

흑미 혼용밥의 취반조건과 텍스처의 변화

김두운 · 은중방 · 이종욱
전남대학교 식품공학과

Cooking Conditions and Textural Changes of Cooked Rice Added with Black Rice

Du-Woon Kim, Jong-Bang Eun and Chong-Ouk Rhee

Department of Food Science & Technology, Chonnam National University

Abstract

Rice (Dongjin-byeo) added with black rices (Chindo and Suwon-415) was cooked and the changes of texture and color of this cooked rice were investigated by texture analyser and color & color difference meter. The hydration time to come to the equilibrium condition was at least 11 hr in black rices. The optimum ratio of water to cooked rice added with black rice was 1.6 (ratio of water to rice) and the hardness of cooked rice added with 5% Chindo black rice was 5.66 kg. Regardless of ratio of water to rice, Hunter a value increased as the ratio of black rice addition to rice increased, while L value decreased. The color elution rate of Suwon 415 was 4 times greater than that of Chindo black rice. The pH of the steep water of Suwon 415 at 20°C during 120 min decreased from pH 6.40 to pH 6.16 as the steeping time increased. The optimum heating time by microwave oven of cooked rice added with black rice was between 90~120 sec to recover the original texture after cold storage treatment of 7 days.

Key words: *cooked rice, black rice, texture*

서 론

소득증대와 건강에 관한 관심이 높은 일반 소비자 들은 식품의 선택에 있어서도 다양한 욕구로 나타나고 있다. 주식인 밥만해도 예전에는 흰 쌀밥만을 찾던 것이 최근 여러 잡곡과 함께 혼식을 선호하고 있고 가공식품에 있어서도 식품의 선택과 향에 관한 관심이 높아지고 있다. 쌀도 특수미라 불리는 유색미와 향미가 개발되어 생산되고 있고 유색미중 특히 흑미는 이 지역 진도를 중심으로 농민들이 다량 재배하여 농가 소득 증대에 크게 기여하고 있다.

인류가 처음에 농사를 지어 생산한 것은 쌀, 밀, 감자 등 전분류를 위주로 한 백색식품이, 그 다음이 고단백류를 위주로 한 홍색식품이 제2대 식품이었고 계속해서 발전한 것은 각종 채소와 과일류등에 포함된 비타민, 무기질 및 섬유소등을 위주로 한 녹색식품이며 이를 제3대 식품이라고 부르기도 한다.

과학문명이 최고도로 발전하기 시작한 요즘 제4대 식품은 흑색식품으로 천연적 색소, 천연적 향기, 천연적인 맛을 가지고 있을 뿐만 아니라 인체의 면역기능 향상, 질병에 대한 예방과 치료가 되는 보건의식품(기능성식품)의 효능을 가지고 있다고 보고되고 있다¹⁾.

흑미는 중국 남부지방인 광둥과 운남지방에 야생되어 2000년전에 재배한 기록이 있고 중국의 한무제 시대에 황실에 진상되어 궁중 음식물이 되었다고 한다. 그때의 쌀은 검고 쌀속은 유리처럼 투명하거나 유백색이었고 유연하며 죽을 쑀어 먹을때면 냄새 좋은 향기가 풍겼다는데 약간의 한약 냄새가 있었다고 한다²⁾.

맛있는 쌀밥을 취반하기 위해서는 양질미의 생산 기술도 중요하지만 밥을 지을 때의 취반 조건의 확립도 중요하다. 취반조건에는 세미방법, 세미회수, 가수량 등의 세미조건이나 수화시간, 가열 및 뜸들이등 취반조건에 따라서도 밥맛이 달라질 수 있는 여건들이 많다.

본 연구는 최근 유색미 혼용밥에 관한 관심이 높아지고 있기 때문에 흑미 혼용밥의 취반시 적절한 방법을 설정하기 위하여 최적 취반조건과 이들 혼용밥의

Corresponding author: Chong-Ouk Rhee, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

텍스처 특성을 실험하고 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에는 1996년에 영암 간척지에서 수확된 현미와 백미(동진벼) 그리고 진도산 흑미와 나주산 수원 415호 흑미를 시료로 사용하였다. 각 시료들은 냉장고(4±1°C)에 보관하면서 분석하였다.

일반성분분석

수분은 상압가열건조법, 조회분은 직접회화법, 조지방과 조단백질은 A.O.A.C. 표준방법에 따라 분석하였다⁽³⁾.

수화양상

시료 1 g을 100 mL 비이커에 담고 20°C 증류수 50 mL를 넣고 일정시간 침지후 꺼내어 여과지 위에 굴러서 표면수를 제거하고 무게의 변화를 측정하였다. 무게 증가량으로부터 1 g 당 수분 증가량을 계산하였고 이와같은 과정을 최소한 3회 이상 반복하고 평균값을 취하였다⁽⁴⁾.

수화에 의한 경도의 변화

20°C 증류수 50 mL에 일정시간 시료를 침지한 후 낱알을 꺼내 표면수를 닦고 낱알에 대한 경도를 알아보고자 texture analyser (Stable Micro Systems, TA-XT2, UK)를 이용하여 "return to start mode"에서 plastic plunger (cylindrical type, 2 mm diameter)를 사용하여 0.5 mm/sec의 test speed와 90% deformation rate⁽⁵⁾에서 측정하였다.

흑미로부터 색소의 용출과 용출액의 pH 변화

수화시간 및 온도를 달리 하였을때 흑미로부터 색소의 용출정도와 용출액의 pH 변화를 알아보고자 시료 5 g을 증류수 100 mL에 넣고 20, 40°C에서 일정시간 간격으로 침지시킨 후 524 nm에서 spectrophotometer (Shimadzu, UV-1201)를 이용하여 흡광도를 측정하였고 흑미 색소용출액의 pH 변화를 측정하였다.

흑미 혼용밥의 텍스처 변화

백미에 흑미 5%, 10%를 각각 중량비에 따라 첨가하고 가수율을 1.2배에서 2.2배까지 달리하여 12시간 동안 20°C 증류수에 침지하였다. 취반은 전기밥솥(LG, Model RJ-0570)으로 하였고, 취반 완료후 10분간

뜸을 들인후 지름이 30 mm이고 높이가 15 mm인 원통형 성형틀에 밥을 6 g씩 담아 성형한 후 고정틀(지름 40 mm, 높이 20 mm)에 놓고 texture analyser (Stable Micro Systems, TA-XT2, UK)를 이용하여 텍스처를 측정하였다⁽⁶⁾. Texture analyser의 측정조건은 plastic plunger (cylindrical type, 20 mm diameter)를 사용하여 1 mm/sec의 test speed와 80% strain하에서 10번씩 반복하여 측정하여 TPA (texture profile analysis) 곡선을 얻고 hardness와 adhesiveness등의 특성치를 구하였다^(7,8).

흑미 혼용밥의 색도 변화

흑미 혼용밥을 취반후 표면색도의 변화를 color and color difference meter (Tokyo Denshoku Co. Ltd., Model TC-3600)로 측정하여 Hunter의 L (명도), a (적색도), b (황색도) 값으로 나타냈다(standard L=90.5, a=0.4, b=3.0).

취반방법이 혼용밥의 텍스처에 미치는 영향

백미에 흑미를 5, 10% 비율로 첨가한 후 전기밥솥(LG, Model RJ-0570)과 압력밥솥(세광알루미늄, BSPC-20C)을 이용하여 취반 한 후 텍스처에 미치는 영향을 측정하였다. 전기밥솥을 이용하여 취반할 때에는 내솥의 바닥면과 접촉되는 thermist의 온도가 125°C 일 때 전원이 차단된 후 그 때부터 10분의 뜸들이기 과정을 거 취반이 종료되도록 조절하였다. 가열시 가열판의 용량이 900 W를 유지하도록 전압조절기를 이용하였다. 압력밥솥은 가스렌지에서 강한 불로 7분 가열한 후 불을 끄고 10분간 뜸을 들었다.

냉장 저장후 텍스처에 미치는 마이크로파 가열의 영향

백미에 흑미를 10% 첨가한 500 g의 시료를 준비하고 이 시료 무게의 1.6배에 해당하는 증류수를 가한 후 취반하고, 10분간 뜸을 들이고 난 후 무균적으로 100 g 씩을 포장하여 냉장(4±1°C)상태로 보관하였다. 이 시료를 7일 동안 저장한 후 전자렌지(금성사, ER-687SF, 2450 MHz, 650W)를 사용하여 혼용밥을 90초에서 150초까지 30초 간격으로 가열하고 텍스처의 변화를 측정하였다.

통계처리

Texture analyser의 측정치를 SAS 통계 package program에 의해 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 처리군 간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 검정하여 분석평가하였다.

결과 및 고찰

일반성분

진도흑미의 수분은 12.9%, 단백질은 8.7%, 지방은 2.4%, 회분은 1.3%이었고, 수원 415호 흑미의 수분은 14.4%, 단백질은 9.6%, 지방은 2.7%, 회분은 1.3%이었다. Kim 등⁽⁹⁾의 보고에 의하면 백미의 수분은 10.5%, 단백질은 6.5%, 지방은 0.6%, 회분은 0.4%이었고 현미의 수분은 9.9%, 단백질은 8.0%, 지방은 2.6%, 회분은 1.3%로 나타났고 적미⁽¹⁰⁾의 수분은 15.2%, 단백질은 8.3%, 지방은 2.0%, 회분은 1.3%로 나타나 흑미 품종이 다른 품종에 비해 단백질, 지방, 회분의 함량이 비교적 높음을 알 수 있었다.

흑미의 수화양상

시료들의 수화양상은 Fig. 1과 같다. 모든 시료가 11시간 이후에 평형 수분 함량에 도달하여 동진현미는 23~24%, 진도흑미는 28~29% 그리고 수원 415호는 31%의 수분증가량을 보여서 흑미가 동진현미보다 수화가 더 잘 됨을 알 수 있다. 특히 수원 415호가 초기부터 다른 품종 보다 수분흡수속도가 훨씬 빠르지만 침지시간이 경과할수록 진도흑미와는 차이가 적어져서 24시간 후에는 3% 차이의 수분흡수도를 나타내었다. 그러나 백미의 경우 18°C 침지온도에서 최대수분함량을 나타내는 시간이 50분이라고 한 보고⁽⁴⁾와 비교하여 볼 때 흑미는 백미에 비하여 수화시간이 훨씬 오래 걸리는데 이것은 흑미가 현미와 같이 왕겨만 제거된 채로 표피층이 그대로 있기 때문이라고 생각된다.

Park 등⁽¹¹⁾은 현미 상태의 아끼바레와 오대버를 20

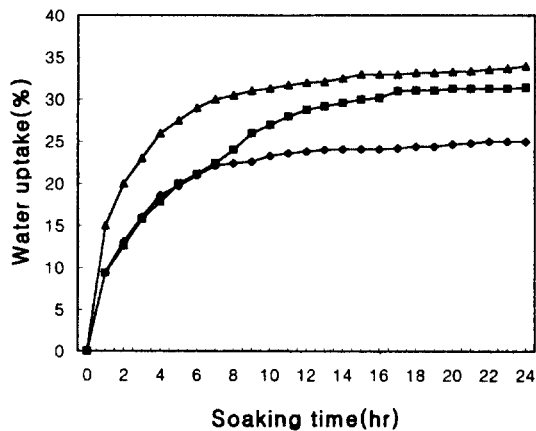


Fig. 1. Water absorption curves of rices. ◆—◆: Brown rice (Dongjinbyeo), ■—■: Black rice (Chindo), ▲—▲: Black rice (Suwon)

°C에서 침지시 17시간 이후에 평형수분에 도달하여 25~26%의 수분증가량을 나타내었다고 하였으며, Kim 등⁽¹²⁾은 밀양 23호 현미를 20°C에서 침지시 최대수분함량이 34% 라고 하였다. 그리고 Lee⁽¹³⁾는 진도에서 구입한 흑미의 경우 20°C에서 침지시 10시간 이후에 평형수분에 도달하여 35%의 수분증가량을 보였고, 중국 북경에서 구입한 흑미는 12시간후에 수분평형에 도달하여 32%의 수분증가량을 보였다.

수화에 의한 낱알 경도의 변화

시료를 증류수 50 mL에 침지한 후 낱알 경도의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다. 침지전 동진현미의 경도는 10.72 g_f이고, 동진백미는 10.01 g_f로써 높은 경도를 나타내었으나 1시간 침지후 부터 5.74~4.93 g_f까지 급격하게 경도가 감소하였다. 수원 415호는 침지 전에는 8.62 g_f의 경도를 보였으나 1시간 침지 이후에는 8.24~6.58 g_f의 범위로 감소하여 동진현미와 유사한 양상을 나타내었다. 진도흑미의 침지전 경도는 8.42 g_f이었고, 침지시간에 따라 7.30~4.72 g_f까지 서서히 감소하였다. Yun 등⁽¹⁴⁾의 실험에서도 쌀보리쌀을 40°C에서 4시간 동안 침지한 후 경도의 변화를 측정시 2시간을 중심으로 기울기가 다른 직선이 생기면서 감소하였다.

흑미의 색소용출과 용출액의 pH 변화

흑미 5 g을 각각 증류수 100 mL 넣고 20, 40°C에서 일정시간 간격으로 침지시킨 후 색소용출과 용출액의 pH 변화 양상을 실험한 결과는 Fig. 3, 4와 같다. 수원

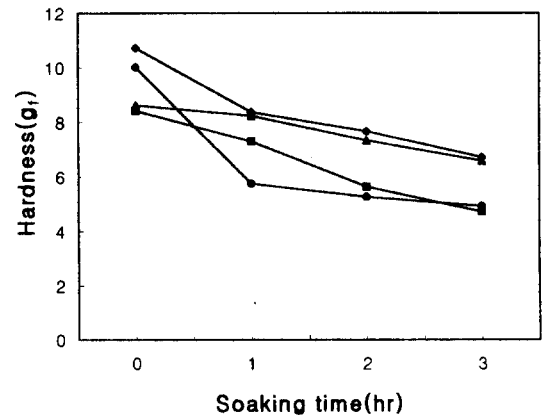


Fig. 2. Changes of hardness of rice grains during soaking at 20°C. ●—●: Milled rice (Dongjinbyeo) ◆—◆: Brown rice (Dongjinbyeo), ■—■: Black rice (Chindo), ▲—▲: Black rice (Suwon)

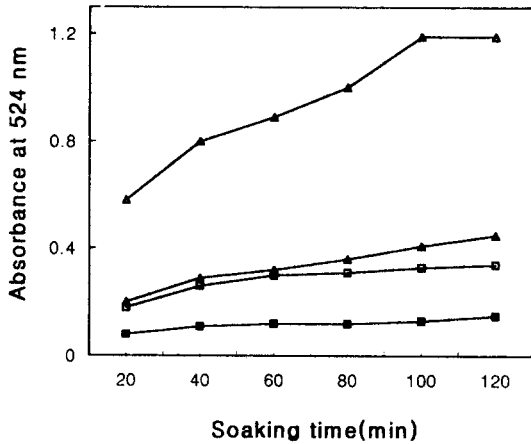


Fig. 3. Effect of soaking temperature on the extraction of anthocyanin pigment from black rices. ■—■: Black rice (Chindo) at 20°C, ▲—▲: Black rice (Suwon) at 20°C, □—□: Black rice (Chindo) at 40°C, △—△: Black rice (Suwon) at 40°C

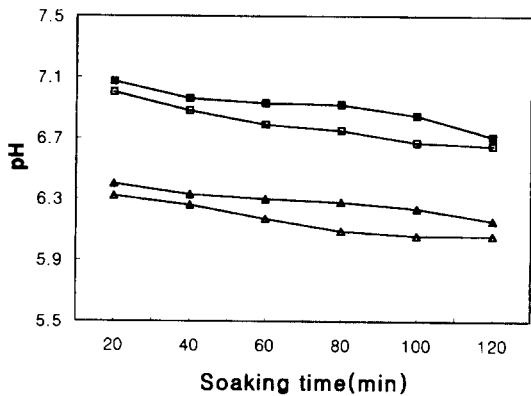


Fig. 4. Changes of pH during soaking of black rices. ■—■: Black rice (Chindo) at 20°C, ▲—▲: Black rice (Suwon) at 20°C, □—□: Black rice (Chindo) at 40°C, △—△: Black rice (Suwon) at 40°C

415호가 진도흑미에 비해 월등히 색소용출이 잘 되고 있음을 알 수 있었고, 침지온도가 20°C에서 40°C로 높

아지면서 흡광도가 크게 증가하였다. 이러한 경향은 Lee⁽¹³⁾의 실험에서와 같이 침지온도를 높일수록, 그리고 흑미입자 크기가 미세할수록 안토시아닌의 용출이 잘 된다고 한 보고와 일치하고 있다.

흑미의 침지액중 pH의 변화는 시간이 경과함에 따라 전반적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 20°C에서 침지한 진도흑미는 120분 후에 pH가 7.07에서 6.71로, 수원 415 흑미는 pH가 6.40에서 6.16으로 감소하였다. Kim 등⁽¹²⁾은 찰쌀을 20°C에 수침시 수침액의 pH는 초기 6.8에서 6시간 후에는 6.35로 감소함을 보고하였고, Kim 등⁽¹⁰⁾은 멥쌀의 경우 30°C에서 초기 6.70에서 2시간에 6.50으로 감소하였다고 보고하며 이 원인을 쌀의 수침중 생성되는 유기산 또는 지방산에 기인하는 것으로 추정하였다.

가수량에 따른 흑미 혼용밥의 텍스처 변화

밥의 식미에 큰 영향을 주는 텍스처는 취반 방법중 특히 가수량에 따라 차이를 나타낸다⁽¹⁷⁾. 가수율을 1.2배~2.2배로 달리하면서 진도흑미 5, 10%를 첨가한 혼용밥을 texture analyser로 10회 압착시험을 실시한 결과는 Table 1과 같다.

Hardness는 유의적인 차이($\alpha=0.01$)를 보이며 각각 9.89 kg~3.31 kg, 11.05 kg~4.17 kg로 감소하였다. 그러나 가수율 1.6배와 1.8배 사이에서는 완만한 경사를 나타내면서 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 5). Adhesiveness 대 hardness의 비(A/H)⁽¹⁸⁾는 가수량이 증가함에 따라 5, 10% 흑미를 첨가할 때 각각 0.03~0.16, 0.06~0.13로 증가하는 경향을 보였으나 chewiness는 흑미를 5, 10% 첨가할 때 각각 0.65~0.13 kg, 0.83~0.17 kg로 감소하는 경향을 보였다.

Kim 등⁽¹⁸⁾에 의하면 가수율이 1.25~1.5배로 증가하면 쌀알의 경도는 2.63 kgf에서 2.14 kgf로 감소한다고 하였으며 Lee⁽¹⁹⁾는 가수율이 1.3~1.6배로 증가하면 경도는 감소하고, 끈기와 끈기대 경도의 비(A/H)는 증가하

Table 1. Effect of ratio of water to the cooked rice added with Chindo black rice

Adding rate	Factor	Ratio of water to rice						F-value
		1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	
5%	Hardness	9.89 ^A	7.83 ^B	5.67 ^C	5.28 ^D	4.50 ^E	3.31 ^F	326.53**
	A/H	0.03 ^A	0.04 ^{AB}	0.05 ^{BC}	0.06 ^C	0.08 ^D	0.16 ^E	65.14**
	Chewiness	0.65 ^A	0.44 ^{AB}	0.29 ^{BC}	0.25 ^C	0.19 ^{CD}	0.13 ^D	25.97**
10%	Hardness	11.05 ^A	8.08 ^B	5.90 ^C	5.91 ^C	4.64 ^D	4.17 ^D	165.8**
	A/H	0.06 ^A	0.07 ^A	0.08 ^B	0.10 ^C	0.11 ^C	0.13 ^D	47.92**
	Chewiness	0.83 ^A	0.54 ^B	0.25 ^{CD}	0.33 ^C	0.21 ^D	0.17 ^D	62.39**

¹⁾F test, ** Significant at P<0.001

²⁾Groups with same transcript do not differ (P<0.001)

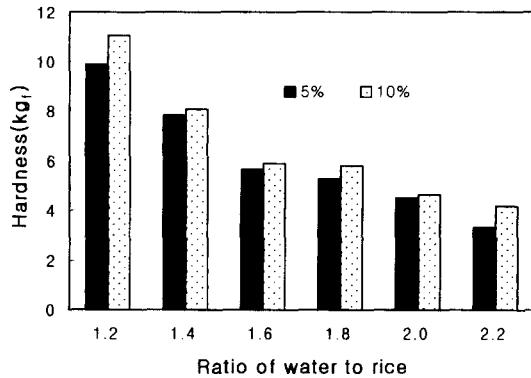


Fig. 5. Relation between hardness and ratio of water to the cooked rice added with Chindo black rice.

는 경향이었고, 가수율 1.6 (v/v)일 때 경도는 중만생종이 조생종이나 중생종보다 낮게 나타났다고 하였다.

Kim 등⁽²⁰⁾은 현미의 취반시 요구되는 적절한 가수량을 정할시 가수율에 따른 현미밥의 hardness와의 관계에서 경도변화가 완만하게 일어나는 가수율 부분을 최적가수율로 정하였는데 아끼바레와 밀양23호 현미는 각각 1.65 및 1.73배의 가수량에서 경도변화가 완만하여 최적가수율 설정시 기준이 되었다고 하였다. 따라서 다음에 계속되는 흑미 첨가량에 따른 혼용밥의 텍스처 변화에 대한 실험에서는 1.6배의 가수율로 혼용밥을 취반하여 텍스처를 측정하였다.

흑미첨가율에 따른 혼용밥의 텍스처 변화

백미에 흑미를 각각 5, 10% 첨가하고 취반한 혼용밥의 텍스처 변화는 Table 2와 같다. 흑미를 첨가하지 않은 대조구의 hardness는 3.81 kg_f이었으나 진도흑미를 5%, 10% 첨가 하였을 때의 hardness는 각각 4.00 kg_f, 4.55 kg_f이고, 수원 415호는 4.03 kg_f, 4.71 kg_f으로서 흑미의 첨가량이 많아 짐에 따라 hardness가 높아지고 있다. 대조구의 chewiness는 0.14 kg_f이었으나, 혼용밥의 경우 chewiness는 0.16~0.19 kg_f으로 비슷한

Table 2. Texture of cooked rice added with black rices

Factor	Dongjin		Chindo		Suwon 415	
	0%	5%	10%	5%	10%	
Hardness (kg _f)	3.81	4.00	4.55	4.03	4.71	
Adhesiveness (kg _f)	0.30	0.29	0.42	0.35	0.41	
A/H	0.07	0.07	0.09	0.10	0.07	
Springiness	0.26	0.26	0.26	0.30	0.27	
Cohesiveness	0.14	0.17	0.14	0.14	0.15	
Chewiness (kg _f)	0.14	0.18	0.16	0.16	0.19	
Gumminess (kg _f)	0.52	0.68	0.64	0.56	0.69	

Table 3. Color changes of cooked rice added with black rices

Adding rate Factor	Dongjin		Chindo		Suwon 415	
	0%	5%	10%	5%	10%	
L	61.5	47.3	40.0	31.3	24.2	
a	-2.5	2.7	3.8	5.4	5.6	
b	8.3	5.1	4.3	2.0	2.2	

양상을 보였으며 gumminess는 대조구가 0.52 kg_f이었으나 혼용밥의 gumminess는 0.56~0.69 kg_f를 나타냈다. 그러나 adhesiveness 대 hardness의 비, springiness, 그리고 cohesiveness는 대조구에 비해 차이를 보이지 않았다.

혼용밥의 색도 변화

흑미 혼용밥의 색도 변화는 Table 3과 같다. 대조구의 명도(L)는 61.5 이었으나 흑미가 혼용되면서 색이 짙게 되고 따라서 명도는 진도흑미의 경우 47.3~40.0으로 낮아졌고, 수원 415호의 경우는 31.3~24.2로 되었다. 진도흑미를 5% 혼용한 밥의 적색도(a)는 -2.5에서 2.7로 되었고, 수원 415호는 5.4를 보였으며, 황색도(b)는 대조구가 8.3 이었는데 흑미가 혼용되면서 진도흑미는 5.1~4.3으로 낮아졌다. 따라서 진도 흑미 보다 수원 415호 흑미가 취반과정중 안토시아닌 색소의 용출이 잘 일어나므로 혼용밥의 색도에 더 큰 영향을 주었다고 생각된다.

취반방법이 혼용밥의 텍스처에 미치는 영향

취반방법이 혼용밥의 텍스처에 미치는 영향을 실험한 결과는 Table 4와 같다. 압력밥솥을 이용하여 취반한 혼용밥이 전기밥솥으로 취반할 때 보다 높은 hardness를 보였는데 10% 진도흑미를 첨가하여 전기밥솥으로 취반시에 hardness가 4.55 kg_f이었으나 압력밥솥으로 취반시에는 5.56 kg_f이었다. Chewiness는 압력밥

Table 4. Effect of cooking method in cooked rice added with 10% Chindo black rice

Factor	Electric cooker		Pressure cooker	
	Control	10%	Control	10%
Hardness (kg _f)	3.81	4.55	4.73	5.56
Adhesiveness (kg _f)	0.30	0.42	0.40	0.43
A/H	0.08	0.09	0.08	0.08
Springiness	0.26	0.26	0.24	0.26
Cohesiveness	0.14	0.14	0.15	0.16
Chewiness (kg _f)	0.14	0.16	0.18	0.23
Gumminess (kg _f)	0.52	0.64	0.73	0.89

술을 이용하여 취반시 0.23 kg이었으나 전기밥솥으로 취반시에는 0.16 kg으로 낮아졌다. Gumminess는 압력 밥솥을 이용하여 취반시 0.89 kg이었으나 전기밥솥으로 취반시에는 0.64 kg으로 낮아져서 전기밥솥에 비해 압력밥솥으로 취반시 hardness, chewiness, 그리고 gumminess에서 높은 값을 나타내었다. Kim 등⁽²¹⁾에 의한 취반기구별 관능적특성에 관한 보고에서는, 압력솥 취반미가 전기솥 취반미보다 견고성이 높았고, 부착성도 높은 경향을 보였다고 한다.

마이크로파 가열이 냉장저장 혼용밥의 텍스처에 미치는 영향

흑미를 10% 첨가한 혼용밥을 7일동안 냉장(4±1°C) 저장한 후 전자렌지를 이용하여 90, 120, 150초 동안 가열시 텍스처의 변화를 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 진도흑미 혼용밥의 경우 1, 4, 7일간 저장한 후 전자렌지로 가열하기전의 경도는 7.8, 8.5, 10.2 kg를 각각 나타내어 저장기간이 증가할수록 hardness가 높아짐을 알 수 있었다. 각각의 시료를 90초~150초 동안 가열할 때의 hardness가 120초 가열할 때 보다 유의적인 차이(α=0.01)를 보이며 0.88~1.48 kg정도 높게 나타났다. 이는 90초 가열시간이 혼용밥의 텍스처를 취반 직후의 상태로 회복시키는데 충분하지 못하였고, 150초 가열시에는 수분증발로 인하여 취반직후의 hardness보다 높은 값을 보였다. 따라서 냉장 혼용밥의 적정가열시간은 90초~120초 사이가 적당하다고 생각된다. Kum 등⁽²²⁾의 보고에 의하면 냉동저장후 전자렌지를 이용하여 가열할 때가 냉장 또는 실온저장할 때 보다

경도가 낮게 나타났는데 이것은 냉동시 밥알의 조직이 영향을 받은 것으로 보고 하였다.

요 약

흑미(진도흑미와 수원 415호)를 백미(동진)에 5%, 10% 혼용하여 취반하고 texture analyser와 color and color difference meter를 이용하여 혼용밥의 텍스처와 색도의 변화를 알아보고자 하였다. 동진백미는 침지 50분후에, 진도흑미와 수원 415호는 11시간 이후에 평형수화시간에 도달하였다. 수화에 필요한 가수량은 1.6배가 적당하였으며, 이 때의 경도는 진도흑미를 5% 첨가한 혼용밥에서는 5.66 kg이었다. 침지온도와 시간이 경과함에 따라 수원415호가 진도흑미 보다 색소용출속도가 약 4배 빨라졌다. 흑미 색소용출액의 pH는 시간이 경과함에 따라 낮아졌는데 수원415호가 20°C에서 120분까지 침지시 pH가 6.40에서 6.16으로 낮아졌다. 흑미의 첨가량이 많아 질수록 가수율에 관계없이 혼용밥의 명도(L값)는 감소하고, 적색도(a값)는 증가하였다. 혼용밥을 7일간 냉장(4±1°C) 보관한 후 전자렌지를 이용하여 가열시 취반 직후의 텍스처로 회복되는데 90초에서 120초 사이가 적당하였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단지정 식품산업기술 연구센터의 지원 지역협력 연구과제인 "특수미 혼용밥의 식미향상을 위한 관능적 및 물리적 특성(과제번호:97-15-02-03-A-3)"의 연구결과의 일부로써 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Takahashi, K. and Yoshizawa, K.: Red rice pigments and brewing of alcoholic beverages containing them (in Japanese). *J. Brew. Soc. Japan*, **82**, 740-743 (1987)
2. Lin, D., Liu, X. and Li, W.: Studies on pigments of red rice in China. *Sipin Yu Fajiao Gongye*, **4**, 49-52 (1989)
3. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. (1995)
4. Lee, S.O., Kim, S.K. and Lee, S.K.: Kinetic studies on hydration of traditional and high-yielding rice varieties (in Korean). *J. Kor. Agri. Chem. Soc.*, **26**, 1-7 (1983)
5. Okadome, H., Toyoshima, H. and Ohtsubo, K.: Many-sided evaluation of physical properties of cooked rice grains with a single apparatus (in Japanese). *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*, **43**(9), 1004-1011 (1996)
6. Lee, Y.J., Hwang, S.W., Park, Y.S., Yoon, W.J. and Chun,

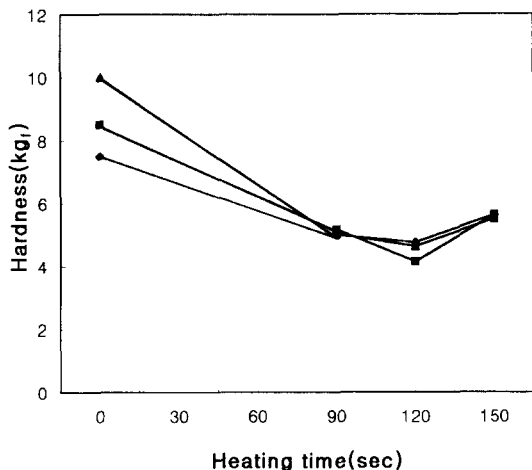


Fig. 6. Effect of microwave heating of cooked rice added with Chindo black rice during storage at 4°C. ◆: 1 day, ■: 4 day, ▲: 7 day

- J.K.: Measurement of hardness and adhesiveness of cooked rice (in Korean). *Agri. Chem. Biotech.*, **38**, 398-402 (1995)
7. Okabe, M.: Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Tex. Stud.*, **10**, 131-152 (1979)
 8. Bourme, M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**(7), 62-72 (1978)
 9. Kim, P.J. and Kim, J.P.: Studies on the cooking characteristics of brown rice and milled rice (in Korean). *Reports of Food Resources Institute of Chungang University*, **4**(1), 1-7 (1992)
 10. Goto, M., Murakami, Y. and Yamanaka, H.: Comparison of palatability and physicochemical properties of boiled rice among red-rice, koshihikari and minenishiki (in Japanese). *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*, **43**(7), 821-824 (1996)
 11. Park, H.W.: The hydration properties and the cooking qualities of various brown rices. *M.S. Thesis*, Inha Univ., Seoul, Korea (1991)
 12. Kim, K.J., Pyun, Y.R., Cho, E.K., Lee, S.K. and Kim, S.K.: Kinetic studies on hydration of akibare and milyang 23 brown rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 297-302 (1984)
 13. Lee, S.H.: Studies on the physicochemical properties and the extraction kinetics of anthocyanin pigments from black rice (in Korean). *M.S. Thesis*, Sookmyung Women's Univ., Seoul, Korea (1996)
 14. Yun, Y.J., Kim, K., Kim, S.K., Kim, D.Y. and Park, Y. K.: Hydration rates and changes of hardness during soaking of polished naked barleys. (in Korean) *J. Kor. Agri. Chem. Soc.*, **31**(1), 21-25 (1988)
 15. Kim, K., Lee, Y.H., Kang, K.J. and Kim, S.K.: Effects of steeping on physicochemical properties of waxy rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 535-540 (1993)
 16. Kim, S.K. and Bang, J.B.: Physicochemical properties of rice affected by steeping conditions (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1026-1032 (1996)
 17. Kim, H.Y., Lee, H.D. and Lee, C.H.: Studies on the physicochemical factors influencing the optimum amount of added water for cooking in the preparation of Korean cooked rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 644-649 (1996)
 18. Kim, M.H. and Kim, S.K.: Influence of cooking condition and storage time after cooking on texture of cooked rice (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **25**(1), 63-68 (1996)
 19. Lee, S.J.: Water addition ratio affected texture properties of cooked rice (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**(5), 810-816 (1996)
 20. Kim, K.J., Pyun, Y.R., Choi, H.T., Lee, S.K. and Kim, S.K.: Cooking condition of akibare and milyang 23 brown rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 457-462 (1984)
 21. Kim, H.Y. and Kim, K.O.: Sensory characteristics of rice cooked with pressure cookers and electric cookers (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**(4), 319-324 (1986)
 22. Kum, J.S., Han, O. and Kim, Y.H.: Effect of microwave reheating on the qualities of cooked rice (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **25**(3), 504-512 (1996)

(1998년 2월 6일 접수)