In "Rice chemistry and technology" AACC Inc., Minnesota, 2nd ed., p.59 (1985)
20. Jarayaman, J. S., Gopinathan, V. K, Pitchamuthu, P. and Vijayaraghavan, P. K. : The preparation of quick cooking dehydrated vegetables by high temperature pneumatic drying. *J. Food Technol.*, 17, 667 (1982)
21. Kim, M. H. and Toledo, R. T. : Effect of osmotic dehydration and high temperature fluidized bed drying on properties of dehydrated rabbit eye blueberries. *J. Food Sci.*, 52, 980 (1987)