

머루를 이용한 Sourdough 식빵 개발

빙동주¹ · 김원태² · 전순실¹

¹순천대학교 식품영양학과

²창신대학교 호텔조리제빵과

Development of White Bread Using Fermented Wild Grape Sourdough

Dong-Joo Bing¹, Won-Tae Kim², and Soon-Sil Chun¹

¹Department of Food & Nutrition, Sunchon National University

²Department of Hotel Culinary & Bakery, Changshin University

ABSTRACT The purpose of this study was to manufacture white bread by substituting bakery yeast with natural starter. The general composition of wild grape, was 81.22% moisture, 0.81% ash, 0.74% crude fat, 1.58% crude protein, and 15.65% carbohydrate contents. Fermented wild grape extract was made by culturing for 4 days at 25°C. Flour was added three times to fermented wild grape extract and incubated for 36 hours at 20°C to manufacture sourdough. We investigated the quality characteristics of white bread with different amounts of fermented wild grape sourdough. The pH of dough decreased with increasing amounts of sourdough, whereas total titratable acidity of dough significantly increased. Fermentation power of dough expansion significantly increased with increasing incubation time, and control showed the highest value of 126.67%. White bread specific volume was highest in, 50% sourdough at 4.76 mL/g. Water content increased with increasing amounts of sourdough, whereas water activity was not significantly different between the samples. For texture, hardness of 50% sourdough was lowest at 19.23 g. In the sensory evaluation, color, flavor, softness and overall acceptability decreased with increasing amounts of sourdough. As a result, 50% sourdough can be considered as a baker's yeast substitute for making natural fermented bread.

Key words: wild grape, sourdough, fermentation power, texture, sensory evaluation

서 론

최근 경제 발전과 여성의 사회 진출 증가, 서구화된 식생활 등으로 인해 국내 쌀 소비량은 점차 감소하고 있는 반면 밀가루의 소비는 꾸준히 증가하고 있다(1). 그중 빵은 밀가루, 소금, 설탕 등과 효모를 혼합하여 발효시킨 것으로 기원전 5000년경 이집트에서 발효빵이 만들어져 왔으며 문화와 지역에 따라 다양하게 발전해 왔다(2). 소비자는 건강에 대한 관심의 증가로 일반적으로 사용하는 상업적 효모보다는 천연효모를 이용한 빵을 찾는 소비자가 증가하면서 sourdough를 이용한 제빵 생산이 증가하고 있다. Sourdough는 밀, 보리 등을 분쇄하여 물을 가하면 효모와 유산균에 의해 알코올 발효와 젖산 발효가 일어나면서 CO₂를 생성하고 시큼한 맛과 향미가 있는 반죽이다. 19세기 상업적 효모가 발전하기 전부터 제빵용 천연효모로 사용해왔으며(3,4), 빵 반죽 시 사용하고 남은 일부분을 남겨두었다가 다시 빵 반죽에 반복적으로 사용한다(5). Sourdough 제조 시 사용되는 곡

물의 종류, 물의 양, 기온, 시간 등은 미생물학적 변화에 영향을 주어 최종 제품의 빵의 부피, 조직감, 풍미 및 저장성에 영향을 미친다(6-8). 또한 Liukkonen 등(9)은 호밀 sourdough는 발효 과정 중 엽산과 페놀 화합물의 양이 증가하여 호밀보다 영양적 가치가 높아졌다고 한다. 최근 sourdough에 대한 관심이 급증하면서 다양한 연구가 진행되고 있으며, Hwang 등(10)은 유기산으로 발효 미장 sourdough를 제조하여 바게트에 이스트 양의 2/3를 대체하여 sourdough를 첨가했을 때 수분 함량, 부피 및 풍미 향상 효과를 보고하였다. Lee 등(4)은 홍국을 첨가한 sourdough 분말, 상업용 sourdough 분말 및 일반적인 이스트를 사용하여 식빵을 제조하였을 때 홍국을 첨가한 sourdough 분말 첨가 식빵이 저장기간 중에 경도 변화가 작고 노화가 늦게 일어났으며 소비자 기호도도 가장 높게 나타났다. 이외에도 건도포를 이용한 천연 발효액과 sourdough(11), 국내산 밀가루를 이용한 sourdough starter 분말 첨가 식빵(12), 항균활성이 있는 유산균을 이용한 발효빵(13), 유산균과 *Bifidobacterium longum*을 혼합균으로 사용한 flour sourdough의 발효 특성(14), 야콘을 이용한 sourdough starter 개발(15), sourdough로부터 젖산균과 효모의 분리 및 배양 특성(16)에 관한 연구 등이 있다.

Received 22 August 2014; Accepted 23 September 2014

Corresponding author: Soon-Sil Chun, Department of Food & Nutrition, Sunchon National University, Jeonnam 540-742, Korea
E-mail: css@scnu.ac.kr, Phone: +82-61-750-3654

포도과에 속하는 머루는 덩굴성 식물로 한국과 일본에서 주로 분포하고 있으며 국내에는 과주, 평창, 문경 및 임실과 무주에서 재배한다(17,18). 예로부터 머루는 염증, 천식, 기관지염, 병소 치료를 위한 민간요법으로 사용되어 왔다(19). 또한 머루는 알칼리성 식품으로 비타민 B₁, B₂, B₃ 및 C가 풍부하며 Ca, P, Fe 등 무기질 함량이 높고(20,21), 열매에는 phenolic acids와 flavonoids와 같은 페놀 화합물을 다량 함유하고 있어 천연 항산화 소재로 각광을 받고 있다(22-24). 그러나 머루는 신맛이 강하고 과육 부분이 적으며 저장성이 낮아 대부분 머루 주스(21)나 머루 와인(25) 또는 약주(26,27)로 이용되며, 머루를 이용한 가공식품 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 머루를 이용한 천연 sourdough를 제조하고 10%, 30%, 50% 및 70%를 대체한 식빵 반죽의 pH와 총산도를 측정하고, 식빵의 pH, 적정 산도, 비용적, 굽기 손실률, 수분 함량, 색도, 조직감, 내부 표면 관찰 및 관능검사를 실시하여 머루 sourdough 식빵의 최적배합비를 구명하여 상업적으로 현장에서 이용할 수 있는 제조 조건을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

천연 발효액종 제조에 사용된 머루는 전라북도 무주군에서 2013년 9월 말경에 수확한 머루를 -20°C에서 냉동 보관하여 사용하였고, 밀가루(강력분, 씨제이제일제당, 양산, 한국), 버터(롯데우유버터화이트, 롯데, 천안, 한국), 드라이 이스트(instant yeast, La Parisienne, Paris, France), 소금(꽃소금, 샘표식품주식회사, 서울, 한국), 설탕(백설하얀설탕, 씨제이제일제당, 인천, 한국) 및 식물성 크림(뉴밀키엑스트라, 회창유업, 양산, 한국)을 구입하여 실험재료로 사용하였다.

머루의 일반성분 분석

머루의 조지방과 조단백질은 원소분석기(EA 1110, Thermo Quest, Milan, Italy)로 분석하였다. 탄수화물은 시료 전체 무게에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백질을 뺀 나머지 값을 %로 표시하였다.

머루 발효액종 및 sourdough 제조

멸균한 병에 머루 200 g, 생수 500 g, 설탕 5 g을 넣고 혼합한 다음 인큐베이터에서 4일간 25°C에서 배양한 후 60 mesh 체로 여과하여 발효액을 제조하였다. 발효액종 100 g에 강력분 160 g을 함께 넣고 섞어준 후 반죽기를 이용하여 1단 3분, 2단 5분 동안 반죽하여 글루텐이 형성되도록 1차 반죽하였다. 그리고 20°C에서 12시간 정도 발효한 후 1차 반죽에 강력분 230 g, 물 130 g을 넣고 1차 반죽과 동일한 방법으로 발효시켜 2차 반죽하였다. 다시 2차 반죽

에 강력분 670 g, 물 700 g을 넣고 반죽하여 20°C에서 12시간 발효하여 최종 sourdough를 완성하였다.

pH와 적정 산도 측정

pH는 25°C에서 4일간 배양하며 매 24시간마다 pH meter(pH-200L, Istek, Seoul, Korea)로 측정하였고, 적정 산도(28)는 0.1 N NaOH로 pH 8.5까지 적정한 후 소모된 0.1 N NaOH의 양을 mL 수로 나타내었다.

당도 및 알코올 함량 측정

당도는 시료 1 mL를 digital refractometer(HI 96801, Hanna Instruments, Cluj Napoca, Romania)를 사용하여 측정하였고, 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류하여 측정하였다. 증류액은 70 mL 이상 취한 뒤 3차 증류수를 첨가하여 100 mL로 용량을 보정하고 주정계를 이용하여 비중을 측정하였으며, Gay-Lussac 표를 주정환산표로 보정하였다.

식빵의 제조

머루 sourdough를 대체한 제조한 식빵의 배합비는 Table 1에 나타내었으며, 식빵은 직접반죽법(optimized straight-dough method)으로 제조하였다. Sourdough는 밀가루 건물당 10%, 30%, 50%, 70%의 비율로 대체하였고, 수분 함량을 동일하게 할 목적으로 사용하는 물의 양을 조정하였다. 제조 공정은 강력분을 체에 내린 후 버터를 제외한 모든 재료를 반죽기(N50(ML104642), HOBART, Troy, OH, USA)에 넣어 1단에서 3분, 2단에서 2분간 반죽한 후 버터를 반죽기에 넣고 1단에서 1분, 2단에서 12분 30초, 1단에서 1분간 반죽하였다. 반죽의 최종온도는 27±1°C로 하였다. 완성된 반죽은 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Gyeonggi, Korea)에서 90분 동안 1차 발효(온도 32°C, 상대습도 80%)한 후, 120 g씩 분할하여 둥글리기하고 실온(20°C)에서 15분간 중간발효를 하였다. 중간발효가 끝난 후 가스빼기를 하고 성형하여 틀에 넣어 발효기(온도 32°C, 상대습도 80%)에서 반죽이 팬의 상단부 1 cm까지 올라오는

Table 1. Formula of dough with wild grape sourdough

Ingredients (g)	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
Wheat flour ¹⁾	300	278.88	236.64	194.4	152.16
Wild grape sourdough ²⁾	0.00	30	90	150	210
Butter	24	24	24	24	24
Instant yeast	3	0.6	0.6	0.6	0.6
Salt	6	6	6	6	6
Vegetable cream powder	9	9	9	9	9
Sugar	24	24	24	24	24
Water	174.00	165.12	147.36	129.6	111.84

¹⁾Moisture content of wheat flour: 12.27%.

²⁾Moisture content of wild grape sourdough: 38.23%.

시간까지 2차 발효하였다. 굽기는 윗불 190°C, 아랫불 180°C로 예열된 오븐(Deck Oven, Shinshin Machinery Co., Busan, Korea)에서 17분 동안 구웠다. 완성된 식빵은 실온(20°C)에서 1시간 동안 방치한 후 시료로 사용하였다.

식빵의 pH와 적정 산도

식빵의 pH와 적정 산도(total titratable acidity)는 시료 10 g을 분쇄하여 발효액과 동일한 방법으로 측정하였다.

반죽의 발효 팽창력

식빵 반죽의 발효 팽창력은 He와 Hosney(29)의 방법을 변형하여 사용하였다. 믹싱이 끝난 반죽 25 g을 취해 50 mL의 메스실린더에 넣은 후 상부의 표면을 평평하게 하였다. 그리고 1차 발효 조건인 온도 32°C, 상대습도 80%의 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co.)에서 60분간 발효하면서 15분 간격으로 측정된 결과를 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Fermentation power of dough expansion (\%)} = \frac{[(\text{volume after first fermentation} - \text{volume before first fermentation}) / \text{volume before first fermentation}] \times 100}{}$$

비용적과 굽기 손실률

식빵의 부피는 종자치환법을 사용하였다. 유채씨를 이용하여 volumeter로 측정된 후 비용적(mL/g)으로 나타내었고, 굽기 손실 측정은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 굽기 손실률(%)을 계산하였다.

수분 함량 측정

식빵 내부의 수분 함량은 시료 2 g을 수분측정기(MB45, Ohaus, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

수분활성도 측정

식빵 내부의 수분활성도는 시료 2 g을 수분활성도 측정기(HP23-AW, Rotronic, Bassersdorf, Switzerland)로 측정하였다.

색도 측정

식빵의 색도는 식빵의 crumb를 취하여 직경 2 cm, 높이 1 cm의 cell에 넣고 색차계(Chroma Meter, CR-200b, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(명도), a(+ 적색도/- 녹색도), b(황색도) 값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준색 판은 L=97.10, a=+0.13, b=+1.88이었다.

조직감 검사

식빵의 조직감은 완성된 식빵을 1시간 방냉한 뒤 4×4×2 cm로 자른 후 texture analyzer(Model TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 이용하여 100 mm compression plate를 장착하고 시료를 2회 연속적으로 침

Table 2. Operation condition of texture analyzer for white bread with wild grape sourdough

Mode	Measure force in compression
Option	TPA
Sample size	4×4×2 cm
Load cell	25 kg
Pre-test speed	2.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Post-test speed	1.0 mm/sec
Distance	30%
Time	3 sec
Trigger type	Auto-1 g
Data acquisition rate	200 pps
Probe and product data	70 mm compression plate

입시켰을 때 나타난 force-time curve로부터 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 씹힘성(chewiness) 및 복원성(resilience)을 측정하였으며, 이때의 분석 조건은 Table 2에 나타내었다.

내부 표면 관찰

식빵의 내부 표면 관찰은 디지털 카메라(Powershot G-10, Canon, Tokyo, Japan)로 식빵의 내상을 검은 배경의 무대에서 플래시가 터지지 않도록 촬영하였다. 이때 시료와 카메라와의 거리, 지면과 카메라의 높이는 동일하게 유지시켰다.

관능검사

관능검사는 순천대학교 식품영양학과 조리과학 실험실에서 학생 58명을 대상으로 9점 척도법으로 소비자 검사를 동일 설문지로 실시하였다. 이때 품질 특성은 짠맛(astringency), 신맛(sourness), 단맛(sweetness) 및 거친 정도(coarseness) 및 이취(off-flavor)를 아주 심하다(extreme) 9점, 전혀 없다(none) 1점으로 나타내었다. 또한 제품의 색(color), 향미(flavor), 부드러움(softness) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)로서 대단히 좋아한다 9점, 좋지도 싫지도 않다 5점, 대단히 싫어한다 1점으로 나타내었다. 시료의 준비 및 제시는 1인분 분량을 20 g으로 정하여 세 자리 난수표로 구분하여 종이 접시 위에 나열한 후 제시하였으며, 관능검사에 참여한 소비자는 나이와 성별 등을 기록하고 각 시료는 물 컵, 시료를 뱉는 컵과 정수기에서 받은 물을 시료 사이에 제공하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way-ANOVA)을 실시하였으며, 각 측정 평균 값 간의 유의성은 $P < 0.05$ 수준으로 Duncan의 다중범위 시험법을 사용하여 검증하였다. 실험 결과 값들 사이의 상관관계는 Pearson의 상관분석을 이용하였다.

결과 및 고찰

머루 일반성분

머루의 일반성분은 수분 81.22%, 회분 0.81%, 조지방 0.74%, 조단백질 1.58%, 탄수화물 15.65%로 나타났다.

머루 발효액종의 특성

머루 발효액종의 pH, 산도, 당도 및 알코올 함량 변화는 Table 3과 같다. 발효액종의 초기 pH는 3.75로 발효 1일차 3.65, 발효 2일 3.40, 3일 3.25, 4일 3.25로 발효시간이 증가할수록 pH는 유의적으로 낮아졌으며($P<0.05$), 3일과 4일은 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P<0.05$). 초기 적정 산도는 1.66을 나타내었고 발효시간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈으며 발효 4일차에는 3.31을 나타내었다. Kim과 Chun(11)의 연구에 건포도 발효액의 발효기간이 증가할수록 pH가 낮아지고 적정 산도가 높아졌으며, 블루베리와 쌀 발효액(30) 연구에서도 같은 결과를 보였다. 이는 여러 가지 산에 영향을 받으나 주로 acetic acid와 lactic acid에 영향을 받는다고 한다. 당도는 발효 0일차 3.80°Brix, 발효 1일차에 4.57°Brix로 가장 높았으며 발효시간이 증가

할수록 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$). Kim(31)은 발효 1일차에 당도가 가장 높았는데 이는 건포도에 있는 당분이 녹아드는 결과라고 하였으며, 당분을 이용해 미생물이 발효되면서 pH가 낮아지고 산도가 증가하였다고 한다. 알코올 함량은 1일차에는 나타나지 않았고 발효 2일차에 0.57%, 발효 4일차에는 1.37%였으며, Fig. 1과 같이 발효 1일차에 CO₂가 생성되는 것을 알 수 있었고 발효 일수가 증가할수록 CO₂생성이 많아졌다.

반죽의 pH와 적정 산도

머루 sourdough를 대체한 식빵 반죽의 pH와 적정 산도는 Table 4와 같다. 대조군은 5.54로 유의적으로 가장 높았으며($P<0.05$), 10% 대체군 5.44, 30% 대체군 5.36, 50% 대체군 4.92 및 70% 대체군 4.70으로 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$). 적정 산도는 대체군이 1.08로 가장 낮았으며 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다($P<0.05$). 식빵 반죽의 적정 pH는 5.5~6.0으로(32), pH 5.0 이하에서는 효모의 작용이 활발하지 못해 가스 보유력이 약해진다고 한다(33). 본 실험에서도 1차 발효와 2차 발효가 진행됨에 따라 pH가 낮아질 것으로

Table 3. Changes in physicochemical properties of fermented wild grape extract during 4 days at 25°C

	Time (day)				
	0	1	2	3	4
pH	3.75±0.02 ^a	3.65±0.03 ^b	3.40±0.02 ^c	3.25±0.01 ^d	3.25±0.05 ^d
Total titratable acidity (mL)	1.66±0.07 ^d	2.83±0.14 ^c	3.62±0.10 ^a	3.27±0.03 ^b	3.31±0.08 ^b
°Brix	3.80±0.00 ^b	4.57±0.06 ^a	3.13±0.06 ^c	2.47±0.06 ^d	1.97±0.06 ^c
Alcohol contents (%)	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.57±0.06 ^c	1.47±0.06 ^a	1.37±0.06 ^b

Values are mean±standard deviation (n=3).

Means with different letters (a-d) in the same row are significantly different ($P<0.05$).

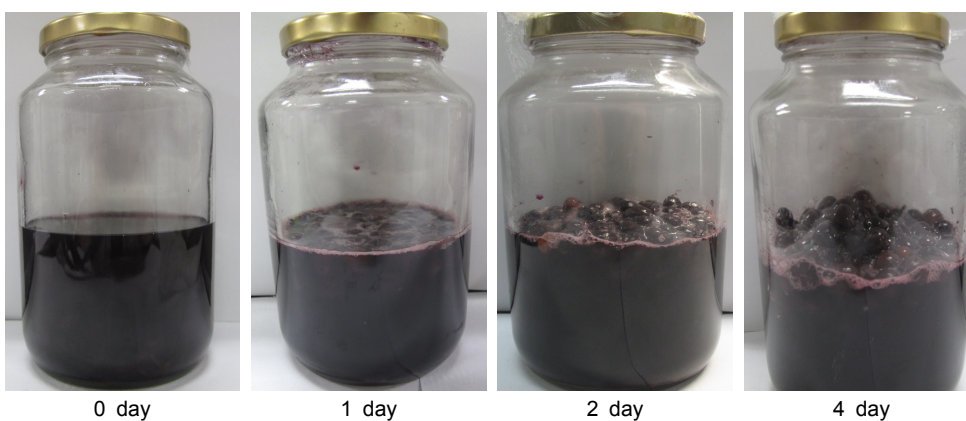


Fig. 1. Appearance of fermented wild grape extract during 4 days at 25°C.

Table 4. pH and total titratable acidity (TTA) of dough with wild grape sourdough

	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
pH	5.54±0.02 ^a	5.44±0.02 ^b	5.36±0.02 ^c	4.92±0.02 ^d	4.70±0.01 ^e
TTA (mL)	1.08±0.02 ^c	1.23±0.12 ^c	1.30±0.06 ^c	1.61±0.07 ^b	1.90±0.03 ^a

Values are mean±standard deviation (n=3).

Means with different letters (a-e) in the same row are significantly different ($P<0.05$).

예상되어 70% 대체균은 발효에 부정적 영향을 미칠 것으로 사료되었다.

반죽 발효 팽창력

머루 sourdough를 대체한 식빵 반죽의 발효 팽창률은 Table 5와 같다. 발효시간에 따른 팽창률은 대조군이 발효 시간 90분에서 126.67%로 가장 높은 값을 나타내었고, 10%, 30%, 50% 및 70% 대체균은 발효 30분까지는 팽창률이 변화가 없었다. 발효 90분에는 10% 대체균이 20.00%로 유의적으로 가장 낮았고($P<0.05$) 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌으며($P<0.05$), 50%와 70% 대체균은 각각 49.33%, 53.33%로 70% 대체균이 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다($P<0.05$). 발효 팽창력은 발효 시 생성되는 CO₂ 가스에 영향을 받으며(34), Park 등(13)은 유산균을 첨가한 sourdough의 반죽 발효는 대조군과 첨가균 간에 뚜렷한 차이가 없다고 하였으며 또한 유산균의 종류와 관계없이 동일한 경향으로 증가하였다. Sourdough의 산도(acidity)는 빵의 부피와 노화에 영향을 주는 요소로 단백질 가수분해 효소 활성을 유도하여 글루텐 구조의 수분을 방출시키고 α-amylase 활성을 증가시키며 전분의 수분흡수와 효소의 활성을 변화시킨다고 하였다(35). Park(36)의 연구에서 sourdough 60% 첨가균의 발효 팽창률이 40% 첨가균보다 낮게 나타내어 일정량 이상의

sourdough는 과도한 유기산의 생성으로 글루텐 구조와 가스포집 능력을 떨어뜨린다고 하였다.

반죽의 2차 발효시간

머루 sourdough를 대체하여 제조한 식빵 반죽의 2차 발효시간은 Table 6과 같다. 중간 발효가 끝난 뒤 반죽의 분할량은 틀의 용적/비용적으로 계산하여 120 g으로 하였다. 그리고 발효기에 넣고 반죽이 팬의 상단부 1 cm까지 올라오는 시간을 2차 발효시간으로 정하였다. 대조군은 81.00분으로 가장 낮았고 대체균들은 머루 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으며($P<0.05$), 70% 대체균이 168.33분으로 나타났다.

식빵의 pH와 적정 산도

머루 sourdough를 대체하여 제조한 식빵의 pH와 적정 산도는 Table 7과 같다. 식빵의 pH는 대조군이 5.27로 가장 낮았으며 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$). 적정 산도는 대조군이 0.95로 가장 낮았고 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다($P<0.05$).

비용적과 굽기 손실률

머루 sourdough를 대체하여 제조한 식빵의 비용적 및 굽

Table 5. Fermentation power of dough expansion of white bread with wild grape sourdough

Wild grape sourdough (%)	Incubation time (min)					
	15	30	45	60	75	90
0	2.67±4.62 ^{NSd}	20.00±6.93 ^{Ad}	44.00±0.00 ^{Ac}	98.67±16.17 ^{Ab}	114.67±11.55 ^{Aa}	126.67±18.48 ^{Aa}
10	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Cc}	1.33±2.31 ^{Bc}	8.00±4.00 ^{Cb}	20.00±4.00 ^{Ca}
30	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^{Bd}	0.00±0.00 ^{Cd}	6.67±4.62 ^{Bc}	14.67±4.62 ^{Cb}	28.00±4.00 ^{Ca}
50	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^{Bd}	4.00±4.00 ^{BCd}	13.33±6.11 ^{Bc}	30.67±2.31 ^{Bb}	49.33±4.62 ^{Ba}
70	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^{Bd}	5.33±4.62 ^{Bd}	16.00±6.93 ^{Bc}	32.00±6.93 ^{Bb}	53.33±6.11 ^{Ba}

Values are mean±standard deviation (n=3). Means with different small letters in each row are significantly different ($P<0.05$). Means with different capital letters in each column are significantly different ($P<0.05$). NS: not significant.

Table 6. Second fermentation time of white bread with wild grape sourdough

Fermentation time (min)	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
	81.00±6.56 ^d	213.00±6.56 ^a	184.67±4.93 ^b	174.00±5.29 ^{bc}	168.33±12.58 ^c

Values are mean±standard deviation (n=3). Means with different letters in the same row are significantly different ($P<0.05$).

Table 7. pH and total titratable acidity (TTA) of white bread with wild grape sourdough

	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
pH	5.27±0.03 ^a	5.09±0.02 ^b	4.56±0.02 ^c	4.28±0.01 ^d	4.23±0.01 ^e
TTA (mL)	0.95±0.02 ^c	1.12±0.03 ^d	1.66±0.04 ^c	2.33±0.12 ^b	2.55±0.05 ^a

Values are mean±standard deviation (n=3). Means with different letters in the same row are significantly different ($P<0.05$).

기 손실률은 Table 8과 같다. 비용적은 10% 대체균이 4.23 mL/g으로 유의적으로 가장 낮았으며($P<0.05$), 대조군, 50% 및 70% 대체균이 유의적으로 차이는 없었으나($P<0.05$) 50% 대체균이 4.76 mL/g으로 가장 높은 값을 나타냈다. 굽기 손실률은 10% 대체균과 30% 대체균이 각각 11.72%, 11.68%로 유의적으로 가장 낮았고($P<0.05$), 70% 대체균이 12.42%로 가장 높은 값을 나타냈다. 오븐에서 굽는 과정은 식빵의 온도가 50°C에 이르기 전까지는 효모의 활성이 높아져 CO₂ 가스 발생을 증가시키고 부피가 1/3 정도 크게 되는 오븐팽창(oven spring)이 일어나며, 60°C 이상에서 효모가 불활성화되지만 부피는 계속 팽창하게 된다(37). 발효 팽창력은 70% 대체균이 가장 높았으나 지속적인 발효 과정 중 유기산의 생성으로 글루텐 구조와 CO₂ 가스 포집력을 약화시켜 오븐팽창이 낮아진 것으로 사료된다. 굽기 손실률은 알코올과 이산화탄소와 같은 휘발성 물질과 수분이 굽는 과정 중 열에 의한 증발에 영향을 받으며 제품이 열과 닿는 표면적과 비례한다고 한다(38,39).

수분 함량과 수분활성도

머루 sourdough를 대체하여 제조한 식빵의 수분 함량과 수분활성도는 Table 9와 같다. 수분 함량은 10% 대체균이 37.95%로 가장 낮았고 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하여($P<0.05$), Hwang 등(10)과 Crow-

ley 등(40)의 연구에서도 대조군에 비해 sourdough 첨가군의 수분 함량이 높게 나타나 본 실험과 유사한 결과를 보였다. 이는 sourdough의 산(acid)에 의해 α-amylase가 활성화되고 전분의 수분 흡수율 변화로 인한 것으로 사료되며(35), Park(36)은 호밀을 이용한 sourdough의 발효 과정 중 펜토산의 가용화(solubilization)로 인해 수용성 펜토산 함량이 높아지고 이는 빵의 수분 흡수율을 증가시키며 비용적 증가로 경도가 낮아진다고 한다(41). Corsetti 등(42)은 sourdough의 산으로 인해 저장기간 중 식빵 내부의 수분을 다시 전체에 재분배함으로써 신선함을 유지하는 데 긍정적인 영향을 미친다고 한다. 수분활성도는 대조군 0.931로 가장 낮았으나 실험군들은 0.931~0.935로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며($P<0.05$), 수분활성도는 미생물이 이용할 수 있는 자유수를 나타내는 지표로 수분활성도가 높을수록 미생물 증식에 유의해야 한다(11).

색도

머루 sourdough를 대체하여 식빵의 색도는 Table 10과 같다. 명도는 대조군이 58.14로 가장 높았고 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$). 적색도는 대조군이 -1.84로 가장 낮았으며 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌고($P<0.05$), 황색도는 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$).

Table 8. Specific volume and baking loss of white bread with wild grape sourdough

Wild grape sourdough (%)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
0	105.57±0.61 ^{ab}	497.50±21.27 ^a	4.71±0.21 ^a	12.03±0.51 ^{ab}
10	105.94±0.55 ^a	447.92±19.71 ^c	4.23±0.19 ^c	11.72±0.46 ^b
30	105.98±0.67 ^a	472.50±16.45 ^b	4.46±0.18 ^b	11.68±0.55 ^b
50	105.11±0.32 ^b	500.00±21.11 ^a	4.76±0.20 ^a	12.41±0.27 ^a
70	105.10±0.52 ^b	490.83±20.54 ^a	4.67±0.20 ^a	12.42±0.43 ^a

Values are mean±standard deviation (n=12).

Means with different letters (a-c) in the same column are significantly different ($P<0.05$).

Table 9. Moisture contents and water activity (Aw) of white bread with wild grape sourdough

	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
Moisture content (%)	38.40±0.21 ^c	37.95±0.23 ^d	38.74±0.14 ^b	39.06±0.41 ^a	39.12±0.22 ^a
Aw	0.931±0.006 ^{NS}	0.932±0.005	0.934±0.004	0.935±0.003	0.934±0.003

Values are mean±standard deviation (n=9).

Means with different letters (a-d) in the same row are significantly different ($P<0.05$).

NS: not significant.

Table 10. Color of white breads with wild grape sourdough

Hunter value	Wild grape sourdough (%)					
	0	10	30	50	70	
Crumb	L	58.14±0.46 ^a	56.69±0.50 ^b	56.30±0.62 ^b	55.36±0.31 ^c	55.66±0.70 ^c
	a	-1.84±0.09 ^c	-1.81±0.10 ^c	-1.47±0.09 ^b	-1.21±0.04 ^a	-1.16±0.09 ^a
	b	10.75±0.29 ^a	9.52±0.33 ^b	9.42±0.24 ^b	8.75±0.21 ^c	8.29±0.24 ^d

Values are mean±standard deviation (n=12).

Means with different letters (a-c) in the same row are significantly different ($P<0.05$).

Table 11. Textural characteristics of white breads with wild grape sourdough

	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
Hardness (g)	20.06±1.11 ^{cd}	37.33±2.76 ^a	29.12±1.97 ^b	19.23±1.15 ^d	22.10±0.75 ^c
Fracturability (g)	1.00±0.09 ^b	1.22±0.13 ^a	1.02±0.11 ^b	1.07±0.11 ^b	0.98±0.07 ^b
Chewiness	17.4±1.0 ^c	31.9±3.0 ^a	24.8±1.8 ^b	16.2±1.6 ^c	18.3±0.6 ^c
Resilience	0.53±0.01 ^b	0.55±0.01 ^a	0.54±0.02 ^{ab}	0.53±0.01 ^b	0.52±0.02 ^b

Values are mean±standard deviation (n=5).

Means with different letters (a-d) in the same row are significantly different ($P<0.05$).

조직감

머루 sourdough를 대체하여 제조한 식빵의 조직감은 Table 11과 같다. 경도는 소비자가 베이커리 제품의 품질을 인지하는 요소 중 하나(43)로 부피가 작을수록 내부 구조가 작아지고 밀집됨에 따라 경도가 높게 나타난다(44). 경도는 10% 대체군이 37.33 g으로 가장 유의적으로 가장 높았으며 ($P<0.05$), 50% 대체군이 19.23 g으로 가장 낮게 나타났다 ($P<0.05$). 부서짐성은 10% 대체군이 1.22 g으로 가장 높게 나타났고($P<0.05$), 나머지 실험군들은 0.98~1.07 g으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P<0.05$). 씹힘성은 대조군과 50%, 70% 대체군이 각각 17.4, 16.2, 18.3으로 유의적으로 가장 낮게 나타났다($P<0.05$). 복원성 또한 10% 대체군이 0.55로 가장 높게 나타났으며 대조군과 50%, 70% 대체군은 0.52~0.53으로 유의적으로 가장 낮게 나타났다 ($P<0.05$).

내부표면 관찰

머루 sourdough를 대체한 제조한 식빵의 내부 표면은 Fig. 2와 같다. 머루 sourdough 10% 대체군이 부피가 가장 작았고 sourdough 대체량이 증가할수록 높아지는 것을 볼 수 있었으며, 비용적 측정 결과와 같이 50% 대체군이 가장 부피가 높게 나타났다.

관능검사

머루 sourdough를 대체한 제조한 식빵의 관능검사는 Table 12, 13과 같다. 소비자를 대상으로 실시한 특성강도 검사에는 머루 sourdough 대체한 식빵의 대표적인 관능 특성이면서 이해가 쉬운 떫은맛, 신맛, 단맛, 거친 정도 4가지 특성만을 평가하도록 하였다. 특성강도 검사에서 떫은맛은 30% 대체군이 2.12로 가장 낮았으며 실험군들 간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P<0.05$). 신맛은 대조군이 1.90으로 가장 낮았으며 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다($P<0.05$). 단맛은 이와 반대의 결



Fig. 2. Photographs of white breads with wild grape sourdough.

Table 12. Characteristic intensity rating of white bread with wild grape sourdough

	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
Astringency	2.16±1.63 ^{NS}	2.32±1.65	2.12±1.42	2.40±1.58	2.48±1.74
Sourness	1.90±1.33 ^d	2.00±1.32 ^{cd}	2.59±1.59 ^c	3.28±2.08 ^b	4.05±2.20 ^a
Sweetness	3.83±1.83 ^a	3.67±1.88 ^{ab}	3.36±1.74 ^{ab}	3.40±1.81 ^{ab}	3.07±1.67 ^b
Coarseness	2.52±1.64 ^b	3.62±1.81 ^a	3.03±1.94 ^{ab}	2.97±1.79 ^{ab}	2.95±1.74 ^{ab}

Values are mean±standard deviation (n=58).

NS: not significant.

Means with different letters (a-d) in the same row are significantly different ($P<0.05$).

Table 13. Consumer acceptance of white bread with wild grape sourdough

	Wild grape sourdough (%)				
	0	10	30	50	70
Color	6.48±1.10 ^a	6.09±1.34 ^{ab}	5.84±1.41 ^b	5.88±1.39 ^b	5.67±1.60 ^b
Flavor	6.48±1.39 ^a	6.02±1.25 ^{ab}	5.64±1.48 ^{bc}	5.31±1.44 ^{cd}	4.98±1.52 ^d
Softness	6.71±1.28 ^a	5.48±1.57 ^b	5.71±1.81 ^b	6.02±1.58 ^b	5.86±1.57 ^b
Overall acceptability	6.67±1.32 ^a	5.76±1.55 ^b	5.72±1.75 ^b	5.78±1.74 ^b	5.19±1.62 ^b

Values are mean±standard deviation (n=58).

Means with different letters (a-d) in the same row are significantly different ($P<0.05$).

과를 나타냈다. 이는 단맛과 신맛의 상호작용 때문이라 사료된다. 거친 정도는 10% 대체군이 3.62로 가장 높았으며 ($P<0.05$), 대조군을 제외하고 대체군들은 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 낮아졌다. 이는 소비자의 부드러운 정도에 대한 기호도 결과와 일치하였다. 대부분의 특성강도 결과들의 표준편차가 높게 나타났는데 제품의 관능적 특성을 객관적으로 표현하는 방법인 묘사 분석(descriptive analysis)은 고도로 훈련된 관능검사 요원에 의해 시행되는 것으로 제품의 관능적 특성을 객관적으로 이해하고자 할 때 사용한다(45,46). 그러나 본 실험에서는 훈련을 거치지 않은 일반 소비자를 대상으로 특성강도 검사를 실시하여 정량화가 제대로 이루어지지 않은 것으로 사료되며, 일반적으로 소비자에게는 특성강도에 관한 질문을 하지 않도록 권장하고 있지만 최근 일반 소비자를 대상으로 check-all-that-apply(CATA)법 또는 sorting 등의 방법이 이용되고 있다. CATA법은 훈련된 패널이 아닌 일반 소비자가 설문지에 관능적 조항 수에 제한을 받지 않고 다지 선택할 수 있는 형식으로 제품에 대한 감각적 특성을 빠르고 쉽게 얻을 수 있어 이러한 방법 등을 접목하여 기호도와 특성강도에 관한 의견을 평가하고 있는 추세이다(47,48). 색에 대한 기호도는 대조군이 6.48로 가장 높았고 30%, 50% 및 70% 대체군들은 유의적인 차이가 없었다($P<0.05$). Katina 등(6)은 밀가루의 회분 함량과 발효시간은 관능검사에 미치는 중요한 요소이며, 특 쓰는 듯하며 자극취가 나지 않는 sourdough는 전체적인 맛, 후미, 굽는 향 등을 향상시키며, *Lactobacillus brevis*를 스타터로 한 sourdough 20% 첨가는 자극취가 과도하게 나지 않아 신선한 풍미를 감소시키지 않았다고 한다. 향미에 대한 기호도는 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 낮아졌다($P<0.05$). 부드러운 정도에 대한 기호도는 대조군이 가장 높았고, 대체군들은 유의적인 차이가 없었으나 ($P<0.05$) 50% 대체군이 6.02로 가장 높은 값을 나타내어 조직감의 정도 측정과 유사한 결과를 나타내었다. 전체적인 기호도는 대조군이 6.67로 가장 높은 값을 나타냈고($P<0.05$), 대체군의 기호도는 5.19~5.78로 유의적인 차이는 없었으나($P<0.05$) 50% 대체군이 5.78로 가장 높게 나타났다. 이 결과를 종합하면 식빵의 품질 특성과 소비자 기호도 등을 고려하여 머루 sourdough 50% 대체군이 최적배합비로 결정되었다.

요 약

본 연구에서는 머루를 이용한 sourdough를 제조하고 머루 sourdough 10%, 30%, 50% 및 70%를 대체한 식빵의 이화학적 특성과 관능검사를 실시하였다. 25°C에서 발효한 머루 액종의 pH는 발효시간이 증가할수록 pH는 유의적으로 낮아졌으며, 적정 산도는 증가하는 경향을 나타냈다. 당도는 발효 1일차에 4.57°Brix로 가장 높았고 발효시간이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으며($P<0.05$), 알코올 함량은 1일차에는 나타나지 않았고 4일차에서 1.37%를 나타냈다. 완성된 발효액에 밀가루를 첨가하여 20°C에서 36시간 발효하여 sourdough를 제조하였다. 제조된 머루 sourdough 10%, 30%, 50% 및 70%로 대체하여 식빵을 제조하였다. 식빵 반죽의 pH는 sourdough 대체량이 증가할수록 낮아졌으며 적정 산도는 유의적으로 증가하였다. 발효시간에 따른 발효 팽창력은 10% 대체군이 20.00%로 유의적으로 가장 낮았으며($P<0.05$), sourdough 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다($P<0.05$). 반죽의 2차 발효시간에서 대체군들은 머루 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$). 식빵의 비용적은 50% 대체군이 4.76 mL/g으로 가장 높은 값을 나타냈다. 수분 함량은 머루 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고($P<0.05$), 수분활성도는 실험군들 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P<0.05$). 조직감에서 경도는 50% 대체군이 19.23 g으로 가장 낮게 나타났다. 기호도 검사 결과 색, 향미, 부드러운 정도 및 전체적인 기호도는 sourdough 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 따라서 식빵의 품질 특성과 소비자 기호도 등을 고려할 때 머루 sourdough 50% 대체군이 최적배합비로 결정되었다.

REFERENCES

1. <http://www.newsam.co.kr/news/article.html?no=1417> (accessed Jun 2014).
2. Chung HC. 2008. Properties of sourdough-added bread. *Korean J Food Sci Technol* 40: 643-648.
3. Corsetti A, Settanni L. 2007. Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food Res Int* 40: 539-558.
4. Lee JH, Kwak EJ, Lee YS. 2008. Quality characteristics of sourdough breads added with red koji rice sourdough powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 333-341.
5. Marklinder I, Johansson L, Haglund A, Nagel-Held B,

- Seibel W. 1996. Effects of flour from different barley varieties on barley sour dough bread. *Food Qual Prefer* 7: 275-284.
6. Katina K, Heiniö RL, Autio K, Poutanen K. 2006. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT—Food Sci Technol* 39: 1189-1202.
 7. Hammes WP, Gänzle MG. 1997. Sourdough breads and related products. *Microbiology of Fermented Foods* 1: 199-216.
 8. Thiele C, Gänzle MG, Vogel RF. 2002. Contribution of sourdough *Lactobacilli*, yeast, and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread flavor. *Cereal Chem* 79: 45-51.
 9. Liukkonen KH, Katina K, Wilhelmsson A, Myllymäki O, Lampi AM, Kariluoto S, Piironen V, Heinonen SM, Nurmi T, Adlercreutz H, Peltoketo A, Pihlava JM, Hietaniemi V, Poutanen K. 2003. Process-induced changes on bioactive compounds in whole grain rye. *Proc Nutr Soc* 62: 117-122.
 10. Hwang GH, Yun HR, Jung HN, Choi OJ. 2014. Quality characteristics of baguette using fermented rice bran sourdough. *Korean J Food Cookery Sci* 30: 307-316.
 11. Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of rye mixed bread prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 87-94.
 12. An HL, Lee KS. 2012. Effects of adding sourdough starter powder using Korean wheat flour on the quality of pan bread. *Korean J Culinary Res* 18: 183-198.
 13. Park JM, Lee HM, Eom HJ, Kim SH, Song IG, Yoon HS. 2013. Quality characteristics of sourdough bread with lactic acid bacteria in the antibacterial activity. *Korean J Food & Nutr* 26: 199-207.
 14. Chae DJ, Lee KS, Jang KH. 2010. Fermentation characteristics of flour sourdough using mixed lactic acid bacteria and *Bifidobacterium longum* as starters. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 743-750.
 15. Lee HT. 2013. A study on the quality characteristics of pan bread using sourdough starter added with yacon. *PhD Dissertation*. Hoseo University, Asan, Korea.
 16. Kim SY, Hwang SY. 2004. Effects of sourdough powder on the physical properties of the bread flour. *Korean J Food & Nutr* 17: 171-176.
 17. Lee DH, Yu HE, Lee JS. 2004. Quality characteristics and physiological functionality of wild grape wine. *J Natural Sci* 15: 69-78.
 18. Korea National Statistical Office. Korean Statistical Information Service. <http://kosis.kr/wnsearch/totalSearch.jsp> (accessed Jun 2008).
 19. Shin DY, Lee WS, Kim SH, Kim MJ, Yun JW, Lu JN, Lee SJ, Tsoy I, Kim HJ, Ryu CH, Kim GY, Kang HS, Shin SC, Choi YH. 2009. Anti-invasive activity of anthocyanins isolated from *Vitis coignetiae* in human hepatocarcinoma cells. *J Med Food* 12: 967-972.
 20. Cheon KB. 1999. Screening of antioxidant from *Vitis coignetiae*, *Vitis vinifera* L. and comparison of its antioxidant activity. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea. p 12.
 21. Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ. 2006. Physicochemical analysis and antioxidative effects of wild grape (*Vitis coignetiae*) juice and its wine. *Korean J Food & Nutr* 19: 311-317.
 22. Jeong HJ, Park SB, Kim SN, Kim HK. 2007. Total polyphenol content and antioxidative activity of wild grape (*Vitis coignetiae*) extracts depending on ethanol concentrations. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1491-1496.
 23. Park HS. 2011. Comparison of antioxidant activities of wild grape seed (*Vitis coignetiae* seed) extracts by solvents. *Korean J Culinary Res* 17: 270-279.
 24. Lee HR, Hwang IW, Zheng HZ, Jeong WS, Kim YC, Chung SK. 2010. Antioxidant properties of proanthocyanidin fraction isolated from wild grape (*Vitis amurensis*) peel. *Korean J Food Sci Technol* 42: 420-423.
 25. Kim EJ, Kim YH, Kim JW, Lee HH, Ko YJ, Park MH, Lee JO, Kim YS, Ha YL, Ryu CH. 2007. Optimization of fermentation process and quality properties of wild grape wine. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 366-370.
 26. Seo JS, Lee JS, Byun GI, 2008. Kwak EJ. Quality characteristics of *Yakju* fermented with wild grape and 4 kinds of cereals. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1472-1478.
 27. Ji SH, Han WC, Lee JC, Kim BW, Jang KH. 2009. Fermentation characteristics of *Moru* wine fermented with *Rose rugosa* Thun. *Korean J Food Sci Technol* 41: 186-190.
 28. Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. 1994. *Standardmethoden für Getreide mehl und brot*. 7th ed. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Germany. p 283-287.
 29. He H, Hosney RC. 1991. Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chem* 68: 334-336.
 30. Choi HS. 2012. Quality characteristics of pan bread of domestic wheat flour with mixture of natural fermented starter and purple rice flour. *PhD Dissertation*. Sejong University, Seoul, Korea.
 31. Kim SY. 2012. A study on the quality characteristics of pan bread added with GABA rice bran sourdough. *MS Thesis*. Yeungnam University, Kyungsan, Korea. p 13-16.
 32. Lee YK, Lee MY, Kim SD. 2003. Effect of calcium lactate prepared from black snail on dough fermentation, quality and shelf-life of bread. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 136-144.
 33. Kim H, Choi CR, Ham KS. 2007. Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 72-80.
 34. 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: 45-50.
 35. Flander L, Suortti T, Katina K, Poutanen K. 2011. Effects of wheat sourdough process on the quality of mixed oat-wheat bread. *LWT—Food Sci Technol* 44: 656-664.
 36. Park SJ. 2012. Influence of sourdough content on the bread making properties of rye meal-wheat flour composite bread. *MS Thesis*. Korea University, Seoul, Korea. p 18-20.
 37. Pylar EJ. 1979. Physical and chemical test methods. In *Baking Science and Technology*. Sosland Pub Co., Merriam, KS, USA. p 891-895.
 38. Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, D'Appolonia BL, Marston PE. 1978. Rheological and baking studies of composite flour from wheat and naked barley. *Korean J Food Sci Technol* 10: 11-15.
 39. Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food & Nutr* 21: 485-491.
 40. Crowley P, Schober TJ, Clarke CI, Arendt EK. 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *Eur Food Res Technol* 214: 489-496.
 41. Decock P, Cappelle S. 2005. Bread technology and sourdough technology. *Trends Food Sci Technol* 16: 113-120.
 42. Corsetti A, Gobetti M, De Marco B, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J. 2000. Combined effect of sourdough

- lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *J Agric Food Chem* 48: 3044-3051.
43. Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM, Huber CS. 2005. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chem* 82: 328-335.
 44. Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. *J Food Eng* 56: 153-161.
 45. Jeong SY. 2002. Sensory characteristics evaluation of soy sauces with descriptive analysis. *MS Thesis*. Ewha Womans University, Seoul, Korea. p 4.
 46. Chung SJ, Lim CR, Noh BS. 2008. Understanding the sensory characteristics of various types of milk using descriptive analysis and electronic nose. *Korean J Food Sci Technol* 40: 47-55.
 47. Kim HS. 2014. Consumer study about fresh noodles pasta using different herbs by cata technique. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea. p 18-19.
 48. Ares G, Jaeger SR. 2013. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. *Food Qual Prefer* 28: 141-153.