

미강에서 추출한 식이섬유추출물의 특성 및 제빵에의 응용

김영수 · 하태열 · 이상효 · 이현유
한국식품개발연구원 쌀연구사업단

Properties of Dietary Fiber Extract from Rice Bran and Application in Bread-making

Young Soo Kim, Tae Youl Ha, Sang Hyo Lee and Hyun Yu Lee
Rice Research Group, Korea Food Research Institute

Abstract

Rice bran dietary fiber extract, which was obtained after termamyl treatment of defatted rice bran, contained 27.3~30.5% protein, 49.7~54.1% insoluble dietary fiber, and 1.9~2.7% soluble dietary fiber. Extrusion decreased the insoluble dietary fiber content but increased the soluble dietary fiber content, while roasting did not influence those content. Each mineral element content was depended upon heat processing method. Extrusion increased the water binding capacity and L value, while roasting reduced the water binding capacity and L value. Scanning electron microscopy showed damaged cell walls for extruded sample compared to roasted one which had fully collapsed cell walls. The increase of water absorption, developing time, and stability and decrease of the MTI of wheat flour-dietary fiber extract composites with addition of dietary fiber extract were observed by Farinograph. Rice bran dietary fiber extract had an effect on the bread making, resulting in increase of bread weight and color of crumb and crust, and decrease of bread volume and texture. As a result of sensory evaluation, appearance, texture, overall acceptability were significantly different from control, but flavor and taste were not different significantly up to 6% level. Heat treated samples had differences in mean values, but not significant differences statistically.

Key words: rice bran dietary fiber extract, insoluble dietary fiber, soluble dietary fiber, extrusion, roasting

서 론

쌀과 밀을 포함한 대부분의 곡류는 bran층에 풍부한 양의 식이섬유를 함유하고 있다. 이들 곡류의 bran층에는 지방이 존재하며 lipase에 의한 산패로 저장이 어려워 식품으로 소비되기 보다는 사료로 사용되어 왔다. 또한, 식이섬유는 그것을 구성하고 있는 성분들이 강한 결합으로 이루어져있기 때문에 자연상태로 식품에 첨가할 때는 식품의 조직감에 큰 영향을 주는 것 이외에도 lipase 등 저장 중에 품질을 저하시키는 효소들과 미생물의 작용을 받게된다. 따라서 extrusion, microwaving, frying, roasting, autoclaving 등의 열처리를 하게 되며, 열처리된 식이섬유는 화학적 조성 뿐만 아니라 인체의 생리적 기능에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다^(1,2). Wang 등⁽³⁾은 wheat bran을 압출성형한

결과 총 식이섬유(TDF) 및 불용성 식이섬유(IDF) 함량이 약간 감소된 반면에 수용성 식이섬유(SDF) 함량은 증가한다고 보고하였다. Chang과 Morris⁽⁴⁾는 autoclaving과 microwaving처리에 의해서도 oat bran의 TDF 및 IDF 함량이 감소되지만 SDF 함량은 영향을 받지 않는다고 주장한 반면에 Valiente 등⁽⁵⁾은 roasting이 cocoa bean의 IDF 및 SDF 함량에 영향을 미치지 않았으나 IDF 구성성분들의 재배치로 lignin의 증가 및 중성당과 uronic acid 함량의 감소를 일으켰다고 보고하였다.

한편, 식이섬유의 기능성 및 생리적 중요성이 대두되면서 고식이섬유 보강식품이 급진적인 속도로 증가하게 되었다. 식이섬유 보강식품의 연구는 ready-to-eat cereal, bakery products, 음료 등에 다양하게 적용되어 왔다. Pomeranz 등⁽⁶⁾은 밀가루에 wheat bran을 5%까지 첨가하여 양호한 식빵을 제조하였으나 7%이상을 첨가했을 때는 빵의 부피가 현저히 감소되고 조직감이 떨어지는 등 급격한 품질의 저하를 일으켰다고

Corresponding author: Young Soo Kim, Rice Research Group, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

보고하였다. Toma 등⁽⁷⁾은 식이섬유원으로서 5-15%의 potato peel을 첨가하여, Chen 등⁽⁸⁾은 apple fiber를 첨가하여 제빵특성을 조사하였다. Artz 등⁽⁹⁾은 sugar snap cookie의 제조시 첨가한 corn fiber의 품질에 미치는 영향에 대하여 보고하였다. 그러나, 이러한 고식이 섬유를 함유한 식품은 외관, 향, 조직감 등 제품의 품질에 좋지 않은 영향을 미치기 때문에 제품의 품질저하를 최소화하면서 식이섬유 보강식품을 생산하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 탈지미강에서 추출한 식이섬유추출물의 물리화학적 특성을 조사하고, 아울러 식이섬유추출물을 물리적으로 열처리했을 때 열처리가 이들 특성에 미치는 영향을 연구하였다. 또한, 미강식이섬유추출물을 밀가루에 첨가하여 식빵을 제조할 때 식빵의 품질을 크게 손상시키지 않고 첨가될 수 있는 식이섬유추출물의 양을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

미강은 경기도 오산시의 한국정미에서 도정직후에 생산된 신선한 미강을 사용하였고 제빵용 밀가루는 1등급 무표백 강력분(대한제분)을 시장에서 구입하여 사용하였다. 식이섬유 정량용 효소제는 Sigma사(St. Louis, MO, USA)에서 식이섬유 분석용 kit를 구입하여 사용하였다.

미강의 전처리

도정 직후에 수거한 신선한 미강은 미강의 안정화를 위하여 재래식 볶음기와 압출성형기를 이용하여 열처리하였다. 볶음미강은 미강 4.5 kg을 볶음기(직경 50 cm, 높이 22 cm, 동원기기상사)에 넣고 볶음기의 온도 120°C에서 20분간 볶아 제조하였다. 압출성형미강은 (주)남성산업에서 제작한 동방향 쌍축스크류 압출성형기(corotating twin screw extruder, Festina FX40)를 사용하였으며, 20% 수분 함량으로 조정된 미강 30 kg을 시간당 22.5 kg의 속도로 투입하면서 토출기의 온도 140°C와 스크류의 회전속도 400 rpm에서 제조하였다. 상기에 의해 얻어진 생, 볶음, 압출성형미강은 4 volume (v/w)의 hexane을 첨가한 후 진탕기에서 하룻밤 동안 진탕, 여과하고 미강내의 지방을 제거한 후 건조하여 시료로 사용하였다.

미강 식이섬유추출물의 제조 및 분석

탈지후 건조한 각 미강시료 150g에 0.6% termamyl (Novo사) 1 L를 가하여 95°C에서 계속적으로 진탕하면서 1시간동안 반응시킨 후 여과한 다음 잔사를 4 volume (v/w)의 열수로 3회 수세, 처리한 후 여과하였다. 이렇게하여 얻어진 잔사는 실온으로 냉각후 4 volume (v/w)의 무수에탄올을 가하여 1회의 에탄올처리를 한후 여과, 압착하였다. 상기의 방법에 의하여 얻어진 식이섬유 추출물은 50°C의 열풍건조기에서 하룻동안 건조한 후 pin mill (경창기계제작소)로 분쇄, -20°C 냉동고에 보관하며 사용하였다. Total dietary fiber (TDF)는 Prosky법⁽¹⁰⁾에 의거하여 측정하였다. Insoluble dietary fiber (IDF)의 측정은 TDF 정량시와 동일한 방법으로 효소처리가 끝난 시료를 celite를 깔아놓은 crucible로 여과한후 여액은 SDF분석용 시료로 하였고 잔사는 95% 에탄올, 아세톤으로 씻어 내린 다음 TDF정량시와 같이 105°C에서 건조한후 단백질, 회분량을 측정하여 IDF함량을 구하였다. Soluble dietary fiber (SDF)는 IDF 정량시의 여액에 95% 에탄올을 가하여 침전시킨후 crucible로 여과한 다음 IDF와 동일한 방법으로 측정하였다.

미강에서 추출한 식이섬유추출물의 이화학적 특성 분석
미강에서 추출한 식이섬유추출물의 수분, 단백질, 조지방, 회분함량은 AOAC방법⁽¹¹⁾에 따라 분석하였다. 무기질함량은 AOAC method 985.01⁽¹¹⁾를 사용하여 ICP로 측정하였다. 열처리한 미강식이섬유추출물의 미세구조는 주사전자현미경(scanning electron microscope, model 1820, Amray Inc., Bedford, MA, USA)으로 1000배 확대하여 관찰하였다.

미강 식이섬유추출물을 첨가한 밀가루의 페리노그래프
미강 식이섬유추출물을 첨가한 밀가루의 페리노그래프 성질은 AACC method 54-21⁽¹²⁾을 사용하였다. 즉, 미강 식이섬유를 3, 6, 9% 되게 첨가한 밀가루 300 g (14% 수분기준)을 취하여 페리노그래프로 수분흡수율, 반죽형성시간, 안정성, MTI 등을 조사하였다.

식빵의 제조

식빵은 AACC method 10-10A⁽¹³⁾를 적용하여 밀가루 100 g, 설탕 6 g, 소금 3 g, 쇼트닝 3 g, 이스트 5 g, 탈지분유 2 g과 물을 사용하여 제조하였다. 즉, 밀가루에 미강에서 추출한 식이섬유추출물을 3, 6, 9%의 비율로 충분히 혼합한후 기타 부원료를 첨가하여 Kitchen Aid Mixer (Kitchen Aid Inc. Model K5SS, St. Joseph, Michigan, USA)에서 3분 정도 mixing하여 dough를 얻었

다. 얼어진 dough는 온도 30°C, 상대습도 80%로 고정된 fermentation cabinet (대영공업사)에서 2시간 동안 발효시켰으며, 처음 55분간의 1차발효 후에 roll spacing을 사용하여 1차 punching을한 다음 dough를 다시 bowl에 넣고 40분후 2차 punching을 하였다. 2시간의 발효를 마친 dough는 sheeting과 molding을 한 후 pan에 넣고 55분간의 3차발효(proofing)를 거친 다음 baking oven (대영공업사)에 넣고 220°C에서 25분간 baking하였다.

식빵의 색도 및 보수력 측정

색도는 CR-200 Chroma meter (Minolta Inc., Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였으며 5회 측정값의 평균값으로 나타내었다. 보수력은 Chen 등⁽⁶⁾이 사용한 방법으로, polyethylene 원심분리관에 1g의 시료와 증류수 30 mL를 가한후 Vortex mixer로 1분간 섞어 상온에서 1시간동안 방치한 다음 12,000×g에서 15분간 원심분리하였다. 원심분리후 상층액을 버리고 원심분리관을 거꾸로하여 15분간 물기를 제거, 무게를 구하였다. 이것을 동결건조하여 무게를 구하였으며 수분을 흡수한 상태의 중량과 건조 중량과의 차이를 보수력으로 계산하였다.

식빵의 특성

Loaf의 무게와 부피는 baking한 loaf를 1시간동안 실온에 방치한 후에 측정하였으며, 부피는 종자치환법으로 측정하였다. Crust color와 crumb texture는 제빵 24시간 후에 육안으로 검사하였고, control loaf와 비교하여 1에서 10까지의 점수를 사용하였다.

식빵의 관능검사

식빵의 관능검사는 한국식품개발연구원에 근무하는 30명의 연구원을 선별하여 실시하였다. 즉, 밀가루에 미강 식이섬유추출물을 3, 6, 9% 되게 첨가하여 만든 식빵을 외관, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 대하여 1(대단히 나쁘다)에서 9(대단히 좋다)까지의 점수를 사용하여 평가하였다. 시료는 관능검사 시작 10분전에 관능검사용 그릇에 담아 관능검사원에게 평가하도록 제시되었고 결과는 ANOVA에 의해 분석⁽¹⁴⁾하였으며 유의성검정은 Student Newman Keuls Test⁽¹⁴⁾를 사용하였다.

결과 및 고찰

시료의 물리화학적 성질

Table 1. Proximate composition and dietary fiber content of dietary fiber extracts extracted from termamyl treated rice bran (dry basis)

Samples	Moisture (%)	Fat (%)	Protein ¹⁾ (%)	Ash (%)	IDF (%)	SDF (%)
Raw	11.0	2.0	30.5	12.2	54.1	1.9
Extruded	9.5	1.8	29.4	9.4	49.7	2.7
Roasted	10.5	2.5	27.3	13.2	52.3	2.2

¹⁾Total N% × 6.25.

Termamyl로 처리한 탈지미강 식이섬유추출물(생, 압출성형, 볶음)은 지방 1.8~2.5%, 단백질 27.3~30.5%, 회분 9.4~13.2%를 함유하여(Table 1) 열처리에 의한 영향을 크게 받지 않았으며 일반적으로 미강중에 함유된 양(지방 17~22%, 단백질 12~16%, 회분 7~10%)⁽¹⁵⁾보다 termamyl처리로 약 2배 이상의 단백질함량이 증가하였다. 생미강 식이섬유추출물의 불용성 식이섬유(IDF) 함량은 54.1%였으며 압출성형(49.7%)에 의하여 약간 감소한 반면에 수용성 식이섬유(SDF) 함량은 압출성형에 의해 1.9%에서 2.7%로 크게 증가하였다. 본 연구에서 얻은 결과는 Wang 등⁽³⁾과 Aoe 등⁽¹⁶⁾이 보고한 결과와 일치하는 경향을 나타냈으며, Wang 등⁽³⁾은 밀기울을 압출성형한 후에 측정된 IDF의 감소 및 SDF의 증가는 탄수화물과 단백질체의 공유결합이나 비공유결합이 압출성형에 의해 파괴되어 보다 적은 가용성 분자단위로 되기 때문이라고 주장하였다. 또한 Aoe 등⁽¹⁶⁾은 압출성형을 통하여 식이섬유중의 수용성 헤미셀룰로오스 분획이 용출되어 SDF 함량이 증가한다고 보고하였다. 이는 미강 식이섬유의 주성분이 헤미셀룰로오스⁽¹⁷⁾인 점을 감안할 때 본 연구에서 압출성형에 의한 SDF 함량의 증가를 뒷받침해주고 있다.

한편 볶음처리에 의해서는 IDF 및 SDF 함량이 52.3%와 2.2%로 크게 영향을 받지 않았다. Valiente 등⁽⁵⁾은 Cocoa bean의 IDF 함량은 볶음처리에 의해 크게 영향을 받지 않지만 IDF 구성성분들의 재배치로 인한 이들의 양이 변화하며 특히 lignin의 증가 및 중성당과 uronic acid가 감소한다고 보고하였으며, Van Soest⁽¹⁸⁾은 밀기울을 50°C이상으로 열처리함으로써 Maillard browning을 일으키는 산물들이 형성되며 이들이 실제 lignin fraction과 함께 분리된다고 하였다. 그들은 밀기울을 177°C 오븐에서 30분간 볶음처리함으로써 2.87%에서 4.28%로 리그닌을 증가시켰고 60분간의 처리로 12.2% 증가시켰다고 보고하였다.

Table 2는 termamyl로 처리한 미강 식이섬유추출물의 무기질 함량을 나타낸 결과로서 모든 미강식이

Table 2. Total mineral elements in dietary fiber extracts obtained from termamyl treated rice bran (ppm)

Minerals	Raw	Extruded	Roasted
P	26,600	19,000	31,975
Ca	1,375	880	1,300
Fe	183	157	183
Al	68	60	68
Mg	13,975	10,825	13,975
K	7,950	9,300	7,950
Na	16,525	18,175	16,525
Mn	456	275	456

섬유추출물들의 무기질은 인(P)의 함량이 가장 높았으며 나트륨(Na), 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 칼슘(Ca)의 순으로 높게 나타났으며 망간(Mn), 철(Fe), 알루미늄(Al) 등이 소량 함유되어 있었다. 특히 인은 미강에 존재하는 무기질중 가장 중요한 것으로 알려져 있으며 phytic acid, nucleic acid, inorganic phosphate, carbohydrate, phosphatide로서 존재한다⁽¹⁹⁾. 미강 전처리 방법을 달리한 시료들의 경우 무기질의 함량 순위는 변화가 없었으나 각 시료간에 함량의 차이는 크게 나타났다. 예를들면, 볶음처리한 미강시료의 인함량(31,975 ppm)은 다른 시료들(생미강 26,600 ppm, 압출성형미강 19,000 ppm)보다 높았으나 그이외의 무기질 함량은 생미강 시료와 거의 유사하였다. 그러나 압출성형한 미강은 다른 두 시료에 비해 많은 양의 나트륨(18,175 ppm)과 칼륨(9,300 ppm)을 함유하고 있을뿐 다른 무기질 함량은 적어 압출성형에 의하여 큰 영향을 받았다.

Termamyl로 처리한 미강 식이섬유추출물의 색도 및 보수성은 Table 3에 나타나 있다. 밝기를 나타내는 백색도(L값)는 압출성형에 의해 증가되어 밝은색을 나타냈으나 볶음처리에 의해서는 오히려 감소되어 가장 어두운 색을 보였다. 적색도(a값)와 황색도(b값)는 압출성형에 의해 크게 영향을 받지 않았으나 볶음처리에 의해서는 크게 증가하였다. 따라서 볶음미강 식이섬유추출물의 낮은 L값과 높은 a와 b값은 높은 온도에서 볶음처리에 의하여 갈변이 더욱 진행되었음을 시사한다.

미강 식이섬유추출물의 보수성은 압출성형하여 얻은 미강 식이섬유추출물이 4.2 g H₂O/g고형물로 생미강식이섬유추출물의 3.6 g H₂O/g고형물과 볶음처리하여 얻은 식이섬유추출물의 3.4 g H₂O/g고형물보다 높은 값을 나타냈다(Table 3). 이는 압출성형시 사용되는 높은 온도와 압력으로 인한 팽화로 형성된 기공의 증가와 미강에 잔존하는 전분의 호화 및 섬유질 성분의

Table 3. Color and water binding capacity of dietary fiber extracts obtained from termamyl treated rice bran

Samples	Color			Water binding capacity (g/g)
	L	a	b	
Raw	74.6	1.3	18.0	3.6
Extruded	76.2	1.5	19.0	4.2
Roasted	72.7	3.4	21.0	3.4

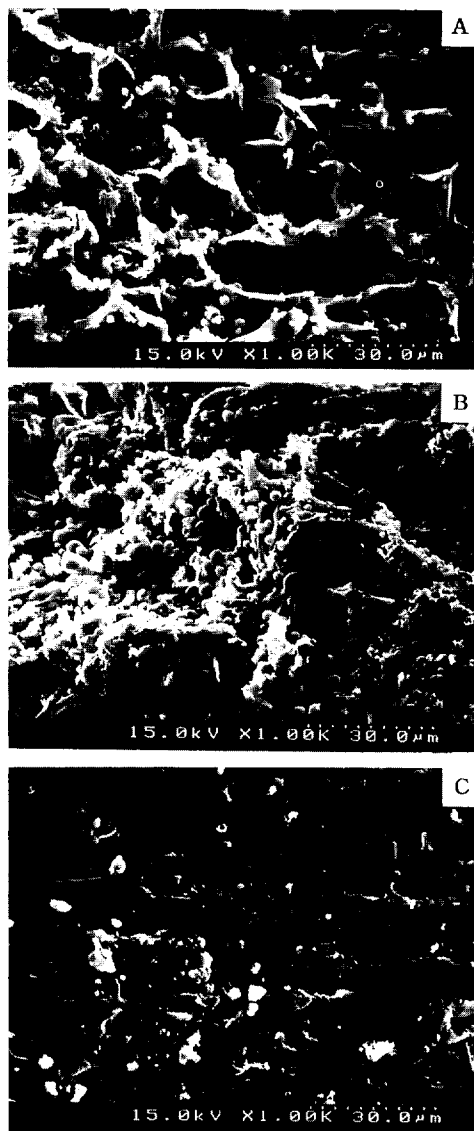


Fig. 1. Scanning electron micrographs of defatted rice bran dietary fiber extracts (A: raw (×1000), B: extruded (×1000), C: roasted (×1000)).

결정도 감소에 의한 것으로 특히 호화된 전분은 식이섬유의 주성분을 이루고 있는 cellulose나 hemicellulose

에 비해 보수력이 큰 것으로 알려져 있다⁹⁾. 그러나 본 연구에서 식이섬유추출물을 추출하기 위하여 *termamyl* 처리를 한 것을 감안할 때 전자에 의하여 압출 성형미강이 높은 보수성을 가지는 것으로 사료된다. 특히, Fig. 1에서 보는 바와 같이 주사전자현미경 (scanning electron microscopy)으로 관찰한 생미강 식이섬유추출물의 표면은 세포벽이 손상되지 않은 채 치밀하고 뚜렷한 구조로 세포벽 내부에 원형의 단백질로 채워져 있었다. 그러나 압출성형에 의해 세포벽의 기본골격이 상당히 파괴, 손상되었으며 볶음처리에 의해서는 완전히 붕괴되어 형태를 알아볼 수 없을 정도로 전혀 다른 구조를 보였다. 이러한 물리적 변화에 의한 식이섬유의 높은 보수성은 소화력의 저하, 변의 부피 및 무게 증가, serum triglycerides 저하와 관련이 있는 것으로 알려져 있다²⁰⁾.

Farinograph 성질

Farinograph로 측정된 미강 식이섬유추출물을 첨가한 밀가루의 리올로지 성질은 Table 4에 나타나 있다. 미강 식이섬유추출물의 첨가농도를 증가함에 따라 밀가루의 수분흡수율은 대조구의 67.3%에서 생미강 식이섬유추출물 9%첨가구시 71.2%로 증가하는 경향을 보였다. 열처리를 달리한 시료들 간에는 압출성형한 시료가 71.5%로 가장 높은 수분흡수율을 나타냈으며, 볶음처리한 시료가 69.5%로 열처리를 하지 않은 시료보다 낮은 값을 보여 앞에서 얻은 보수성의 결과 (Table 3)와 일치하는 경향을 보였다. 반죽형성시간 및 안정도는 첨가농도의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 열처리한 시료들은 생미강 식이섬유추출물보다 더 빠른 반죽형성시간과 낮은 안정성을 보였다. MTI값은 첨가농도의 증가에 따라 서서히 감소하여 반죽의 안정성을 뒷받침하였으나, 볶음처리한 시료는 다른 시료들보다 높은 값을 나타냈다.

Table 4. Farinograph data for doughs prepared from flour containing 0-9% rice bran dietary fiber

Samples	Absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	MTI
Cotrol	67.3	2.2	37.6	40
Extruded (6%)	71.5	2.8	39.5	20
Roasted (6%)	69.5	2.8	43.6	40
Raw				
3%	68.9	2.8	41.2	30
6%	70.0	3.4	44.0	20
9%	71.2	3.4	44.6	20

MTI: Mixing tolerance index.

식빵의 성질

미강에서 추출한 식이섬유추출물을 첨가하여 제조한 식빵의 특성은 Table 5에 나타나 있다. 식이섬유추출물의 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 무게는 136.9 g에서 145.5 g으로 크게 증가하였으며, 6%의 식이섬유추출물 첨가시료들을 비교할 때 압출성형한 미강 식이섬유추출물이 145.9 g으로 가장 무거워서 다른 두시료들과 유의적인 차이를 보였다. 이는 미강에서 추출한 식이섬유의 높은 보수력 때문인 것으로 특히 압출성형한 미강 식이섬유추출물의 높은 보수력에 기인된 것으로 사료된다. 그러나 식빵의 부피는 생미강 식이섬유추출물 첨가량을 3, 6, 9% 증가함에 따라 4, 14, 26% 감소되었으며 생미강과 볶음미강 식이섬유추출물을 6% 첨가했을 때 730 cc와 753 cc로 압출성형 미강 식이섬유추출물의 680 cc보다 큰 부피를 보였다. 이러한 식이섬유추출물 첨가에 따른 부피의 감소는 글루텐의 회석효과⁶⁾ 및 글루텐과 식이섬유의 상호작용²¹⁾때문인 것으로 설명되었다. Specific volume 또한 식빵의 부피와 비슷한 경향을 보여 식이섬유추출물의

Table 5. External appearance and texture of bread containing 0-9% rice bran dietary fiber extract

Samples	Loaf wt. (g)	Loaf vol. (cm ³)	Specific vol. (cm ³ /g)	Crust color ¹⁾	Crumb texture ¹⁾
Control	136.9 ^d	850 ^a	6.21 ^a	8.0	9.0
Extruded (6%)	145.9 ^a	680 ^d	4.66 ^e	6.5	7.0
Roasted (6%)	142.6 ^b	753 ^c	5.40 ^e	7.5	7.5
Raw					
3%	138.8 ^c	817 ^b	5.89 ^b	8.5	9.0
6%	142.2 ^b	730 ^e	5.13 ^d	8.0	8.0
9%	145.5 ^a	630 ^f	4.33 ^f	6.5	6.0

¹⁾Scoring based on a 10-point scale for each dependent variable; higher values indicating better quality.

a,b,c,d,e,f) Means within column with different letters are significantly different (P<0.05).

Table 6. Color values for crumb of bread containing 0-9% rice bran dietary fiber extract

Samples	Color		
	L	a	b
Control	71.53 ^a	-1.73 ^d	9.86 ^e
Extruded (6%)	67.10 ^{bc}	0.91 ^e	17.72 ^a
Roasted (6%)	64.47 ^c	1.54 ^a	16.64 ^a
Raw			
3%	68.78 ^b	-0.42 ^e	12.65 ^d
6%	66.50 ^{bc}	0.32 ^d	14.68 ^c
9%	64.69 ^c	1.30 ^b	17.56 ^a

a,b,c,d,e,f) Means within column with different letters are significantly different (P<0.05).

Table 7. Sensory evaluation score for bread containing 0~9% rice bran dietary fiber extract

Samples	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall Acceptability
Control	7.03 ^a	5.63 ^a	5.90 ^a	6.40 ^a	6.30 ^a
Raw					
3%	5.13 ^b	5.70 ^a	5.07 ^a	5.60 ^{ab}	5.53 ^b
6%	4.30 ^c	5.27 ^a	4.93 ^a	5.00 ^b	5.00 ^b
9%	3.37 ^d	4.07 ^b	3.97 ^b	3.97 ^c	3.80 ^c

^{abc,d} Means within column with different letters are significantly different (P<0.05).

첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 식빵의 crust color는 생미강 식이섬유추출물 3%를 첨가하였을 때가 8.5로 가장 좋았으며 식이섬유추출물 첨가량을 증가함에 따라 어두운 색을 나타내는 경향을 보였다. 열처리한 미강 식이섬유추출물의 경우 압출성형한 미강 식이섬유추출물이 6.5로 볶음미강 식이섬유추출물(7.5)와 생미강 식이섬유추출물(8.0)보다 낮은 값을 보였다. 식빵의 내부조직은 대조구와 생미강 식이섬유추출물 3%를 첨가하였을 때가 9.0으로 가장 좋았으나 식이섬유추출물의 첨가량을 증가함에 따라 더욱더 뻣뻣하고 꺼칠꺼칠한 조직을 보여 그 값은 감소하였다.

식빵의 crumb color를 측정된 결과(Table 6), 대조구는 L=71.53, a=-1.73, b=9.86 이었으나 미강 식이섬유추출물의 첨가량이 증가함에 따라 crumb은 L, a, b값을 모두 증가시켜 더욱 어두운 색을 나타냈다. 특히, 열처리한 시료들은 열처리 하지 않은 것보다 더 높은 L, a, b값을 나타내 열처리에 의한 갈변현상이 진행되었음을 알 수 있었다.

관능검사

미강 식이섬유추출물을 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사 결과는 Table 7과 8에 나타나 있다. 식빵의 외관의 경우 대조구가 7.03으로 가장 높았으나 식이섬유추출물을 첨가함에 따라 그 값은 현저히 감소되어 식이섬유추출물의 첨가에 의한 영향을 크게 받았다. 향과 맛은 6% 미강 식이섬유추출물 첨가시까지는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않아 관능검사원들이 미강취를 느끼지 못했으나 9% 이상의 농도에서는 미강취를 느끼기 시작하면서 제품의 품질이 현저히 저하되었다. 조직감은 3% 첨가시까지는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나 6%와 9%에서는 첨가의 영향을 보였다. 이는 미강 식이섬유추출물의 첨가에 따른 식빵 내부조직이 견고해지는 것에 기인한 것으로 사료된다. 김 등⁽²²⁾은 미강식이섬유 첨가가 국수의 품질에 미치는 영향에서 미강 식이섬유의 첨가에 따

Table 8. Sensory evaluation score for bread made from heat treated rice bran dietary fiber extracts

Samples	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall Acceptability
Control	6.81 ^a	5.43 ^a	6.07 ^a	6.53 ^a	6.27 ^a
Raw, 6%	4.37 ^b	5.23 ^a	5.03 ^b	5.23 ^b	5.03 ^b
Extruded, 6%	4.30 ^b	4.87 ^a	4.10 ^b	4.27 ^b	4.30 ^b
Roasted, 6%	3.77 ^b	4.57 ^a	4.60 ^b	4.97 ^b	4.87 ^b

^{ab} Means within column with different letters are significantly different (P<0.05).

라 국수의 견고성이 증가한다고 보고한 바 있다. 전반적인 기호도의 경우, 대조구가 6.30으로 3%와 6%의 5.53과 5.00과 유의적인 차이를 보였으며 그이상의 농도에서는 현저히 낮은 값을 보여 상품화의 가능성을 보이지 않았다.

열처리를 달리한 6%의 미강 식이섬유추출물을 첨가하여 식빵을 제조한 결과(Table 8), 첨가한 식이섬유추출물들은 빵의 외관, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 대조구와 유의적인 차이를 보였으나 향은 유의적인 차이를 보이지 않아 열처리에 의한 영향을 받지 않았다. 식이섬유추출물 중에서는 생미강 식이섬유추출물이 모든 관능검사 파라미터에서 압출성형이나 볶음처리한 식이섬유추출물보다 유의차는 없었을지라도 높은 값을 나타냈다. 이 결과는 Wang 등⁽³⁾이 보고한 결과와 일치하는 경향을 보였으며, 그들은 압출성형을 하지 않은 밀기울을 첨가하여 만든 식빵이 압출성형 후 첨가하여 만든 식빵보다 부피나 내부조직에 있어서 더 우수하였으며 전체적으로 좋은 품질의 제품을 생산하였다고 보고하였다. 이상의 결과로 미강에서 추출한 식이섬유추출물을 첨가하여 고식이섬유 식빵을 제조할 때 식빵의 물리화학적인 성질 뿐만 아니라 관능적인 성질을 고려해 보면 3%의 첨가는 가능한 것으로 여겨지나 9% 이상의 첨가는 어려울 것이다. 따라서 식이섬유 및 단백질을 보강한 식빵을 제품화하기 위해서는 보다 질이 좋고 품질에 영향을 미치지 않는 식이섬유의 추출이 필요하다.

요 약

탈지한 미강을 열처리(압출성형, 볶음처리)한 후 termamyI로 처리하여 얻은 미강 식이섬유추출물은 27.3~30.5%의 단백질, 49.7~54.1%의 불용성 식이섬유(IDF), 1.9~2.7%의 수용성 식이섬유(SDF)를 함유하였다. 압출성형에 의하여 IDF 함량은 감소되었으나 SDF 함량은 증가된 반면, 볶음처리에 의해서는 크게 영향을 받지 않았다. 미강 식이섬유추출물은 무기질중 인의 함

량이 가장 높았으며 열처리한 시료들 사이에서는 각 시료간에 무기질 함량의 차이가 컸다. 볶음처리한 시료가 가장 낮은 L값, 가장 높은 a와 b값을 나타냈으나 압출성형한 시료는 가장 높은 L값을 나타냈다. 보수성은 압출성형에 의해 크게 증가되었으나 볶음처리에 의해서는 영향을 받지않았다. 주사현미경에 의한 세포벽의 관찰결과 압출성형한 시료는 약간의 세포벽 손상이, 볶음처리한 시료는 완전한 세포벽 붕괴가 관찰되었다. 밀강 식이섬유의 첨가농도를 증가함에 따라 밀가루의 수분흡수율, 반죽형성시간 및 안정도는 증가하였으나 MTI값은 서서히 감소하였다. 압출성형한 시료는 가장 높은 수분흡수율을 나타냈으며, 열처리한 시료들은 낮은 반죽형성시간 및 안정도를 보였으나 MTI값에는 영향을 주지 않았다.

식이섬유추출물은 식빵의 제조에 영향을 주어 식빵의 무게 증가, 부피 감소, 식빵 내부 및 외부색의 강도 증가 및 조직감의 감소를 가져왔으며, 6% 첨가시료들을 비교했을 때 압출성형한 시료는 다른 시료들에 비해 가장 큰 영향을 미쳤다. 식빵의 관능검사 결과, 식이섬유 추출물의 첨가가 식빵의 품질에 크게 영향을 미쳤다. 특히, 식빵의 외관, 조직감, 전반적인 기호도는 대조구와 유의적인 차이를 보였고 향과 맛의 경우 6%의 첨가까지는 유의적인 차이가 없었다. 열처리를 달리한 시료들 사이에서는 시료들 간에는 평균값의 차이를 보였지만 통계적으로는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이상의 관능검사 결과를 고려해 볼 때 밀강에서 추출한 식이섬유추출물을 첨가한 고식이섬유 식빵제조시 6%까지는 제품에 큰 영향을 주지 않고 첨가할 수 있을 것으로 여겨진다.

문 헌

1. Payne, T.J.: The role of raisins in high-fiber musli-style formulations. *Cereal Food World*, **32**, 545 (1987)
2. Weber, F.E. and Chaudhary, V.K.: Recovery and nutritional evaluation of dietary fiber ingredients from a barley by-product. *Cereal Food World*, **32**, 548 (1987)
3. Wang, W.M., Klopfenstein, C.F. and Ponte, JR., J.G.: Effects of twin-screw extrusion on the physical properties of dietary fiber and other components of whole wheat and wheat bran and on the baking quality of the wheat bran. *Cereal Chem.*, **70**, 707 (1993)
4. Chang, M.C. and Morris, W.C.: Effect of heat treatments on chemical analysis of dietary fiber. *J. Food Sci.*, **55**, 1647 (1990)
5. Valiente, C., Esteban, R.M., Molla, E. and Lopez-Andreu, F.J.: Roasting effects on dietary fiber composition

- of cocoa beans. *J. Food Sci.*, **59**, 123 (1994)
6. Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F. and Bechtel, D.B.: Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.*, **54**, 25 (1977)
7. Toma, R.B., Orr, P.H., D'Appolonia, B., Dintzis, F.R. and Tabekhia, M.M.: Physical and chemical properties of potato peel as a source of dietary fiber in bread. *J. Food Sci.*, **44**, 1403 (1979)
8. Chen, H., Bubenthaler, G.L., Leung, H.K. and Baranowski, J.D.: Chemical, physical, and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. *Cereal Chem.*, **65**, 244 (1988)
9. Artz, W.E., Warren, C.C., Mohring, A.E. and Villota, R.: Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. *Cereal Chem.*, **67**, 303 (1990)
10. Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., Devries, J.W., Scjweozer, T.F. and Harland, B.A.: Determination of total dietary fiber in foods and food products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **68**, 677 (1987)
11. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.161 (1990)
12. American Association of Cereal Chemists: *Approved Method of the AACC. Method 54-21*. The Association, St. Paul, M.N. (1983)
13. American Association of Cereal Chemists: *Approved Method of the AACC. Method 10-10A*. The Association, St. Paul, M.N. (1983)
14. SAS Institute, Inc. *SAS/STAT User's Guide*, Version 6. 03., Cary, NC (1988)
15. Saunders, R.M.: The properties of rice bran as a food-stuff. *Cereal Food World*, **35**, 632 (1990)
16. Aoe, S., Nakaoka, M., Ida, K., Tamai, Y., Ohta, F. and Ayano, Y.: Availability of dietary fiber in extruded wheat bran and apparent digestibility in rats of coexisting nutrients. *Cereal Chem.*, **66**, 252 (1989)
17. 이영현, 문태화: 밀강 식이섬유의 조성과 보수력 및 전분노화에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **26**, 288 (1994)
18. Van Soest, P.J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 3. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **49**, 546 (1965)
19. Luh, B.S.: *Rice: Utilization*. Vol. II. Luh, B.S. (Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York, p.330 (1991)
20. Sosulski, F.W. and Cadden, A.M.: Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *J. Food Sci.*, **47**, 1472 (1982)
21. Chen, H., Rubenthaler, G.L. and Schanus, E.G.: Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J. Food Sci.*, **53**, 304 (1988)
22. 김영수, 하태열, 이상효, 이현유: 밀강식이섬유가 밀가루의 리올로지와 생면의 품질특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **29**, 90 (1997)

(1997년 1월 13일 접수)