

# 퀵 브레드 쌀 머핀 제조용 첨가물로써의 바이오폴리머(Hydroxyethyl Methylcellulose, HEMC) 활용성 검토

김주희 · 강미영<sup>†</sup>

경북대학교 식품영양학과

## A Study on Applying the Biopolymer (hydroxyethyl methylcellulose) to Prepare Quick Bread Rice Muffins

Joo-Hee Kim and Mi-Young Kang<sup>†</sup>

Department of Food Science and Nutrition,  
Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

### Abstract

We examined the quality characteristics and conducted a sensory evaluation of muffins made with rice flour and the biopolymer hydroxyethyl methylcellulose (HEMC) to identify a new health functional food additive. First, overrun and foam stability of HEMC-HV (high viscosity) was better than HEMC-LV (low viscosity) to prepare muffins. Also the quality of rice muffins(volume, specific cake volume, and baking loss) was analyzed. There was no significant difference in the sensory evaluation of rice flour muffins containing foam mixture(egg white:HEMC-HV, 3:1, v/v) and muffin made from flour. The results showed that HEMC-HV was suitable for quick bread muffin-making using 100% rice flour.

Key words : biopolymer, hydroxyethyl methylcellulose, rice flour muffin, quality characteristics

## 1. 서 론

식생활이 간편화·서구화됨에 따라 우리의 주곡 작물인 쌀의 섭취 형태도 다양하게 변화되면서 소비자들의 기호성을 충족시킬 수 있는 방향으로의 제품 개발을 통한 쌀 소비확대 및 쌀 가공제품의 다양화를 유도하여야 할 필요성이 있다.

쌀 가공제품으로써 주식의 형태로 활용할 수 있는 아이템은 쌀 빵과 쌀국수를 들 수 있으며, 이들 품목에 대한 정부 및 국민들의 관심도 높아져, 쌀 관련 제품개발에 열을 올렸으며, '라이스콘', '밀엔미', '우리 쌀 식빵' 등 쌀 빵 전문제품들도 생겨나기 시작하였다. 그러나 기대와는 달리 성형성과

조직 감에 문제점들이 많아서 소비자들의 반응은 높지 않았고, 전문 베이커리들도 쌀 빵 제품의 종류를 식빵의 형태가 아닌 모닝 빵과 봉지 빵 등으로 제한하고 있는 실정이다. 본 연구자들도 쌀 빵 제조를 위한 다양한 시도를 하였으나, 이스트에 의한 발효 빵의 경우에 쌀의 종류에 따른 성형성 및 조직 감의 문제를 극복하지 못하여 실용화 되지 못하고 있는 실정이다(Yoo KA와 Kang MY 2005, Kang MY 등 2000, Kang MY와 Nam YJ 1999).

속성 빵(quick-bread)인 머핀에서 특유의 조직 감인 스펀지성은 밀가루의 글루텐과 달걀의 단백질에 기인하는 망상구조형성능(Arozarena I 등 2001, Turabi E 등 2008)이라 할 수 있는데, 쌀가루의 경우에는 글루텐이 함유되어 있지 않으므로 단백질과의 상호작용에 의한 망상구조형성능이 미약할 가능성이 예상된다. 그러므로 속성 빵인 머핀 제조에 적절한 바이오폴리머를 첨가함에 따른 가공성을 검토할 필요성이 있다고 사료된다.

일반적으로 gluten-free dough로써 제빵 성을 검토하는 경우에는 제품의 레올로지적 특성들은 첨가하는 hydrocolloid들

<sup>†</sup>Corresponding author : Mi Young Kang, Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea  
Tel: +82-53-950-6235  
Fax: +82-53-950-6235  
E-mail : mykang@knu.ac.kr

의 특성과 상관성이 있다(Dickinson E 2003, Dobraszczyk BJ 등 2003, Schober TJ 등 2008, Sivaramakrishnan HP 등 2004). 본 논문에서는 자연에서 얻어지는 다양한 다당류, 폴리페놀류, 폴리에스터류, 폴리아마이드류, 단백질 등의 바이오폴리머(Lee SH과 Park TJ 2010)중에서 HEMC 2종류와 난백과의 혼합에 의한 각각의 거품 특성과 순 쌀 머핀 제조를 위한 가공성을 검토하였다. 식품산업이 성장하면서 식품의 제조 및 가공단계에서 식품의 기능성 유지 및 가공성 향상 등을 목적으로 바이오폴리머들이 다양하게 사용되고 있으며(WHO 1991), 특히 셀룰로오스 유도체들은 안전성이 확보되어 있다는 점에서 전 세계적으로 가장 많이 활용되고 있는 실정이다(DeVries JW 2003, Jones JM 2000).

히드록시프로필에틸셀룰로오스(Hydroxypropyl Ethylcellulose, HEMC)는 셀룰로오스 계열의 식이섬유로써, HPMC(Hydroxypropyl Methylcellulose)와 유사하게, 점도, 분자량, 치환기(에틸기와 히드록시프로필기의 성분비율)에 따라 다양한 특성을 나타내며(Gomez M 등 2007, Collar C 등 1999, Guarda A 등 2004, Rosell CM 등 2001), 특히 치환도에 따라 식품에 다양하게 응용될 수 있는 유용한 특성을 가지고 있을 것으로 사료(Burdock GA 2007)되는 식품 첨가물이다. 이러한 HEMC는 저자 등의 선행연구(Ban SJ 등 2012)에서 동물에게 보충 급여한 결과, 체중증가 및 장기조직 등에 이상 징후를 나타내지 않는 등 안전성이 확보됨을 확인하였으며, 오히려 항 당뇨 및 고지혈증 억제 효능을 입증한 식품 첨가물이다. 이에 본 연구에서는 건강 기능성이 확보된 새로운 식품 첨가물로써의 HEMC 활용 방안을 모색하는 의미에서 쌀 머핀의 가공성 및 기호도에 대한 관능검사 등을 조사하여 HEMC 첨가 쌀 머핀의 제조방법을 확립하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### (1) 재료

점도와 치환도가 다른 2종류(HEMC-LV, HEMC-HV)의 바이오 폴리머(hydroxyethyl methyl cellulose)를 삼정정밀화학으로부터 제공받아 사용하였다. 쌀가루(쌀 100%, (주)대두식품, 군산), 밀가루(1등급, 대한제분, 부산), 난백(봉화계란, 봉화) 및 기타 부재료인 백설탕(삼양사, 울산), 소금((주)영진그린식품, 신안), 식소다(전원식품, 김포)를 시중에서 구입하여 사용하였다.

### (2) 거품 형성능 및 안정성 측정

거품형성능은 Kim MR과 Imm JY(2004) 그리고 Phillips LG 등(1987)의 방법을 일부 수정한 것으로써, 시료 200 g을 10 분간 제과용 mixer(Model K5SS, Kitchen Aid Inc., Detroit, MI, USA)로 whipping하여 형성되는 100 mL의 무게를 측정하여, (시료 100 mL의 무게 - 거품 100 mL의 무게)/거품 100 mL의 무게) × 100 을 overrun(%)으로 표시하였으며, 거품의 안정성(drainage)은 Stahe SK등(1982)의 방법에 준하여, 형성된 거품을 100 mL의 용기에, 20 g씩 옮겨 담고, 직경 5 mm의 구

멍이 일정하게 뚫린 틀에 올려 실온에 한 시간 동안 방치한 후, 흘러나온 액체의 무게를 digital balance(Dragon 204, Mettler Toledo Co., Ltd., Shanghai, China)로 10회 반복 측정하여 산정하였다.

### (3) 머핀 반죽의 이화학적 특성

머핀 반죽과 난백 및 HEMC의 비중(specific gravity)은 AACC 10-15(2000)의 방법에 따라[비중(g/mL) = 머핀 반죽 무게 / 물 무게(물의 밀도는 1.00 g/mL로 가정)] 산출하였고, pH는 AACC 방법에 따라 거품 혹은 mixing이 끝난 반죽 15 g에 증류수 100 mL을 넣어 현탁액을 만들어 30분간 혼합한 후, 실온에 10분 방치하여, pH meter(MP220, Mettler Toledo, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 그리고 머핀 재료를 혼합하여, 회전식 점도계(Digital Viscometer, Model DV-1+, Brookfield Engineering, USA)를 이용하여 측정하였으며, 측정 조건은 비커에 50 g의 시료를 담아, 스피들 No. S64, 회전속도 6 rpm에서 약 1분간 회전시키면서, 10회 이상 반복 측정 한 평균값으로써 산출하였다.

### (4) 머핀 제조

HEMC 용액은 증류수를 이용해 24시간이상 팽윤시켜 최종 농도 1%(w/v)로 만들어 사용하였고, 믹싱 볼에 난백과 HEMC 분산액을 각각 담아 거품을 형성 및 안정시키고, Table 2의 배합비에 따라 재료를 혼합하여 반죽 후, 7 × 5.5 × 4.5 cm의 원형 팬에 50 g씩 각각 담아 170℃로 예열된 전기데크오븐(전진공업, 서울)에서 20분간 구웠다.

### (5) 머핀의 부피, 비체적 및 굽기 손실률

머핀을 실온에서 1시간 식힌 후, 무게를 측정하였으며, 종자치환법으로 부피를 측정하였다. 비용적은 머핀 1 g이 차지하는 부피를 무게로 나누어서 표시하였고, 굽기 손실률(%)은 [(굽기 전 무게 - 굽기 후 무게)/굽기 전 무게] × 100 으로 계산하여 산출하였다.

### (6) 기호도 검사

머핀을 제조하여 상온에서 3시간 방치 후, 경북대학교 식품영양학과 대학원생 20명을 선정하여, 실험 목적 및 평가 항목에 대하여 교육을 한 후 소비자 기호도 검사를 실시하였다. 각각 제조된 머핀은 실온에서 1시간 방치한 뒤 머핀을 3×3×1.5 cm<sup>3</sup>의 크기로 잘라, 각 처리 시료 당 2개씩을 동일한 접시에 담아 제시하였다. 머핀의 색, 향, 맛, 조직감과 전체적인 기호도의 5가지 항목에 대해서 주관적 기호도 7점 척도법으로 각각 평가하였고, 각 항목에 대해 좋게 느낄수록 높은 점수를 주도록 하였다.

### (7) 통계분석

본 연구의 통계분석은 SPSS V 18.0(Statistical Package for

the Social Sciences, Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA를 실시하였다. 측정값사이의 유의성은 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$  수준에서 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### (1) 바이오 폴리머의 이화학적 특성에 따른 기포성 비교

기포성 및 유희특성은 일반적으로 계면활성 성분의 특성에 따라 영향을 받는다(Dikinson E 2001). 본 연구에서는 쌀 머핀 반죽의 망상구조 형성에 주된 역할을 하는 난백의 기포성(거품형성성 및 안정성)을 증가시키는 목적으로 바이오 폴리머의 활용을 검토하는 것이므로, 물리화학적 특성인 점성 및 치환체의 치환도가 Table 1에 제시하는 바와 같이 2 종류의 바이오폐리머를 사용하여 우선 이들 바이오폐리머들의 기포성을 각각 검토하였다. HEMC-HV는 고분자량의 바이오 폴리머로써 HEMC-LV에 비해서 메톡시기의 치환도는 다소 낮으나 점성이 3배정도 크기 때문에 식품의 물성 개선을 위한 첨가제로써 사용을 검토할 필요성이 있는 바이오폐리머라고 생각된다. 이들 2 종류 바이오폐리머 0.1%, 0.5%, 1% 농도의 거품형성성 및 안정성을 검토한 결과, 거품형성성(Fig. 1)의 경우에 HEMC-LV는 0.1%에서 비교군인 난백(801.23%)보다 높은 over-run 수치(862.92%)를 나타내고 있었으며, 농도가 증가할수록 거품 형성성은 낮아지고 있었다. 한편, 고 점도 특성을 가지는 HEMC-HV는 HEMC-LV 보다 고농도인 1%에서 비교군인 난백과 유사한 정도의 거품형성성을 보였다. 일단 형성된

Table 1. Formulas for rice muffin with different levels of HEMC

Ingredients (g)	HEMC content (%)						
	Control WF-0 <sup>1)</sup>	WF-100	RF-0	RF-25	RF-50	RF-75	RF-100
Wheat flour	100	100	-	-	-	-	-
Rice flour	-	-	100	100	100	100	100
Batter							
Salt	1	1	1	1	1	1	1
Baking powder	1	1	1	1	1	1	1
Egg white	200	-	200	150	100	50	-
Foam							
1% HEMC	-	200	-	50	100	150	200
Sugar	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1)</sup>WF-0 ; Wheat flour + egg white foam 100%,  
WF-100 ; Wheat flour + HEMC-HV foam 100%,  
RF-0 ; Rice flour + egg white foam 100%,  
RF-25 ; Rice flour + egg white foam 75% and HEMC-HV foam 25%,  
RF-50 ; Rice flour + egg white foam 50% and HEMC-HV foam 50%,  
RF-75 ; Rice flour + egg white foam 25% and HEMC-HV foam 75%,  
RF-100 ; Rice flour + HEMC-HV foam 100%.

Table 2. Viscosity and degree of substitution in HEMC

Sample	Viscosity (cps)	Degree of substitution (%)	
		Methoxy group	Hydroxyethyl group
HEMC-LV <sup>1)</sup>	24,050	25.1	7.4
HEMC-HV <sup>2)</sup>	62,000	23.2	7.0

<sup>1)</sup>LV; low viscosity, <sup>2)</sup>HV; high viscosity.

Table 3. Foam stability from different concentrations of HEMC

Sample	Drainage weight(g)	
Control (whole egg white)	14.25 ± 0.81 <sup>b</sup>	
HEMC-LV <sup>1)</sup>	0.1%	52.78 ± 2.75 <sup>c</sup>
	0.5%	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>
	1.0%	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>
HEMC-HV <sup>2)</sup>	0.1%	68.24 ± 5.16 <sup>c</sup>
	0.5%	59.35 ± 1.71 <sup>d</sup>
	1.0%	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>LV, low viscosity, <sup>2)</sup>HV, high viscosity.

Values are Mean ± SD.

Means with the same letter in column are not significantly different at  $p < 0.05$ .

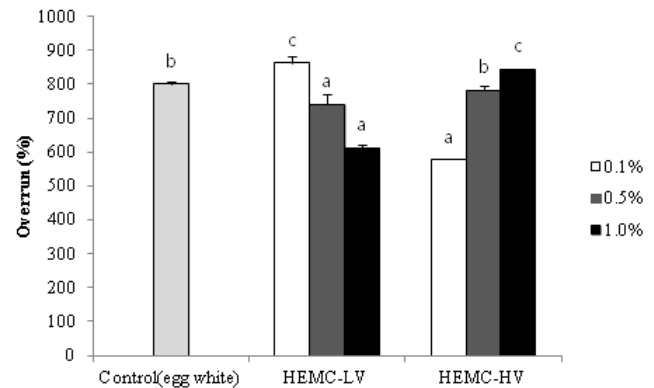


Fig. 1. Overrun from different concentrations of HEMC.

HEMC-LV, low viscosity, HEMC-HV, high viscosity.

Means with the same letter in column are not significantly different at  $p < 0.05$ .

거품의 안정성은 Table 3에 나타내는 바와 같이, 저분자량을 가지며, 낮은 점성을 가지는 HEMC-LV는 0.5% 농도에서도 안정된 거품이 형성되는 것을 확인할 수 있었으며, HEMC-HV는 1% 농도의 경우부터 안정된 거품을 형성하고 있음을 확인하였다. 한편, 흥미롭게도 HEMC-LV와 HEMC-HV에 첨가한 농도에 따른 거품 형성이 정반대의 경향이 나타났다. 이는 HEMC의 점도에 따른 영향보다는 두 HEMC가 가지는 치환도 차이에 기인된 결과로 생각된다. 즉, HEMC-LV의 경우 소수성에 해당하는 methoxy기 함량이 HEMC-HV보다 2%가 커 소수성의

경향을 더 띄므로 표면장력이 감소하게 된다. 감소된 표면장력은 거품형성을 억제하는 결과를 나타내게 되므로, HEMC-LV의 경우에는 HEMC-LV 첨가량 증가에 따라 거품형성이 감소하는 경향을 띄며, HEMC-HV는 상대적으로 친수성을 띄므로 HEMC-HV 첨가 농도에 따라 거품형성이 증가하는 것으로 생각된다.

## (2) 바이오 폴리머 거품 첨가에 따른 머핀 반죽의 이화학적 특성

Table 4는 바이오폴리머의 첨가량에 따른 빵 반죽의 점도, 비중 및 pH 측정된 결과이다. 바이오폴리머 100% 반죽의 경우 쌀가루보다 밀가루 반죽의 점도가 유의적으로 높게 측정되었다. 이는 Park YS와 Chang HG의 보고(2007)에서처럼 밀가루보다 쌀가루에서 전분 분자 사이의 회합이 일어날 때 망상구조의 형성이 약하기 때문인 것으로 사료된다. 한편 Cho H 등(2008)은 밀가루에 hydrocolloid를 첨가하면 점도가 증가하는 것은 전분입자들이 수소결합으로 직선상과 측쇄상으로 결합되어 있는 결정형과 무정형분자들로 구성되어 있으며 열을 가하면 결정형 분자의 수소결합이 파괴되면서 무정형 부분이 증가되고, 동시에 전분입자의 수화와 팽윤이 일어나면서 직쇄상의 아밀로오스가 용출되기 시작하여 점도가 상승되고 여기에 hydrocolloid가 존재하면 점도상승은 더욱 가속화된다고 보고하였다. 바이오폴리머의 첨가량이 증가할수록 머핀 반죽이 높은 점도를 나타내는 것은 바이오폴리머 용액 자체의 점도가 높기 때문인 것으로 사료된다.

반죽의 비중은 부피와 texture특성에 영향을 미치는 요인으로 비중이 클수록 완성품의 부피는 줄어든다(Chung YS와 Kim DJ 2009). 쌀가루 반죽에서 바이오폴리머 25~75% 첨가군은 유의적인 차이가 없었고, 100% 바이오폴리머 첨가 시 쌀가루보다 밀가루 반죽에서 좀 더 높은 비중을 보였다. 낮은 비중은 케이크반죽에 바람직한데 이는 반죽에 공기가 많이 포함되어 있기 때문이다(Ashwini R과 Indrani D 2009)으로 바이오폴리머첨가는 밀가루보다 쌀가루 반죽에 더 어울리는 것으로 생각된다.

반죽이 고유의 pH 범위를 벗어나 산성 쪽으로 치우치게 되면, 케이크는 미세한 기공, 옅은 표피의 색깔, 약한 향, 톡 쏘는 맛 및 작은 부피 등을 나타내며, 반면 알칼리성 쪽으로 치우치게 되면 케이크는 거친 기공, 강한 표피의 색상 및 강한 향과 소다 맛이 난다고 하였다(Yang HY 등 2009). 바이오폴리머 첨가량이 증가할수록 반죽의 pH는 유의적으로 감소하였지만 밀가루와 쌀가루에 100% 바이오폴리머 첨가한 반죽은 유의적인 차이가 없었다.

## (3) 바이오 폴리머 거품 첨가 쌀 머핀의 가공성

난백 거품과 바이오폴리머(HEMC-HV) 거품을 일정 비율로 혼합하면서, 쌀 머핀의 가공성을 검토한 결과 Fig. 2에 제시하고 있는 머핀의 단면사진으로도 알 수 있듯이 난백 거품과 바이오폴리머 거품을 3 : 1의 비율로 혼합하여 반죽하여 제조한 쌀 머핀(D)의 성상이 가장 바람직한 것을 알 수 있었다.

머핀의 부피, 비체적 및 굽기 손실률은 Table 5와 같다. 머핀 B와 G가 가장 작은 부피를 보였고, A, C와 더불어 D의 부피는 163.20~177.00 mL으로 유의적인 차이 없이 가장 높은 부피를 나타내었다. 바이오폴리머 첨가량이 증가할수록 대조구와 비교해 부피는 유의적으로 감소하였는데 이는 단단하게 형성된 바이오폴리머의 기포가 baking에 의해 유지되지 않는 것으로 생각된다. Mara EB와 Cristina MR(2006)는 par-baked 빵 제조에 밀가루 대비 0.5% HPMC를 첨가하였을 때, 부피가 증가한다고 하였다. 본 실험에서는 머핀 D를 제외하고는 대조구보다 바이오폴리머를 첨가한 시험구의 부피가 감소하였는데 이는 너무 많은 바이오폴리머의 사용량 때문으로 사료된다. 또한 Paton D 등(1981)은 충분한 수분의 보유는 굽는 동안 수증기의 팽창으로 인하여 부피를 증가시키며 촉촉한 질감을 주기도 한다고 하였다. 그러므로 수분보유력이 뛰어난 바이오폴리머의 특성을 적절히 이용한다면 D처럼 오히려 머핀의 부피에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

비체적은 바이오폴리머 첨가량이 증가할수록 감소하는 양상을 보인다. 따라서 바이오폴리머 첨가가 비체적 감소를 초래한다면 이를 보완하기 위해 다른 팽창제등의 사용이 필요할 것으로 판단된다. 그러나 머핀 A와 D의 비체적이 유의적

Table 4. Physicochemical properties of muffin batters substituted with different levels of HEMC

	Viscosity (cP)	Specific gravity (g/mL)	pH
Wheat flour with egg white foam	16012.5 ± 356.32 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>a</sup>	8.54 ± 0.01 <sup>b</sup>
Wheat flour with HEMC-HV foam only	97037.5 ± 1646.59 <sup>g</sup>	0.56 ± 0.02 <sup>d</sup>	8.25 ± 0.02 <sup>a</sup>
Rice powder with egg white foam	22430.0 ± 400.14 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>ab</sup>	8.80 ± 0.02 <sup>c</sup>
Rice powder with egg white foam 75% and HEMC-HV foam 25%	24370.0 ± 1255.26 <sup>c</sup>	0.43 ± 0.02 <sup>bc</sup>	8.57 ± 0.04 <sup>b</sup>
Rice powder with egg white foam 50% and HEMC-HV foam 50%	48820.0 ± 1637.61 <sup>d</sup>	0.44 ± 0.03 <sup>bc</sup>	8.51 ± 0.03 <sup>b</sup>
Rice powder with egg white foam 25% and HEMC-HV foam 75%	51150.0 ± 301.66 <sup>e</sup>	0.45 ± 0.04 <sup>bc</sup>	8.34 ± 0.03 <sup>ab</sup>
Rice powder with HEMC-HV foam only	84430.0 ± 429.60 <sup>f</sup>	0.52 ± 0.01 <sup>cd</sup>	8.24 ± 0.03 <sup>a</sup>

Values are Mean±SD.

Means with the same letter in column are not significantly different at p(0.05).

Table 5. Muffin volume, specific muffin volume and baking loss of muffins with different levels of HEMC

Sample	Volume (mL)	Specific muffin volume (mL/g)	Baking loss (%)
Wheat flour with egg white foam only	168.90±10.55 <sup>d</sup>	2.15 ± 0.20 <sup>d</sup>	8.150 ± 0.15 <sup>a</sup>
Wheat flour with HEMC-HV foam only	56.73±2.97 <sup>a</sup>	1.51 ± 0.07 <sup>a</sup>	20.55 ± 0.80 <sup>c</sup>
Rice powder with egg white foam only	169.00 ± 14.80 <sup>d</sup>	2.09 ± 0.22 <sup>d</sup>	12.26 ± 0.41 <sup>b</sup>
Rice powder with egg white foam 75% and HEMC-HV foam 25%	170.20 ± 12.18 <sup>d</sup>	2.29 ± 0.14 <sup>d</sup>	11.11 ± 0.91 <sup>b</sup>
Rice powder with egg white foam 50% and HEMC-HV foam 50%	122.67 ± 8.08 <sup>c</sup>	1.98 ± 0.06 <sup>cd</sup>	14.73 ± 0.26 <sup>c</sup>
Rice powder with egg white foam 25% and HEMC-HV foam 75%	86.67 ± 8.33 <sup>b</sup>	1.78 ± 0.10 <sup>bc</sup>	17.34 ± 0.98 <sup>d</sup>
Rice powder with HEMC-HV foam only	65.03 ± 6.26 <sup>a</sup>	1.57 ± 0.03 <sup>ab</sup>	17.92 ± 0.64 <sup>d</sup>

Values are Mean±SD.

Means with the same letter in column are not significantly different at p<0.05.

Table 6. Sensory evaluation of muffins with different levels of HEMC

Muffins	Sensory characteristics				
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
A <sup>1)</sup>	6.71±0.77 <sup>c</sup>	5.88±1.22 <sup>cd</sup>	5.53±1.66 <sup>bc</sup>	6.29±1.40 <sup>c</sup>	6.00±1.58 <sup>d</sup>
B	4.06±0.97 <sup>a</sup>	3.94±0.97 <sup>a</sup>	3.59±.23 <sup>a</sup>	3.53±1.66 <sup>a</sup>	3.71±1.16 <sup>a</sup>
C	6.12±0.92 <sup>c</sup>	5.41±1.18 <sup>bcd</sup>	5.12±1.39 <sup>bc</sup>	6.09±1.99 <sup>c</sup>	6.01±1.06 <sup>d</sup>
D	6.29±1.27 <sup>c</sup>	6.00±1.12 <sup>d</sup>	5.76±1.96 <sup>c</sup>	6.38±1.68 <sup>c</sup>	6.41±1.32 <sup>d</sup>
E	6.12±0.86 <sup>c</sup>	5.35±0.70 <sup>bcd</sup>	4.94±1.20 <sup>bc</sup>	5.18±1.42 <sup>bc</sup>	5.53±1.01 <sup>cd</sup>
F	5.18±0.88 <sup>b</sup>	4.88±0.78 <sup>b</sup>	4.71±1.21 <sup>bc</sup>	4.53±1.77 <sup>ab</sup>	4.88±0.86 <sup>b</sup>
G	3.76±1.03 <sup>a</sup>	5.18±0.81 <sup>bc</sup>	4.41±2.00 <sup>ab</sup>	3.88±2.50 <sup>a</sup>	4.59±1.94 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> A; wheat flour with egg white foam only,

B; wheat flour with HEMC-HV foam only,

C; rice powder with egg white foam only,

D; rice powder with egg white foam 75% and HEMC-HV foam 25%,

E; rice powder with egg white foam 50% and HEMC-HV foam 50%,

F; rice powder with egg white foam 25% and HEMC-HV foam 75%,

G; rice powder with HEMC-HV foam only.

Values are Mean±SD.

Means with the same letter in column are not significantly different at p<0.05.

인 차가 없는 것을 보면, 적절한 양의 바이오폴리머 첨가는 빵의 부피와 외관상 모양, 조직감의 결손을 초래하지 않는다고 사료된다. Ju JE 등(2006)은 밀가루의 40%를 쌀가루로 대체한 스펀지케이크에서 대조구보다 약 18% 낮은 비체적을 갖는다고 보고하였다. Kim MH와 Shin MS(2003)은 밀 이외의 혼합분으로 빵을 제조할 경우 이에 해당되는 글루텐 감소에 따른 부피감소가 이루어진다고 보고하였는데 본 실험에서는 쌀가루의 대체가 비체적에 크게 영향을 미치지 못하였다. 이는 본 실험에 사용한 쌀가루가 제빵용으로 나온 밀가루와 같은 정도의 고운 mesh를 가졌기 때문으로 사료된다. 또한 밀가루에 비해 쌀가루의 기포 안정화능력이 낮다고 보고(Kim JN와 Shin WS 2009)되는데 이를 보완하는 것이 높은 거품안정성을 가진 바이오폴리머라고 생각된다.

굽기 손실률은 머핀 A가 가장 낮았고, B가 유의적으로 가장 높았다. 그러나 머핀 C와 D의 굽기 손실률이 유의적인 차

이가 없었다. Kim MK 등(2009)의 보고에서는 밀가루 중량 대비 HPMC를 0.5% 첨가한 식빵에서 대조구보다 약 1.3배 낮은 굽기 손실률을 보였다. 이를 보면 쌀가루에 적절한 양의 바이오폴리머 첨가는 굽기 손실률을 줄일 수 있는 것으로 사료된다.

농도를 달리하여 바이오폴리머를 첨가한 쌀 머핀의 색, 향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도 등의 5가지 항목은 7점 척도법을 이용하여 평가하였다(Table 6). 쌀 머핀 내부의 색은 A와 C가 가장 높은 것으로 나타났다. B와 G가 가장 낮은 색 기호도를 보였으며 바이오폴리머의 양이 증가할수록 낮은 기호도를 보였다. 향의 기호도는 D가 가장 높았다. 맛은 D가 가장 높은 기호도를 보였고, 조직감과 전체적인 기호도는 A, C, D가 유의적인 차이없이 가장 높았다. 여타의 시료에 대한 전반적인 관능적 기호도면에서 유의차가 많지 않은 점을 감안하면 난백 거품 단독으로 제조한 밀가루머핀(A)보다 D의 기

호도가 우수한 것을 알 수 있다. 이로써 쌀 머핀 제조 시 난백거품과 바이오폴리머인 HEMC-HV거품을 3 : 1의 비율로 혼합하는 것이 가장 적합한 것으로 판단된다.

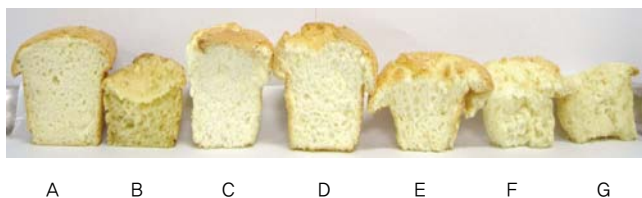


Fig. 2. Cross sectional images of rice muffin prepared with different HEMC contents.

A; wheat flour with egg white foam only,  
B; wheat flour with HEMC-HV foam only,  
C; rice powder with egg white foam only,  
D; rice powder with egg white foam 75% and HEMC-HV foam 25%,  
E; rice powder with egg white foam 50% and HEMC-HV foam 50%,  
F; rice powder with egg white foam 25% and HEMC-HV foam 75%,  
G; rice powder with HEMC-HV foam only.

#### IV. 요약 및 결론

건강 기능성이 확보된 새로운 식품 첨가물로써의 바이오폴리머(HEMC) 활용 방안을 모색하고자 순 쌀로써 머핀을 제조함에 따른 HEMC의 제빵적성에 대해서 킷 브레드인 머핀의 가공성 및 기호도에 대한 관능검사를 실시하였다. 우선, 바이오폴리머의 점도 및 치환도가 상이한 HEMC-LV와 HEMC-HV 중에서는 고점도 특성을 가지는 HEMC-HV가 머핀 제조에 적합한 것을 확인하였다. 그리고 쌀가루에 난백거품과 바이오폴리머인 HEMC-HV거품을 3 : 1의 비율로 혼합하여 제조한 머핀은 색, 냄새(향기), 맛, 조직감, 전반적인 기호도 등 모든 부분에서 밀가루로 통상적인 방법에 의해서 제조되는 머핀과 비슷한 결과를 나타내었다. 이를 바탕으로 기능성이 높은 HEMC-HV를 킷 브레드인 머핀 제조 시 첨가함으로써 성공적인 순 쌀 빵의 제조가 가능함을 확인하였다.

#### V. 감사의 글

본 연구는 2011년 농림수산식품부 생명산업기술개발사업의 지원에 의해서 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

AACC. 2000. Approved method of the AACC. 10thed. Method 10-15. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA

- Arozarena I, Bertholo H, Empis J, Bunger A, Sousa I. 2001. Study of the total replacement of egg by white lupine protein, emulsifiers and xanthan gum in yellow cakes. *Eur Food Res Technol* 213(4-5):312-316
- Ashwini R, Indrani D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids* 23(3):700-707
- Ban SJ, Rico CW, Um IC, Kang MY. 2012. Hypoglycemic and antioxidative effects of hydroxyethyl methylcellulose in mice fed with high fat diet. *Food Chem Toxicol* 50(5):1716-1721
- Burdock GA. 2007. Safety assessment of hydroxypropyl methylcellulose as a food ingredient. *Food Chem Toxicol* 45(12):2341-2351
- Cho H, Lee MK, Lee JH, Lee SK. 2008. Effect of hydrocolloids on rheological properties of bread dough. *J Korean Soc Appl Biol* 51(1): 6-10
- Chung YS, Kim DJ. 2009. Quality characteristics of sponge cake with pakchoi(*Brassica campestris* L. ssp *chinensis* Jusl.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(7):914-919
- Collar C, Andreu P, Martinez JC, Ammero E. 1999. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: A response surface methodology study. *Food Hydrocolloid* 13(6):467-475
- DeVries JW. 2003. On defining dietary fibre. *Proceedings of the Nutrition Society* 62(1):37-43
- Dickinson E. 2001. Milk protein interfacial layers and the relationship to emulsion stability and rheology. *Colloids surf B* 20(3):197-210
- Dickinson E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloid* 17(1):25-39
- Dobraszczyk BJ, Smewing J, Albertini M, Maesmans G, Schofield JD. 2003. Extensional rheology and stability of gas cell walls in bread doughs at elevated temperatures in relation to breadmaking performance. *Cereal Chem* 80(2):218-224
- Gomez M, Ronda F, Caballero PA, Blanco CA, Rosell CM. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloid* 21(2):167-173
- Guarda A, Rosell CM, Benedito C, Galotto MJ. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloid* 18(2):241-247
- Jones JM. 2000. Update on defining dietary fiber. *Cereal Foods World*. 45(5):219-220
- Ju JE, Nam YH, Lee KA. 2006. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22(6):923-929

- Kang MY, Koh HJ, Han JY. 2000. Comparison of some characteristics relevant to rive bread made from eight varieties of endosperm mutants between brown and milled rice. Korean J Food Sci Technol 32(1):82-89
- Kang MY, Nam YJ. 1999. Studies on bread-making quality of colored rice(suwon 415) flours. Korean J Soc Food Sci 15(1):37-41
- Kim JN, Shin WS. 2009. Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. Korean J Food Sci Technol 41(1):69-76
- Kim MH, Shin MS. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. Korean J Food Cookery Sci 19(2):136-143
- Kim MK, Lee JH, Lee SK. 2009. Quality characteristics of white pan bread containing HPMC, MC, and sodium alginate. Korean J Food Sci Technol 41(3):278-283
- Kim MR, Imm JY. 2004. Convenient method for the determination of foaming properties of egg white and its verification. J Food Sci Technol 36(5):728-732
- Lee SH, Park TJ. 2010. Development of biopolymer-based materials using ionic liquids and its biotechnological application. KSBB Journal 25(5):409-420
- Mara EB, Cristina MR. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperature and HPMC addition. J Food Eng 72(1):92-99
- Park YS, Chang HG. 2007. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of black rice flour. Korean J Food Sci Technol 39(4):406-411
- Paton D, Larocque GM, Horne J. 1981. Development of cake structure influence of ingredients on the measurement of cohesive force during baking. Cereal Chem 58(6):527-529
- Phillips LG, Haque Z, Kinsella JE. 1987. A method for the measurement of foam formation and stability. J Food Sci 52(4):1074-1077
- Rosell CM, Rojas JA, Benedito de Barber C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloid 15(1):75-81
- Schober TJ, Bean SR, Boyle DL, Park SH. 2008. Improved viscoelastic zein-starch doughs for leavened gluten-free breads: their rheology and microstructure. J Cereal Sci 48(3):755-767
- Sivaramakrishnan HP, Senge B, Chattopadhyay PK. 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. J Food Eng 62(9):37-45
- Stahe SK, Deshpande SS, Salunkhe DK. 1982. Functional properties of lupin seed (Lupinus mutabilis) proteins and protein concentrates. J Food Sci 47(2):491-497
- Turabi E, Sumnu G, Sahin S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. Food Hydrocolloid 22(2):305-312
- WHO. 1991. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. WHO Food Additives Series No 28(IPCS)
- Yang HY, Kim MY, Kim JY, Shin JY, Imm JY, Park KH. 2009. Effects of egg white manufacturing conditions on the physicochemical and sensory properties of angel food cakes. J Food Sci Technol 41(2):167-172
- Yoo KA, Kang MY. 2005. Studies on bread-making quality of bread mixed with wheat flour and several functional rice flour. Korean J Food Culture 20(3):299-304