

취반조건이 냉장 유통형 간편편이식 취반미의 품질 특성에 미치는 영향

조은경 · 우현정 · 김병철 · 유영미 · 정호연 · 이미연*

(주) 다손 생명공학연구소

Effect of Cooking Conditions on the Quality of Cooked Rice in Home Meal Replacement Products

Eun-Kyung Cho, Hyun-Jung Wu, Byeong-Cheol Kim, Yeong-Mi Yoo,
Ho-Yeon Jung, and Mi-Yeon Lee*

Dason Biotechnology Research Institute

Abstract

In this study the effect of rice type and cooking methods on the quality of cooked rice during cold storage were investigated to develop home meal replacement (HMR) products. The chemical and physical properties and sensory quality of rice were studied by rice type (*Oh-dae-mi*, *Baek-jin-ju S.*, and *Indica*) and cooking methods (electric rice cooker and super heated steamer). Cooked rice was stored at 5°C for 3 days and the moisture content, color, reducing sugar content, texture profile, and sensory evaluation were analyzed. The results show that rice type *Baek-jin-ju S.* has the highest moisture content and that color and textural properties are maintained during storage. Rice cooked with an electric rice cooker has higher moisture content and better color properties; however, rice cooked with a super heated steamer shows higher reduced sugar content with a softer texture. The selection of *Baek-jin-ju S.* and cooking with a super heated steamer have a positive effect on the quality of rice during cold storage.

Key words: rice, super heated steam, retrogradation, home meal replacement

서 론

최근 핵가족화, 맞벌이, 싱글족의 급증 등과 같은 생활양식과 식문화의 변화로 가정편이식(HMR; home meal replacement)의 소비가 증가하면서 다양한 형태의 제품이 개발되고 있다(Lee et al., 2012). 가정편이식의 개발에 있어서, 제품 품질을 결정하는 가장 직접적인 요인은 취반미의 품질이며, 특히 저장 유통과정에서 취반미의 노화는 가장 큰 품질 저하요인으로 작용한다. 현재 대부분의 가정편이식은 상온, 냉장 또는 냉동의 형태로 유통되고 있으며, 취반미의 노화 지연을 위하여 냉동 저장 후 해동하여 섭취하거나, 건조 후 재수화를 통하여 섭취하는 유형의 간편편이식이 판매되고 있다. 또한, 냉장 유통형태의 간편편이식은 부재료의 신선도 유지에는 적합하나, 취반미의 노화가 가장 빠르게 진행되고, 미생물의 생육이 가능한 온도에서 저장 및 유통

이 되므로 유통기한이 10-36시간 이내인 즉석식품 및 일일 식품의 유형으로 유통되고 있는 실정이다. 따라서 취반미의 노화를 지연시키고, 품질의 유지가 가능한 고품질의 가정편이식의 개발이 요구된다.

취반미의 품질은 원료 쌀의 단백질 함량, 완전립 비율, 품종 순도 등에 따라 결정된다. 일반적으로 쌀의 단백질 함량이 낮을수록, 완전립 비율과 품종 순도가 높을수록 식감이 우수하나, 단백질 함량이 과도하게 높은 경우, 색태와 흡수성 저하와 함께 전분의 팽화 억제 및 취반미의 경도 증가 등으로 식감이 저하되는 것으로 보고되고 있다(Martin and Fitzgerald, 2000; Teo et al., 2000; Son et al., 2002). 우리나라에서 취반미 품질은 윤기가 많고, 찰기가 높으며, 완립도의 비율이 높을수록 우수한 것으로 평가되고 있다. 일반적으로 이와 같은 취반미의 물성은 아밀로오스 함량과 상관관계를 나타내어, 아밀로오스의 함량이 높을수록 취반미의 부피가 증가하고 끈기가 적으며 경도가 증가하는 반면, 아밀로오스 함량이 낮을수록 찰기가 증가하고 경도가 감소하며 탄성이 증가하는 것으로 보고되고 있다(Reddy et al., 1993). 또한 취반미의 냉장 저장기간 중의 품질변화는 제품의 관능성에 매우 중요한 영향을 미치나 냉장 저장온도에서 빠르게 진행되는 노화 억제법에

*Corresponding author: Mi-Yeon LEE, Dason Co., Ltd., 303-601 Bucheon Technopark, Bucheon-si, Gyeonggi-do, 421-741, Korea
Tel: +82-32-329-4040; Fax: +82-32-321-9025
E-mail: myli00@hotmail.com

Received September 27, 2013; revised December 3, 2013; accepted December 5, 2013

대한 연구는 아직 미미하다.

과열 수증기는 100°C에서 증발한 포화 수증기에 2 차 가열이 진행됨에 따라 수증기의 온도가 100°C 이상으로 상승된 상태의 수증기를 의미한다(Aoyama et al., 2009). 이러한 상태의 기체는 저온의 물건과 접촉 시 열 전달 후 응축되어 물로 전환되는 증기의 성질과 동시에 고온의 열 전달에 의한 시료의 건조 및 연소작용이 가능한 가열 공기의 성질을 함께 가지고 있다. 또한 가열 공기는 대류 열 전달에 의해서만 전해지지만 과열수증기가 열 장치는 대류 열 전달과 복사 전달에 의해 전달되기 때문에 열 전달 속도가 빠르다는 특징을 가지고 있다. 따라서 장점들에 의하여 세제나 약품을 사용하지 않는 다양한 식품의 살균에 적용되고 있으며, 기름을 사용하지 않고 바삭한 식감의 제품을 생산할 수 있으므로 튀김음식 제조의 대체 및 식품의 건조에 다양하게 활용되고 있다(Pimpaporn et al., 2007; Pronyk et al., 2007; Cho, 2011).

본 연구에서는 냉장저장 형태의 고품질 간편편이식 제조를 위하여, 냉장 저장과정에서 취반미의 노화가 지연되는 쌀의 품종을 선정하고 과열증기를 이용한 취반방법에 따른 취반미의 품질 특성을 조사하여 최적 취반 조건을 조사하였다.

재료 및 방법

쌀의 품종 선택

본 실험에서는 아밀로오스의 함량이 서로 다른 쌀 품종으로 안동시 농업기술센터에서 개발한 백진주미, 오대미, 및 인디카(*Indica*)를 시료로 사용하였다. 본 실험에서 사용된 백진주미는 경북 안동에서 2012년에 백진주 벼에서 생산되었으며, 아밀로오스 함량이 약 9.16% 수준의 중간찰벼에 속한다(Choi et al., 2012). 오대미는 철원에서 2012년에 오대벼에서 생산되었으며, 아밀로오스 함량은 약 19% 수준이다(Park et al., 2011). 인디카는 태국에서 2013년에 수입된 제품으로, 아밀로오스 함량은 약 24% 수준이다(Kwak, 2004).

실험방법

조리방법

쌀의 품종 별 취반 특성을 조사하기 위한 취반 방법은 다음과 같이 표준화하였다. 취반 전 쌀 시료는 23°C에서 20분 침지하고, 침지 시료 200g을 5회 수세 후 체에 받쳐 물기를 제거하고 수세 전 쌀 무게를 기준으로 1.4 배로 가수하여 취반하였다. 시료간의 취반 조건을 동일하게 하기 위하여 도자기 용기에 쌀과 물을 가한 다음 알루미늄 호일로 덮고 전기보온밥솥(ERC: electric rice cooker, CR-0322P, Cuckoo Co., Ltd., Korea)에서 15분 취반 후 15분 뜸을 들이는 조건으로 가열하였다. 취반미는 실온에서 방냉

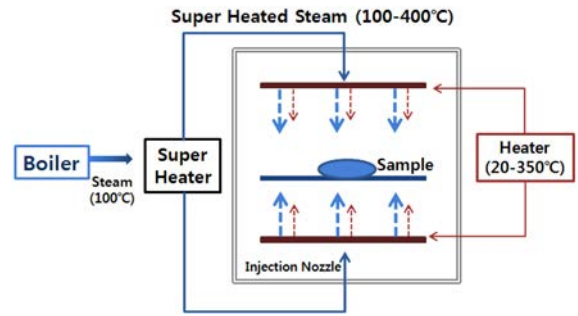


Fig. 1. Schematic diagram of super heated steamer system.

후 뚜껑이 있는 용기에 담아 실험에 사용하였다. 과열수증기를 이용한 조리방법이 취반미의 특성에 미치는 영향은 과열수증기 가열장치(SHS: superheated steam, QF5100CB-RCL, Naomoto Co., Japan)를 사용하여 검토하였다(Fig. 1). 과열수증기 조리는 전기보온밥솥 취반 방법과 동일한 조건으로 수침, 세척 및 가수하였으며, 시료 200g을 히터로 가열(100°C)과 함께 과열수증기(380°C)를 분사하여, 약 10-15분간 취반 후 5분간 뜸을 들여 취반미를 제조 후 방냉하여 용기에 담아 시료로 사용하였다.

화학분석

수분함량은 시료 3g을 취하여 수분분석기(moisture analyzer, HB43-S, Mettler, Toledo, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 환원당 함량은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 법(Miller, 1959)으로 측정하였다. 즉, 5배의 증류수로 희석하여 균질한 시료 1mL에 DNS 용액 2mL을 가하여 100°C에서 10분간 반응 후 상온으로 냉각하고 550nm에서 흡광도를 구하여 측정하였다.

색도 측정

취반미의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 백색도(CIE L), 적색도(CIE a), 황색도(CIE b)를 측정하여 표시하였으며, 전체적인 색도 차이는 ΔE 값으로 평가하였다. 이때, 표준판은 CIE $L^* = 90.68$, CIE $a^* = 1.59$, CIE $b^* = -8.60$ 의 백색판을 이용하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_{standard} - L^*_{test})^2 + (a^*_{standard} - a^*_{test})^2 + (b^*_{standard} - b^*_{test})^2} \quad (1)$$

저장 기간에 따른 색차는 취반 후의 시료를 기준으로 하여 산출하였으며, 표준판과의 차이 또는 초기 시료와의 색차(ΔE)는 Table 1과 같이 미국 국립표준국(NBS)의 색차 등급에 따라 ΔE 값을 6 단계로 나누어 색차의 정도를 구분하였다.

물성 측정(texture profile analysis, TPA)

물성 분석용 시료는 쌀 10g을 용기(φ 3.7×6.7 cm)에 넣

Table 1. Correlation between ΔE value and sensual difference.

Total color difference (ΔE)	Sensual difference
0 ~ 0.5	Trace
0.5 ~ 1.5	Slight
1.5 ~ 3.0	Noticeable
3.0 ~ 6.0	Appreciable
6.0 ~ 12.0	Much
over 12.0	Very much

Table 2. Measurement condition for texture profile analysis.

Item	Condition
Instrument	Texture Analyzer (TA-XT Express)
Test type	TPA (two bite compression test)
Probe type	cylinder (ϕ 20 mm)
Deformation	70%
Force	10 kg
Pre-test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s

고 5 회 수세 후 1.4 배의 물을 가하고 전기보온밥솥 취반방법과 동일한 조건으로 취반하여 제조하였다. 취반미는 실온에서 냉각 후 냉장 저장하면서 물성측정기(texture analyzer, TA-XT Express, England)를 이용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness)의 특성치를 측정하였다. 물성측정에서의 분석조건은 Table 2와 같으며, 모든 측정은 10 회 반복하여 실시하였다. 취반미의 물리적 품질을 평가할 수 있는 점착성 대비 경도값(R)은 아래의 식으로 산출하였다.

$$R(\%) = \frac{Adhesiveness}{Hardness} \times 100 \quad (2)$$

관능평가

취반미는 전체적인 선호도 평가와 함께 정량적 묘사분석법(Quantitative Descriptive Analysis)으로 평가하였다. 관능평가는 경기, 서울 지역에 거주하는 20-60 대의 훈련된 여성 20 명을 패널로 하여 실시하였다. 시료는 무균 즉석밥 용기에 약 200 g을 취하고 전자레인지에서 700 W로 2 분 30 초간 가열 후, 풍미(flavor), 색(color), 찰기(stickiness), 외관(appearance), 전반적인 기호도(overall quality)를 7 점 척도법으로 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3 회 반복 수행하여 평균값으로 표시였으며, 측정치의 유의차는 SAS 프로그램(Statistical software ver. 9.1, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)을 사용하여 ANOVA 분석을 실시하고, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

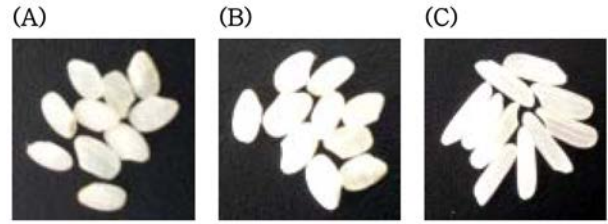


Fig. 2. Appearance of the rice particles depends on the rice type; (A) *Oh-dae-mi*, (B) *Baek-jin-ju S*, (C) *Indica*.

결과 및 고찰

쌀 품종 별 취반 특성

쌀 품종별 원료 및 취반미의 형태를 Fig. 2에 나타내었다. 쌀은 품종에 따라 수분함량 및 색 등이 상이하며, 이러한 특성에 의하여 취반 후 품질이 결정된다. 본 실험에서는 쌀 품종 별 색도, 수분함량 및 환원당의 함량을 측정하고 취반 후 이화학적 품질 차이를 비교하였다.

수분함량

취반 후 초기 수분 함량은 백진주미가 70.18±0.25%로 가장 높았으며, 오대미(67.80±0.28%), 안남미(63.36±0.26%) 순으로 낮은 함량을 나타내었다(Table 3). 또한, 수분함량은 저장기간 동안 감소하는 경향을 나타내었는데, 오대미는 저장기간 동안 수분함량은 유의적인 차이가 없었으나, 백진주미는 저장 1 일부터, 안남미는 저장 3 일부터 수분함량이 감소하여 저장 3 일에는 오대미는 약 67.55%, 백진주미는 68.10% 그리고 안남미는 62.14%로 분석되었다. 분석 결과 백진주미의 수분 함량이 유의적으로 높게 분석되었으며, Chun et al.(2007)은 무균밥의 식미특성에 있어서 취반미의 수분함량이 높을수록 식미 특성이 증진된다고 보고하였다.

환원당 함량

품종에 따른 취반미의 환원당 함량을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 취반미에 있어서 환원당의 함량은 단맛의 정도를 결정하며, 취반미의 식감을 결정하는 중요한 요인으로 작용한다. 시료의 환원당 함량은 오대미가 약 0.97%로 가장 높았으며, 백진주미, 안남미 순으로 낮은 것으로 조사되었다. 백진주미는, 환원당 함량은 약 0.80%로 오대미 보다 다소 낮았으나, 안남미는 오대미, 백진주미 보다 현저히 낮은 0.27%의 환원당 함량을 갖는 것으로 조사되었다.

색도

취반미의 백색도는 안남미(*Indica*)가 유의적으로 높았으며 (77.96±0.45), 백진주미의 백색도(75.52±0.13)가 가장 낮게

Table 3. Chemical properties of rice during storage as function of rice type.

	Storage period (days)	Rice type			
		<i>Oh-dae mi.</i>	<i>Baek-jin-ju S</i>	<i>Indica</i>	
Moisture contents (%, w/w)	0	67.80±0.28 ^{Ab}	70.18±0.25 ^{Aa}	63.36±0.26 ^{Ac}	
	1	66.78±0.07 ^{Bb}	68.61±0.49 ^{Ba}	63.09±0.08 ^{Ac}	
	3	67.55±0.56 ^{Aa}	68.10±0.80 ^{Ba}	62.14±0.12 ^{Bb}	
Reducing sugar (%, w/w)	0	0.97±0.00 ^{Ba}	0.80±0.00 ^{Ba}	0.27±0.00 ^{Ca}	
	1	0.75±0.00 ^{Cb}	0.48±0.00 ^{Cb}	0.35±0.00 ^{Ab}	
	3	1.10±0.01 ^{Ac}	0.81±0.00 ^{Ac}	0.32±0.00 ^{Bc}	
Color	Lightness (CIE-L*)	0	77.06±0.14 ^{Bb}	75.52±0.13 ^{Bc}	77.96±0.45 ^{Cb}
		1	77.78±0.11 ^{Bb}	75.60±0.13 ^{Bc}	80.13±0.30 ^{Ba}
		3	78.63±0.11 ^{Ab}	76.54±0.04 ^{Ac}	81.24±0.42 ^{Aa}
	Redness (CIE-a*)	0	-1.53±0.24 ^{Ac}	-0.89±0.04 ^{Aa}	-0.94±0.11 ^{Ab}
		1	-1.52±0.09 ^{Ac}	-0.89±0.07 ^{Aa}	-0.90±0.05 ^{Ab}
		3	-1.56±0.02 ^{Ac}	-0.95±0.06 ^{Ab}	-0.85±0.03 ^{Ab}
	Yellowness (CIE-b*)	0	10.57±0.44 ^{Aa}	10.51±0.12 ^{ABa}	9.15±0.43 ^{Ab}
		1	10.41±0.14 ^{Ba}	10.64±0.13 ^{Aa}	8.90±0.04 ^{Bb}
		3	10.52±0.02 ^{Aa}	10.37±0.05 ^{Ba}	8.84±0.02 ^{Bb}
ΔE	0	0.00	0.00	0.00	
	1	0.74	0.15	2.18	
	3	1.57	1.03	3.30	

¹⁾ Values are average±standard deviation (n=3).

²⁾ Different letters in the same column or same row were significantly different ($p < 0.05$).^{ABC} represents significant difference between storage periods, ^{abc} represents significant difference between rice types.

측정되었다(Table 3). 저장기간 동안 백색도는 증가하여, 오대미는 저장 1일부터, 백진주미는 저장 3 일째부터 유의적으로 증가하였고, 안남미의 증가(81.24±0.42)가 가장 유의적으로 관찰되었다. 취반미의 적색도는 세 품종 모두 마이너스 값을 보이는 것으로 분석되었으며, 백진주미의 적색도가 -0.89±0.04로 가장 높게 측정되었다. 반면에 오대미는 -1.53±0.24로 유의적으로 낮은 적색도를 나타내었다. 저장기간 동안 적색도는 유의적인 변화가 없었다. 황색도는 오대미가 10.57±0.44로 가장 높았고, 안남미가 9.15±0.43로 낮았으며, 안남미는 저장 1일부터 유의적으로 감소하였다. 저장 기간 동안 전체적인 색도의 변화는 백진주미는 1.03으로 가장 변화가 적었으며, 안남미는 3.30으로 가장 크게 변화한 것으로 조사되었다.

물성(TPA)

쌀 전분은 물이 가해진 상태에서 가열에 의해 호화가 일어나는데 호화된 전분은 저장 중에 노화되며 전분의 노화는 밥맛에도 많은 영향을 주어 품질저하의 원인이 된다. 따라서 고품질 미반제품 개발을 위해 냉장 저장에도 노화가 지연되는 품종을 선정하고자 취반 후 냉장 저장을 통해 조직감을 측정하였다. 쌀의 품종에 따른 취반미의 조직감을 비교 분석한 결과는 Fig. 3와 같다. 취반미의 물리적 특성은 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)으로

분석하였다. 취반미의 경도는 일반적으로 값이 높을수록 노화가 진행되었다고 볼 수 있는 지표이다. 쌀의 품종에 따른 취반 특성을 비교한 결과, 백진주미와 안남미의 차이가 가장 크게 분석되었다. 취반미의 경도는 안남미가 약 657.42±54.48 g로 가장 높았고, 백진주미는 약 346.02±31.32 g로 가장 부드러운 것으로 조사되었다. 저장기간 동안 경도의 차는 증가하여, 안남미는 약 1124.47±91.87 g로 가장 크게 증가하여 노화가 비교적 빠르게 진행된 것으로 사료된다. 반면에 백진주미는 580.82±66.23 g, 오대미는 627.43±55.66 g로 증가하여 백진주미와 오대미간의 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 점착성(adhesiveness)은 품종간의 비교에서 안남미가 -5.08±0.67 g.sec로 가장 적었고, 백진주미가 약 -17.45±1.52 g.sec로 유의적으로 높은 점착성을 보였다. 저장기간 동안 세 품종 모두 점착성이 다소 감소하였으나, 유의적인 차이는 없었다. 취반 후 저장 기간 동안 품종별 점착성 대비 경도의 비율을 비교하였을 때 백진주미가 취반 후 약 5.0%로 가장 높고, 3일 후 약 2.5%까지 감소하여 오대미와 유사한 수준을 나타내었으며, 안남미는 취반 후에도 약 0.8%의 비율을 나타내었다. Okabe(1979)는 점착성 대비 경도의 비가 클수록 취반미의 품질이 높다고 보고하고 있으며, 이에 의하면, 물성적인 측면에서 백진주미의 취반 후 품질이 가장 좋은 것으로 나타났다. 취반미의 탄성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 품종간, 저장기간 동안 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 쌀의 품종 별 냉

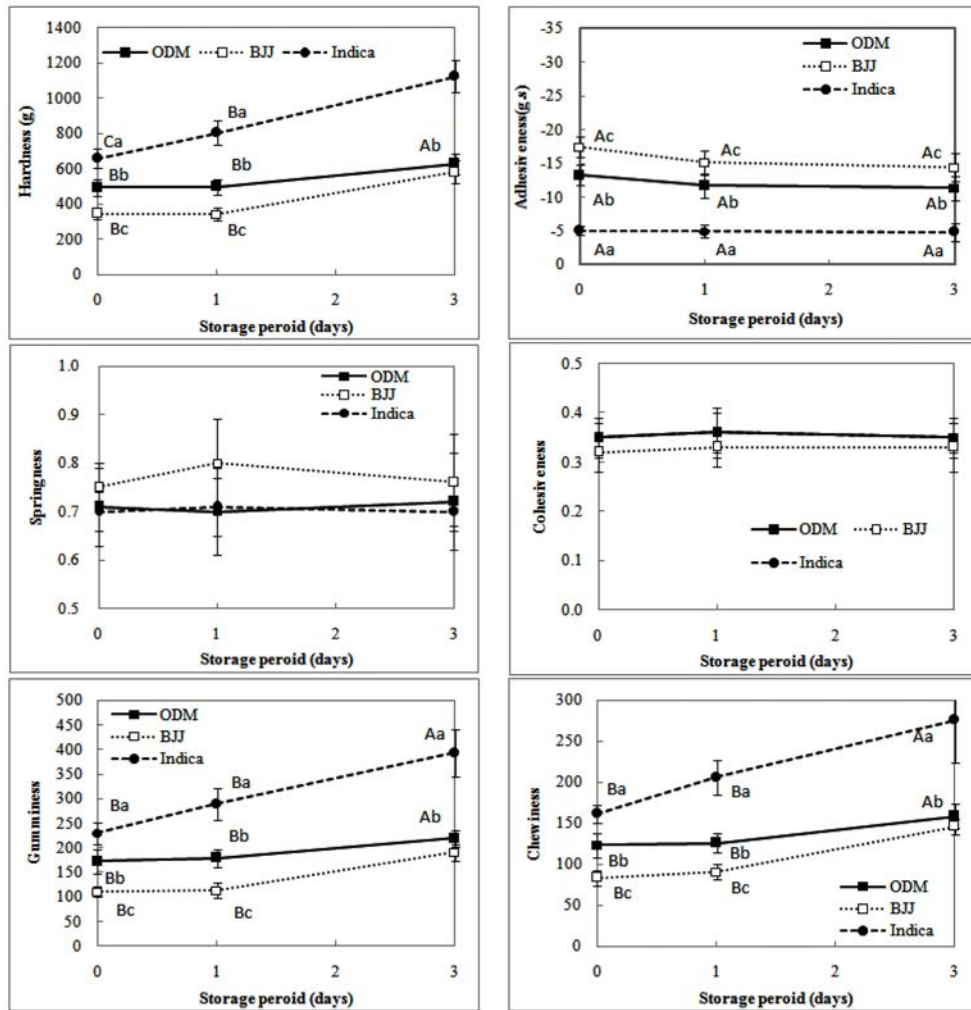


Fig. 3. Textural properties of cooked rice as function of the rice type during cold storage.

1) Values are average±standard deviation (n=3).

2) ABC represents significant difference between storage periods, abc represents significant difference between rice types ($p < 0.05$).

3) Springiness and cohesiveness has no significant difference.

Table 4. Summary data from sensory evaluation of cooked rice samples.

	Baek-jin-ju S.	Oh-dae mi	Indica
Overall quality	64.2%	30.7%	5.1%
Flavor	40.4%	48.7%	10.9%
Taste	46.7%	42.5%	10.8%
Stickiness	75.4%	21.4%	3.2%
Appearance	61.4%	37.4%	1.2%

장저장 중 texture 변화의 결과를 종합하면, 안남미보다 오대미나 백진주미로 조리한 경우 냉장저장에 따른 노화가 지연되는 것으로 조사되었다.

관능적 품질

전반적인 식미는 백진주쌀이 64%로 가장 높았고, 오대미가 31%, 안남미는 5%로 가장 낮게 조사되었다(Table 4).

쌀의 품종에 따른 기호도는 백미의 찰기 및 외관이 주요하게 작용한 것으로 나타났는데, 특히 백진주미의 찰기는 76%로 타 품종에 비하여 매우 우수하였고, 취반미의 맛도 백진주미가 47%로 가장 우수한 것으로 평가되었다. 안남미는 기호도가 가장 떨어지는 것으로 평가되었다. 백진주쌀의 풍미가 오대미에 비하여 낮게 조사되었지만, 맛이나 찰기 및 외관이 우수함에 따라 전반적인 기호도가 높게 나타난 것으로 사료된다. Song et al.(2008)은 백진주미의 선호도가 높은 것은 찰기 있는 밥을 선호하는 우리나라 및 일본의 식미특성에 따른 것으로 보고하고 있다. Chun et al.(2007)은 품종에 따른 무균포장 취반미의 식미에 있어서 외관이나 향보다 맛이나 조직감의 상관이 더 높다고 보고하였다. 그러나 Oh et al.(2010)은 또한 외관과 밸런스가 높을수록 취반미의 식감이 높게 평가된다고 보고하고 있으며, Jang et al.(1988)은 취반미의 식감은 맛이나 냄새보다 조직감이나 외관에 의해서 결정된다고 보고하였다. 따라서

간편편의식 제조를 위한 쌀의 품종 선정을 위해서는 외관과 조직감의 밸런스가 높은 품종의 선정이 고품질의 제품 개발에 적합할 것으로 사료된다.

취반방법에 따른 취반미의 품질 특성

냉장 저장 동안 취반미의 노화를 지연시키는데 영향을 미치는 요인의 하나로, 취반방법을 달리하여 동일한 품종의 쌀을 원료로 취반하였을 때 취반미의 품질 특성과 노화 현상을 비교하기 위하여 일반 전기 밥솥(ERC)과 과열증기장치(SHS)를 사용하여 취반하고, 취반미의 품질 특성을 비교하였다.

수분함량

동일한 수분 함량을 가진 쌀을 사용하여 전기보온밥솥(ERC)과 과열증기장치(SHS)를 사용하여 취반 후, 3 일간의 냉장저장 후 수분함량을 비교하였다. ERC와 SHS의 취반방법에 따른 수분 함량을 냉장저장 기간 동안 분석한 결과, 초기 수분함량은 일반조리구가 약 70.18±0.25%로 과열증기 조리구보다 3-4% 정도 높은 것으로 나타났다(Table 5). 수분함량은 저장기간이 지날수록 감소하였으며, 감소폭은 ERC 조리구(약 3%)에 비하여 SHS 조리구가 조금 낮게(약 2%) 측정되었다. 이는 조리방법에 따라 취반 온도나, 시간이 달라지게 되고, 따라서 쌀 입자에 침투하거나 표면에 존재하여 증발하는 수분의 양이 달라지게 되는 것으로 사료되며, ERC 조리구보다 SHS로 조리하는 경우 스팀(200°C)에 의하여 취반미의 온도가 상승하게 되고, 스팀에 의한 잠열의 증가로, ERC 조리구에 비하여 수분의 기화율이 증가함에 따라 취반미의 수분이 상대적으로 적게 분석되는 것으로 사료된다.

환원당 함량

ERC와 SHS로 조리한 취반미를 냉장저장 하면서 환원당의 함량을 비교 분석결과 Table 5에서 나타내는 바와 같다. ERC로 조리한 취반미(0.8%)에 비하여 SHS로 조리한 취반미(1.7%)가 약 2 배 이상 높은 환원당을 함유하는 것으로 나타났으며, 3 일간의 냉장저장 기간 동안 함량에 있어서 유의적인 변화는 없는 것으로 나타났다. 이는 SHS를 이용한 고온의 조리 과정에서 전분의 분자가 일부 분해되어 환원당의 형태로 존재하여 함량이 증가한 것으로 사료되며, 결과적으로 취반미의 단맛에 영향을 주는 환원당 함량의 증가로, SHS로 조리한 취반미가 ERC로 조리한 취반미에 비하여 식감에 있어서 더 높은 기호도를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

색도

취반방법에 따른 취반미의 색도를 비교하기 위하여 ERC와 SHS로 조리한 취반미를 냉장저장 하면서 취반미의 색

Table 5. Chemical properties of rice (*Baek-jin-ju S*) during storage as function of cooking methods.

	Storage periods (days)	Cooking methods	
		ERC	SHS
Moisture Content (% w/w)	0	70.18±0.25 ^{Aa}	66.31±0.44 ^{Ab}
	1	68.61±0.49 ^{Ba}	65.52±0.68 ^{Ab}
	3	67.55±0.56 ^{Ca}	64.41±0.32 ^{Bb}
Reducing Sugar (% w/w)	0	0.80±0.00 ^{Bb}	1.72±0.00 ^{Ba}
	1	0.48±0.00 ^{Cb}	1.64±0.01 ^{Ca}
	3	0.81±0.00 ^{Ab}	1.84±0.01 ^{Aa}
Lightness (CIE-L*)	0	75.52±0.13 ^{Bb}	77.71±0.13 ^{Ba}
	1	75.60±0.13 ^{Bb}	77.27±0.01 ^{Ca}
	3	76.54±0.04 ^{Ab}	79.02±0.07 ^{Aa}
Redness (CIE-a*)	0	-0.89±0.04 ^{Aa}	-1.36±0.04 ^{Bb}
	1	-0.89±0.07 ^{Aa}	-1.23±0.05 ^{Ab}
	3	-0.95±0.06 ^{Aa}	-1.27±0.00 ^{Ab}
Yellowness (CIE-b*)	0	10.51±0.12 ^{ABa}	9.86±0.13 ^{Ab}
	1	10.64±0.13 ^{Aa}	9.81±0.35 ^{Ab}
	3	10.37±0.05 ^{Ba}	10.03±0.15 ^{Ab}
ΔE	0	0.00	0.00
	1	0.15	0.46
	3	1.03	1.32

¹⁾ Values are average±standard deviation (n=3).

²⁾ Different letters in the same column or same row were significant difference ($p < 0.05$). ^{ABC} represents significant difference between storage periods, ^{abc} represents significant difference between cooking methods.

도를 측정하였다(Table 5). ERC와 SHS 조리에 따른 색도는 유의적인 차이를 보였으며, ERC 취반미의 백색도는 약 75.52±0.13이고, SHS 취반미는 약 77.71±0.13로, SHS 조리구가 더 밝은 색을 나타내는 것으로 나타났다. 또한 적색도는 ERC 조리구(-0.89±0.04)가 SHS 조리구(-1.36±0.04)에 비하여 더 붉은 색을 가지는 것으로 나타났으며, 황색도는 ERC 조리구(10.51±0.12)가 SHS 조리구(9.86±0.13)와 유사한 수준을 나타내었다. 저장기간에 따른 색차의 변화는 SHS로 조리한 시료는 백색도의 미미한 증가가 관찰되었으며, 적색도 또한 감소하는 것으로 나타나 결과적으로 전체적인 색차는 SHS로 조리한 시료는 저장 3 일 후 약 1.32로, ERC로 조리한 시료(1.03)에 비하여 비교적 높게 나타났다. 그러나 두 조리구 모두 색차를 구분하는 6 단계 중 slight로 색차의 변화는 매우 적은 것으로 분석되었다(Table 1, 5).

물성(TPA)

밥맛은 일차적으로 벼 품종에 의해 좌우되지만 지역, 토양, 기상조건, 비료, 물 관리, 건조, 도정, 저장 등에 따라 달라지며 최종적으로는 취반미를 어떤 종류의 밥솥에 얼마나 맛있게 지었느냐에 따라 결정된다. 따라서 식감이 좋으려면 이러한 요건들을 모두 갖추어야만 한다. 취반미의 경도(hardness)는 SHS로 조리한 시료와(346.02±31.32 g),

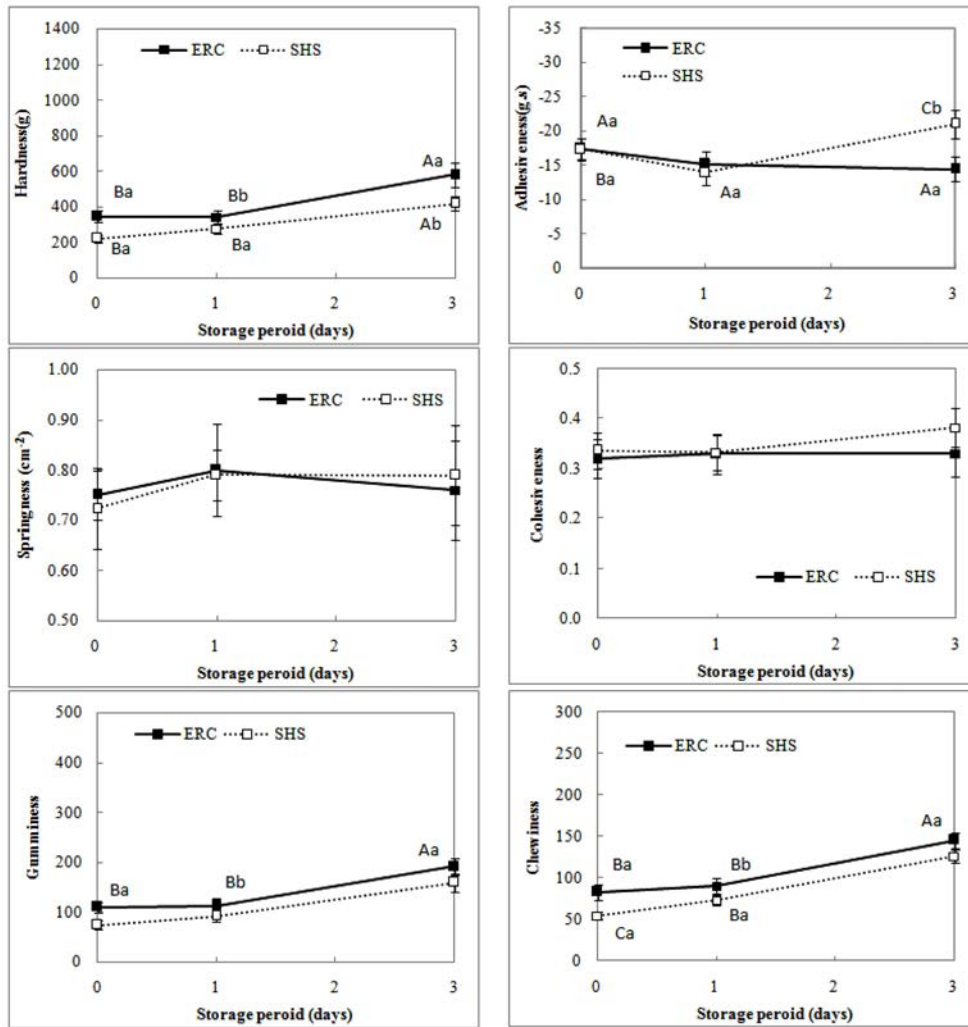


Fig. 4. Textural properties of rice (*Baek-jin-ju S*) during cold storage as function of cooking methods; each abbreviation means that ERC = rice prepared in electric rice cooker, SHS=rice prepared in superheated steam.

1) Values are average±standard deviation (n=3).

2) ABC represents significant difference between storage periods, ^{abc} represents significant difference between cooking methods ($p < 0.05$).

3) Springiness and cohesiveness has no significant difference.

ERC 조리 시료(223.18±21.90 g) 간에 유의적인 차이가 없었다. ERC와 SHS 조리구 모두 저장 기간동안 경도가 증가하였으며, ERC 조리구는 346±31.32 g에서 588.82±66.23 g까지 증가한 반면, SHS 조리구는 223.18±21.90 g에서 419.39±40.50 g으로 증가하여 초기 ERC 조리구의 경도를 보이는 것으로 측정되었다(Fig. 4). 취반미의 점착성(adhesiveness)은 저장 기간 동안 ERC 조리구는 -17.45±1.52~-14.43±2.10 g.sec으로 감소하였으나, SHS 조리구는 -21.01±1.92 g.sec으로 증가하였다. 취반미의 탄성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 저장기간 동안 조리구간의 유의적인 차이가 없었고, 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness) 모두 SHS 조리구가 다소 낮게 측정되었다. 취반미의 경도 변화로 미루어, ERC 조리보다 SHS를 이용하여 조리한 경우 취반미의 냉장저장 동안의 노화가 더 늦게 진행되는 것으로 사료된다.

관능적 품질

현재 판매되고 있는 제품과 유사한 조건으로 조리한 ERC 조리구와 최근 일본, 미국, 유럽 등에서 새로이 각광 받고 있는 SHS 조리를 이용한 조리구의 기호도 조사 결과는 아래와 같다(Fig. 5). ERC 조리구와 SHS 조리구의 관능평가 결과는 큰 차이를 나타내지 않았다. 냄새와 찰기에 대해서는 ERC 조리구가 다소 높았지만 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 맛과 외관, 전반적인 기호도는 SHS 조리구의 값이 다소 높았지만 이 역시 큰 차이는 없는 것으로 판단된다. 두 가지 조리방법의 관능차이가 거의 나타나지 않았다는 것은 기존의 밥맛과 유사하게 나타나기 때문에 새로운 조리방법을 적용하더라도 기존 밥맛 등이 유지되어 소비자 기호도에 큰 영향을 주지 않을 것으로 사료된다.

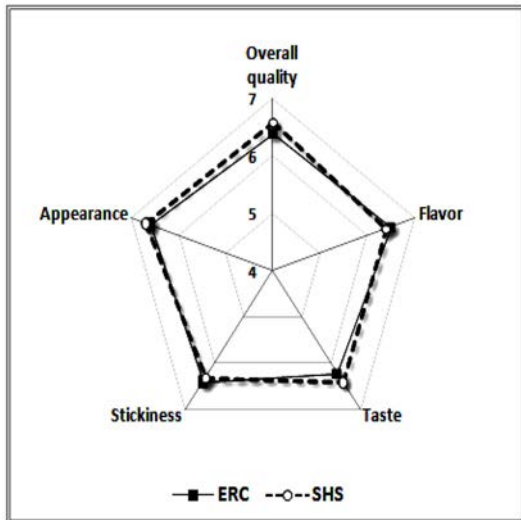


Fig. 5. Sensory evaluation data of cooked rice (*Baek-jin-ju S*) as function of cooking condition; each abbreviation means that ERC = rice prepared in electric rice cooker, SHS = rice prepared in superheated steamer.

요 약

쌀의 품종 별 취반 후 특성과 냉장저장에 따른 품질 변화를 수분함량, 환원당 함량, 색도, 물성 및 관능 평가로 분석하였다. 오대미, 백진주미 그리고 인디카 중 백진주미의 수분 함량이 저장 기간 동안 가장 높았으며, 저장 기간 동안의 물성과 색도의 변화가 가장 적은 것으로 분석되었다. 또한 관능평가 결과에 있어서 가장 높은 선호도를 나타내었다. 취반 방법에 따른 취반미의 저장 중 품질 특성을 비교하기 위하여 일반 전기 밥솥을 이용한 취반과 과열 증기 가열장치를 이용한 취반 후 냉장저장 동안의 품질 변화를 분석한 결과, 수분 함량은 일반 조리 방법에 의한 시료가 높고, 밝은 색택이 유지되는 반면, 과열 증기 가열장치를 이용한 취반미의 환원당의 함량이 비교적 높고, 조직 특성이 연하고, 저장 기간 동안에도 유지되어 노화가 더 지연되는 것으로 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 기술사업화 지원 사업 (과제 번호: 20104090)의 지원에 의해 이루어진 연구의 일부로 감사를 표합니다.

참고문헌

Aoyama Y, Shigeta Y, Watanabe M, Watanabe Y and Okazaki T. 2009. Sterilizing ingredients and foods using superheated steam. Bulletin of Hiroshima Prefectural Technol. Res. Institute Food Technol. Res. Center. 25: 29-32.
Cho DH, 2011. Cleaning system design using supper heating

steam. J. Institute Electron Eng. Korea 48: 47-51.
Choi OJ, Kim YD, Sim JH, No MH, Sim KH. 2012. Physicochemical properties of diverse rice species. Korean Soc. Food Pres. 19: 532-538.
Chun AR, Song J, Kim KJ, Kim JH, Son JR, Oh YJ. 2007. Sensory and quality evaluation of aseptic-packaged cooked rice by cultivar. Korean J. Crop. Sci. 52: 439-446.
Eliasson AE, Ljungner G. 1988. Interactions between amylopectin and lipid additives during retrogradation in a model system. J. Sci. Food Agric. 44: 353-361.
Jang IY, Whang IK. 1988. A study of physic-chemical analysis and sensory evaluation for cooked rices made by several cooking methods (II). Korean J. Soc. Food. Sci. 4: 51-56.
Kwak TS. 2004. Varietal diversity of physicochemical properties for the different sub-species of rice. Korean Soc. Int. Agri. 16: 267-272.
Kim SK, Lee SK, Shin MS. 1997. Effect of surfactants on the characteristics of cooked rice during storage. Korean J. Soc. Food Sci. 13: 278-285.
Lee KS, Kim GH, Kim HH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Lee GH. 2012. Quality of insam-bob containing added raw and red ginseng extract. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 1151-1157.
Lee SJ, Chun JK. 1986. Formation of coating film on rice surface during cooking and artificial coating method with glutinous rice powder. J. Korean Agri. Chem. Soc. 29: 241-247.
Martin M, Fitzgerald MA. 2002. Proteins in rice grains influence cooking properties. J. Cereal. Sci. 36: 285-294.
Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-428.
Oh SK, Cheun AR, Yoon MR, Hong HC, Choi IS, Oh YJ, Oh KB, Kim YK. 2010. Quality evaluation of Juanbyeol as Aseptic-packaged cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 721-726.
Okabe M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. J. Text. Stud. 10: 131-152.
Park CU, Kim YS, Park DJ, Park KJ, Kim BK. 2011. Pasting and sensory properties of commercial rice products. Korea J. Food Sci. Technol. 43: 401-406.
Pimpaporn P, Devahastin S, Chiewchan N. 2007. Effects of combined pretreatments on drying kinetics and quality of potato chips undergoing low-pressure superheated steam drying. J. Food Eng. 81: 318-329.
Pronyk C, Cenkowski S, Muir WE. 2007. Drying foodstuffs with superheated steam. Drying Technol. 22: 899-916.
Reddy KR, Ali SZ, Bhartacharya KR. 1993. The fine structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. Carbohydr. Polym. 22: 267-275.
Shin MS. 1989. Influence of water and surfactants on wheat starch gelatinization and retrogradations. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 116-121.
Song YE, Cho SH, Kwon YR, Choi DC. 2008. Quality of Jeonbuk-originated brand rice compared with other domestic brands and imported market rice. Korean J. Crop. Sci. 53: 347-352.
Son JR, Kim JH, Lee JI, Yoon YH, Kim JK, Whang HG, Moon HP. 2002. Trend and further research of rice quality evaluation. Korean J. Food Sci. Technol. 47: 33-54.
Teo CH, Karim AA, Cheath PB, Norziah MH, Seow CC. 2000. On the roles of protein and starch in the aging of non-waxy rice flour. Food Chem. 69: 229-236.