



Quality characteristics of sourdough bread produced using banana sour starter

Young-Mo Kim*

Industry Academic Collaboration Foundation, Gwangju Women's University, Gwangju 62396, Korea

바나나 사워종을 첨가한 sourdough bread의 품질 특성

김영모*

광주여자대학교 산학협력단

Abstract

This study aimed to investigate the quality characteristics of sourdough produced using a banana starter. The contents of sugar and alcohol of the banana fermented broth increased significantly as the fermentation date increased ($p < 0.05$), and the pH tended to decrease. The titratable acidity of the fermentation broth increased significantly from the 2nd day of fermentation and remained high until the 4th day ($p < 0.05$). The pH of dough and bread decreased as the amount of sour starter added increased ($p < 0.05$), and there was no significant difference in titratable acidity of dough and bread as well as the amount of starter. According to the added amount of banana sour, the moisture content of the bread increased, the crude fat and crude flour content decreased, and the crude protein content hardly changed. The height of bread increased in proportion to the increase in the amount of sour starter added. As for the internal color of the bread, the brightness and yellowness decreased as the addition amount increased, and the redness increased. It was found that the volume, specific volume and baking loss rate of bread increased as the amount of sour starter added increased. In the texture of bread, elasticity and adhesion increased as the amount added increased, but gumminess, brittleness and hardness decreased as the amount added increased. From the above results, it is expected that the banana starter will be used as a useful ingredient in the development of sourdough bread products.

Keywords : banana, sourdough, bread, texture, color

서 론

최근 서구화된 식생활 형태와 개인 생활 형태의 변화로 인하여 우리 식단에는 쌀보다는 빵의 소비가 증가하고 있는 추세이다. 이에 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아지면서 건강기능성 물질을 첨가한 식품의 소비가 증가하고 있으며, 제빵에서도 상업적 효모보다는 건강을 중요시하는 사워도우를 이용한 건강빵을 찾는 소비자들이 늘어나고 있다(Bing 등, 2014; Im과 Cha, 2019; Park 등, 2021).

사워도우(sourdough)란 오랜 역사를 가진 빵의 종류로 밀과 같은 곡물 등에 물을 넣어 배양하면 미생물인 효모와 유산균에 의해 발효된 시큼한 향미가 있는 반죽이며, 중세시대에 유럽으로 전파되었다. 사워도우는 발효과정에서 야생효모 등에 의해 탄수화물이 분해되는데 이때 부산물인 에탄올 및 탄산가스가 형성되어 상업적인 효모를 사용하여 만든 빵과는 다른 풍미가 있다고 하였으며, 빵의 발효과정이 길어 휘발성 물질 등이 다량으로 생성되기 때문이라고 하였다(Chiavaro 등, 2008; Park 등, 2021). 또한, 사워도우를 첨가한 빵의 경

*Corresponding author. E-mail : bliss0816@kwu.ac.kr, Phone : +82-62-950-3588, Fax : +82-62-950-3787

Received 25 October 2021; Revised 02 December 2021; Accepted 12 December 2021.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우 시간은 더 오래 걸리지만 독특한 맛과 풍미가 더 좋아지며, 곰팡이의 성장억제와 제품의 노화억제로 인하여 제품의 저장기간을 늘려 줄 수 있다고 보고하였다(Bing 등, 2014; Lee와 Park, 2015). 또한, 과일로 만든 천연 추출액에 호밀 또는 밀가루를 넣어 만든 발효종은 발효력이 좋고 부피가 좋은 안정적인 빵을 만들 수 있다고 하였다(Kim과 Chun, 2008). 사워도우는 첨가되는 재료의 종류에 따라 빵의 품질에 영향을 주는 것은 물론 제빵 공정의 가공형태와 영양적 가치에도 개선이 가능하다고 하였으며, 이에 건강에 대한 관심의 증가에 따라 다시 사워도우를 이용한 빵의 제조가 늘어나고 있다(Jung 등, 2017; Sanz-Penella 등, 2011).

바나나는 열대지방에서 재배되는 과일로 아시아가 원산지로 알려져 있으며, Musa속 Musaceae과에 속하는 다년생 목상초본에 속한다. 세계생산량은 3,850만 톤으로 브라질, 인도네시아, 필리핀 등에서 생산되고 있으며, 세계 주요 식량 작물 중의 하나로 영양적 가치가 높고 인기가 많은 과일이다(Kim, 2003; Kim 등, 2017).

바나나는 칼로리가 가장 높은 과일 중의 하나로 식이섬유가 풍부하다. 바나나의 일반성분은 수분 75%, 단백질 1.1 g, 지방 0.1 g, 식이섬유 0.3 g, 칼슘 4 mg, 비타민 A 27 IU, 비타민 B₁ 0.04 mg, 비타민 B₂ 0.04 mg, 비타민 C 6 mg, 비타민 E 30 mg을 함유하고 있는 알칼리성 식품이다(Park 등, 2010). 완숙된 바나나에는 향기성분이 200종 이상 함유하고 있으며, 유기산은 citric acid, oxalic acid와 같은 유기산과 glucose, sucrose와 같은 유리당을 함유하고 있다(Ali 등, 1984; Cho, 1984).

바나나 효능으로는 체중을 감량시켜주고 혈당저하를 도와주는 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 베타카로틴, 카테킨 등의 항산화성분이 풍부하여 활성산소를 억제시켜 노화방지에도 효과가 있는 것으로 보고되었다(Mitsou 등, 2011).

바나나의 선행연구로는 바나나의 저온저장 및 후숙 최적화에 관한 연구(Kim, 2003), 바나나 첨가량을 달리한 당화바나나죽의 품질 특성 및 항산화효과(Kim 등, 2013), 바나나 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성(Park 등, 2010), 포장방법이 바나나 저장성에 미치는 영향(Koh 등, 1988), 바나나잎 추출물의 미백 개선 효과(Hwang 등, 2016), 바나나 껍질을 첨가한 생면의 제조와 품질 특성 및 항산화 분석(Kim 등, 2019), 바나나의 후숙 및 저장 온도가 품질에 미치는 영향(Han과 Koh, 1999), 호박, 바나나, 파인애플 식초를 첨가한 샐러드드레싱의 품질 및 항산화 특성(Kim 등, 2017), 바나나 숙도에 따른 이화학적 특성 및 항산화 활성(Kim과 Youn, 2013) 등이 보고되어 있다.

최근 사워도우(sourdough)를 첨가한 제빵의 연구로는 미강 사워종을 첨가한 사워도우 식빵의 품질 특성(Kim 등, 2020),

사과전립분 사워종을 첨가한 sourdough bread 품질 특성(Kim, 2018), 카무트 사워종을 첨가한 sourdough bread 품질 특성(Choi 등, 2016), 막걸리 사워도우로 제조한 식빵의 품질 특성(Yoo 등, 2017), 사과액종을 이용한 식빵의 품질 특성(Im과 Cha, 2019), 블루베리 발효액종의 첨가량에 따른 우수 식빵의 품질 특성(Hwang 등, 2018), 잔트커린츠 발효액과 sourdough 식빵의 품질 특성(Kim, 2019), 한라봉 사워종을 첨가한 바게트의 품질 특성(Lee, 2019), 밀가루 입과 유산균을 이용하여 만든 seed mash를 첨가한 발효액종의 특성(Lee 등, 2006), 발효액종이 빵의 품질에 미치는 영향(Chung과 Jang, 2015), 홍국 발효액종이 식빵반죽의 레올로지 특성에 미치는 영향(Kim 등, 2011), 사워도우와 귀노아 분말을 첨가한 모닝빵의 품질 특성 및 항산화성(Jung 등, 2020), 박력분과 혼합 프로바이오틱스를 사용한 사워도우 만주 개발(Chae과 Jang, 2014), 무화과 액종을 이용한 sourdough bread의 품질 특성(Jung 등, 2017), 비타민나무 잎 배합비율에 따른 사워도우 첨가 모닝빵의 품질 특성 및 항산화 활성(Park 등, 2021) 등이 보고되었다.

이처럼 과일과 곡류를 이용한 건강지향적인 사워도우 연구들이 보고되었으나 기능성에 대한 연구는 매우 부족하며, 바나나 사워도우를 이용한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 건강기능성 물질을 함유한 바나나 사워종의 첨가량을 달리하여 제조한 sourdough bread의 pH, 산도, 부피, 비용적, 굽기손실률, 색도, 조직감 등의 품질 특성을 연구하여 바나나 사워종의 이용 확대 및 그 활용 가능성에 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

바나나액종을 만드는 데 사용한 바나나는 스위트마운틴(Sumifru, Mindanao, Philippines)을 구입하여 사용하였고 식빵을 만드는 데 사용한 재료는 강력분(Samyang, Asan, Korea), 설탕(Samyang, Ulsan, Korea), 소금(Namdo, Damyang, Korea), 버터(Lotte food, Cheonan, Korea), 이스트(Jenico, Pyeongtaek, Korea), 달걀(Gwangseong, Gwangju, Korea)을 구입하여 실험재료로 사용하였다.

액종 및 바나나 사워종 제조

바나나는 껍질을 벗긴 뒤 멸균한 유리용기에 물 800 g, 바나나 400 g을 넣고 26℃ 배양기(DS-60A, DASOL, Hwaseong, Korea)에서 액종을 제조하였다. 24시간 간격으로 흔들며 공기를 넣어 주었고 4일 뒤 완성된 액종은 멸균된 체에 여과하여 사워종으로 만들어 사용하였다. 사워종 1일종은 강력분

200 g, 액종 200 g을 혼합하여 24시간 발효하였다. 2일종은 1일종 반죽 400 g, 물 200 g, 강력분 400 g을 혼합하여 24시간 발효하였다. 3일종은 2일종과 같은 방법으로 배양하여 사워종을 만들어 사용하였다.

발효 액종의 당도, 알코올, pH 및 산도 측정

바나나 액종의 당도는 당도계(S-28E, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 시간별로 측정하였으며, 알코올은 알콜농도계(YTBD-RZ116, Beijing, YATO, China)를 이용하여 24시간 간격으로 측정하였다. pH는 pH meter(F-71G, Horiba, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였고, 산도는 시료에 10배의 증류수를 혼합하여 페놀프탈레인 지시약을 넣어 0.1N 수산화나트륨(Duksan, Ansan, Korea)으로 중화 적정하여 산도를 측정하였다.

식빵 제조

바나나 사워종을 첨가하여 제조한 식빵의 배합표와 제조공정은 Table 1과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 직접반죽법(Finny, 1984)으로 제조하였으며, 제조방법은 유지를 제외한 모든 재료를 저속으로 클린업 단계까지 혼합한 다음 유지를 넣고 최종 단계까지 수직형믹서(YSM-12, Young Song, Seoul, Korea)를 이용하여 믹싱 하였다. 믹싱된 반죽은 도우킨디셔너(B078DG-2RFOS-E, Busung, Incheon, Korea)에서 1차 발효(온도 26℃, 습도 76%, 60분)한 반죽을 분할한 후 둥글리기하여 10분간 벤치타임을 주었다. 벤치타임 후 반죽을 성형한 후 식빵팬에 넣고 온도 36℃, 습도 86% 조건으로 2차 발효를 하였다. 2차 발효가 끝난 후 오븐(THE PICCOLO II-3, Wachtel, Hilden, Germany)에 넣고 윗불 190℃, 아랫불 160℃로 30분간 구운 후 실온에서 방냉하여 실험에 사용하였다.

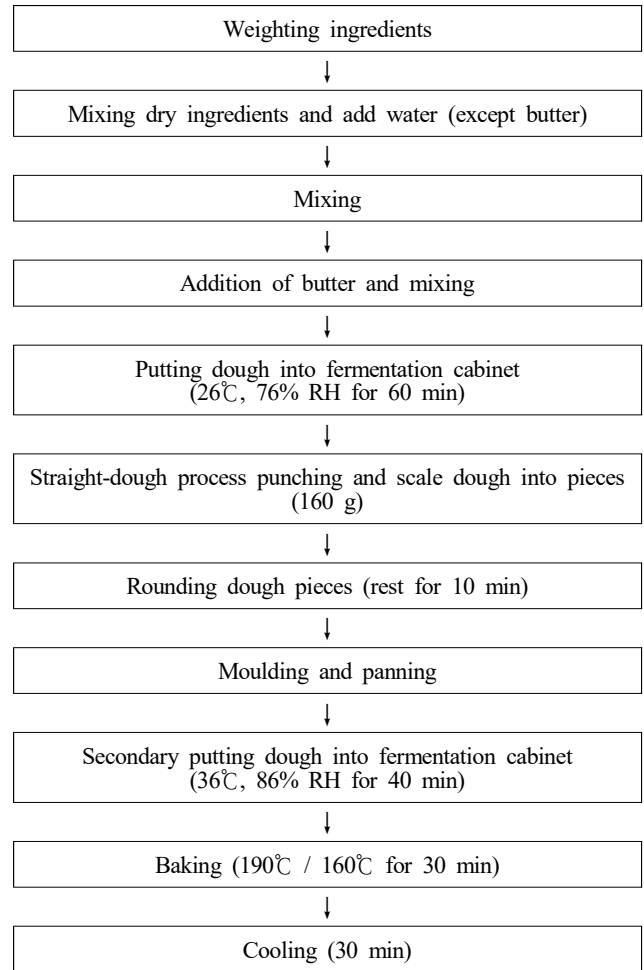


Fig. 1. Straight-dough process.

반죽과 식빵의 pH 및 적정산도 측정

바나나 사워종을 첨가한 반죽과 식빵의 pH는 시료 10

Table 1. Formula of sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter

Ingredients (g)	Banana sour starter (%)				
	Control	10	20	30	50
Wheat flour	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sugar	150	150	150	150	150
Salt	20	20	20	20	20
Butter	250	250	250	250	250
Yeast	40	30	30	30	30
Egg	240	240	240	240	240
Sourdough	0	100	200	300	500
Water	300	300	300	300	300

g을 증류수 100 mL와 혼합하여 교반기에서 원심분리 하였다. 분리된 혼탁액을 상온에서 30분간 정치한 후 상층액을 취하여 여과지로 여과하여 pH meter(F-71G, Horiba, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 적정 산도는 시료에 증류수를 혼합하여 중화 적정하여 산도를 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

반죽의 발효율

바나나 사워종을 첨가한 반죽 10 g을 100 mL 매스실린더에 넣고 팽창된 반죽의 윗부분의 발효율을 측정하였다. 발효 조건은 1차, 2차 발효조건으로 발효실에서 각각 측정하였다.

일반성분 분석

바나나 사워종을 첨가한 식빵의 일반성분은 AOAC(2000) 방법에 의하여 수분, 조단백, 조지방, 조회분 을 측정하였다. 수분은 시료 1 g을 dry oven(FO-600M, JEIO TECH, Daejeon, Korea)에 넣고 105°C 상압가열건조법으로 건조한 후 무게를 측정하였으며, 조단백(질소계수 6.25)은 Auto Kjeldahl법으로 측정 후 평균값을 구하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였으며, 조회분은 직접회화법으로 회화로(SEF-301, SHIN SAENG, Paju, Korea)에 시료를 넣고 600°C로 회화한 후 무게를 측정하였다.

식빵의 높이 및 외관

바나나 사워종을 첨가한 식빵의 높이는 방냉한 식빵을 자른 후 자른 단면의 높이를 측정하였다. 삼각대에 카메라(HDR-PJ50, Sony, Tokyo, Japan)를 움직이지 않게 고정시킨 후 일정한 거리를 두고 램프가 터지지 않게 식빵의 외관을 촬영하였다.

식빵의 색도 측정

바나나 사워종을 첨가한 식빵의 색도는 색차계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 식빵의 내부(crust)과 외부(crumb)로 나눠 각각 측정하였으며, 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)을 측정 후 평균값을 구하였다.

반죽과 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기손실률 측정

바나나 사워종을 첨가한 반죽과 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기손실률을 각각 측정하였다. 부피는 종자치환법(Campbell 등, 1979)으로 평균값을 구하였다. 비용적은 부피를 무게로 나누어서 계산하였으며, 굽기손실률은 굽기 전과 구운 후의 중량 차이로 평균값을 구하였다.

Baking loss (%) =

$$\frac{\text{Dough weight (g)} - \text{Bread weight (g)}}{\text{Dough weight (g)}} \times 100$$

식빵의 조직감 검사

바나나 사워종을 첨가한 식빵의 조직도 측정은 식빵을 정육면체 크기로 잘라 Rheo meter(Sun Rheometer Compac-100II, Sun Sci. Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 부서짐성(brittleness), 경도(hardness) 등을 측정하였으며 측정기기의 조건은 Table 2와 같다.

통계처리

통계처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 19.0, IBM., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여 일원배치 분산분석(One way-ANOVA)을 한 후 Duncan's multiple range test를 하였다.

결과 및 고찰

바나나 발효 액종의 당도, 알코올, pH 및 적정산도

바나나 발효액의 당도, 알코올 함량, pH, 적정 산도의 결과는 Table 3과 같다. 바나나의 당도는 22 °Brix이며, 액종의 사진은 Fig. 2와 같다. 일반적으로 완숙된 바나나는 당도가 20-22 °Brix이며, pH는 약 4 정도라고 하였다(Ali 등, 1984). 발효액종의 당도는 1일차 3.76 °Brix, 2일차 6.87 °Brix, 3일차 7.37 °Brix, 4일차 7.97 °Brix로 나타났다. 일반적으로 다른 재료의 액종과 비교하였을 때 당도가 훨씬 높을 것으로 나타났으며, 이는 바나나 자체가 보유하고 있는 당도가 높기 때문으로 생각된다. 액종의 알코올 함량은 1일차 1.20%, 2일차 21.00%, 3일차 22.83%, 4일차 24.33%로 나타났으며, 1일

Table 2. Texture analyzer conditions for measuring textural sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter

Item	Condition
Sample size	6×6×3 cm
Mode	Mastication test
Table speed	120 mm/min
Load cell	10 kg
Deformation	50%
Probe size	No.14 φ50

Table 3. Changes in physicochemical properties of fermented starter from banana extract during 4 days of fermentation

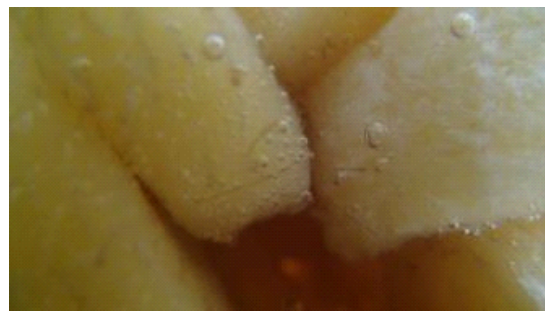
Component	Time (day)			
	1	2	3	4
°Brix	3.76±0.06 ^{1)d2)}	6.87±0.06 ^c	7.37±0.06 ^b	7.97±0.06 ^a
Alcohol (%)	1.20±0.00 ^d	21.00±0.00 ^c	22.83±0.29 ^b	24.33±0.29 ^a
pH	5.19±0.02 ^a	5.07±0.01 ^b	4.92±0.01 ^c	4.70±0.01 ^d
TTA (%)	0.10±0.00 ^b	0.17±0.06 ^a	0.20±0.00 ^a	0.20±0.00 ^a

¹⁾Each value represents the mean±SD of three determinations (n=3).

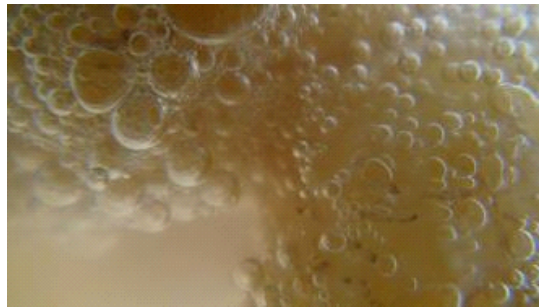
²⁾Mean with different superscripts in the same row (^{a-d}) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.



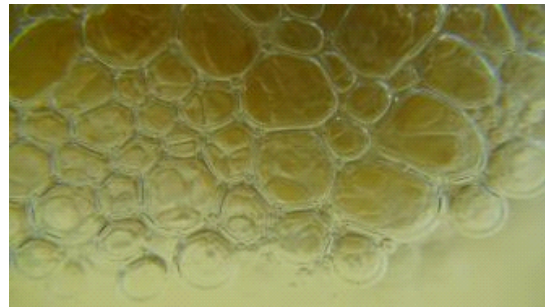
1st day



2nd day



3rd day



4th day

Fig. 2. Appearance of fermented banana during 4 days.

차와 2일차 사이의 알코올 함량이 19.8%의 차이를 나타냈다. pH는 1일차 5.19, 2일차 5.07, 3일차 4.92, 4일차 4.70으로 나타났으며, 시간이 지날수록 낮아지는 것으로 나타났다. 적정 산도는 1일차 0.10, 2일차 0.17, 3일차 0.20, 4일차 0.20으로 나타났으며, 0.21-1.34로 증가하는 것으로 나타났다. 블루베리 액종을 이용한 연구에서도(Hwang 등, 2018) 본 연구결과와 같이 발효 시간이 늘어남에 따라 당도는 증가하는 것으로 나타났으며, 당도가 더 높게 나타난 이유는 당이 포함된 건 블루베리로 인하여 발효가 진행되는 동안 블루베리에 있는 당성분이 녹으면서 재료에 따라 당도의 차이가 나는 걸 알 수 있었다. 또한, 잔트커런츠 발효액의 연구에서도 일자가

증가할수록 액종의 당도는 증가하였으며, 바나나보다 더 높은 당도를 나타내었다. pH는 일자가 증가할수록 본 연구결과와 같이 낮아지는 것으로 나타남을 알 수 있었다(Kim, 2019). 건포도 천연 발효액을 이용한 연구에서는 이러한 발효과정 중에 생긴 젖산 등 여러 가지 산이 생성되는데 이는 pH와 밀접한 관계가 있다고 하였다(Kim과 Chun, 2008). 일반적으로 과일을 이용한 발효 액종 제조 시 당 성분으로 인하여 시간이 증가될수록 이산화탄소가 증가하는 것을 알 수 있었다.

반죽과 식빵의 pH 및 적정 산도

바나나 사워종을 첨가한 반죽과 식빵의 pH와 적정산도는

Table 4와 같다. 반죽의 pH는 대조구 5.17, 10% 첨가 5.34, 20% 첨가 5.32, 30% 첨가 5.13, 50% 첨가 5.08로 대조구가 첨가구에 비하여 5.17로 낮았으며, 첨가량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났다. 식빵의 pH는 대조구 5.78, 10% 5.60, 20% 첨가 5.43, 30% 첨가 5.20, 50% 첨가 4.95로 첨가량이 증가할수록 pH는 낮아지는 것으로 나타났다. 반죽의 적정 산도는 대조구 0.10, 10% 첨가 0.10, 20% 첨가 0.10, 30% 첨가 0.10, 50% 첨가 0.10으로 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 식빵의 적정 산도도 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 머루을 이용한 연구에서도 본 연구 결과와 같이 반죽과 식빵의 pH는 첨가량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났으며(Bing 등, 2014), 잔트커런츠 발효액을 첨가한 연구에서도 식빵의 pH는 첨가량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났다(Kim, 2019). 또한, 탁주분말을 첨가한 연구에서 효모의 발효 속도는 첨가된 재료의 pH 등에 결정되며, 첨가된 재료의 유기산 등이 반죽의 pH 감소에 영향을 준다고 하였다(Jeong과 Park, 2006).

반죽의 발효율

바나나 사워종을 첨가하여 만든 반죽의 발효율의 결과는 Table 5와 같다. 1차 발효율은 대조구가 14.96 mL, 10% 첨가 12.01 mL, 20% 첨가 13.01 mL, 30% 첨가 13.02 mL, 50% 첨가 13.03 mL로 나타났으며, 첨가량에 따라 발효율도 조금씩 높아졌으나 큰 차이를 나타내지 않았다. 2차 발효율

은 대조구가 22.01 mL, 10% 첨가 22.01 mL, 20% 첨가 24.01 mL, 30% 첨가 25.97 mL, 50% 첨가 27.93 mL로 나타났으며, 50% 첨가에서 가장 높게 나타나는 것으로 나타났다. Kim(2019)의 연구에서도 본 연구와 같이 첨가량이 증가할수록 발효율도 증가하는 것으로 나타났다.

일반성분 조성

바나나 사워종을 첨가하여 만든 식빵의 일반성분의 결과는 Table 6과 같다. 바나나를 첨가한 연구에서 바나나의 일반성분은 수분 75%, 회분 0.9 g, 조단백 1.1 g, 조지방 0.1 g으로 보고되었다(Choi, 2013). 본 연구에서는 식빵의 수분함량은 대조구 31.31%, 10% 첨가 32.54%, 20% 첨가 33.07%, 30% 첨가 33.90%, 50% 첨가 34.59%로 나타났으며, 사워종의 첨가량이 늘어날수록 수분의 함량도 늘어나는 것으로 나타났다. 조단백은 대조구 10.38%, 10% 첨가 10.45%, 20% 첨가 11.69%, 30% 첨가 10.95%, 50% 첨가 10.78%로 각각 나타났다. 대조구가 가장 낮게 나타났으며, 10%, 20%, 30% 첨가까지는 증가하다가 50% 첨가에서는 낮아지는 것으로 나타났다. 조지방은 대조구 11.57%, 10% 첨가 11.97%, 20% 첨가 11.17%, 30% 첨가 10.42%, 50% 첨가 10.05%로 나타났으며, 10% 첨가에서 가장 높게 나타나는 걸 알 수 있었다. 조회분 함량은 대조구 1.58%, 10% 첨가 1.43%, 20% 첨가 1.38%, 30% 첨가 1.30%, 50% 첨가 1.11%로 각각 나타났으며, 사워종의 첨가량이 늘어날수록 함량은 낮아지는 것으로

Table 4. pH and total titratable acidity (TTA) of sourdough dough bread prepared with different amounts of banana sour starter

Component		Banana sour starter (%)				
		Control	10	20	30	50
pH	Dough	5.17±0.01 ^{1)c2)}	5.34±0.01 ^a	5.32±0.01 ^b	5.13±0.01 ^d	5.08±0.02 ^e
	Bread	5.78±0.02 ^a	5.60±0.01 ^b	5.43±0.01 ^c	5.20±0.02 ^d	4.95±0.01 ^e
TTA (%)	Dough	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.10±0.01 ^a
	Bread	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.09±0.01 ^a

¹⁾Each value represents the mean±SD of three determinations (n=3).

²⁾Mean with different superscripts in the same row (^{a-c}) are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Fermentation power of dough expansion of sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter

Component	Banana sour starter (%)				
	Control	10	20	30	50
First proofing (mL)	14.96±0.04 ^{1)a2)}	12.01±0.01 ^c	13.01±0.01 ^b	13.02±0.02 ^b	13.03±0.01 ^b
Second proofing (mL)	22.01±0.01 ^d	22.01±0.01 ^d	24.01±0.01 ^c	25.97±0.06 ^b	27.93±0.06 ^a

¹⁾Each value represents the mean±SD of three determinations (n=3).

²⁾Mean with different superscripts in the same row (^{a-d}) are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. The proximate compositions of sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter

Component	Banana sour starter (%)				
	Control	10	20	30	50
Moisture (%)	31.31±0.20 ^{1)e2)}	32.54±0.17 ^d	33.07±0.16 ^c	33.90±0.18 ^b	34.59±0.27 ^a
Crude protein (%)	10.38±0.43 ^b	10.45±0.46 ^b	11.69±0.20 ^a	10.95±0.67 ^{ab}	10.78±0.40 ^b
Crude fat (%)	11.57±1.39 ^{ab}	11.97±1.18 ^a	11.17±0.82 ^{ab}	10.42±0.25 ^{ab}	10.05±0.62 ^b
Crude ash (%)	1.58±0.18 ^a	1.43±0.07 ^{ab}	1.38±0.09 ^b	1.30±0.02 ^b	1.11±0.09 ^c

¹⁾Each value represents the mean±SD of three determinations (n=3).

²⁾Mean with different superscripts in the same row (^{a-c}) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

나타났다. 블루베리 발효액종의 연구에서는 본 연구결과와는 조금 다르게 수분함량은 10, 20, 30 및 40%까지는 수분이 낮아지다 50% 첨가구에서 0.59% 증가하는 것으로 나타났으나 수분의 함량은 큰 차이를 나타내지 않았다(Hwang 등, 2018). 또한 사과액종을 첨가한 연구에서는 전체적으로 첨가량 증가에 따라 수분의 함량이 전체적으로 낮아지는 것으로 보고되었으며(Im과 Cha, 2019), 머루를 이용한 연구에서는 본 연구결과와 같이 첨가량의 증가에 따라 수분함량은 증가하는 것으로 나타났다(Bing 등, 2014).

식빵의 외관

Fig. 3에서 보는 바와 같이 바나나 사워종을 첨가하여 만든 식빵의 외관 사진은 대조구에 비하여 사워종의 첨가량이 증가할수록 식빵의 높이는 조금씩 증가하였으며, 대조구 < 10% 첨가 < 20% 첨가 < 30% 첨가 < 50% 첨가 순서대로 나타나 50% 첨가에서 가장 높게 나타남을 알 수 있었다. 반죽의 높이 변화에서도 사워종의 첨가량 증가에 따라 시간이 지남에 따라 더 높아지는 것으로 나타났으며, 대조구보다 첨

가구들의 식빵이 더 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한, 조직감에서도 경도가 낮을수록 식빵의 부피가 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 카무트 사워종을 이용한 연구에서도 경도가 낮을수록 본 연구결과와 같이 식빵의 부피가 더 높게 나타났다(Jung 등, 2017). 머루와 카무트, 사과전립분 사워종을 첨가한 연구에서도 식빵의 부피는 본 연구결과와 같이 첨가량이 증가할수록 높게 나타나는 것으로 보고되었다(Bing 등, 2014; Choi 등, 2016; Kim, 2018).

식빵의 색도

바나나 사워종을 첨가한 식빵의 색도는 Table 7과 같다. 식빵의 내부색의 경우 명도는 대조구 78.19, 10% 첨가 79.09, 20% 첨가 78.17, 30% 첨가 77.86, 50% 첨가 75.96으로 나타났다. 적색도는 대조구 -0.25, 10% 첨가 -0.45, 20% 첨가 -0.44, 30% 첨가 -0.38, 50% 첨가 -0.13으로 나타났다. 황색도는 대조구 21.65, 10% 첨가 20.96, 20% 첨가 19.33, 30% 첨가 18.80, 50% 첨가 18.64로 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 명도와 황색도는 감소하는 것으로 나타났다. 식빵의 겉

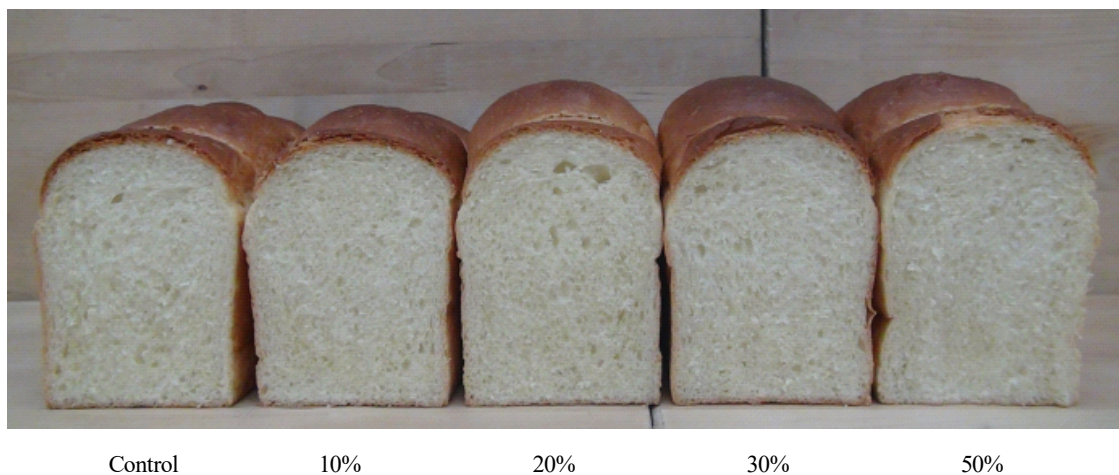


Fig. 3. Photographs of sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter.

Table 7. Hunter's color value of sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter

		Banana sour starter (%)				
		Control	10	20	30	50
Crumb	L	78.19±1.18 ^{1)ab2)}	79.09±0.83 ^a	78.17±0.09 ^{ab}	77.86±0.52 ^{ab}	75.96±2.24 ^b
	a	-0.25±0.12 ^{ab}	-0.45±0.10 ^c	-0.44±0.05 ^c	-0.38±0.10 ^{bc}	-0.13±0.03 ^a
	b	21.65±0.39 ^a	20.96±0.02 ^a	19.33±0.96 ^b	18.80±0.11 ^b	18.64±0.20 ^b
Crust	L	60.04±1.11 ^d	66.92±0.68 ^c	68.80±0.19 ^b	68.92±0.53 ^b	71.00±0.44 ^a
	a	16.95±0.06 ^a	12.93±0.49 ^b	12.33±0.33 ^b	10.24±0.70 ^c	9.65±0.61 ^c
	b	36.65±0.47 ^a	36.82±0.07 ^a	36.74±0.30 ^a	36.32±0.47 ^{ab}	35.28±1.27 ^b

¹⁾Each value represents the mean±SD of three determinations (n=3).

²⁾Mean with different superscripts in the same row (^{a-d}) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

질 외부색의 경우 명도는 대조구 60.04, 10% 첨가 66.92, 20% 첨가 68.80, 30% 첨가 68.92, 50% 첨가 71.00으로 나타났다. 적색도는 대조구 16.95, 10% 첨가 12.93, 20% 첨가 12.33, 30% 첨가 10.24, 50% 첨가 9.65로 나타났다. 황색도는 대조구 36.65, 10% 첨가 36.82, 20% 첨가 36.74, 30% 첨가 36.32, 50% 첨가 35.28로 나타났다. 적색도와 황색도는 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 밀가루를 첨가한 사워중 분말과 사워도우와 퀴노아 분말을 첨가한 연구에서도 첨가량이 증가할수록 본 연구결과와 같이 명도와 황색도는 감소하였고, 적색도는 증가하는 것으로 나타났다 (An과 Lee, 2012; Jung 등, 2020).

반죽과 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기손실률

바나나 사워중을 첨가한 반죽과 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기손실률은 Table 8과 같다. 반죽의 무게는 대조구 448.33 g, 10% 첨가 448.00 g, 20% 첨가 449.33 g, 30% 첨가 450.00 g, 50% 첨가 455.33 g으로 나타났으며, 대조구, 10%, 20%, 30% 첨가에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았

다(p<0.05). 냉각 후 식빵의 무게는 대조구 419.33 g, 10% 첨가 418.33 g, 20% 첨가 420.00 g, 30% 첨가 416.67 g, 50% 첨가 422.33 g으로 나타났다. 식빵의 부피는 대조구가 2,188.55 mL로 첨가구에 비하여 낮았으며, 10% 첨가 2,272.72 mL, 20% 첨가 2,356.90 mL, 30% 첨가 2,441.08 mL, 50% 첨가 2,493.70 mL로 첨가량 증가에 따라 부피는 증가하는 것으로 나타났다. 제품의 비용적은 대조구 4.89, 10% 첨가 5.08, 20% 첨가 5.26, 30% 첨가 5.44, 50% 첨가 5.48로 대조구가 가장 낮게 나타났다. 또한, 첨가량 증가에 따라 비용적은 높아졌으며, 50% 첨가에서 가장 높게 나타났다. 굽기손실률은 대조구 6.46%, 10% 첨가 6.62%, 20% 첨가 6.52%, 30% 첨가 7.41%, 50% 첨가 7.25%로 나타났으며, 첨가량 증가에 따라 비용적은 높게 나타났으며, 50% 첨가에서 가장 높게 나타났다. 사과전립분 사워중을 첨가한 연구에서도 첨가량 증가에 따라 반죽의 부피와 비용적, 굽기손실률은 증가하는 것으로 나타났다(Kim, 2018). 식빵의 비용적은 첨가되는 부재료에 따라 비용적에 영향을 주는 것으로 보고되어 있으며, 본 연구에서도 비용적에 따라 식빵의 부피가 달라지는 것

Table 8. Specific volume and baking loss of sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter

Banana sour starter (%)	Dough weight (g)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
Control	448.33±0.58 ^{1)b2)}	419.33±2.31 ^{ab}	2,188.55±7.32 ^c	4.89±0.01 ^c	6.46±0.39 ^b
10	448.00±1.73 ^b	418.33±0.58 ^b	2,272.72±7.60 ^d	5.08±0.02 ^d	6.62±0.23 ^b
20	449.33±2.08 ^b	420.00±1.00 ^{ab}	2,356.90±7.88 ^c	5.26±0.02 ^c	6.52±0.31 ^b
30	450.00±1.00 ^b	416.67±1.53 ^b	2,441.08±8.16 ^b	5.44±0.02 ^b	7.41±0.14 ^a
50	455.33±2.89 ^a	422.33±2.89 ^a	2,493.70±4.66 ^a	5.48±0.03 ^a	7.25±0.05 ^a

¹⁾Each value represents the mean±SD of three determinations (n=3).

²⁾Mean with different superscripts in the same row (^{a-c}) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 9. Textural characteristics of sourdough bread prepared with different amounts of banana sour starter

Items	Banana sour starter (%)				
	Control	10	20	30	50
Springiness (%)	88.22±1.49 ^{1)a2)}	88.35±0.54 ^a	88.94±1.48 ^a	89.22±1.28 ^a	90.50±2.43 ^a
Cohesiveness (%)	72.68±2.29 ^c	74.11±1.77 ^{bc}	74.32±2.12 ^{bc}	77.19±0.82 ^{ab}	79.60±3.08 ^a
Gumminess (g)	284.03±87.23 ^a	313.05±60.08 ^a	251.62±51.71 ^{ab}	213.43±17.23 ^{ab}	169.42±10.86 ^b
Brittleness (g)	251.13±81.89 ^a	276.73±54.26 ^a	224.26±49.79 ^{ab}	190.53±17.53 ^{ab}	153.25±9.12 ^b
Hardness (g/cm ²)	3.84±0.40 ^{ab}	4.61±0.88 ^a	3.72±0.77 ^{ab}	3.18±0.27 ^{bc}	2.59±0.29 ^c

¹⁾Each value represents the mean±SD of three determinations (n=3).

²⁾Mean with different superscripts in the same row (^{a-c}) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

으로 나타났다(Jung, 2015).

식빵의 조직감

바나나 사워종을 첨가하여 만든 식빵의 조직감의 결과는 Table 9와 같다. 탄력성은 대조구 88.22%, 10% 첨가 88.35%, 20% 첨가 88.94%, 30% 첨가 89.22%, 50% 첨가 90.50%로 나타났으며, 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다(p<0.05). 응집성의 경우 대조구 72.68%, 10% 첨가 74.11%, 20% 첨가 74.32%, 30% 첨가 77.19%, 50% 첨가 79.60%로 나타났으며, 첨가구에 비하여 대조구가 가장 낮았으며, 첨가량에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 검성의 경우 대조구 284.03 g, 10% 첨가 313.05 g, 20% 첨가 251.62 g, 30% 첨가 213.43 g, 50% 첨가 169.42 g으로 나타났으며, 대조구에 비하여 10% 첨가가 높게 나타났다. 또한, 첨가량에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 대조구와 10% 첨가에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다(p<0.05). 부서짐성의 경우 대조구 251.13 g, 10% 첨가 276.73 g, 20% 첨가 224.26 g, 30% 첨가 190.53 g, 50% 첨가 153.25 g으로 나타났으며, 첨가량에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 대조구와 10% 첨가에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p<0.05). 경도의 경우 대조구 3.84, 10% 첨가 4.61, 20% 첨가 3.72, 30% 첨가 3.18, 50% 첨가 2.59로 나타났으며, 10% 첨가가 가장 높게 나타났다. 사과전립분 사워종과 잔트커린츠 발효액을 첨가한 연구에서도 식빵의 탄력성과 응집성은 첨가량 증가에 따라 높게 나타났다. 검성과 부서짐성은 첨가량 증가에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 경도는 첨가량 증가에 따라 낮게 나타나는 것으로 본 연구결과와 같았다(Kim, 2018; Kim, 2019).

요 약

본 연구는 바나나 사워종을 첨가하여 제조한 식빵의 품질

특성을 분석하였다. 바나나 발효액의 당도와 알코올 함량은 발효일자가 늘어날수록 유의적으로 증가하였고(p<0.05) pH는 감소하는 경향이었다. 발효액의 적정산도는 발효 2일부터 유의적으로 증가하여 4일까지 높게 유지되었다(p<0.05). 반죽과 식빵의 pH는 사워종 첨가량이 증가할수록 낮아졌으며(p<0.05), 반죽과 식빵의 적정산도는 유의적인 차이가 없었다. 바나나 사워종의 첨가량에 따라 식빵의 수분 함량은 증가하였고, 조지방과 조회분 함량은 감소하였으며, 조단백 함량은 거의 변화가 없었다. 식빵의 외관은 사워종 첨가량이 증가할수록 높이가 바래하여 증가하였다. 식빵의 내부 색도는 첨가량이 증가할수록 명도와 황색도는 낮아졌고 적색도는 증가하였다. 식빵의 부피, 비용적 및 굽기손실률은 사워종 첨가량이 증가할수록 높아지는 것으로 나타났다. 식빵의 조직감에서 탄력성과 점착성은 첨가량이 증가할수록 높아졌으나 검성, 부서짐성 및 경도는 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 이상의 결과에서 바나나 사워종은 sourdough bread 제품 개발에 유용한 스타터로 활용이 기대된다.

감사의 글

본 연구결과는 2021학년도 광주여자대학교 교내연구비 지원에 의하여(과제번호 KWUI21-079) 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Young-Mo Kim <https://orcid.org/0000-0001-8509-7881>

References

- Ali M, Bhutani KK, Atal CK. Chemical constituents of banana. *J Sci Ind Res*, 43, 316-323 (1984)
- An HL, Lee KS. Effects of adding sourdough starter powder using Korean wheat flour on the quality of pan bread. *Culi Sci Hos Res*, 18, 183-198 (2012)
- AOAC. Official Methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 33-36 (2000)
- Bing DJ, Kim WT, Chun SS. Development of white bread using fermented wild grape sourdough. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 1896-1905 (2014)
- Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM. The Experimental Study of Food Houghton Mifflin. Boston, MA, USA, p 459 (1979)
- Chae DJ, Jang KH. Development of the sourdough manju production with cake flour and mixed probiotics. *J Korea Academia Industrial*, 15, 5693-5699 (2014)
- Chiavaro E, Vittadini E, Musci M, Bianchi F, Curti E. Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread ("Altamura bread"). *LWT Food Sci Technol*, 41, 58-70 (2008)
- Cho HS. Latest Food Materials. Munundang, Seoul, Korea, p 200 (1984)
- Choi IJ. Quality characteristics of white pan bread with the addition of banana. MS Thesis, Kyung Hee University, Korea, p 1-66 (2013)
- Choi JH, Kim EJ, Lee KS. Quality characteristics of sourdough bread made with kamut starter. *Culi Sci Hos Res*, 22, 117-133 (2016)
- Chung YK, Jang DH. Effects of fermented liquid dough on bread quality. *Korean J Community Living Sci*, 26, 127-133 (2015)
- Finny KF. An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem*, 61, 20-27 (1984)
- Han KS, Koh HY. Effects of ripening and storage temperatures on the quality of banana. *Korean J Food Preserv*, 6, 148-152 (1999)
- Hwang HS, Yoo DS, Shim JH. Whitening effect of banana leaf extract. *J Soc Cosmet Sci Korea*, 42, 37-43 (2016)
- Hwang KH, Jung HN, Choi OJ. Quality characteristics of milk bread added blueberry starter. *Korean J Food Preserv*, 25, 296-303 (2018)
- Im DY, Cha GH. Quality characteristics of white pan bread with apple liquid starter. *Korea J Food Cook Sci*, 35, 45-56 (2019)
- Jeong JW, Park KJ. Quality characteristics of loaf bread added with Takju powder. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 52-58 (2006)
- Jung JH, Han JH, Lee MH. Quality characteristics and antioxidant activity of morning bread with sourdough with quinoa powder. *Culi Sci Hos Res*, 26, 1-11 (2020)
- Jung KT, Park BG, Lee MH. Quality Characteristics of sourdough bread using fermented fig. *Culi Sci Hos Res*, 23, 56-65 (2017)
- Jung KT. Physicochemical properties of sourdough bread using *Ficus carica* L. MS Thesis, Hansung University, Korea, p 1-91 (2015)
- Kim JM, Park ML, Lee MH, Kwon SH, Kwon SJ, Kim MS, Lee JS. Quality and antioxidant properties of salad dressing added with pumpkin, banana, and pineapple vinegars. *Korean Soc Food Sci Nutr*, 46, 1486-1493 (2017)
- Kim JS, Kim JY, Kim GC, Kim KM, Kang MH. Quality characteristics and antioxidant properties of saccharified banana gruels. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 1071-1078 (2013)
- Kim JW, Youn KS. Effects of ripeness degree on the physicochemical properties and antioxidative activity of banana. *Korean J Food Preserv*, 20, 475-481 (2013)
- Kim MY, Chun SS. Quality characteristics of rye mixed bread prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough. *J East Asian Soc Diet Life*, 18, 87-94 (2008)
- Kim MY. Study of post climacteric characteristics of banana during cold storage and ripening. MS Thesis, Chonnam National University, Korea, p 3-48 (2003)
- Kim SK, Park YM, Yoon HH. Quality characteristics of sourdough bread made with rice bran sour starter. *Culi Sci Hos Res*, 26, 45-54 (2020)
- Kim SY, O HB, Lee PR, Kim YS. Effect of banana peel on quality characteristics and antioxidant activities of wet noodles. *Culi Sci Hos Res*, 25, 137-146 (2019)
- Kim YE, Paik HD, Kim SY, Lee JH, Lee SK. Effects of liquid broth cultured with red koji on the rheological properties of white pan bread dough. *Korean J Food Sci Technol*, 43, 235-239 (2011)

- Kim YM. Quality characteristics of sourdough bread with apple whole wheat flour sour starter. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 47, 468-475 (2018)
- Kim YM. Quality characteristics of sourdough bread with fermented zante currants juice. *Korean J Food Nutr*, 32, 259-266 (2019)
- Koh HY, Park HW, Kang TS. Effect of packaging methods on the storage of banana. *Korean J Food Sci Technol*, 737-741 (1988)
- Lee GS. Quality characteristics of baguette added with hanrabong sour starter. MS Thesis, Kyung Hee University, Korea, p 1-57 (2019)
- Lee KS, Park GS. Quality characteristics of bread containing sourdough using various grain flours. *Korean J Food Cook Sci*, 31, 264-279 (2015)
- Lee MK, Kang SM, Lee SK. Characteristics of flour ferment with seed mash containing wheat flour koji and lactic acid bacteria. *J Korea Soc Appl Biol Chem*, 49, 97-102 (2006)
- Mitsou EK, Kougia E, Nomilos TZ, Yannakoulia M, Mountzouris KC, Kyriacou A. Effect banana consumption on faecal microbiota: A randomised, controlled trial. *Anaerobe*, 17, 384-397 (2011)
- Park JS, Lee YJ, Chun SS. Quality characteristics of sponge cake added with banana powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 1509-1515 (2010)
- Park MG, Ji HY, Joo SY. Quality and antioxidant properties of morning bread added with sourdough according to the mixing ratios of sea buckthorn leaf. *Korean J Food Preserv*, 28, 621-631 (2021)
- Sanz-Penella JM, Tamayo-Ramos JA, Haros M. Application of bifidobacteria as starter culture in whole wheat sourdough breadmaking. *Food Bioprocess Technol*, 5, 2370-2380 (2011)
- Yoo BS, Yun CS, Kim HA, Chang YH. Quality characteristics of white bread made with makgeolli sourdough. *Korea J Food Cook Sci*, 33, 94-103 (2017)