KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 35, No. 4, pp. 598~603 (2003)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

결명자 식이섬유가 쌀 첨가 식빵의 제빵특성에 미치는 영향

하태열* · 김수현 · 조일진 · 이현유
한국식품개발연구원, 식품기능연구본부

Effect of Dietary Fiber Purified from *Cassia Tora* on the Quality Characteristics of the Bread with Rice Flour

Tae Youl Ha*, Soo Hyun Kim, Il Jin Cho and Hyun Yu Lee
Food Function Research Division, Korea Food Research Institute

This study was accomplished to investigate the effect of dietary fiber purified from *Cassia Tora* on the quality characteristics of the bread compared to hydroxypropyl methyl cellulose (HPMC) and xanthan gum (XG). The bread-making flour was prepared with wheat flour/rice flour (75/25) and added with 3% various dietary fibers. Dietary fiber of *Cassia Tora* (CT fiber) showed the highest volume expansion and the volume of bread with XG was the lowest. The values of lightness in both the crust and crumb color were the highest in the bread with XG. There was no significant difference in the score of sensory evaluation about color. As a result of texture measuring by Texture Analyzer, springiness and cohesiveness were not affected by the addition of CT fiber. However the significant decrease of gumminess, hardness and chewiness were observed from the bread containing CT fiber. Overall acceptance scores by sensory evaluation of baked bread with CT fiber were not significantly different from those of control.

Key words: rice flour, dietary fiber of *Cassia Tora*, bread quality

서 론

쌀은 우리의 주된 식량자원으로서 대부분 밥으로 소비되고 있으며, 술이나 떡, 쌀과자 등과 같이 가공식품의 형태로 소비되는 양은 전체 쌀 생산량의 2~3% 정도로 매우 미미한 수준이다.[1] 우리의 식생활이 서구화, 편의화되어 가고 쌀소비량이 점차 감소함에 따라 쌀을 이용한 가공식품 개발을 위한 연구가 다각적으로 이루어지고 있다. 이러한 쌀의 이용도 증진의 일환으로 쌀을 제빵에 적용하는 연구가 수행되어 왔으며 또한 밀에 대한 알러지가 있는 사람들에 대한 대체품으로 쌀빵의 제조에 대한 연구가 검토되어 왔다. 쌀 단백질은 제빵 과정에서 밀 gluten과 같은 반죽의 망상구조를 형성시키지 못하는 단점이 있어 이를 보완하기 위하여 쌀빵 제조시 다양한 gum질과 첨가제(carboxymethyl celloulose, guar gum, methyl cellulose, xanthan gum, locust bean gum, hydroxypropyl-methylcellulose)를 이용함으로서 쌀빵의 품질개선에 대하여 연구[2-6]되어왔으나 아직 보편화되지 못하고 있는 실정이다.

한편, 결명자는 콩과에 속하는 일년초로서 인체에 다양한 효능이 있는 것으로 전해져 예로부터 일반가정에서는 결명자차로서 음용되어 왔고 한방에서는 약재로 이용되어오고 있으며 그 효능으로서는 눈을 밝게 하고 강장효과, 고혈압, 콜레스테롤개선 및 간기능 개선효과 등이 보고[7,8]되고 있다. 또한 결명자로부터 추출한 결명자 식이섬유는 고콜레스테롤식이를 섭취한 흰쥐에서 혈중 콜레스테롤 및 중성지방을 현저히 감소시키며 고지혈증 환자를 대상으로 한 임상실험에서도 혈중 지질개선효과를 나타낸다고 보고되고 있다[9]. 이러한 결명자 식이섬유는 비교적 높은 점도를 나타내고 있고 xylose-mannose, galactose를 주된 구성당으로 하는 수용성 식이섬유로서, 이를 제빵에 적용한다면 건강기능성 증진 뿐만 아니라 빵의 품질개선에도 기여할 것으로 기대된다. 지금까지 다양한 식이섬유소재, 즉, cellulose, oat bran, rice bran, wheat bran등을 제빵과정에 적용한 연구예가 보고[10-17]되어 왔으나 주로 곡류 또는 곡류의 외피(강층) 등을 직접 첨가하였기 때문에 외관, 향, 조직감 등 제품의 품질에 좋지 않은 영향을 미치는 단점도 대두되었다.

따라서 본 논문에서는 콜레스테롤을 비롯한 혈중 지질대사 개선효과가 기대되는 결명자 식이섬유가 쌀첨가 식빵의 품질특성에 어떠한 영향을 미치는 지를 조사하기 위하여 기존의 연구결과 쌀식빵의 부피증가등 제빵의 성형성에 좋은

*Corresponding author : Tae Youl Ha, Food Function Research Team, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyon-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
Tel: 82-31-780-9054
Fax: 82-31-780-9234
E-mail: tyhap@kfri.re.kr

효과를 나타낸 것으로 보고된 hydroxypropyl-methylcellulose와 대표적인 수용성 gum류의 하나인 xanthan gum 과 비교 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

제빵용 밀가루는 시판되는 1등품 무표백 강력분(대한제분)을 구입하여 사용하였고, 기타 부재료로서는 한주 소금, 정백당(제일제당), saf-instant yeast(S.I.Lesaffre Co., France)를 시중에서 구입하여 실험에 이용하였으며, hydroxylpropyl-methylcellulose는 HPMC-2910(삼성정밀화학)를, xanthan gum은 대흥 약품의 것을 사용하였다.

쌀가루 제조

실험에 사용한 쌀가루는 강 등의 방법[3]을 참고로 하여 제조하였다. 먼저, 쌀을 상온에서 약 24시간 동안 수침한 후, roller mill로 제분시킨 다음 45°C 열풍건조기에서 1일간 충분히 건조시켜 다시 food mixer(한일 food mixer FM-681)로 재 분쇄하여 100 mesh의 체를 통과시킨 분말을 쌀가루 시료로 사용하였다.

결명자 식이섬유 추출물의 제조

실험에 사용한 결명자의 식이섬유 추출은 김 등[17]의 방법을 응용하였다. 먼저, 결명자를 수세하여 food mixer로 분쇄하여 65°C의 증류수로 추출한 다음 95% 무수 에탄올을 가하여 식이섬유를 침전시켰다. 이렇게 하여 얻어진 식이섬유 추출물을 40°C 열풍건조기에서 24시간 건조시킨 다음, food mixer로 분쇄하여 60 mesh의 체를 통과시킨 분말을 실험에 사용하였다.

아밀로그램의 측정

식빵 제조에 사용한 각각의 flour의 아밀로그래프 특성은 Viscograph(Brabender, Germany)를 사용하여 측정하였다. 즉, 밀가루와 쌀가루를 75 : 25로 혼합한 flour에 결명자 식이섬유(이하 CT fiber), HPMC(이하 HPMC), 그리고 xanthan gum(이하 XG)을 각각 3% 첨가하여 조제한 뒤 고형분 12%의 수용액을 제조하여 35°C에서 95°C까지 1.5°C/min.의 속도로 가열하고 95°C에서 15분간 유지시킨 다음 다시 동일한 속도로 50°C까지 냉각하여 측정하였으며, 각 시료는 2회 반복하여 측정하였다.

식빵의 제조

쌀빵 제조에 사용한 recipe는 예비실험을 거쳐 밀가루와 쌀가루의 함량을 75 : 25로 하였으며, 기타 부원료의 첨가량은 Lee의 배합비[5]를 적용하였다. 즉, flour의 중량대비 소금 2.0%, 설탕 7.5%, 이스트 3.0%를 첨가하였으며, 실험에 사용한 oil로는 쌀빵 제조시는 refined vegetable oil을 사용하는 것이 가장 좋은 효과를 보였다는 보고[2,4]에 따라 해표 정제 대두유((주)신동방)를 시중에서 구입하여 사용하였다.

식빵 제조시 첨가한 결명자 식이섬유 추출분말의 첨가량은 예비실험을 통하여 3%로 결정하였고, HPMC 및 XG는 참고문헌[2,4,5]을 참조하여 각 3.0%를 첨가하였다. 쌀가루와 밀가루를 충분히 혼합한 후 기타 부원료를 첨가하여 Kitchen Aid Mixer(Kitchen Aid Inc. Model K5SS, St. Joseph, Michigan, USA)에서 약 30분간 반죽하여 dough를 얻었다. 얻어진 dough는 온도 40°C로 고정된 fermentation cabinet(대영공업사)에서 약 2시간동안 발효시켰으며, 처음 55분간의 1차 발효 후에 1차 punching을 한 다음 40분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효가 끝난 dough는 sheeting과 moulding을 한 후 식빵틀에 넣고 55분간 3차 발효(proofing)를 거친 다음 baking oven(대영공업사)에 넣고 200°C에서 40분간 baking하였다.

Dough의 발효팽창율 측정

Dough의 무게는 반죽이 완료된 시점에서 무게를 측정하였으며, 반죽 직후의 dough에서 10 g을 채취하여 실험조작이 용이하도록 덧가루를 바르고, 50 mL mess cylinder에 넣어 1차 발효시켜 발효가 끝난 직후 둥글게 올라온 dough 윗 부분을 평평하게 하여 부피를 측정하였다.

식빵의 무게와 부피 및 굽기 손실율의 측정

Loaf의 무게와 부피는 baking한 loaf를 1시간 동안 실온에 방치하여 냉각시킨 후 측정하였으며, 부피는 종자치환법으로 측정하였다. Baking이 끝난 식빵의 굽기 손실율은 김[18]의 방법으로 측정하였다.

식빵의 색도 및 조직감 측정

식빵의 색도는 CR-200 Chroma meter(Minolta Inc., Japan)를 사용하여 crust와 crumb의 L(명도), a(적색도), b(황색도)의 값을 3회 반복 측정하였으며, 이 때 표준 백판의 L, a, b값은 각각 96.86, -0.07, 2.02이었다. 식빵의 조직감은 baking 1시간후 식빵을 동일한 크기로 잘라 TA-XT2 Texture analyzer (Texture technologies Corp., Scardale, NY)를 사용하여 측정하였으며, force-time 곡선의 Texture profile analysis(TPA) parameter로부터 springness, cohesiveness, gumminess, hardness, chewiness 등을 산출하였다. 이 때 모든 측정조건은 pre-test speed 5.0 mm/sec, test speed 0.5 mm/sec, post test speed 10 mm/sec, distance 10 mm, trigger force 20 g이었으며, 지름 25.4 mm의 원통 probe를 사용하여 측정하였다.

식빵의 관능검사

제조한 식빵에 대한 관능검사는 훈련된 패널 20명을 대상으로 실시하였다. 즉, 각각의 처리구별로 식빵을 제조한 후 외관, 색상, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 대하여 1(대단히 나쁘다)에서 9(대단히 좋다)까지의 점수를 사용하여 평가하였으며, 그 결과는 SAS(Statistical Analysis System)[19] 통계 package를 사용하여 분산분석 및 Duncan의 다범위 검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

아밀로그램의 변화

Table 1에는 25% 쌀가루를 첨가한 밀가루 혼합분에 CT fiber, HPMC, XG를 각각 첨가하였을 때 아밀로그래프상의

Table 1. The effect of *Cassia Tora* fiber, HPMC and xanthan gum on the amylogram characteristics of wheat flour/rice flour

	Gelatinization temperature (°C)	Peak viscosity (B.U.)	Temperature at peak viscosity (°C)	15-min height (B.U.)	Final viscosity (B.U.)	Set Back
Control	61.0	890	92.0	555	1010	-120
CT fiber[1)]	63.5	820	89.0	490	900	-80
HPMC	59.0	825	88.8	515	880	-55
XG[2)]	55.0	1160	92.5	885	980	180

[1)]Dietary fiber from *Cassia Tora.*
[2)]Xanthan gum.

Table 2. The effect of *Cassia Tora* fiber, HPMC and xanthan gum on the bread making of wheat flour/rice flour

	Expansion ratio of dough (%)	Loaf wt. (g)	Baking loss ratio (%)	Loaf vol. (cm^3)	Specific vol. (cm^3/g)
Control	1.9	568.7	14.3	1120	1.97
CT fiber[1)]	2.1	561.9	17.5	1440	2.56
HPMC	2.0	549.4	18.8	1160	2.11
XG[2)]	1.8	562.4	17.2	940	1.67

[1)]Dietary fiber from *Cassia Tora.*
[2)]Xanthan gum.

호화 특성을 조사한 결과를 나타내었다. 호화개시온도의 경우 XG가 가장 낮은 55°C였으며, HPMC가 59°C, CT fiber가 63.5°C로 가장 높은 것으로 나타났다. 최고점도는 CT fiber가 820 B.U.로 가장 낮았고, XG가 1160 B.U.로 XG가 가장 높았다. 95°C에서 15분간 유지한 후의 점도는 CT fiber가 490 B.U.로 가장 낮은 반면, XG는 885 B.U.로 CT fiber의 약 2배였다. 최고점도는 대조군이 1010 B.U., 결명자 식이섬유가 900 B.U., HPMC가 880 B.U., XG가 980 B.U.로 나타났다. Christianson 등[20]은 밀가루 전분에 xanthan gum을 첨가하여 아밀로그램을 측정할 경우 초기점도의 시작시점이 빨라졌으며, 최고점도도 증가하였는데, 이는 팽윤효과에 의한 것이라고 설명하였다. 본 실험에 사용한 첨가제 중에서는 xanthan gum을 첨가할 경우 호화개시온도가 55°C로 가장 빠른 것으로 나타나 이와 유사한 경향이었으나, 최고점도는 대조군이 가장 높은 것으로 나타났다. 김 등[21]은 미강 식이섬유의 높은 보수력으로 호화개시온도가 증가한다고 하였는데, 본 실험에서도 CT fiber 첨가군의 호화개시온도가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 이[5]는 HPMC첨가시 호화개시온도가 낮아지는 것은 쌀가루 호화와 HPMC의 호화가 결합하는 현상('온도의 전이'라고 함)으로 쌀가루의 호화온도보다 HPMC의 호화온도가 낮기 때문이라고 하였다. 본 실험에서도 HPMC, XG는 대조구에 비해 호화개시온도가 낮았으나, CT fiber는 대조구에 비해 약간 증가하였으며, 이는 식이섬유의 보수력에 의한 것으로 사료된다. 또한, 노화특성에 관계되는 set back의 경우 대조구가 -120으로 가장 낮았는데, 이는 첨가제에 의한 영향으로 노화가 지연되기 때문인 것으로 사료된다. 이 등[22]은 식이섬유 첨가에 의해 노화가 지연되는 이유는 식이섬유가 전분입자 사이에 끼어 들어 전분의 배열을 불규칙하게 만들고 회합을 방해하며, 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 일부와 결합해서 호화된 전분 분자들이 다시 수소 결합하는 것을 막기 때문이라고 하였으며 강 등[23]도 식이섬유첨가로 호화도의 감소를 억제시켰다고 보고하였다.

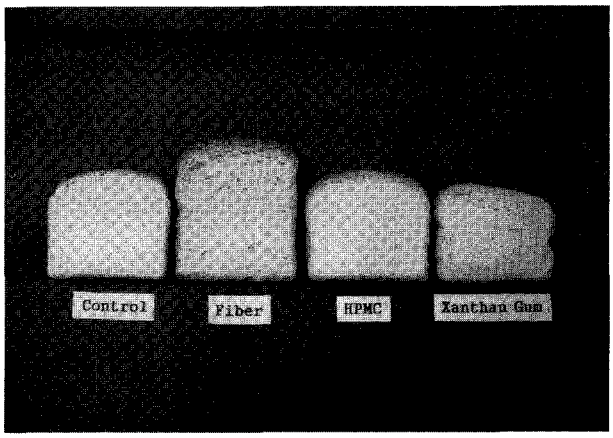

Fig. 1. Effect of *Cassia Tora* fiber, HPMC and xanthan gum on the appearance of bread.

Dough 및 식빵의 무게와 부피

쌀가루와 밀가루의 혼합분에 각각의 첨가제를 첨가하여 구운 식빵의 특성을 Table 2와 Fig. 1에 나타내었다. 1차 발효 후 반죽의 부피는 CT fiber가 가장 많이 팽창하였고 baking 후 제품의 부피도 CT fiber가 대조구 및 다른 처리구에 비하여 큰 것으로 나타났다. HPMC는 대조군과 XG에 비해서는 부피가 약간 증가하였으나 CT fiber보다는 낮게 나타났으며, XG의 경우는 제품의 부피가 가장 작았고 비용적도 1.67 cm^3/g으로 가장 낮았다. 강 등[6]은 100% 쌀식빵 제조에 각종 첨가제를 첨가하여 검토한 결과 HPMC 첨가시 식빵의 부피 증가율이 가장 좋은 것으로 보고하고 있고 Nishita 등[4]도 쌀가루로 제조한 식빵에 HPMC를 첨가하였을 때 대조구(1.5 cm^3/g)에 비해 부피(5.0 cm^3/g)가 크게 증가하였다고 보고하고 있으나 쌀가루와 밀가루의 혼합분을 이용한 본 실험에서는 HPMC 첨가시 부피의 증가율이 대조군보다 약간은 증가하였으나 100% 쌀식빵의 경우처럼 현저하지는 않았다. 이러한

Table 3. Color value of baked bread containing *Cassia Tora* fiber, HPMC and xanthan gum

	Crust			Crumb		
	L**[3]	a**	b**	L***	a**	b*
Control	58.91±3.11[b,4]	11.5±1.18[a]	30.72±1.50[a]	75.67±0.15[b]	-1.69±0.09[c]	14.77±0.44[b]
CT fiber[1]	50.82±3.17[c]	12.66±0.63[a]	25.75±1.88[b]	72.28±1.27[c]	-1.01±0.12[a]	14.55±0.81[b]
HPMC	56.69±2.36[b]	11.79±1.14[a]	30.40±0.51[a]	77.30±0.53[a]	-1.56±0.16[c]	14.76±0.39[b]
XG[2]	65.39±2.13[z]	9.00±0.45[b]	31.98±0.18[a]	78.13±0.49[a]	-1.20±0.03[b]	16.10±0.20[a]

[1]Dietary fiber from *Cassia Tora.*
[2]Xanthan gum.
[3]*, **, *** mean significant at p<0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.
[4]Mean value of scores with same alphabet at the column were not significantly different (p<0.05).

Table 4. Texture profile analysis of baked bread containing *Cassia Tora* fiber, HPMC and xanthan gum

	Springness	Gumminess***	Cohesiveness	Hardness***	Chewiness***[3]
Control	0.87[ns,4]	829.48[b]	0.47[ns]	1797.7[b]	716.99[b]
CT fiber[1]	0.89	396.68[c]	0.47	836.7[c]	354.16[c]
HPMC	0.87	727.05[b]	0.47	1555.3[b]	624.92[b]
XG[2]	0.89	1426.68[a]	0.51	2822.9[a]	1278.07[a]

[1]Dietary fiber from *Cassia Tora.*
[2]Xanthan gum.
[3]*, **, *** mean significant at p<0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.
[4]Mean value of scores with same alphabet at the column were not significantly different (p<0.05).

결과로 볼 때 식빵 제조 시 첨가제의 영향은 쌀가루만을 이용한 경우와 쌀가루-밀가루 혼합분의 경우와는 차이가 있는 것으로 사료되었다. 한편, 식빵의 제빵적성에 미치는 식이섬유 첨가의 영향을 검토한 선행 연구결과를 보면, 대부분의 경우 식이섬유 첨가에 의하여 제빵의 부피가 감소하는 것으로 나타나 있다. 즉, 미강식이섬유를 이용한 김 등[17]의 보고, 곡류 bran 및 셀룰로오스를 이용한 Skurray 등[24], D'Appolonia 등[14], Pomeranz 등[11]의 연구, 보리가루 첨가한 보고[25], 멍게껍질 섬유소를 밀가루에 첨가한 육 등[26]의 보고 등이 있다. 이러한 식이섬유 첨가시 제빵의 부피감소는 gluten 희석효과와 가스보유력의 감소에 의한 것이라고 추정하고 있는 한편, Chen 등[27]은 밀가루에 apple fiber와 cellulose를 첨가한 결과 제품의 높이가 감소한 원인이 전적으로 gluten 희석효과에 의한 것이라고는 설명할 수 없다고 하였다. Mathewson[28]은 초기 발효시 반죽이 많이 팽창하더라도, 가스 보유력이 부족하면 제품의 부피를 감소시키며, 반죽의 점성은 이상적인 식빵의 모양을 결정하는 중요한 인자로서 점성이 낮으며 굽는 과정에서 가스 보유력이 약하고, 점성이 너무 높으면 제품의 팽창정도가 부적합하다고 하였다[13]. 본 실험에서 CT fiber 첨가구의 부피가 가장 좋았던 것은 쌀가루와 밀가루의 혼합분에 CT fiber를 첨가함으로써 수분보수력과 가스 보유력이 좋아지고, 반죽의 점성이 식빵 제조에 가장 적합하였기 때문으로 사료된다.

식빵의 색도

Table 3에 식빵의 crust와 crumb에 대한 색도 측정결과를 나타내었다. 처리구별로 색도의 차이가 있었으며, crust의 경우 XG는 L값이 65.4로 가장 높았고 a값은 가장 낮은 것으로 나타났다. 반면 CT fiber는 L값이 50.8로 가장 낮았고, a값은 12.6으로 가장 높은 것으로 나타나 CT fiber 첨가가 식빵의 색상을 어둡게 하는 경향이 있음을 알 수 있었다. 또한, crumb의 색도 측정결과 L값의 경우 XG가 78.1로 가장 밝은 반면, CT fiber는 72.3으로 가장 어두운 것으로 나타나, crust 색도와 같은 경향을 나타내었다. 김 등[14]은 미강식이섬유 추출물을 식빵에 첨가할 경우 어두운 색을 나타내는 경향을 보였으며, Marconi 등[29]은 고식이섬유 pasta 제조 시 보리가루 첨가가 제품의 색상을 어둡게 하고 b값을 낮추었다고 하였다. Arzu 등[30]과 Sharp 등[31]의 연구에서도 barley bran과 rice bran 첨가가 제품의 색상을 어둡게 하였다. Pomeranz 등[8]은 fiber첨가에 따른 제품의 색상 측정결과 bran은 crust와 crumb의 색상을 어둡게 하였으나, cellulose 첨가시는 crust의 색상이 밝아졌다고 하였다. Sosulski 등[16]은 wheat bran 첨가시 L값은 낮아지고 b값은 높아졌으나, corn bran 첨가시는 반대의 경향을 보였다고 하였다. 김 등[21]은 밀가루에 미강 식이섬유를 첨가하여 국수를 제조할 경우 L값이 급격히 감소하였으며, 이것이 품질저해 요인으로 작용한다고 하였다. 본 연구에서 CT fiber 첨가시 색상이 어두워진 것은 CT fiber 자체의 색상으로 인한 영향으로 보인다.

식빵의 조직감 측정

CT fiber와 HPMC, XG첨가에 따른 식빵의 조직감 측정결과를 Table 4에 나타내었다. Springness와 cohesieveness는 처리구별로 유의차가 없는 것으로 나타났으나, gumminess, hardness, chewiness의 경우는 CT fiber가 가장 작고, XG가 가장 큰 것으로 나타났다. Gumminess의 경우 CT fiber는 396.7로 가장 낮고 XG가 1426.7로 XG가 가장 높았으며, hardness의 경우도 CT fiber가 836.7로 가장 낮았고 다음은 HPMC였으며 XG가 2822.9로 가장 높았다. 또한 chewiness도 gumminess, hardness와 동일한 경향을 나타냈다. 김 등[18]은 솔잎추출물을 이용한 제빵에서 부피가 가장 큰 첨가구에서

Table 5. The effect of *Cassia Tora* fiber, HPMC and xanthan gum on sensory evaluation score of baked bread

	Appearance	Color	Flavour	Taste	Texture	Overall acceptability*[3]
Control	6.28[a,4]	6.25[ns]	5.63[ns]	6.13[ns]	5.63[ab]	6.75[a]
CT fiber[1]	5.25[ab]	5.25	5.88	6.00	6.63[a]	6.00[ab]
HPMC	5.38[ab]	5.88	4.75	4.50	4.50[b]	4.63[b]
XG[2]	4.25[b]	5.00	5.00	5.38	4.25[b]	4.63[b]

[1]Dietary fiber from *Cassia Tora.*
[2]Xanthan gum.
[3]*, **, *** mean significant at p<0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.
[4]Mean value of scores with same alphabet at the column were not significantly different (p<0.05).

hardness가 가장 낮은 경향을 보였다고 하였으나, 김 등[21]은 미강 식이섬유의 첨가에 의해 국수의 hardness, gumminess, chewiness 가 증가한다고 보고하였다. 본 실험에서는 전반적인 조직감에서 CT fiber가 가장 낮은 hardness, gumminess, chewiness를 보였는데, 이는 제빵 시 CT fiber 첨가군에서 부피 증가율이 가장 좋았던 것과 연관이 있는 결과라고 사료된다.

식빵의 관능검사

Table 5는 쌀가루 첨가 식빵에 대한 각 처리구별 관능검사 결과를 나타낸 것이다. 외관의 경우 대조구가 가장 좋았고, HPMC, CT fiber, XG의 순으로 XG의 외관이 가장 낮은 점수를 나타내었다. 제품의 색상도 대조구 > HPMC > CT fiber > XG순이었으나, 처리구별 유의차는 없는 것으로 나타났다. 반면 맛에 있어서는 대조구 > CT fiber > XG > HPMC의 순으로 HPMC 첨가시 맛에 대한 기호도가 떨어짐을 알 수 있었다. 제품의 향과 조직감의 경우 CT fiber 첨가시 대조구에 비해 좋은 것으로 나타났으며, 특히 조직감에 있어서는 다른 처리구에 비해 월등히 높은 기호도를 보였다. 강 등[3]은 부피 증가율이 큰 쌀빵 반죽일수록 푹신한 감이 있는 쌀빵 특성을 나타내었고, 촉촉한 정도가 큰 쌀빵 일수록 경도와 씹힘성이 낮아 부드러운 쌀빵 특성을 나타낸다고 보고하였다. 본 실험결과 CT fiber 첨가시는 hardness와 chewness가 낮게 나타나 제품에 부드럽고 촉촉한 정도를 증가시킨 것으로 사료된다. 쌀식빵에 HPMC를 3% 첨가할 경우 반죽의 충분한 수분함량으로 조직감이 우수한 제품을 만들었다는 보고가 있으며[2,4,5] Nishita 등은[6] 호화 개시온도가 낮고, 최고점도가 낮을수록 쌀식빵의 품질이 좋다고 하였으나, 본 실험에서는 HPMC 첨가시 개시온도가 낮고 최고점도가 낮은 반면 식빵의 품질은 CT fiber에 비해 좋지 못한 것으로 나타났다. 식이섬유 첨가로 제품의 조직이 거칠고 단단해졌다는 보고[8]와 oat bran 첨가시 빵껍질이 짙고 표면이 거칠어지며 부피가 감소하였다는 보고[15], rice bran 첨가시 색상이 어둡고 조직이 거치고 견고해진다는 보고[17] 등이 있는 반면 D'appolonia 등[14]은 oat bran 첨가시 밀가루식빵에 비해 맛과 향에서 더 좋은 기호도를 보였다고 하였다. 그러나, 곡류관련 식이섬유 소재의 경우 특히 그 함유량이 낮은 곡류나 식물성 원료는 식이섬유를 정제하기가 어려워 곡류 등을 직접 첨가하기 때문에 제품의 맛과 향에 대한 특성은 개선되더라도 조직과 색상에 영향을 미쳐 기호도가 낮게 나타나는 것으로 사료된다. 본 실험에 사용된 CT fiber는 결명자 중 식이섬유만을 추출하여 첨가한 시도로 종합적인 관능검사 결과 HPMC나 XG를 첨가할 때보다 우수하였으며, 대조구에 비해 유의차가 없는 것으로 나타나 CT fiber가 쌀첨가 식빵의 품질을 증진시킬 뿐 아니라 제품의 식이섬유 강화를 위해서도 유효한 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구는 쌀 첨가 식빵 제조에 있어서 결명자에서 추출한 수용성 식이섬유가 제품의 품질 특성에 미치는 영향을 HPMC, xanthan gum과 비교 검토하였다. 제빵에 사용한 재료는 밀가루와 쌀가루를 75 : 25로 혼합한 가루를 사용하였으며, 식빵의 제빵 특성과 색, 조직감 및 관능검사를 시행하였다. 그 결과 식빵의 부피는 결명자 식이섬유 첨가구가 가장 좋게 나타났으며, xanthan gum첨가구가 가장 낮게 측정되었다. 또한, L값에 있어서는 crust와 crumb 모두 xanthan gum 첨가구가 가장 밝았으며, 결명자 식이섬유 첨가구가 가장 어두웠다. 그러나, 색상에 대한 관능검사 결과 유의차는 없는 것으로 나타났다. 조직감 측정기를 이용하여 조직감을 측정한 결과 springiness와 cohesiveness에 있어서는 각 처리구간에 유의차가 없었으나, gummness, hardness, chewness는 결명자 식이섬유 첨가구가 가장 낮고, xanthan gum첨가구가 가장 높았다. 조직감에 대한 관능검사 결과 결명자 식이섬유 첨가구가 가장 좋게 평가되었으며, 결명자 식이섬유 첨가구의 종합적인 기호도도 대조군에 비하여 유의차가 없었다. 결명자의 수용성 식이섬유는 쌀 첨가 식빵의 조직감 등 품질을 증진시킬 뿐 아니라 식이섬유 강화 측면에서도 좋은 소재인 것으로 나타났다.

문 헌

1. Kum, J.S. Current status and recent subjects of rice products development in Korea. Abstract No. PL 9 presented at the 1st International Symposium and Expo on Rice, Chuncheon, Korea (2002)
2. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C. Effects of gums, fats and glutens adding on processing and quality of milled rice bread. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 700-704 (1997)
3. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C. Compositions of some characteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice. Korean J. Soc. Food Sci. 13: 64-69 (1997)
4. Nisita, K.D., Roberts, R.L. and Bean, M.M. Development of a yeast-leavened rice-bread formula. Cereal Chem. 53: 626-635

(1976)
5. Lee, Y.T. Formula optimization for rice bread with soy flour substitution. Foods Biotechnol. 3: 226-232 (1994)
6. Nishita, K.D. and Bean, M.M. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. Cereal Chem. 56: 185-189 (1979)
7. Ha, T.Y., Cho, I.J., Seong, K.S. and Lee, S.H. Effect of *Cassia tora* ethanol extract on the lipid levels of serum and liver in rats fed high cholesterol diet. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36: 1171-1176 (2001)
8. Ha, T.Y., Cho, I.J. and Lee, H.Y. Effect of *Cassia tora* ethanol extract on carbon tetrachloride-induced liver injury in rats. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 789-794 (2001)
9. Kim, T.H. Effects of *Cassia Tora* supplement on the levels of serum lipids in diabetic patients with hyperlipidemia. M.S. thesis, Catholic University of Daegu, Daegu, Korea (2003)
10. Stauffer, C.E. Dietary fiber: analysis, physiology and calorie reduction, pp. 386-391. In: Advances in Baking Technology. Blackie Academic and Professional, UK (1993)
11. Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F. and Bechtel, D.B. Fiber breadmaking-effects on functional properties. Cereal Chem. 54: 25-41 (1977)
12. Ang, J.F. and Miller, W.B. Multiple functions of powdered cellulose as a food ingredient. Cereal Foods World 36: 558-564 (1991)
13. Ang, J.F. Powdered cellulose and the development of new generation healthier foods. Cereal Foods World 46: 107-111 (2001)
14. D'appolonia, B.L. and Youngs, V.L. Effect of bran and high-protein concentrate from oats on dough properties and bread quality. Cereal Chem. 55: 736-743 (1978)
15. Hudson, C.A., Chiu, M.M. and Knuckles, B.E. Development and characteristics of high-fiber muffins whit bran, rice bran, or barley fiber fractions. Cereal Foods World 37: 373-378 (1992)
16. Sosulski, F.W. and Wu, K.K. High-fiber breads containing field pea hulls, wheat, corn and wild oat brans. Cereal Chem. 65: 186-191 (1988)
17. Kim, Y.S., Ha, T.Y., Lee, S.H. and Lee, H.Y. Properties of dietary fiber extract from rice bran and application in bread-making. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 502-508 (1997)
18. Kim, E.J. and Kim, S.M. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 542-547 (1998)
19. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1992)
20. Christianson, D.D., Hodge, J.E., Osborne, D. and Detroy, R.W. Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum, and cellulose gum. Cereal Chem. 58: 513-517 (1981)
21. Kim, Y.S., Ha, T.Y., Lee, S.H. and Lee, H.Y. Effects of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 90-95 (1997)
22. Lee, Y.H. and Moon, T.W. Composition, water-holding capacity and effect on starch retrogradation of rice bran dietary fiber. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 288-294 (1994)
23. Kang, K.C., Baek, S.B. and Rhee, K.S. Effect of the addition of dietary fiber on staling of cakes. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 19-25 (1995)
24. Skurray, G.R., Wooldrige, D.A. and Nguyen, M. Rice bran as a source of dietary fibre in bread. J. Food Technol. 21: 727-730 (1986)
25. Cho, M.K. and Lee, W.J. Preparation of high-fiber bread with barley flour. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 702-706 (1996)
26. Yook, H.S., Kim, Y.H., Ahn, H.J., Kim, D.H., Kim, J.O. and Byun, M.W. Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 387-395 (2000)
27. Chen, F., Rubenthaler, G.L. and Schanus, E.G. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. J. Food Sci. 52: 304-305 (1998)
28. Mathewson, P.R. Enzymatic activity during bread baking. Cereal Foods World 45: 98-101 (2000)
29. Marconi, E., Graziano, M. and Cubadda, R. Composition and utilization of barley pearling by-product for making functional pastas rich in dietary fiber and β-glucans. Cereal Chem. 77: 133-139 (2000)
30. Arzu, B. and Hamit, K. Properties and composition of Turkish flat bread(Bazlama) supplemented with barley flour and wheat bran. Cereal Chem. 76: 506-511 (1999)
31. Sharp, C.Q. and Kitchens, K.J. Using rice bran in yeast bread in a home baker. Cereal Foods World 35: 1021-1023 (1990)

(2002년 10월 22일 접수; 2003년 6월 30일 채택)