KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 37, No. 5, pp. 746~750 (2005)

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

보리등겨 가루 첨가가 식빵의 품질에 미치는 영향

최 웅 규*
아시아대학교 한방식품영양학과

Effect of Barley Bran Flour Addition on the Quality of Bread

Ung-Kyu Choi*
Department of Oriental Medicinal Food and Nutrition, Asia University

Effect of barley bran flour on bread quality was investigated. With addition of barley bran flour, crude protein and ash contents of bread increased, and color of crumb and crust became darker than control group made with pure wheat flour. Content of dietary fiber in bread made with 5% barley bran flour was twofold higher than control group. Hardness of breads increased and volume decreased in proportion to bran content. Sensory qualities of 5% barley bran flour-added group and control group were not significantly different, but decreased in 10 and 15% barley bran flour-added groups, revealing optimal content of barley bran flour to be 5%.

Key words: barley bran flour, dietary fiber, bread

서 론

보리는 오곡 중의 하나로 BC 2700년경의 신농시대부터 재배되었으며 한국에는 고대 중국으로부터 전파된 것으로 보이며 4-5세기경에 보리가 한국에서 일본으로 전파되었다고 한다. 보리는 성숙 후 겉질과 종실의 밀착정도에 따라 서로 붙어 있는 겉보리와 잘 분리되는 쌀보리로 나뉘어지며 배유 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율에 따라 메성과 찰성으로 나뉘어지기도 한다(1).

보리의 제분과 정백과정에서 부산물로 생산되는 보리등겨는 식이섬유소를 풍부하게 함유하고 있다. 보리의 도정 전 후의 총 식이섬유 함량을 비교해 보면 통보리에서 19.86%로 식이섬유 함량이 높고, 정백한 보리는 9.65%로 그 양이 감소되는 것을 알 수 있어(2) 보리의 외피에 많은 식이섬유가 함유되어 있음을 보여주고 있다. 보리에서 주목하는 부분은 식이섬유소로 그 중 β-글루칸에 관한 연구가 많이 시도되고 있다. β-글루칸은 수용성 식이섬유소로 과일, 콩류, 보리, 귀리 등에 많이 함유되어 있다. β-글루칸에 관한 연구로서 Anderson 등(3)은 수용성 식이섬유가 풍부한 귀리를 섭취함으로써 혈중 콜레스테롤의 농도를 낮출 수 있다고 보고하였으며, 이는 귀리 속에 풍부한 수용성 식이섬유인(4) β-glucan이 콜레스테롤의 함량을 낮출 수 있는 능력을 갖고 있는 것으로 알려져 있다.

빵의 질적인 우수성과 함께 기능적 우수성을 확보하기 위해서 제빵에 여러 가지 기능성 재료를 첨가한 연구가 있어 왔어왔는데, 천연물질을 이용한 빵 제조에는 솔잎추출물(5)과 미생물(6)이나 효소(7)를 이용한 품질 개선 연구 등이 보고되어 있으며, 단백질의 영양적인 질을 개선하기 위하여 옥수수 혼합분(8), 귀리 혼합분(9) 및 대두분(10)등을 이용한 보고도 있었다. Kim 등(11)은 미강 식이섬유가 첨가된 밀가루의 리올로지에 대해 조사하였고, Kang 등(12)과 Lee 등(13)은 빵·과자에 식이섬유 첨가는 보수력 향상과 노화 지연의 효과가 있는 것으로 보고하였다.

또한 빵의 첨가제 이용 연구에서 밀가루의 제한 아미노산인 lysine 첨가에 의한 영양개선, ascorbic acid 나 potassium bromate의 산화제 첨가에 의한 빵의 영양개선, pentosan 첨가에 의한 빵의 부피나 crumb texture개선, cystein, protease 첨가에 의한 반죽연화나 반죽기간 단축을 위한 연구(14) 등이 있어왔으나 보리등겨를 함량별로 첨가하여 제빵의 품질특성을 비교한 연구는 시도된 바가 없었다.

본 연구에서는 보리의 제분과 정백과정에서 부산물로 생산되어 무기질과 식이섬유소가 풍부하게 함유되어 있는 보리등겨 가루를 빵 제조에 첨가하였을 때의 제빵 특성을 조사하여 식미특성이 우수한 보리등겨 첨가빵을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 밀가루는 (주)대한제분 강력분 1급품을 사용하였으며, 보리등겨가루는 북안식품 영농조합법인에서 공급한 재료를 이용하였다. 이스트는 오뚜기사의 제품을, 식염은 (주)한주 정제염, 쇼트닝은 삼립유지 제품, 탈지분유는 서울우유협동조합 제품을 이용하였다. 제빵에 사용한 기본 배합비는

*Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Department of Oriental Medicinal Food and Nutrition, Asia University, Kyongsan 712-220, Korea
Tel: 82-53-819-8201
Fax: 82-53-819-8135
E-mail: cuk8272@hanmail.net

Table 1. Formula of white pan bread with barley bran flour by straight dough method (Unit: %)

Sample	Wheat flour	BP[1)]	Sugar	Shortening	Salt	NFDM[2)]	Yeast	Water
Control	100	-	5	4	2	3	3	65
BP5[3)]	95	5	5	4	2	3	3	65
BP10[4)]	90	10	5	4	2	3	3	65
BP15[5)]	85	15	5	4	2	3	3	65

[1)]BP: Barley bran flour: the content of barley bran flour was calculated with Baker's percent.
[2)]NFDM: Non fat dry milk.
[3)]Addition of 5% barley bran flour.
[4)]Addition of 10% barley bran flour.
[5)]Addition of 15% barley bran flour.

Table 1과 같이 보리등겨를 베이커 퍼센트(Baker's percent)로 밀가루 100% 기준에 대해 0%, 5%, 10% 및 15% 함량별로 첨가 실험하였다.

제빵 시험

밀가루와 보리등겨 가루는 비율대로 혼합한 후 채로 쳐서 제빵실험에 사용하였다. 제빵은 Finny 등(15)의 방법을 수정한 직접반죽법(straight dough method)을 사용하였다. 제조공정은 호바터 믹서를 이용하여 쇼트닝을 제외한 나머지 원료를 첨가하여 클린 업 상태까지 혼합한 후, 클린 업 된 반죽에 쇼트닝을 첨가하여 1단 속도에서 3분간 혼합한 다음 2단 속도에서 최적 상태의 반죽이 형성될 때까지 혼합하였다. 혼합 후 최종 반죽 온도는 26°C가 되도록 하였다. 1차발효는 27°C, 상대습도는 80%의 발효기(대영공업사, 서울)에서 최적의 발효상태까지 실시하였다. 1차 발효가 끝난 반죽은 180 g으로 분할하여 둥글리기 한 후 15분간 중간 발효를 시켰다. 중간발효가 끝난 후 밀대를 사용하여 가스빼기를 하고 반죽을 원통형으로 성형하여 빵 틀에 3개씩 넣고, 발효실 37°C 상대습도 85%에서 빵 틀의 1 cm 높이까지 반죽이 팽창할 때까지 2차 발효를 실시하였다. 2차 발효가 끝난 반죽은 190-200°C의 오븐(대영공업사, 서울)에서 굽기를 실시하였다.

일반성분

일반성분은 AOAC 방법(16)에 따라 수분 함량은 105°C의 상압 가열건조법, 회분은 600°C의 직접회화법, 조단백질 함량은 Micro-kjeldahl 법을 사용하고, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다.

식이섬유 함량 분석

식이섬유 함량은 효소중량법인 Prosky 등(17)의 방법으로 측정하였다. 시료를 α-amylase, amyloglucosidase, protease 등으로 처리 후 여과하여 불용성 식이섬유를 분리하고 수용성 식이섬유는 ethanol을 첨가하여 침전시켜 분리 후 건조하여 무게를 측정하였다. 무게를 측정한 후 단백질 함량은 Kjeldahl방법으로 측정하고 회분은 525°C에서 5시간 회화시킨 후 무게를 측정하였다. 건조후의 무게에서 단백질과 회분 함량을 뺀 값을 식이섬유 함량으로 계산하였다. 총 식이섬유 함량은 측정한 불용성과 수용성 식이섬유 함량의 합으로 하였다.

색차

색차는 Chromameter(Model CR-200, Minolta Co., Japan)을 사용하여 표면색도값인 명도(Lightness, L), 적색도(Redness, a), 황색도(Yellowness, b)를 측정하였다. 보리등겨 가루 첨가식빵의 측정부위는 식빵의 중앙부분을 자른 후 빵 속을 측정하였다. 이때 사용한 표준판의 L값은 96.57, a는 +0.00이며 b값은 +1.77로 하였다.

빵의 조직감 측정

빵의 조직감 측정은 Rheometer(Sun Scientific Co. Ltd., CR-200D. Japan)를 사용하여 경도, 응집성, 탄력성, 점착성 및 파쇄성을 3회 반복하여 측정하여 평균값을 사용하였다. Rheometer의 측정 조건은 Table 3과 같고 압착율은 50%로 하였다. 빵은 구운 후 실온에서 2시간 방치 후 폴리에틸렌 비닐 백에 넣고 4일간 보관하면서 빵의 물성을 측정하였다.

빵의 외관 및 부피

빵의 외관은 디지털 카메라(Olympus 5050-Z; Japan)로 외관의 특성을 촬영하여 관찰하였다. 부피 측정은 빵을 제조하여 실온에서 1시간 동안 방냉 후 유채씨를 이용한 종자 치환법으로 빵의 부피를 측정하였다(18).

관능 평가

빵의 관능검사는 실온에서 1일 저장한 빵으로 실시하였다. 훈련된 관능검사 요원은 영남대학교 식품가공학과 4학년 학생 18명으로 구성하여 10점 채점법의 기호도 검사를 사용하여 비교 채점하였다. 시료는 난수표에 의한 세자리 숫자가 기록된 수로 표시하고 접시에 담아 칸막이 있는 개인 검사대에 제공하였다. 평가는 맛, 향미, 조직감 및 색상에 대하여 냄새와 색상을 먼저 평가하도록 하였다. 평가는 매우 좋다 10점, 좋다 8점, 보통이다 6점, 나쁘다 4점, 매우 나쁘다 2점으로 하였다. 결과의 통계처리는 SAS(Statistical analysis system) program을 이용한 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

보리등겨 가루의 첨가비율을 달리하여 제조한 빵의 일반성분 함량은 Table 2와 같다. 보리등겨 가루를 첨가한 빵의 수분 함량은 대조구에 비해 보리등겨 가루의 첨가량이 많아짐에 따라 빵의 수분 함량도 약간씩 증가하였다. 회분 함량은 대조구 빵이 2.3%였고 보리등겨 가루를 5% 첨가한 빵은 2.4%였으며, 보리등겨 가루를 10%와 15%첨가한 빵은 2.5%로 나타났다. 단백질은 대조구가 14.2%였으며 보리등겨 가루를 5%, 10% 및 15%로 첨가량 증가 시 14.6%와 15.1% 및 15.7%로 점차 증가하는 경향을 보였다. 하지만 조지방의 함량은 대조구에 비해 조금 낮아졌으나 큰 변화는 보이지 않았다.

Table 2. Compositions of bread added with barley bran flour

(Unit: %)

	The content of barley bran flour in bread[1]			
	0	5	10	15
Moisture	38.7	39.2	39.7	39.8
Ash	2.3	2.4	2.5	2.5
Crude Fat	3.9	3.8	3.8	3.6
Crude Protein	14.2	14.6	15.1	15.7
Total dietary fiber	3.7	4.8	5.7	6.5

[1]The content of barley bran flour was calculated with Baker's percent

보리등겨 가루의 첨가량을 달리한 빵의 총 식이섬유 함량을 측정한 결과 보리등겨 가루를 5% 첨가하였을 때는 총 식이섬유 함량이 4.8% 였고 10% 첨가한 경우는 5.7%, 15% 첨가하였을 때는 6.5%로 나타나 보리등겨 가루의 첨가비율이 증가함에 따라 식이섬유의 함량도 증가함을 확인할 수 있었다. 이 결과는 Cho 등(19)이 쌀보리를 10% 첨가하였을 때 식이섬유 함량이 5.0%에 비해 식이섬유 함량이 더 많아져 보리등겨 가루의 첨가는 빵의 식이섬유 함량을 증가시킬 수 있음을 보였다.

색차

보리등겨 가루의 첨가에 따른 식빵의 속살과 껍질의 색차 변화는 Table 3에 나타내었다. 전체적으로 대조구와 보리등겨 가루를 5% 첨가한 첨가구에서는 큰 차이가 없었으나 10% 첨가구와 15% 첨가구는 대조구보다 어두운 색으로 나타났다. 보리등겨 가루를 10%이상 첨가부터 보리등겨 가루가 가지는 어두운 색으로 인하여 색차가 크게 변하는 것을 알 수 있었다. 빵속 부분의 결과에서는 L값은 대조구 80.5±0.1에 비해 보리등겨 가루 10%와 15% 첨가시 각각 75.1±0.1과 73.2±0.1로 낮게 나타났으며, a값과 b값은 대조구와 실험구가 거의 유사한 결과를 나타났고 보리등겨 가루를 15% 첨가한 실험구에서는 -0.7±0.0과 14.1±0.0으로 대조구에 비해 다소 어둡게 나타났다. Betran (20)은 빵 껍질의 갈변 현상을 maillard 반응과 caramel 반응에 의하여 굽기 시 형성되며 단백질 함량이 높아지면 갈변 반응이 크게 일어나 색상이 더 진한 갈색을 띄게 된다고 하였다. 특히. 빵 껍질 부분은 밀가루보다 단백질 함량이 높은 보리등겨 가루가 첨가됨에 따라 단백질 함량이 높아져 갈변반응이 크게 나타나면서 대조구에 비해 껍질의 색이 진하게 나타났으며 오븐의 온도와 굽기 시간 등에 의해 영향을 받을 것으로 보인다.

빵의 Texture

보리등겨 가루를 첨가한 빵의 texture 특성으로 경도, 탄력성, 응집성, 점착성 및 파쇄성 등을 측정하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다. 대조구의 경도는 147±0 g/cm^{2}이었으며 보리등겨 5%, 10% 및 15% 첨가한 경우에는 172±0 g/cm^2, 178±1 g/cm^2 및 180±1 g/cm^{2}으로 대조구에 비해 경도가 증가함을 알 수 있었다. Chabot (21)와 Eskin (22)은 빵의 경도에 영향을 미치는 요인으로 빵의 수분함량, 기공의 발달 정도 및 부피 등이 있는데 기공이 잘 발달 된 빵은 부피가 크고 부드러움이 증가하여 경도가 낮다고 보고하였으며, Jung 등(23)은 빵의 감촉에 영향을 미치는 인자 중의 하나인 수분함량이 높을수록 촉촉하고 부드러우며 빵의 노화를 감소시킨다고 보고하였다. 보리등겨 첨가 빵이 대조구에 비해 경도가 증가하는 것은 보리등겨의 첨가로 인한 빵의 부피 감소로 내상의 기공이 작고 기공세포벽이 두껍게 되어 탄력성이 커짐으로 경도가 증가되는 것으로 보인다. 탄력성은 대조구에 비해 보리등겨 가루가 많이 첨가될수록 점차 증가하였으며, 응집성도 증가하였으나 큰 변화를 보이지는 않았다. 접착성과 파쇄성은 보리등겨의 첨가가 늘어날수록 증

Table 3. Color values of bread crumb and bread crust added with barley bran flour

		The content of barley bran flour in bread[1]			
		0	5	10	15
Bread crumb	L[2]	80.5±0.1	79.4±0.1	75.1±0.1	73.2±0.1
	a[3]	-1.5±0.0	-1.9±0.0	-1.0±0.0	-0.7±0.0
	b[4]	10.0±0.0	11.3±0.0	11.6±0.0	14.1±0.0
Bread crust	L	61.1±0.1	58.2±0.0	53.4±0.1	55.4±0.0
	a	-14.0±0.0	-16.4±0.0	-17.2±0.0	-20.2±0.0
	b	35.2±0.0	33.7±0.0	32.6±0.0	30.3±0.0

[1]The content of barley bran flour was calculated with Baker's percent.
[2]L: Degree of lightness.
[3]a: Degree of redness.
[4]b: Degree of yellowness.

Table 4. Texture characteristics of the bread added with various levels of barley bran flour

	The content of barley bran flour[1]			
	0	5	10	15
Firmness	147±0	172±0	178±1	180±1
Springiness	0.85±0.02	0.98±0.01	0.99±0.01	0.99±0.01
Cohesiveness	0.84±0.00	0.87±0.01	0.88±0.01	0.88±0.01
Gumminess	81±0	170±1	224±1	241±1
Brittleness	83±0	164±1	234±1	231±1

[1]The content of barley bran flour was calculated with Baker's percent.

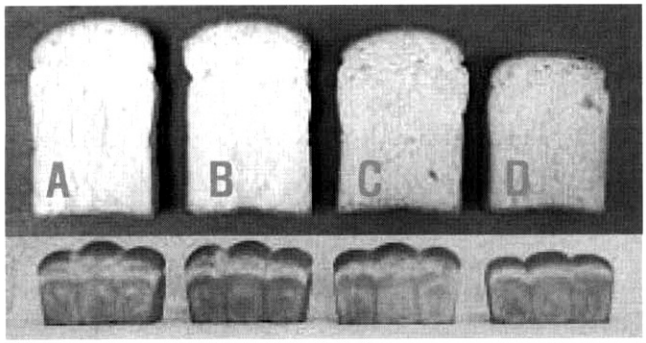

Fig. 1. Bread added with various levels of barley bran flour.
A: Control(without added barley bran). B: Addition of 5% barley bran. C: Addition of 10% barley bran. D: Addition of 15% barley bran. The content of barley bran flour was calculated with Baker's percent.

가하여 빵이 단단해 졌다.

빵의 부피, 무게, 외관 및 단면

보리등겨 가루의 첨가비율에 따른 빵의 외관과 단면 사진은 Fig. 1과 같다. 보리등겨의 첨가량이 증가할수록 부피가 감소함을 알 수 있으며, 색깔 역시 대조구에 비해 어두워지고 탁해짐을 알 수 있었다. 대조구 A(2,198±25 cc)에 비해서 보리등겨 가루를 5%와 10%를 첨가한 B(2,156±29 cc)와 C(2,134±51 cc)는 부피감소에 큰 변화가 없으나 보리등겨를 15% 첨가한 D(1,797±39 cc)의 경우 A에 비해 그 부피가 81.8%로써 현저하게 줄어듦을 알 수 있었다 (Table 5). 하지만 부피의 변화에 비해 무게의 변화는 거의 일어나지 않았음을 확인할 수 있었다.

밀가루는 물을 넣어 반죽을 했을 때 글루텐을 형성하는 단백질을 함유하고 있다. 빵 반죽을 굽기 위해 가열하면, 공기, 탄산가스, 수분에서 생기는 증기가 팽창하는데, gluten은 탄력성과 점성이 있기 때문에 이들 전체를 보유한 채 늘어나 부피를 가지게 된다. 여러 연구자들이 식이섬유의 첨가가 빵의 부피를 감소시킨다는 것을 보고하였으며(24,25), 식이섬유를 첨가한 빵의 가장 큰 문제점이 "weak dough" 형성에 따른 부피감소라는 지적도 있다(26). Pomeranz 등(27)은 섬유소 첨가 시 빵의 부피가 감소함을 보고하면서 섬유소 첨가 농도가 5% 미만일 때는 gluten 희석효과로 인해 부피가 감소하지만 7% 이상의 첨가농도에서는 gluten 희석효과 이외에도 섬유상 물질의 존재가 빵의 부피를 감소시킨다고 보고하였으나, 식이섬유의 높은 WHC에 의한 gluten의 불완전한 수화가 dough 형성을 방해한 때문이라는 주장도 있다(28).

관능평가

보리등겨 가루를 첨가하여 제조한 식빵에 대한 관능적 평가에 대한 결과는 Table 6과 같다. 풍미는 대조구와 보리등겨 가루 5%, 10% 첨가구가 거의 유사하였으나 15% 첨가구는 풍미가 조금 떨어짐을 알 수 있었다. 맛은 대조구와 보리등겨 가루 5% 첨가구는 큰 유의차가 없었으나 10%, 15%로 첨가량이 증가함에 따라 기호도가 떨어졌다. 색깔과 조직감은 대조구와 5% 첨가구에서는 큰 유의차가 없었으나 15% 첨가구에서는 그 점수가 크게 떨어짐을 알 수 있었다. 전체적인 선호도에서 보리등겨 첨가 5%와 10%까지는 대조구와 선호도가 비슷하게 나타났으며, 보리등겨 가루를 10%와 15% 첨가한 식빵은 상대적으로 기호도가 떨어짐을 알 수 있었다. 따라서 보리등겨 가루를 제빵에 적용할 때에는 5% 첨가가 적정 수준임을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 식이섬유가 풍부하게 함유된 보리등겨 가루를 빵 제조에 첨가하여 식이섬유가 강화된 빵을 개발 하고자 하였다. 빵의 일반성분은 보리등겨 첨가량이 증가할수록 조단백과 회분 등의 함량이 증가하였으며, 색차는 빵의 내부와 외부에서 똑같이 보리등겨의 함량이 증가할수록 색차가 대조구에 비해 어두워졌다. 식이섬유함량은 보리등겨 가루가 5% 첨가된 빵에서 대조구에 비해 2배 이상 많은 것으로 확인되었다. 빵의 texture 특징으로 보리등겨 가루가 첨가될수록 빵이 단단해졌으며 빵의 부피가 감소되었다. 관능평가를 통해 5%의 보리등겨

Table 5. Changes in volume and weight of breads added with barley bran flour (unit: %)

	The content of barley bran flour in bread[1)]			
	0	5	10	15
Volume	2,198±25[a2)]	2,156±29[a]	2,134±51[a]	1797±39[b]
Weight	187.3±2.5[a]	186.6±3.8[a]	181.4±4.7[a]	182.7±5.3[a]

[1)]The content of barley bran flour was calculated with Baker's percent.
[2)]Means and standard deviation in a row followed by different letters are significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 6. Sensory evalutions of bread added with various levels of barley bran flour

	The content of barley bran in bread[1)]			
	0	5	10	15
Taste	7.6±0.5[a2)]	6.8±0.2[a]	5.0±0.6[b]	3.7±0.3[c]
Flavor	7.3±0.1[a]	7.6±0.5[a]	7.2±0.6[a]	5.1±0.6[b]
Texture	7.2±0.6[a]	6.7±0.1[ab]	5.6±0.6[bc]	4.3±0.5[c]
Color	7.8±0.3[a]	7.7±0.5[a]	5.1±0.3[b]	3.8±0.3[c]
Overall	7.7±0.2[a]	7.4±0.6[a]	5.6±0.5[b]	3.4±0.2[c]

[1)]The content of barley bran flour was calculated with Baker's percent.
[2)]Each values represent the means and standard of ratio by 18 judge using 10-point scale (2: very poor, 10: very good).
Means and standard deviation in a row followed by different letters are significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

가루 첨가구는 대조구인 밀가루만을 이용한 빵과 그 유의차가 크지 않았으나, 10%와 15%는 관능평가 점수가 낮아지는 것을 보여 주어 보리등겨를 첨가한 빵 제조시 보리등겨 가루의 첨가량은 5% 정도까지가 적정량임을 알 수 있었다.

문 헌

1. Lee YT, Chang HG. Effects of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making properties. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 918-923 (2003)
2. Lee YT. Dietary fiber composition and viscosity of extracts from domestic barley, wheat, oat, and rye. Korean J. Food. Nutr. 14: 233-238 (2001)
3. Anderson JW, Tietyen-Clark J. Dietary fiber- Hyperlipidemia, hypertension and coronary heart disease. Am. J. Gastroenterol. 10: 907-911 (1986)
4. Barnes DS, Clapp NK, Scott DA, Oberst DL, Barry SG. Effects of wheat, rice, corn and soy bran on 1,2-dimethyl-hydrazone induced large bowel tumorigenesis in F344 rats. Nutr. Cancer. 5: 1-6 (1983)
5. Kim EJ, Kim SM. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 542-547 (1998)
6. Matinez-Anaya PB, Bayarri P, Benedito BC. Microflora of the sour doughs of wheat flour bread. Cereal Chem. 67: 85-91 (1990)
7. Chamberlain N. Collins TH, McDermott EE. α-Amylase and bread properties. J. Food Technol. 16: 127-152 (1981)
8. Navicks LL. Corn flour addition to wheat flour doughs effect on rheological properties. Cereal Chem. 64: 5-9 (1987)
9. Oomah BD. Baking and related properties of wheat-oat composite flours. Cereal Chem. 60: 220-225 (1983)
10. Morad MM, Leung HK, Finney PL. Effect of germinnation on physicochemical and bread baking properties of yellow pea, lentil and fababean flours and starches. Cereal Chem. 57: 390-396 (1980)
11. Kim YS, Ha TY, Lee SH, Lee HY. Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 90-95 (1997)
12. Kang KC, Baek SB, Rhee KS. Effect of the addition of dietary fiber on staling of cakes. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 19-25 (1995)
13. Lee YH, Moon TW. Composition, water-holding capacity and effect on starch retrogradation of rice bran dietary fiber. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 288-294 (1994)
14. Belitz MD, Grosh W. Baked products. pp. 513-533. In: Food Chemistry 2nd ed. Hadziyev D (ed). Springer Verlag, New York, NY, USA (1986)
15. Finny KF. An optimized straight dough bread making method after 44 years. Cereal Chem. 61: 20-26 (1984)
16. AOAC. Official Method of Analysis, 15th ed. Association of Offical Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
17. Prosky L, Aso NG, Furda I, Devreis JW, Scjweozer TF, Harland BA. Determination of total dietary fiber in foods and food products. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 68: 677-684 (1987)
18. Pyler EJ. Physical and chemical test method. In: Baking Science and Technology. Sosland Pub Co., Merrian Kansas, USA p. 891 (1979)
19. Cho MK, Lee WJ. Preparation of high-fiber bread with barley flour. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 702-706 (1996)
20. Bertran GL. Studies on crust color. The importance of browning reaction in determining the crust color of bread. Cereal Chem. 30: 127-132 (1953)
21. Chabot JF. Preparation of food science sample for SEM. Scanning Electron Microscopy 3: 279-283 (1976)
22. Eskin NAM. Biochemistry of food processing. In: Biochemistry of Foods. 2nd ed. Academy Press, New York, NY, USA p. 335 (1990)
23. Jung HS, Noh KH, Go MK, Song YS. Effect of leek (*Allium tuberosum*) powder on physicochemical and sensory characteristics of breads. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 113-117 (1999)
24. Brys KD, Zabik ME. Microcrystalline cellulose replacement in cakes and biscuits. J. Am. Diet Assoc. 69: 50-54 (1976)
25. Toma RB, Orr PH, D'Appolonia BL, Dintizis FR, Tabehia MM. Physical and chemical properties of potato peel as a source of dietary fiber in bread. J. Food Sci. 44: 1403-1407 (1979)
26. Chen H, Rubenthaler GL, Schanus EG. Effects of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. J. Food Sci. 53: 304-309 (1988)
27. Pomeranz Y, Shogrem MD, Finney KF, Bechter DB. Fiber in breadmaking-effects on functional properties. Cereal Chem. 54: 25-29 (1977)
28. Hoseney RC. Principle of Cereal Science and Technology. Am. Assoc. Cereal Chem. USA. pp. 213-213 (1986)

(2005년 3월 29일 접수; 2005년 7월 29일 채택)