

발효미강 Sourdough를 이용한 바게트 빵의 품질특성

황금희¹ · 윤해라¹ · 정희남¹ · 최옥자[†]

¹동강대학교 호텔조리영양학부, 순천대학교 생명산업과학대학 조리과학과

Quality Characteristics of Baguette using Fermented Rice Bran Sourdough

Gum-Hee Hwang¹ · Hai-Ra Yun¹ · Hee-Nam Jung · Ok-Ja Choi[†]

¹Department of Hotel Cookery & Nutrition, DongKang College
Department of Food & Cooking Science, Suncheon National University

Abstract

This study was carried out in order to investigate the quality characteristics of baguette with different amounts of yeast and fermented rice bran sourdough(Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g, A sample: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g, B sample: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g, C sample: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g). The pH of fermented rice bran sourdough by fermentation time was decreased as the fermentation time was longer. The pH of baguette dough was decreased as the fermented rice bran sourdough increased; the volume was the highest in control at the 1st fermentation, and in the B sample at the 2nd fermentation. The weight of baguette was the highest in the C sample, and the volume and specific volume were the highest in the B sample. The microstructure of the cross section analysis indicated that the air cell of baguette crumb was large and regular in the B sample. The moisture content and water binding capacity were the highest in the B sample, although significantly different. The L value was decreased as there was an increasing addition ratio of fermented rice bran sourdough; further, the a and b values were decreased with an increase in baguette volume. Hardness, gumminess and chewiness were decreased as volume and specific volume were increased; yet, springiness was increased. According to the result of the sensory evaluation, the flavor, taste, appearance and texture were the highest in the B sample.

Key words: baguette, ferment, rice bran, sourdough

I. 서론

미강은 현미를 백미로 도정하는 과정에서 생산되는 부산물(Jang KH 등 2008), 식이섬유, GABA(Gamma Amino Butyric Acid), 비타민 B군, 비타민 E 및 무기질 등이 다량 함유되어 있어(Jang KH 등 2008, Jung EH 등 2010), 항산화 및 항암효과, 정장작용 등 여러 가지 생리활성이 있는 것으로 알려져 있다(Park HS 등 2008, Park HS와 Han GD 2008, Park HS와 Han GD 2010, Jung EH 등 2010). 최근 미강 층에 들어 있는 영양성분에 대한 관심이 높아지면서 현미를 섭취하는 인구가 증가하고 있으며, 미강을 원료로 한 가공식품과 더불어 화장품이나 식물 영양제 등의 산업용 소재로 활용되고 있지만 아직은 미강에 대한 활용도는 낮은 실정이다(Cho JI 등 2004).

*Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*, *Leuconostoc* 등과 같은 유산균은 식품의 발효에 관여하는 주된 미생물로 정장작용(Lee KE 등 1996, Ann YG 등 2013), 항콜레스테롤(Ko KH 등 2013), 면역증강 효과(Jeong SG 등 2007), 유당불내증 완화(Seo JH와 Lee H 2007) 등의 기능성이 알려져 있어 건강증진 및 질병예방을 위한 probiotics로 사용되고 있다. 유산균을 식품에 적용한 연구로는 김치와 관련된 유산균의 특성 연구(So MH 등 1996, Choi HN 등 2013, Ko KH 등 2013), 유산균으로 발효한 쌀가루의 특성과 떡에 관한 연구(Choi YH 등 2010, Choi HJ 등 2013), 유산균을 이용한 음료에 관한 연구(Jin HS 등 2001, Bae HC 등 2004, Choi YJ 등 2009) 등 다양한 연구가 이루어지고 있다.

식빵류에 속하는 바게트 빵은 밀가루와 물을 위주로 하여 만든 긴 막대기 모양의 빵으로 빵의 내부는 기공이 많고 부드러운 조직을 가지고 있어 폭신하면서 쫄깃하고, 껍질은 딱딱하고 윤기가 있으며 맛이 담백하며, 이탈리아나 프랑스에서 주식으로 이용되고 있다(Monthly Cake and Bread 2000, Lim JK 등 2003). 일반적인 빵의 제조방

[†]Corresponding author: Ok-Ja Choi, Dept. of Food & Cooking Science, Suncheon National University, Suncheon 540-950, Korea
Tel: +82-61-750-3692
Fax: +82-61-750-3690
E-mail: coj@sunchon.ac.kr

법은 사용되는 모든 재료를 함께 넣고 반죽하는 스트레이트법과 미리 발효종을 숙성시킨 후 남은 재료를 넣고 반죽하는 발효종법이 있다. 바게트 빵의 경우 주로 스트레이트법을 이용하여 제조하지만 제품의 부피를 크게 하기 위해 액체발효종을 사용하거나 글루텐 조직강화와 풍미개선을 위해 sourdough를 이용하기도 한다(Monthly patissier 2007).

빵의 발효에는 효모에 의한 알코올 발효와 유산균에 의한 젖산 발효가 동시에 작용하여 빵의 풍미를 향상시키며, 이때 생성된 유기산은 세균의 증식을 억제하여 제품의 보존기간을 연장해 주는 장점이 있다(Rajalakshimi R와 Vanaja K 1967, Sugihara TF 1977, Lee JY 등 2003), 그러나 빵 제조시 유산균과 효모의 균형이 깨져서 유산균이 지나치게 증식하면 효모의 생육이 억제되고, 반대로 효모의 생균수가 많으면 유산균의 효과는 줄어들게 된다(Kim GJ 등 2004, Chae DJ 등 2011). 전통적인 사워종법에서 사용되는 sourdough는 빵반죽의 발효에 필요한 충분한 양의 CO₂를 생산하기 위해 호밀가루에 내재된 젖산균과 효모를 활성화시켜서 이를 제빵에 이용하는데(Markus JB 2007), 젖산균과 효모의 상호작용에 의해서 발효산물의 풍미가 개선되고, 이취가 감소되어 관능적 특성을 향상시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다(Jung DS 등 2000, Lee JY 등 2003).

최근 식생활 형태가 서구화되고, 간편함을 추구하는 현대인들에게 식사대용으로서 빵의 소비가 늘고 있으며, 건강에 대한 관심이 증가하면서 건강지향적인 제품 구매 성향을 보이고 있다. 특히 자연 친화적이면서 기능성이 있는 소재를 이용한 빵에 대한 관심이 높아지고 있어 키토산(Lee HY 등 2002), 흑미(Im JS와 Lee YT 2010), 쪽(Jung IC 2006), 다시마(Kwon EA 등 2003), 청국장(Kim KH 등 2007) 등 기능성 소재를 제빵에 활용한 연구들이 이미 보고된 바 있다. 또한 미강과 유산균의 영양성과 기능성에 대한 관심이 커지면서 효모로 미강을 발효하여 빵에 첨가하거나(Park HS와 Han GD 2010), 유산균을 제빵의 starter로 이용한 연구가 보고 되었다(Chang JH와 Ann JB 1996, Chae DJ 등 2011), 발효된 미강은 제빵의 물성 및 맛과 풍미 향상에 좋은 영향을 준다고 보고된 바 있으나 주로 식빵에 관한 연구들이 많으며(Park HS 등 2008, Park HS와 Han GD 2008, Park HS와 Han GD 2010), 발효미강을 sourdough에 이용하거나 바게트 빵에 적용한 연구는 거의 없는 실정이다. 유산균으로 발효한 미강을 이용하여 sourdough를 제조하여 바게트 빵을 제조한다면, 유산균과 효모의 상호작용에 의한 발효 효과로 기공의 크기가 커지면서 부피가 증가하여 물성 특성의 개선과 원재료 절감 효과와 더불어 유산균 발효미강 sourdough가 주는 맛과 향미 등의 관능적 특성의 향상도 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 유산균으로 발효한 미강을 이용하여 sourdough를 제조하고, sourdough의 발효력을 알아보기 위해 발효시간에 따른 sourdough의 부피와 pH를 측정하였고, 제조된 sourdough를 이용한 바게트 빵 반죽의 pH 및 발효시간에 따른 반죽의 부피를 측정하였으며, 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 무게, 부피, 비용적, 단면구조, 수분함량, 수분결합력, 색도, 물성 및 관능검사 등을 통해 품질특성을 분석하여 제빵 특성의 개선 효과를 보고하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 바게트 빵의 재료는 미강(유기농미강, 쌀농부, Gyeongnam, Korea), 유산균(*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, 동결건조 유산균, Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Denmark), 우유(생우유 100%, 맛있는 우유, 남양유업, Chungnam, Korea), 강력분(코끼리강력밀가루, 대한제분, Seoul, Korea), 이스트(Saf Instant Yeast Red, Societe Industrielle Lesaffre, France), 소금(꽃소금, CJ제일제당, Seoul, Korea), 맥아(몰트엑기스, (주)선인, Chungnam, Korea)이며, 시중에서 각각 구입하여 사용하였다.

2. 발효미강의 제조

발효미강의 제조는 Park HS와 Han GD(2010)의 방법을 변형하여 제조하여 사용하였다. 도정 후 7일 이내의 유기농 미강 1 kg에 미강 중량의 25%의 수분을 첨가하여 잘 섞은 다음, 찜통에 물 3 L를 넣고 물이 끓기 시작할 때 미강을 넣고 40분간 가열하여 멸균하였다. 우유 500 mL에 우유 중량의 0.2%의 동결건조 유산균을 첨가하여 35°C 발효기에서 10시간 동안 발효하여 멸균된 미강과 잘 섞은 다음, 35°C 발효기에서 48시간 동안 발효하였다. 발효된 미강을 40°C의 건조오븐에서 24시간 동안 건조하여 푸드믹서(HMF-100, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)로 2회 분쇄하여 20 mesh의 발효미강을 제조하였다.

3. 발효미강 sourdough의 제조

발효미강 sourdough의 제조는 An HL과 Lee KS(2009)의 방법을 변형하여 제조하였고, sourdough의 배합비는 Table 1과 같다. 발효미강 sourdough는 3단계에 걸쳐 제조하였으며 1단계에서는 밀가루 450 g, 발효미강 50 g, 맥아 5 g, 증류수 600 g을 잘 섞은 다음, 온도 30°C, 습도 80%의 발효기에서 24시간 발효하였다. 2단계에서는 1단계에서 발효된 sourdough 450 g에 증류수와 밀가루를 sourdough와 동량으로 넣고 잘 섞은 다음 다시 24시간 동

Table 1. Formula of fermented rice bran sourdough

Step	Ingredients (g)					Fermentation time (hr)
	Wheat flour	Fermented rice bran	Molt	Water	sour dough	
1	450	50	5	600		24
2	450			450	450	24
3	450			450	450	24

안 발효하였다. 3단계에서도 2단계에서 발효된 sourdough와 밀가루, 증류수를 동량으로 잘 섞은 다음, 다시 24시간 동안 발효하였으며, 1단계에서 3단계 발효과정 동안 12시간 간격으로 발효미강 sourdough를 채취하여 실험에 사용하였다.

4. 발효미강 sourdough의 부피 및 pH 측정

발효미강을 첨가하여 sourdough를 제조한 직후, sourdough 50 g을 200 mL 메스실린더에 각각 넣고 30°C에서 발효시키면서 12시간 간격으로 반죽의 높이를 측정하여 부피(mL)로 나타내었다. 발효미강 sourdough의 pH는 AOAC 법(AOAC 1995)에 따라 sourdough 10 g과 증류수 100 mL를 균질기(LB-400, SMT Co., Tokyo Japan)에서 10,000 rpm으로 3분간 균질화하여 그 혼탁액을 실온에서 30분간 방치한 후 상등액을 취하여 pH meter(Accumet 925, Fisher scientific, Hampton, NH, USA)로 측정하였다.

5. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 제조

발효미강 sourdough를 제조한 다음, 발효미강 sourdough를 이용하여 바게트 빵을 Table 2와 같은 배합비로 제조하였다. 대조구 바게트 빵은 스트레이트법에 따라 강력분 1000 g과 물 610 g, 이스트 30 g, 소금 20 g, 맥아 4 g을 넣고 제조하였다. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵은 이스트와 sourdough의 첨가비율을 달리하여 다음과

Table 2. Formula of baguette using fermented rice bran sourdough

Samples ¹⁾	Control	A	B	C
Wheat flour	1000	1000	1000	1000
Water	610	555	505	465
Yeast	30	20	10	0
Fermented Rice bran Sourdough	0	150	300	450
Salt	20	20	20	20
Molt	4	4	4	4

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g
 A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g
 B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g
 C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g

같이 제조하였다. 이스트 20 g과 발효미강 sourdough 150 g(A 시료), 이스트 10 g과 발효미강 sourdough 300 g(B 시료), 이스트 0 g과 발효미강 sourdough 450 g(C 시료)로 하였다. 물의 양은 대조구 반죽과 발효미강 sourdough의 수분함량을 105°C 상압가열 건조법(AOAC 1984)을 이용하여 각각 측정한 다음, 대조구 반죽의 수분함량 42%를 기본으로 하여 발효미강 sourdough의 수분함량이 56%임을 고려하여 각 시료의 수분함량이 일정하도록 시료 별로 물의 첨가량을 결정하였다.

발효미강 바게트 빵의 반죽은 각 시료의 분량대로 계량하여 반죽기(5KPM5E, Whirlpool Inc., Benton Harbor, MI, USA)를 이용하여 저속으로 2분, 중속으로 8분간 믹싱하였고 반죽온도는 25°C로 하였으며 온도 27°C, 습도 75%에서 90분간 1차 발효하였다. 1차 발효가 끝난 반죽을 150 g씩 분할하여 둥글리기 한 다음, 30분간 실온(20°C)에서 중간발효를 한 후 20 cm의 길이로 성형하여 철판 위에 놓고 온도 30°C, 습도 75%에서 60분간 2차 발효하였다. 2차 발효가 끝난 반죽은 실온에 5분간 방치한 후 표면이 약간 마르면 3군데 칼집을 넣어 반죽 표면에 분무기로 물을 충분히 뿌리고 윗불 230°C, 아랫불 200°C의 전기오븐(CPC-102, Dae Yung machinery Co., Seoul, Korea)에서 30분간 구웠다. 구워진 바게트 빵은 실온에서 1시간 냉각 후 실험에 사용하였다.

6. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵 반죽의 pH 측정

발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵 반죽의 pH는 발효미강 sourdough의 pH와 같은 방법으로 측정하였다.

7. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 측정

발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵 반죽의 발효시간에 따른 부피의 측정은 대조구는 강력분 100 g과 물 610 g, 이스트 30 g, 소금 20 g, 맥아 4 g을 넣고 스트레이트법으로 반죽하였고, 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 반죽은 A 시료는 이스트 20 g과 발효미강 sourdough 150 g, B 시료는 이스트 10 g과 발효미강 sourdough 300 g, C 시료는 이스트 0 g과 발효미강

sourdough 450 g로 이스트와 sourdough의 첨가비율을 달리하여 반죽하였으며, 대조구와 발효미강 sourdough 첨가구의 반죽온도 25°C로 하였다. 제조된 반죽 50 g을 취해 200 mL 메스실린더에 각각 넣고 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 제조에서의 발효조건과 동일하게 1차 발효 27°C에서 90분, 중간발효 20°C에서 30분, 2차 발효 온도 30°C에서 60분간 발효하면서, 30분 간격으로 반죽의 높이를 측정하여 부피(mL)로 나타내었다.

8. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 품질 특성 분석

1) 바게트 빵의 무게, 부피 및 비용적

바게트 빵의 부피는 종자치환법(Campbell AM 등 1979)으로 측정하였다. 참깨를 가득 부은 후 스파툴라로 측정용기 윗면을 평평하게 깎은 후 참깨의 부피를 측정하여 바게트 빵의 부피를 구하였다. 바게트 빵의 비용적은 바게트 빵의 중량에 대한 바게트 빵 부피의 비(mL/g)로 표시하였다.

2) 바게트 빵의 외관과 단면구조

바게트 빵의 외관은 디지털카메라(D300s, Nikon, Tokyo, Japan)로 촬영하였으며, 단면구조는 바게트 빵을 실온에서 1시간 방냉한 후 단면을 자른 다음 비디오헤미경(SV-32, Sometech Co., Seoul, Korea)을 통하여 40배율로 확대한 후 기공의 크기와 형태를 측정하였다.

3) 바게트 빵의 수분함량 및 수분결합력

바게트 빵의 수분함량은 105°C 상압가열 건조법(AOAC 1995)을 이용하여 측정하였으며, 수분결합력은 Medcalf F와 Gilles KA(1965)법을 이용하였다. 제조된 바게트 빵의 crust부분을 제외한 crumb 부분만을 이용하여 1 g을 칭량한 다음 증류수 40 mL을 혼합하여 1시간 동안 교반하고, 30분 동안 3,000 rpm으로 원심분리하여 상정액을 제거한 다음 침전된 바게트 빵의 무게를 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

수분결합력(%)

$$= \frac{\text{침전된 바게트 빵 crumb의 무게(g)} - \text{처음 바게트 빵 crumb의 무게(g)}}{\text{처음 바게트 빵 crumb의 무게(g)}} \times 100$$

4) 바게트 빵의 색도

바게트 빵의 색도는 제조된 바게트 빵을 1 cm의 두께로 슬라이스하여 crumb의 중앙부분을 색차계(JC 801S, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

5) 바게트 빵의 물성

바게트 빵의 조직감의 차이를 측정하기 위해 Texture Analyzer(TA-XT2i, Stable Micro System Co., Surrey, UK)를 이용하여 TPA(texture profile analysis)로 측정하였다. 시료는 제조된 바게트 빵을 12.5 mm의 두께로 모두 슬라이스한 후 잘라낸 바게트 빵 양쪽 끝부분 두장을 각각 제외한 다음 나머지 바게트 빵 조각을 대상으로 하여 AACC 74-09 standard method(Stable Micro Systems 2013)에 따라 두장을 겹친 후 crumb의 중심부분을 압착하여 5회 측정하였다. Compression force의 측정 조건은 test type: Measure force compression, test speed: 1.7 mm/sec, strain: 40%, probe: 20.0 mm cylinder probe로 하여 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 바게트 빵의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)의 평균값을 구하였다.

7) 관능검사

바게트 빵의 관능적 특성을 비교하기 위해 조리과학과 대학(원)생 15명을 대상으로 하여 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 물로 입안을 행구도록 하였고 1~2분 지난 후에 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가 항목은 색(color), 맛(taste), 향미(flavor), 외형(appearance) 및 질감(texture)이며, 각각의 특성은 15점 line-scale로 평가하였으며, 1점은 '매우 좋지 않다', 15점은 '매우 좋다'로 평가하였다.

9. 통계처리

실험결과는 SPSS 프로그램(Statistics Package for the Social Science, Ver. 20.0 for Window, IBM, New York, NY, USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(ANOVA)으로 통계처리 하였으며, p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효미강 sourdough의 발효시간에 따른 부피 및 pH 변화

발효시간에 따른 sourdough의 부피와 pH를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 발효시간에 따른 sourdough의 부피는 발효 0시간에 44.00 mL이었고, 48시간에는 59.70 mL로 가장 높았고 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 발효 24시간까지는 완만한 증가를 보였고 24시간 이후부터 48시간까지는 급격히 증가하다가 이후로 감소하는 경향을 보였다. 발효시간에 따른 sourdough의 pH는 발효 0시간에 5.29이었고, 이후로 계속 감소하여 발효 72시간에

Table 3. Changes in volume and pH of fermented rice bran sourdough by fermentation time

Fermentation time (hr)	Volume (mL)	pH
0	44.00±0.00 ¹⁾²⁾	5.29±0.01 ^a
12	44.43±0.51 ^{ef}	5.23±0.34 ^a
24	45.50±0.50 ^e	5.19±0.00 ^a
36	56.83±0.76 ^b	4.71±0.32 ^b
48	59.70±0.26 ^a	4.28±0.21 ^c
60	56.17±0.76 ^c	4.21±0.17 ^c
72	51.33±1.15 ^d	4.00±0.01 ^d

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

는 4.00으로 나타났으며, 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 발효 24시간까지는 완만한 감소를 보였고, 24시간 이후부터 48시간까지는 급격히 감소하다가 이후로 다시 완만한 감소를 보였다.

2. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵 반죽의 pH

발효미강 sourdough를 제조한 다음, 이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리한 바게트 빵 반죽의 pH를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 이스트 30 g만을 첨가한 대조구의 pH는 5.34이었고, 이스트 20 g과 발효미강 sourdough 150 g을 첨가한 A시료는 5.32, 이스트 10 g과 발효미강 sourdough 300 g을 첨가한 B시료는 5.09, 발효미강 sourdough 450 g만을 첨가한 C시료는 4.98로 나타났으며, 발효미강 sourdough의 첨가량이 증가할수록 바게트 빵 반죽의 pH는 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다.

Table 4. pH of baguette dough using fermented rice bran sourdough

Samples ¹⁾	pH
Control	5.34±0.00 ²⁾³⁾
A	5.32±0.01 ^b
B	5.09±0.00 ^c
C	4.98±0.01 ^d

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g

A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g

B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g

C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g

²⁾All values are mean±SD.

³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

3. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 변화

이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 배합에 따라 혼합한 재료를 25°C의 조건에서 반죽한 직후의 바게트 빵 반죽의 부피는 대조구에서 58.00 mL, A시료에서 57.87 mL, B시료에서 51.93 mL, C시료에서 42.17로 나타났다. 발효 30분부터 발효 90분까지 대조구에서 111.00~132.67 mL로 가장 높았고, C시료에서 44.17~43.17 mL로 가장 낮게 나타났다. 발효 120분에는 A시료에서 140.33 mL로 가장 높았으며, 2차 발효에 해당되는 발효 150분부터 180분까지는 B시료에서 가장 높은 부피를 나타내었으며, 동일한 시료에서 발효시간에 따른 유의한 차이가 있었으며, 각각의 발효시간에서 시료에 따른 유의한 차이가 있었다. 1차 발효에 해당하는 발효 90분까지 부피는 대조구에서 가장 높았고, 2차 발효에 해당하는 150분부터 180분까지는 B시료에서 가장 높은 결과를 보였는데 이는 이스트와 발효미강 sourdough의 함량의 차이에서 오는 결과로 이스트와 유산균의 최적발효온도가 다르기 때문이라 생각된다.

4. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 무게, 부피 및 비용적

발효미강을 이용하여 sourdough를 제조한 다음, 이스트와 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵의 무게, 부피 및 비용적을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 바게트 빵의 무게는 C시료에서 125.79 g으로 가장 높았

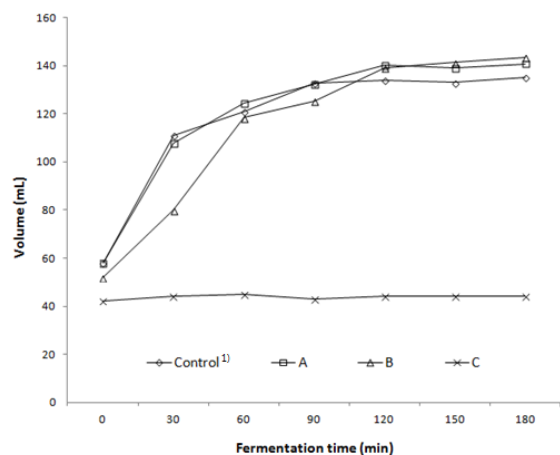


Fig. 1. Changes in volume of baguette dough using fermented rice bran sourdough.

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g

A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g

B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g

C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g

Table 5. Weight, volume and specific volume of baguette using fermented rice bran sourdough

Samples ¹⁾	Weight (g)	Volume (mL)	Specific volume (mL/g)
Control	120.16±0.82 ^{2)bc3)}	325.03±7.81 ^c	2.71±0.08 ^c
A	116.53±0.26 ^c	477.27±9.48 ^b	4.10±0.08 ^b
B	114.02±1.06 ^d	554.67±12.86 ^a	4.87±0.16 ^a
C	125.79±1.85 ^a	196.10±3.27 ^d	1.56±0.05 ^d

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g

A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g

B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g

C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g

²⁾All values are mean±SD.

³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

고, B시료에서 114.02 g으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 바게트 빵의 부피는 B시료에서 554.67 mL로 가장 높았고, 그 다음으로 A시료에서 477.27 mL, 대조구에서 325.03 mL이었으며, C시료에서 196.10 mL로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 버찌분말을 첨가한 식빵의 부피가 클수록 무게가 적었다고 보고한 Yoon MH 등(2010)의 연구결과에서와 같이 일반적으로 빵의 부피팽창이 클수록 표면적이 넓어 굽는 과정에서 수분의 손실이 많아 빵의 무게와 부피는 반비례하는 경향을 보이는데, 본 연구의 결과도 같은 경향을 보였다. 품질을 평가하는 기준이 되는 바게트 빵의 비용

적은 부피와 마찬가지로 B시료에서 4.87로 가장 높았고, C시료에서 1.56으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

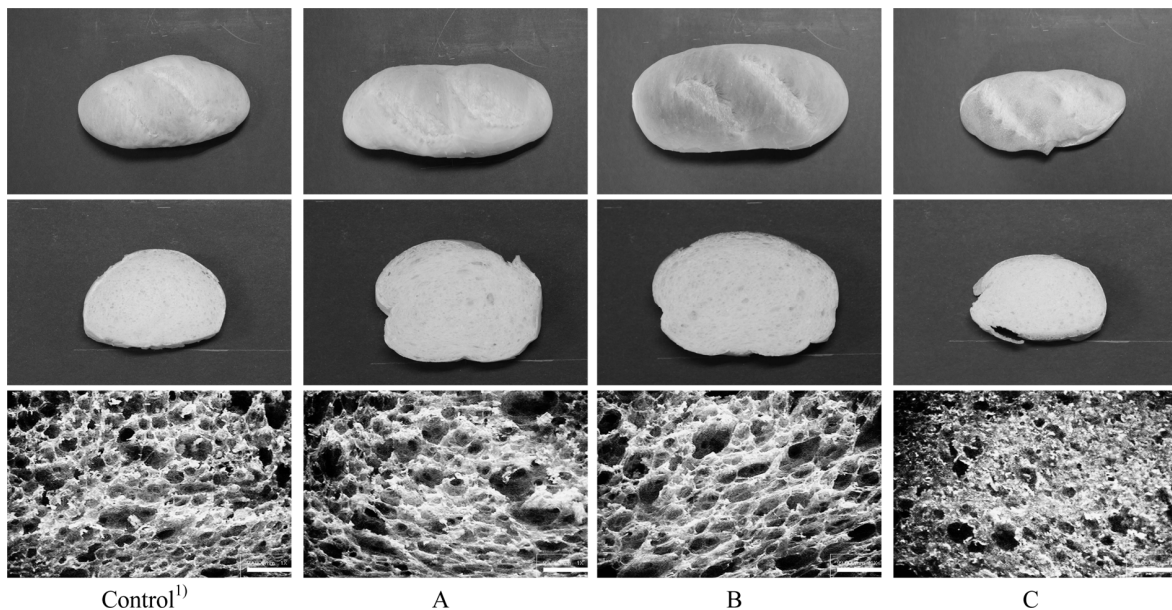
5. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 외관과 단면구조

발효미강 sourdough를 제조한 다음, 이스트와 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵의 외관과 단면구조를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 바게트 빵의 외관은 Table 6의 결과와 마찬가지로 B시료의 부피가 가장 크게 나타났고, C시료의 부피가 가장 작게 나타났다. 바게트 빵의 단면구조를 살펴본 결과, 부피와 비용적이 가장 높게 나타난 B시료의 기공이 가장 크고 조직의 결이 일정하게 분포되어 있었다. 대조구와 A시료도 B시료와 마찬가지로 조직의 결이 일정하게 분포되어 있으나, 기공의 크기는 B시료보다 작은 것으로 나타났다. C시료에서는 기공의 크기가 가장 작고 일정하지 않으며 조직의 결이 거의 관찰되지 않았다.

6. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 수분함량 및 수분결합력

이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵의 수분함량 및 수분결합력을 측정된 결과는 Table 6과 같다.

바게트 빵의 수분함량은 B시료에서 43.78%로 가장 높았고, 그 다음으로 A시료에서 43.75%, 발효미강 sourdough

**Fig. 2.** Shape and microstructure of cross section of baguette using fermented rice bran sourdough.

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g, A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g

B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g, C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g.

Table 6. Moisture content and water binding capacity of baguette using fermented rice bran sourdough

Samples ¹⁾	Moisture	Water binding capacity
Control	43.33±0.10 ^{2)bc3)}	287.33±6.57 ^b
A	43.75±0.14 ^a	357.80±38.51 ^a
B	43.78±0.23 ^a	368.71±19.25 ^a
C	42.40±0.20 ^c	178.60±11.05 ^c

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g
 A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g
 B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g
 C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g
²⁾All values are mean±SD.
³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

를 첨가하지 않고 이스트 30 g만 첨가한 대조구에서 43.33%이었으며, C시료에서 42.40%로 가장 낮게 나타났다. 시료 간에 유의한 차이가 있었으며, A시료와 B시료 간에는 유의한 차이가 없었다. 바게트 빵의 수분결합력은 B시료에서 368.71%로 가장 높았고, 그 다음으로 A시료에서 357.80%, 대조구에서 287.33이었고, 발효미강 sourdough 만을 첨가한 C시료에서 178.60%로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 바게트 빵의 수분결합력은 바게트 빵의 수분함량이 높고, 단면의 기공이 크고 결이 일정할수록 수분결합력이 높게 나타났다. Moon HK 등 (2004)과 Chung JY 등(2002)에 의하면 수분결합력은 식이섬유의 함량 및 종류, 단백질함량, 입자크기 등에 영향을 받는다고 하였으며 곳감 열수추출물과 단감가루 첨가량이 증가할수록 식빵의 수분결합력이 높았다고 보고하였는데 본 연구의 결과와는 다소 상이한 결과를 보였다. 따라서 바게트 빵의 수분결합력은 빵의 발효정도와 수분함량과도 관계가 있는 것으로 생각된다.

7. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 색도

이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵의 색도를 측정한 결과는 Table 7과 같다. 바게트 빵의 L값은 대조구에서 75.35로 가장 높았고, 발효미강 C시료에서 71.20으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 바게트 빵의 a값은 C시료에서 -0.45로 가장 높았고, A시료에서 -2.70으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었으나, A시료와 B시료 간에 유의한 차이는 없었다. 바게트 빵의 b값은 C시료에서 20.87로 가장 높았고, 그 다음으로 대조구, A시료 순이었고, B시료에서 14.30으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 바게트 빵의 L값은 발효미강 sourdough의 첨가량이 많아질수록 감소하는 경향을 보였

Table 7. Hunter's color value of baguette using fermented rice bran sourdough

Samples ¹⁾	L	a	b
Control	75.35±0.67 ^{2)ab3)}	-1.45±0.24 ^b	19.52±1.42 ^b
A	73.14±0.62 ^b	-2.70±0.82 ^c	15.32±0.34 ^c
B	72.19±0.39 ^c	-2.61±0.39 ^c	14.30±0.24 ^d
C	71.20±0.50 ^d	-0.45±0.49 ^a	20.87±0.38 ^a

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g
 A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g
 B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g
 C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g
²⁾All values are mean±SD.
³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

고, a값과 b값은 바게트 빵의 부피가 클수록 감소하는 경향을 보였다. Jung IC 등(2010)은 상황현미 분말의 첨가량이 증가할수록 식빵의 L값은 감소하였다는 결과와 유사하였으나 a값과 b값은 증가하였다는 결과와는 다른 양상을 보였는데 A시료와 B시료의 경우 발효미강 sourdough의 첨가량보다는 바게트 빵의 부피팽창에 의한 기공의 크기가 a값과 b값의 더 영향을 주었기 때문으로 생각된다.

8. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 물성

이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵의 물성을 측정한 결과는 Table 8과 같다. 바게트 빵의 경도는 C시료에서 5.28 kg으로 가장 높았고, B시료에서 0.33 kg으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 탄력성은 A시료와 B시료에서 0.94로 가장 높았고, 발효미강 C시료에서 0.82로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 바게트 빵의 응집성은 B시료에서 0.59로 가장 높았다. 점착성과 씹힘성은 C시료에서 각각 2.86과 2.35로 가장 높았고, B시료에서 각각 0.20과 0.18로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 발효미강을 이용한 sourdough를 첨가한 바게트 빵의 물성 특성은 Table 5의 결과와 같이 바게트 빵의 부피와 비용적이 클수록 경도와 점착성 및 씹힘성을 감소하고, 탄력성은 증가하는 것으로 나타났다. Song YK 등 (2013)의 전립분을 첨가한 식빵의 품질연구에서도 부피가 클수록 경도와 점착성이 낮게 나타난 반면 탄력성은 높았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하는 경향을 보였다.

9. 발효미강 sourdough를 이용한 바게트 빵의 관능 검사

이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵의 관능검사를 측정한 결과는 Table 9와 같다. 바게트 빵의 색에 대한 선호도를 측정한 결과, A시

Table 8. Texture characteristics of baguette using fermented rice bran sourdough

Samples ¹⁾	Hardness (kg)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Control	1.16±0.10 ^{2)bc3)}	0.93±0.00 ^a	0.58±0.00 ^b	0.68±0.06 ^b	0.63±0.06 ^b
A	0.42±0.02 ^c	0.94±0.01 ^a	0.58±0.00 ^b	0.25±0.01 ^c	0.23±0.01 ^c
B	0.33±0.01 ^c	0.94±0.00 ^a	0.59±0.00 ^a	0.20±0.01 ^c	0.18±0.01 ^c
C	5.28±0.13 ^a	0.82±0.09 ^b	0.54±0.01 ^c	2.86±0.08 ^a	2.35±0.30 ^a

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g, A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g

B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g, C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g

²⁾All values are mean±SD.

³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 9. Sensory evaluation of baguette using fermented rice bran sourdough

Samples ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Appearance	Texture
Control	6.36±1.51 ^{2)bc3)}	6.44±1.30 ^c	7.03±1.93 ^c	7.64±1.86 ^b	7.42±1.77 ^b
A	11.72±1.59 ^a	9.56±2.04 ^b	9.68±1.59 ^b	9.95±1.93 ^a	10.88±1.16 ^a
B	9.55±1.77 ^b	11.79±1.86 ^a	11.21±1.52 ^a	11.08±1.82 ^a	11.85±1.68 ^a
C	5.53±1.33 ^c	5.21±1.80 ^c	3.25±1.21 ^d	3.73±1.34 ^c	3.13±1.16 ^c

¹⁾Control: Yeast 30 g + Fermented rice bran sourdough 0 g, A: Yeast 20 g + Fermented rice bran sourdough 150 g

B: Yeast 10 g + Fermented rice bran sourdough 300 g, C: Yeast 0 g + Fermented rice bran sourdough 450 g

²⁾All values are mean±SD.

³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

료에서 11.72로 가장 높았고, C시료에서 5.53으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

향미에 대한 선호도를 측정된 결과에서는 B시료에서 11.79로 가장 높았고, C시료에서 5.21로 가장 낮았으며, 이스트만을 첨가한 대조구와 발효미강만을 첨가한 C시료에서 향미에 대한 선호도가 낮은 것은 이스트 특유의 냄새와 유산균으로 발효한 미강을 이용한 sourdough의 시큼한 냄새가 선호도에 영향을 미친 것으로 생각되며, 이스트와 유산균 발효미강을 이용한 sourdough를 혼합하여 이용하면 바게트빵의 발효에 긍정적인 영향을 주는 동시에 각각의 향을 상쇄시키기 때문에 향미에 대한 선호도가 높아진 것으로 생각된다.

맛, 외형 및 질감에 대한 선호도는 이스트 10 g과 발효미강 soughdough 300 g을 첨가한 B시료에서 가장 높았고, 발효미강 450 g만을 첨가한 C시료에서 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 이와 같은 결과는 바게트 빵의 부피와 비용적, 물성특성의 결과와 같이 이스트 10 g과 발효미강 soughdough 300 g을 첨가한 B시료의 부피와 비용적이 가장 크게 나타나 외관에 대한 선호도가 높게 나타났고, 경도가 가장 낮고 탄력성은 가장 높게 나타난 물성 특성이 질감에 영향을 미쳐 질감에 대한 선호도가 가장 높게 나타난 것으로 생각된다.

본 연구의 관능검사 결과를 종합해 보면, 바게트 빵의 제조시 이스트양의 2/3을 발효미강 sourdough로 대체하였을 때 품질특성이 우수한 것으로 나타났으며, 이는 곧 빵

의 부피와 풍미 향상, 이스트 절약, 원재료 절감효과 등을 기대할 수 있으며, 이스트를 이용한 모든 제빵제품에 활용 가능할 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

유산균을 이용하여 발효미강 sourdough를 제조한 다음, 발효미강 sourdough를 첨가하지 않고 이스트 30 g만을 첨가하여 제조한 대조구, 이스트 20 g과 발효미강 sourdough 150 g를 첨가한 A시료, 이스트 10 g과 발효미강 sourdough 300 g을 첨가한 B시료, 이스트를 첨가하지 않고 발효미강 sourdough 450 g만을 첨가한 C시료로 이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵의 품질특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 발효미강 sourdough의 발효력을 측정하기 위하여 발효시간에 따른 sourdough의 부피와 pH를 측정된 결과, 부피는 24시간 이후부터 48시간까지 급격히 증가하다가 이후로 서서히 감소하였고, pH는 발효시간이 길어짐에 따라 계속 감소하였고, 24시간 이후부터 48시간까지 급격히 감소하다가 이후로 서서히 감소하였다. 이스트와 발효미강 sourdough의 첨가량을 달리하여 제조한 바게트 빵 반죽의 pH는 발효미강 sourdough의 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났고, 부피는 발효 90분까지는 대조구에서 58.00~132.67 mL로 가장 높았고, 발효 120분째에는 A시료에서 140.33 mL로 가장 높았으며, 이후로는 B시료에서 141.00~143.33 mL로

가장 높았다. 바게트 빵의 무게는 114.02~125.79 g으로 C 시료에서 가장 높았고, 부피는 196.10~554.67 mL로 B 시료에서 가장 높았으며, 비용적은 부피와 마찬가지로 B 시료에서 4.87 mL/g으로 가장 높았다. 바게트 빵의 외관과 단면구조는 B 시료에서 조직의 결이 일정하면서 기공의 크기가 가장 크게 나타났다. 바게트 빵의 수분함량은 42.40~43.78%로 나타났고, B 시료에서 가장 높게 나타났으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었으나, A 시료와 B 시료 간에 유의한 차이는 없었다. 바게트 빵의 crumb부분의 수분결합력은 178.60~368.71%로 나타났으며 부피가 가장 크게 나타난 B 시료에서 가장 높았다. 바게트 빵의 색도 결과에서, L값은 발효미강 sourdough의 첨가량이 많아질수록 감소하였고, a값과 b값은 바게트 빵의 부피의 영향을 받아 부피가 클수록 감소하였다. 바게트 빵의 물성특성은 바게트 빵의 부피와 비용적이 클수록 경도와 집착성 및 씹힘성은 감소하고, 탄력성은 증가하였다. 바게트 빵의 관능검사 측정 결과, B 시료에서 향, 맛, 외형 및 질감에 대한 선호도가 가장 높았다.

Reference

- An HL, Lee KS. 2009. Study on the quality characteristics of pan bread with sourdough starters from added domestic wheat flours. *J East Asian Soc Dietary Life* 19(6):996-1008
- Ann YG, Jang BC, Park SJ. 2013. Biological activity and improvement effect on irritable bowel syndrome of wax gourd extract and probiotic lactic acid bacteria. *Korean J Food Nutr* 26(1):137-145
- AOAC. 1995. Official methods of analysis of AOAC Intl. 16th ed Method 943.02. Association of official Analytical Chemists, Arlington, VA. USA.
- Bae HC, Paik SH, Nam MS. 2004. Fermentation properties of rice added yogurt made with various lactic acid bacteria. *J Anim. Sci Technol* 46(4):677-686
- Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM. 1979. The experimental study of food. Houghton Mifflin, Boston, MA, USA. p 459
- Chae DJ, Lee KS, Jang KH. 2011. Sourdough and bread properties utilizing different ratios of probiotics and yeast as starters. *Korean J Food Sci Technol* 43(1):45-50
- Chang JH, Ann JB. 1996. Effect of lactic acid bacteria on the qualities of white pan bread. *Korean J Food Nutr* 9(4):509-515
- Cho JI, Jung HJ, Ha SD, Kim KS. 2004. Growth patterns of lactic acid bacteria during fermentation of radish with water and rice bran. *Korean J Food Sci Technol* 36(5):837-841
- Choi HJ, Lee HW, Yoon S. 2013. Fermentation of rice with *Weissella koreensis* HO20 and *Weissella kimchii* HO22 isolated from kimchi and its use in the making of jeolpyeon. *Korean J Food Cook Sci* 29(3):267-274
- Choi HN, Oh HH, Yang HS, Huh CK, Bae IH, Lee JS, Jeong YS, Jeong EJ, Jung HK. 2013. Antifungal activity against cheese fungi by lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Korean J Food Preserv* 20(5):727-724
- Choi YH, Kim SB, Cho YS, Kim EM, Park SY, Kim TY. 2010. Physicochemical properties of rice flour by lactic acid fermentation. *Korean J Community Living Sci* 21(4):509-515
- Choi YJ, Kim SW, Jang JK, Choi YJ, Park YS, Park H, Shim KS, Lee HS, Chung MS. 2009. Development of fermented functional onion juice using lactic acid bacteria. *Food Eng Prog* 13(1):1-7
- Chung JY, Kim KH, Shin DJ, Son GM. 2002. Effects of sweet persimmon powder on the characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31(5):738-742
- Im JS, Lee YT. 2010. Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 20:903-908
- Jang KH, Byun GI, Park SH, Kang WW. 2008. Dough properties and bread qualities of wheat flour supplemented with rice bran. *Korean J food Preserv* 15(2):209-213
- Jeong SG, Ham JS, Kim HS, Noh YB, Chae HS, Ahn CN, Han GS, Choi SH. 2007. Anti-allergy effect of lactic acid bacteria. *Korean J Dairy Sci Technol* 25(1):21-25
- Jin HS, Choi YS, Lee KJ. 2001. Development of a fermented food product using chestnut broth and mixed cultures of lactic acid bacteria. *Korean J Food Nutr* 14(3):217-221
- Jung DS, Lee YK, Lim KW. 2000. Characteristics of Fermentation Fruit and Vegetable Mixed Broth Using by Bacteriocin-producing Lactic Acid Bacteria and Yeast. *Korean J Food Sci Technol* 32(6):1358-1364
- Jung EH, Hwang IK, Ha TY. 2010. Properties and antioxidative activities of phenolic acid concentrates of rice bran. *Korean J Food Sci Technol* 42(5):593-597
- Jung IC. 2006. Rheological properties and sensory characteristics of white bread added with mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16(3):332-343
- Jung IC, Sohn HY, Bae JH, Kim KJ. 2010. Quality characteristics of white containing brown rice fermented with *Phellinus linteus*. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(3):445-451
- Kim GJ, Chung HC, Kwon OJ. 2004. Characteristics of culture and isolating lactic acid bacteria and yeast from sourdough. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(9):1180-1185
- Kim KH, Song MY, Yook HS. 2007. Quality characteristics of bread made with Chungkukjang powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 17(6):853-859
- Ko KH, Liu W, Lee HH, Yin J, Kim IC. 2013. Biogical and functional characteristics of lactic acid bacteria in different Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(1):89-95
- Kwon EA, Chang MJ, Km SH. 2003. Quality characteristics of bread containing Laminaria powder. *J Korean Soc Food Sci*

- Nutr 32(3):406-412
- Lee HY, Kim SM, Kim JY, Youn SK, Choi JS, Park SM, Ahn DH. 2002. Effect of addition of chitosan on improvement for shelf life of bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(3): 445-450
- Lee JY, Lee SK, Cho NJ, Park WJ. 2003. Development of the formula for natural bread-making starter. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(8):1245-1252
- Lim JK, Park IK, Kim YH, Kim SD. 2003. Effect of pigmented rice on the quality characteristics of baguette. J East Asian Soc Dietary Life 13(2):130-135
- Lee KE, Choi UH, Ji GE. 1996. Effect of Kimchi intake on the composition of human large intestinal bacteria. Korean J Food Sci Technol 28(5):981-986
- Markus JB. 2007. Sourdough products for convenient use in baking. Food Microbiology 24:161-164
- Medcalf F, Gilles KA. 1965. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem 42:558-568
- Monthly Cake and Bread. 2000. Encyclopaedia dictionary of bread and cake. B & C World(Ltd) Seoul, Korea. pp 489-491
- Monthly patissier. 2007. Special lecture for practical skill in confectionery and bakery. B & C World(Ltd) Seoul, Korea. pp 8-13
- Park HS, Choi KM, Han KD. 2008. Changes of breadmaking characteristics with the addition of rice bran, fermented rice bran and bran oil. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(5):640-646
- Park HS, Han GD. 2008. Characteristics breadmaking according to the addition of fermented rice bran. Korean J Food Culture 23(1):62-67
- Park HS, Han GD. 2010. Effect of fermented rice bran on rheological properties of white bread dough. Korean J Food Culture 25(1):82-90
- Rajalakshimi R, Vanaja K. 1967. Chemical and biological evaluation of the effects of the fermentation on the nutritive value of foods prepared from rice and grains. Brit J Food Sci 21:467-473
- Seo JH, Lee H. 2007. Characteristics and immunomodulating activity of lactic acid bacteria for the Potential Probiotics. Korean J Food Sci Technol 39(6):681-687
- So MH, Shin MY, Kim YB. 1996. Effects of psychrotrophic lactic acid bacterial starter on Kimchi fermentation. Korean J Food Sci Technol 28(5):806-813
- Song YK, Hwang YK, Lee HT, An HL. 2013. Quality characteristics of pan bread with the addition of korean whole wheat flour. J East Asian Soc Dietary Life 23(5):586-596
- Stable Micro Systems. AACC 74-09 Standard Method. Available from: <http://www.stablemicrosystems.com/frameset.htm>. Accessed September 30, 2013
- Sugihara TF. 1977. Non-traditional fermentations in the production of baked goods. Baker's Digest 51:76-80
- Yoon MH, Jo JE, Kim DM, Kim KH, Yook HS. 2010. Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(9):1340-1345

Received on Mar.3,2014/ Revised on Apr.21, 2014/ Accepted on May28, 2014