

분말화한 홍국 Sourdough를 첨가한 Sourdough Bread의 품질 특성

이재훈¹ · 곽은정² · 이영순^{1*}

¹경희대학교 식품영양학과

²영남대학교 식품외식학부

Quality Characteristics of Sourdough Breads Added with Red Koji Rice Sourdough Powder

Jae-Hoon Lee¹, Eun-Jung Kwak², and Young-Soon Lee^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Kyung-Hee University, Seoul 130-701, Korea

²Dept. of Food Technology & Food Service Industry, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the physical characteristics of sourdough starter containing red koji rice (SD1: 0%, SD2: 10%, SD3: 20% and SD4: 40%) and to compare the quality characteristics of sourdough breads containing 10% red koji rice powder with those of sourdough bread containing with vollaauer powder (VPB) and white wheat bread (WWB) prepared with starter SD1. The activity of β -amylase increased with increasing amount of red koji rice. Organic acids of sourdough starter with red koji rice (SD2, SD3 and SD4) were higher than that of sourdough starter SD1. The peak time, peak value width of tail, pH, and L value were high in WWB, while the proofing power and a and b values of WWB were lower than those of VPB and sourdough bread containing SD1 (SPB1), SD2 (SPB2), SD3 (SPB3), or SD4 (SPB4). The lowest pH, baking loss, and specific volume were observed with the VPB. The baking loss of SPB4 (sourdough bread containing SD4) was the highest (13.01%). Overall, hardness and springiness were low in sourdough bread containing red koji rice powder, whereas sourness and off-flavor were higher than in VPB. Results of specific volumes, hardness and sensory evaluation indicated that the addition of 10% red koji rice powder to sourdough starter can improve the quality characteristics of the sourdough bread.

Key words: bread, sourdough powder, red koji rice, physical and sensory characteristics

서 론

Sourdough bread는 북유럽에서 곡류를 갈아 거친 상태의 분말에 물을 첨가하여 만들어졌던 오랜 역사를 가지고 있는 빵의 종류로서(1), 밀가루와 호밀가루 등의 탄수화물이 야생 효모와 젖산균에 의해 분해·발효되어 젖산, 초산, 알코올, 이산화탄소가 형성되어 부풀게 된 반죽을 구운 것이다(2,3). Sourdough bread는 제빵용 효모가 상업적으로 이용되기 시작한 19세기 이전까지 제조되다가, 장시간의 발효와 균일한 제품 생산의 어려움 등 기술적인 문제점으로 인하여 기피하게 되어 상업용 효모만을 이용한 빵이 주로 생산되게 되었다(4,5). 그러나 sourdough bread는 호밀분과 보리분 등의 첨가로 인하여 건강빵으로 인식되고 있으며, 상업용 효모를 이용한 일반적인 yeast-bread보다 제품의 질감, 향, 관능적 특성, 저장성 등이 우수하여 소비자들의 관심이 높아지고 있다(6,7). 한편 sourdough bread의 제조를 위한 starter 제조 방법에는 상업용 효모와 젖산균을 첨가하여 제조하는 방

법, 효모나 젖산균을 첨가하지 않는 전통적인 방법, 제조된 sourdough starter를 건조하여 분말화하는 방법이 있다(8).

홍국(red koji rice)은 증백미에 *Monascus*속 곰팡이를 접종하여 건조시킨 것으로 중국, 일본, 인도네시아 등 아시아권 국가들에서 술, 두부 등의 착색제, 보존제 등으로 사용되어 왔으며(9,10), 중국의 본초강목(本草綱目)에는 홍국을 소식활혈(消食活血)이라 기록하여 소화불량과 설사를 다스리는데 유용하며 부인병을 개선하는데 효과가 있는 약리성 물질로 기록되어 있다(11). 또한 홍국이 생산하는 monacolin K는 항진균성, 면역억제효과, 항암효과와 콜레스테롤 생합성 억제 등의 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며(12,13), 최근에는 홍국을 기능성 재료로 사용하여 고추장, 식초, 두부 등의 식품에 적용하고 있다(14).

본 연구에서는 홍국을 이용하여 전통적인 방법으로 sourdough starter를 제조한 후 동결·건조·분말화하고 bread의 품질특성을 조사하여 현재 수입에 의존하고 있는 sourdough powder를 대체할 수 있는 제품으로서의 가능성을 알

*Corresponding author. E-mail: yyslee@khu.ac.kr
Phone: 82-2-961-0881, Fax: 82-2-968-0260

Table 1. Multiple-stage starter build-up procedure

(unit: g)

Samples ¹⁾	Day ²⁾	Maturing time (hrs) at 30°C	Sourdough	Rye flour, red koji rice ³⁾	Water	Total
SD1	0	0	-	1	1	2
SD2	1	24	-	1	1	2
SD3	2	24	2	4	4	10
SD4	3	24	10	20	20	50
	4	24	50	100	100	250

¹⁾SD1, SD2, SD3 and SD4 are added of red koji rice 0, 10, 20 and 40% by weight per rye flour.²⁾0 day=after mixed flour (rye flour, red koji rice) and water, 1 day=24 hrs after mixed flour and water, 2 day=added 1 day sourdough, 3 day=added 2 day sourdough, 4 day=added 3 day sourdough.³⁾Sum of rye flour and red koji rice.

아보고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 재료는 밀가루(강력분, CJ), 호밀분(삼선식품), 설탕(CJ), 버터(서울우유), 소금(영진그린식품), 드라이이스트(S.I. Lesaffre, France), 탈지분유(서울우유), 홍국(한스바이오)을 사용하였으며, 홍국 sourdough powder와 비교하기 위하여 상업적으로 판매되고 있는 vallsauer (Bakemark Co., Germany)를 사용하였다.

Sourdough starter의 제조

Sourdough starter의 제조·혼합 비율은 전보(15)와 동일하게 제조하였다. 즉, 호밀가루와 홍국의 첨가 비율은 100:0 (SD1), 90:10(SD2), 80:20(SD3), 60:40(SD4)의 4종류이었고, 수분은 dough yield 200(DY200=fLOUR 100+water 100)에 의해 첨가하였다. Sourdough starter는 전통적인 방법에 의해 multiple-stage법으로 제조하였다. 0일은 혼합 직후, 1일은 혼합한지 24시간이 지난 후, 2~4일은 각각 24시간 이전에 제조한 starter의 전량을 첨가·혼합하였으며, 30°C의 항온기(MIR-153, Sanyo, Japan)에서 24시간 간격으로 총 4일간 발효시켰다.

Sourdough starter의 특성

효소활성 측정: Starter의 발효시간 및 홍국 첨가량에 따른 α-amylase 활성 측정은 Oh 등(16)의 방법에 의해, 시료 1 g에 증류수 9 mL를 가하여 진탕한 후 원심분리한 상등액 1 mL와 1% 전분용액 2 mL, 0.02 M 인산 완충액(pH 6.9) 1 mL를 혼합하였다. 그리고 40°C에서 30분간 방치한 후 1 M 초산 10 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨 후 효소액에 0.003 N 요오드 용액 10 mL를 첨가하고 660 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 효소액 1 mL에 나타내는 흡광도 차이(blank-시료)를 활성단위로 표시하였다.

β-amylase 활성 측정은 Miller(17)의 방법에 의해, 시료 1 g과 증류수 9 mL를 가하여 진탕한 후 원심분리한 상등액 1 mL, 1% 전분용액과 0.4 M 초산 완충액(pH 4.8)을 혼합한 기질용액 1 mL를 혼합하였다. 그리고 30°C에서 10분간 반응

시킨 후 DNS 3 mL를 첨가하여 100°C에서 5분간 발색시키고, 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. Maltose를 사용하여 표준곡선을 작성하였고, 효소액 1 mL가 maltose 1 mg을 유리시키는 역가를 1 unit으로 표시하였다.

유기산 측정: Starter의 발효시간 및 홍국 첨가량에 따른 sourdough starter의 유기산 측정은 Paramithiotis 등(18)의 방법에 의해 시료 1 g과 25 mM 인산 완충액 9 mL(pH 5.6)를 혼합·진탕한 후 원심분리한 상등액 1 mL에 70% 과염소산 50 μL를 혼합하고, 4°C에서 24시간 방치하였다. 그 후 4°C에서 12,000 rpm으로 10분간 원심분리한 상등액을 syringe filter(pore size, 0.45 μm)로 여과하여 유기산 측정용 시료로 사용하였으며, HPLC(LC 1100 Series, Hewlett Packard Co., Ltd., USA)를 이용하여 분석하였다. 표준물질은 malic acid, lactic acid, acetic acid, citric acid(Sigma Co.)를 사용하였으며, HPLC의 분석조건은 Table 2와 같다.

색소 측정: Starter의 발효시간 및 홍국 첨가량에 따른 sourdough starter의 색소의 변화 측정은 Youn 등(14)의 방법에 의해 시료 1 g과 80% ethanol 9 mL를 혼합하고 4°C에서 3시간 동안 방치시켰다. 그리고 Whatman paper No. 3을 이용하여 여과한 후 500 nm에서 흡광도를 측정하고 흡광도 1을 1 unit으로 하여 각 starter의 적색색소로 나타내었다.

Sourdough bread의 제조

Sourdough bread의 제조는 Finny(19)의 방법을 일부 변형하여 직접반죽법으로 제조하였으며, 사용된 재료의 배합 비율은 Table 3과 같다. 3일간 배양한 sourdough starter를 동결건조하고 분말화하여 120 mesh를 통과시킨 후 사용하였다. Sourdough powder는 다른 재료들과 함께 혼합하고,

Table 2. Operating conditions of HPLC for analysis of organic acid contents

Column	4.6 mm×150 mm×5 μm ZORBAX SB-Aq
Mobile phase	20 mM aqueous phosphate buffer pH 2.0/acetonitrile=96/4 (v/v)
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	1 μL
Column temperature	25°C
Detection	UV-VWD detection wavelength 210 nm
Sample preparation	Filtration over 0.45 μm filter

Table 3. Formula for the manufacture of breads added with sourdough powder

Ingredients	Control bread ¹⁾		Sourdough bread ²⁾	
	%	g	%	g
Wheat flour	100	500	90	450
Powdered sourdough starter	-	-	10	50
Butter	2	10	2	10
Water	65	325	65	325
Sugar	5	25	5	25
Powdered skim milk	2	10	2	10
Yeast	2	10	2	10
Salt	1.8	9	1.8	9
Total	177.8	889	177.8	889

¹⁾Control bread=white wheat bread (WWB).

²⁾Sourdough bread=added with vollaauer powder (VPB), added with SD1 powder (SPB1), added with SD2 powder (SPB2), added with SD3 powder (SPB3), added with SD4 powder (SDP4).

버티컬 믹서(NVM-12, Dae-yung Machinery Co., Korea)를 이용하여 글루텐을 충분히 형성시킨 후 60분간 1차발효를 하고, 160 g으로 분할하여 등글리기 한 후 10분간 중간발효를 하였다. 중간발효가 끝난 후 성형하고 팬에 넣어 40분간 2차발효를 하였다. 2차발효가 끝난 반죽은 윗불 200°C, 아랫불 180°C로 예열된 오븐(Dae-yung Machinery Co., Korea)에서 25분간 굽고, 상온(25°C)에서 60분간 냉각시킨 후 시료로 사용하였다.

반죽의 특성

Mixograph: Sourdough powder의 첨가에 따른 반죽의 제빵 특성을 알아보기 위하여 전보와 동일한 조건(15)에 의해 mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 측정하였다. Mixograph의 spring 장력은 12에 고정하였으며, 시료 10 g을 mixograph 반죽기에 넣고 물 6.5 mL를 첨가하였다. 반죽시간은 10분, 실내온도는 25°C로 하여 peak time, peak value, left slope, right slope, 8분 후의 width of tail을 얻어 이 결과들로부터 sourdough powder를 첨가한 반죽의 제빵 특성을 알아보았다.

pH 및 적정산도 측정: 반죽의 pH의 측정은 혼합 직후, 1차발효 후, 2차발효 후의 시료 5 g을 취하여 증류수 45 mL를 가한 후 진탕하고, 4,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 pH meter(Corning 440, USA)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 pH의 측정과 같은 조건으로 얻은 상등액을 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.5까지 소비된 0.1 N NaOH의 양으로 하였다.

발효 팽창력 측정: 반죽의 발효 팽창력은 Kim 등(20)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 즉, 완료된 반죽 15 g을 취해 100 mL의 메스실린더에 담은 후 온도는 27°C, 습도는 80±5%인 조건에서 20분 간격으로 60분까지 반죽의 부피 변화를 측정하여 다음과 같은 방법으로 발효 팽창력을 나타내었다.

$$\text{발효 팽창력(\%)} = \frac{(\text{증가한 부피} - \text{초기 부피})}{\text{초기 부피}} \times 100$$

Sourdough bread의 특성

비용적 및 굽기 손실 측정: Sourdough bread의 부피는 제빵 후 상온(25°C)에서 30분간 냉각하여 종자치환법을 이용하여 측정된 후 비용적(mL/g)으로 나타내었다. 굽기 손실 측정은 제빵 후 상온(25°C)에서 60분간 냉각한 뒤 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이를 이용하여 굽기 손실률(%)을 계산하였다(21).

색도 측정: Sourdough bread의 색도는 색차계(Js555, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 제빵 후 60분간 냉각하고 bread의 중앙 부분을 원통형(3.5×1.5 cm)으로 잘라 측정하였다. L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였으며, 표준백판은 L=114.15, a=-0.18, b=-0.24였다.

Texture 측정: Sourdough bread의 texture 특성은 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., LTD., Japan)를 이용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess) 및 부서짐성(brittleness)을 측정하였으며, 측정조건은 Table 4와 같다.

저장 기간에 따른 경도 변화 측정: Sourdough powder를 첨가한 bread의 저장 기간별 경도의 측정은 rheometer를 이용하였으며, 노화정도를 알아보기 위하여 Table 4와 같은 조건으로 경도를 측정하였다. Sourdough bread를 상온(25°C)에서 60분간 냉각 후(0일)의 값과 1, 2, 3일 경과 후의 값을 측정하였다(22).

관능검사: Sourdough bread의 관능검사는 관능검사요원 30명을 선정하여 측정항목에 대하여 충분히 훈련시킨 후 bread의 중앙부분을 2.0×2.0×2.0 cm의 크기로 절단하여 제공하였다. 측정방법은 단단한 정도, 탄력성, 신맛, 이취(1:매우 약하다, 7:매우 강하다) 및 전체적인 기호도를 측정하였다.

통계처리

실험의 결과는 평균±표준편차로 나타내었으며, data의 통계처리는 SPSS 12.0 version에 의한 분산분석(ANOVA)을 실시하여 각 측정 평균값간의 유의성을 p<0.05 수준으로 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다.

Table 4. Operating conditions of rheometer

Measurement	Condition
Type	Two bite compression test
Adaptor type	10.0 mm
Sample size	20.0×20.0×20.0 mm
Load cell	2.0 kg
Deformation	50%
Table speed	300.0 mm/min
Graph speed	35.0 mm/min

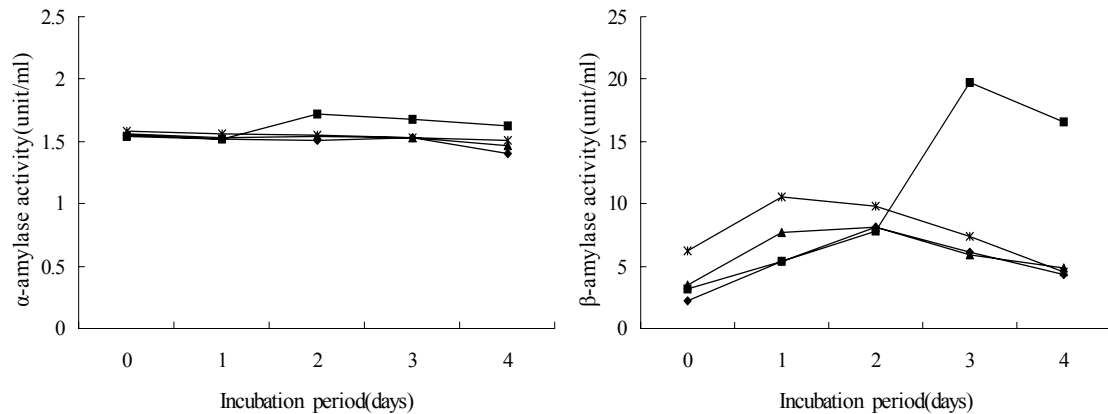


Fig. 1. Changes in α -amylase and β -amylase activities of sourdough starter by incubation period and addition of red koji rice. SD1: \blacksquare , SD2: \blacklozenge , SD3: \blacktriangle , SD4: \blackstar . Refer to Table 1 for samples (SD1~4).

결과 및 고찰

Sourdough starter의 특성

효소활성: Sourdough starter의 발효시간 및 홍국 첨가량에 따른 효소활성의 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 홍국이 첨가되지 않은 SD1, 홍국이 10, 20, 40% 첨가된 SD2, SD3, SD4의 α -amylase 활성은 SD1 1.54~1.62 unit/mL, SD2 1.40~1.55 unit/mL, SD3 1.47~1.56 unit/mL, SD4 1.51~1.58 unit/mL로 나타났다. 모든 시료는 2일에서 최대의 효소활성을 나타낸 후 서서히 감소하였으며, SD1의 효소활성은 0일과 1일에서 홍국이 첨가된 시료들과 유사한 활성을 나타내었으나 2일 이후 높게 나타났다($p < 0.05$). β -amylase 활성은 SD1의 경우 0일에서 2일까지 완만히 증가하다가 3일에서 최대의 활성(19.67 unit/mL)을 나타낸 후 4일에서 16.58 unit/mL로 감소하였다($p < 0.05$). SD2와 SD3은 2일, SD4는 1일에서 최대의 활성을 나타낸 후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 홍국 첨가량에 따른 β -amylase 활성의 변화는 2일까지 SD1 < SD2 < SD3 < SD4의 순서로 홍국 첨가량의 증가에 따라 증가하였고, 3일과 4일에서는 SD1의 효소활성이 SD2~4에 비해 현저하게 높게 나타났다. 이와 같이 시간의 경과에 따라 효소활성이 감소하는 이유는 α -amylase의 최적 pH 범위는 pH 7, β -amylase는 pH 5정도 (23)이므로, sourdough starter가 발효과정을 거치는 동안 생성된 유기산으로 인하여 pH가 저하됨에 따라 효소활성이 감소된 것으로 생각된다.

유기산: Sourdough starter의 발효시간 및 홍국의 첨가량에 따른 유기산의 분석 결과는 Fig. 2에 나타내었다. Malic acid의 경우, SD1은 3일에서 최고치(228.25 mg%)를 나타낸 후 감소하는 경향을 나타내었으며, SD2~4는 0일에서 2일까지 증가하다가 점차 감소하였다($p < 0.05$). SD1은 SD2~4에 비해 모든 발효시간에서 낮게 나타났으며, 홍국의 첨가량이 증가할수록 malic acid의 함량이 높게 나타났다. Lactic acid의 경우, SD1은 0일에서 4일까지의 발효시간이 증가함에 따

라 급격히 증가하였으며, SD2~4는 2일 최고치를 나타낸 후 점차 감소하였다($p < 0.05$). SD1의 lactic acid의 함량은 SD2~4의 함량에 비해 모든 발효시간에서 낮게 나타났으며, 홍국의 첨가량이 증가할수록 lactic acid의 함량이 높게 나타났다. Acetic acid의 경우, SD1은 0일에서 4일까지의 발효시간이 증가함에 따라 증가하였으며, SD2는 1일(66.88 mg%), SD3과 SD4는 2일에서 최고치(111.30, 124.97 mg%)를 나타낸 후 감소하였다. 홍국의 첨가량이 증가할수록 acetic acid의 함량은 높게 나타났다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 Paramithotis 등(18)과 Calderon 등(24)의 sourdough starter에서의 lactic acid와 acetic acid의 변화와 일치하였다. Citric acid의 경우, SD1은 발효시간이 증가함에 따라 증가하였으며, SD2~4는 2일에서 최고치를 나타낸 후 감소하였다($p < 0.05$). SD1은 0일에서 SD2~4와 유사하게 측정되었으나, 이후 발효시간에서는 유의적으로 낮게 나타났($p < 0.05$). 홍국의 첨가량이 증가할수록 SD2~4는 모든 발효시간에서 citric acid가 높게 나타났다($p < 0.05$). Sourdough starter의 유기산 함량은, SD1의 경우 발효시간이 증가함에 따라 증가하였고, SD2~4의 경우 2일에서 최고치를 나타낸 후 점차 감소하는 경향을 나타내었으며, 4일에서 가장 낮은 함량을 나타내어 sourdough starter는 3일내로 제조하는 것이 sourdough bread의 신맛 및 단맛 등의 특징적 맛을 최대한 나타낼 수 있을 것으로 생각한다.

색소: Sourdough starter의 발효시간 및 홍국 첨가량에 따른 *Monascus*속 곰팡이의 대사산물인 적색색소의 변화는 Table 5에 나타내었다. SD1은 500 nm에서 홍국을 첨가하지 않았기 때문에 적색색소의 함량이 가장 낮게 나타났으며, SD2~4는 starter를 제조한 직후인 0일에서 최고치, 1일에서 최저치를 나타낸 후 점차 증가하는 경향을 보였다. 홍국의 첨가량이 증가할수록 SD2~4의 적색색소는 높게 나타났다($p < 0.05$). Lim과 Kawk(25)에 의하면 홍국의 적색색소는 낮은 pH와 acetic acid, lactic acid와 같은 유기산의 첨가에 따라 저장기간 동안 홍국색소의 분해율이 증가하여 적색색소

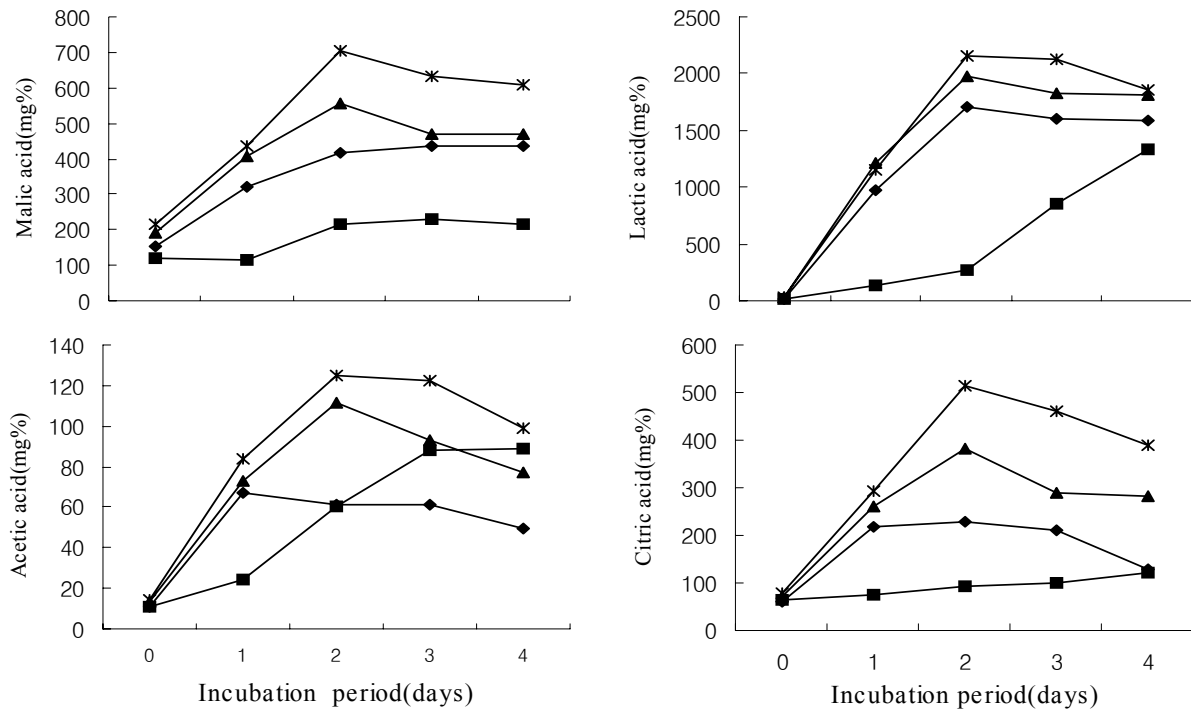


Fig. 2. Changes in organic acids of sourdough starter by incubation period and addition of red koji rice. SD1: ■, SD2: ◆, SD3: ▲, SD4: ✱. Refer to Table 1 for samples (SD1~4).

Table 5. Changes in pigment extraction of sourdough starter by incubation period and addition of red koji rice (O.D. 500)

Samples ¹⁾	Incubation period (days)					
	0	1	2	3	4	
SD1	0.47±0.01 ^{2)dD3)}	0.43±0.01 ^{cD}	0.53±0.01 ^{aD}	0.48±0.00 ^{cD}	0.51±0.01 ^{bD}	
SD2	2.28±0.02 ^{aC}	1.76±0.01 ^{dC}	1.86±0.02 ^{cC}	1.90±0.04 ^{cC}	1.98±0.04 ^{bC}	
SD3	4.15±0.10 ^{aB}	3.26±0.09 ^{dB}	3.45±0.03 ^{cB}	3.45±0.02 ^{cB}	3.73±0.03 ^{bB}	
SD4	7.81±0.18 ^{aA}	6.35±0.07 ^{cA}	7.32±0.15 ^{bA}	7.38±0.12 ^{bA}	7.72±0.06 ^{aA}	

¹⁾Refer to Table 1. ²⁾Mean±SD. ³⁾Means with different letters in row (a-e) and column (A-D) are significantly different at p<0.05.

량이 감소한다고 보고한 것과 같이 SD2~4의 적색색소가 1일에서 감소하는 것은 본 연구의 pH가 1일에서 pH 4.50~4.65로 저하되고, 유기산이 생성되어 홍국의 적색색소량이 감소한 것으로 사료되며, 2일 이후 적색색소가 완만히 증가하는 것은 각 발효시간에서 일정량의 홍국을 첨가하기 때문인 것으로 생각한다.

반죽의 특성

Mixograph: 상업용 sourdough powder와 홍국 sourdough powder의 첨가가 반죽 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 mixograph를 이용한 결과는 Table 6에 나타내었다. 밀가루만을 이용한 대조군인 WWB와 상업용 sourdough powder를 첨가한 VPB, 홍국을 0% 첨가하여 제조(SD1)한 후 분말화한 sourdough powder를 첨가한 SPB1, 홍국을 10% 첨가하여 제조(SD2)한 후 분말화한 sourdough powder를 첨가한 SPB2, 홍국을 20% 첨가하여 제조(SD3)한 후 분말화한 sourdough powder를 첨가한 SPB3, 홍국을 40% 첨가하여 제조(SD4)한 후 분말화한 sourdough powder

를 첨가한 SPB4로 나누어 측정하였다. 반죽이 최대 점탄성을 가질 때의 시간인 peak time은 WWB 경우 5.09분으로 가장 길었으며, VPB 경우 3.83분으로 WWB에 비하여 1.26분이 단축되었다. SPB1~4는 각각 4.12, 4.04, 3.76, 3.67분으로 나타나 WWB에 비하여 유의적으로 peak time이 단축되었으며, sourdough starter 제조 시 첨가된 홍국의 함량이 많을수록 peak time이 단축되었다(p<0.05). 이러한 결과는 본 연구의 Table 7과 같이 VPB와 SPB1~4가 산도가 높고, 밀가루 이외의 곡물 가루로 인하여 반죽내 글루텐 함량이 WWB에 비하여 부족하기 때문인 것으로 생각한다. Peak time에서의 점탄성을 나타내는 peak value는 WWB는 54.69%로 가장 높게 나타났으며, SPB2는 54.43%로 나타나 WWB와 유사하게 나타났다. Sourdough powder를 첨가한 비교군은 WWB에 비하여 반죽의 형성정도를 나타내는 왼쪽 기울기가 급격히 증가하였으며, 반죽의 약화정도를 나타내는 오른쪽 기울기는 점차 증가하여 글루텐의 약화가 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. 반죽이 시작되고 난 8분 후의

Table 6. Mixograph characteristics of sourdough breads added with sourdough powder

Samples ¹⁾	Peak time (min)	Peak value (%)	Left of slope (%/min)	Right of slope (%/min)	Width of tail (%)
WWB	5.09±0.30 ^{2)a3)}	54.69±0.11 ^a	2.48±0.27 ^d	-2.23±0.04 ^a	11.13±0.66 ^a
VPB	3.83±0.27 ^{bc}	53.52±0.09 ^{cd}	6.55±0.01 ^b	-3.81±0.55 ^{bc}	4.70±0.03 ^c
SPB1	4.12±0.16 ^b	54.19±0.09 ^b	5.75±0.15 ^c	-3.05±0.55 ^{ab}	6.46±0.55 ^b
SPB2	4.04±0.21 ^{bc}	54.43±0.34 ^{ab}	6.36±0.64 ^b	-4.00±0.22 ^c	5.07±0.05 ^c
SPB3	3.76±0.28 ^{bc}	53.74±0.20 ^c	6.71±0.30 ^{ab}	-4.57±0.19 ^c	4.83±0.08 ^c
SPB4	3.67±0.05 ^c	53.25±0.01 ^d	7.20±0.05 ^a	-4.71±0.89 ^c	4.37±0.34 ^c

¹⁾WWB=White wheat bread (control), VPB=Sourdough bread is added with vallsauer powder, SPB1=Sourdough bread is added with SD1 powder, SPB2=Sourdough bread is added with SD2 powder, SPB3=Sourdough bread is added with SD3 powder, SPB4=Sourdough bread is added with SD4 powder.

²⁾Mean±SD.

³⁾Means with different letters in column are significantly different at p<0.05.

Table 7. Changes of pH and titratable acidity in doughs added with sourdough powder during baking process

Samples ¹⁾	pH			Titratable acidity		
	Mixed dough	1st fermentation	2nd fermentation	Mixed dough	1st fermentation	2nd fermentation
WWB	5.78±0.03 ^{2)a3)}	5.41±0.03 ^a	5.26±0.05 ^a	0.94±0.03 ^d	1.46±0.03 ^c	1.86±0.12 ^d
VPB	5.37±0.02 ^e	5.04±0.02 ^f	4.96±0.02 ^e	1.17±0.02 ^a	1.78±0.03 ^a	2.04±0.10 ^{bc}
SPB1	5.64±0.01 ^b	5.28±0.02 ^b	5.12±0.02 ^b	1.00±0.01 ^c	1.58±0.08 ^d	2.09±0.05 ^{ab}
SPB2	5.58±0.01 ^c	5.21±0.01 ^c	5.04±0.01 ^c	1.13±0.04 ^b	1.57±0.03 ^d	1.99±0.02 ^c
SPB3	5.56±0.01 ^{cd}	5.18±0.01 ^d	5.02±0.01 ^{cd}	1.11±0.01 ^b	1.66±0.02 ^c	2.11±0.06 ^{ab}
SPB4	5.54±0.03 ^d	5.15±0.02 ^e	5.01±0.01 ^d	1.13±0.02 ^b	1.72±0.04 ^b	2.14±0.05 ^a

¹⁾Refer to Table 6. ²⁾Mean±SD. ³⁾Means with different letters in column are significantly different at p<0.05.

끝부분의 폭(width of tail)은 WWB 11.13%, VPB 4.70%, SPB1~4는 각각 6.46, 5.07, 4.83, 4.37%로 측정되었다. 8분 후 끝부분의 폭의 결과는 반죽의 내구성을 나타내는 지표로 삼을 수 있으므로(26), sourdough powder를 첨가하여 bread를 제조 시 반죽의 내구성은 다소 떨어지는 것으로 나타났다.

pH 및 적정산도: 상업용 sourdough powder와 홍국 sourdough powder를 첨가한 반죽의 발효과정 중 pH 및 적정산도의 결과는 Table 7에 나타내었다. WWB의 pH는 제조 직후 pH 5.78, 2차발효 후 pH 5.26으로 발효시간이 경과함에 따라 감소하였으며, 일반적인 wheat bread의 pH 변화와 일치하였다(27). VPB의 pH는 제조 직후, 2차발효 후 각각 pH 5.37, pH 4.96로 모든 시료 중 가장 낮았다. SPB1~4는 2차발효 후 pH 5.01~5.12의 범위로 나타나 WWB보다 낮았으나, pH 5.0 이상인 것으로 나타났다. 제빵 시 반죽의 발효 속도와 가스 보유력은 pH의 영향을 받으며 pH 5.5 부근에서는 안정적이지만, pH 5.0 이하에서는 효모의 작용이 떨어지며 발효 속도와 가스 보유력이 약화된다고 보고하였다(20). 본 실험의 결과, pH 5.0 이상을 나타낸 WWB와 SPB1~4는

가스 보유력에 크게 영향을 받지 않을 것으로 추측되며, pH 5.0 이하인 VPB는 가스 보유력에 영향을 받아 bread의 품질에도 영향을 미칠 것으로 생각한다.

상업용 sourdough powder와 홍국 sourdough powder를 첨가한 반죽의 발효과정 중 적정산도의 변화를 측정한 결과, VPB와 SPB1~4의 적정산도는 WWB에 비하여 높게 나타났다. 혼합 직후 VPB의 적정산도는 1.17로 가장 높았지만, 2차발효 후에는 홍국 sourdough powder를 첨가한 bread의 적정산도가 높은 경향을 나타냈다.

Sourdough bread의 특성

비용적 및 굽기 손실: Sourdough powder를 첨가한 bread의 비용적 및 굽기 손실에 대한 결과는 Table 8에 나타내었다. VPB의 비용적은 3.73 mL/g으로 모든 시료 중 가장 낮았으며, WWB, SPB1, 2는 629.19~641.50 mL/g으로 나타나 VPB 및 SPB3, 4보다 높았다. 반죽의 가스 보유력은 pH 5.0 이하에서 저하되므로 pH 측정 결과와 일치하였다. 제빵 후 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이를 이용한 굽기 손실률(%)은 VPB가 11.97%로 나타나 굽기 전의 중량과 굽

Table 8. Specific volumes and baking loss of sourdough breads added with sourdough powder

Samples ¹⁾	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Bread weight (g)	Baking loss (%)
WWB	632.17±17.54 ^{2)a3)}	3.95±0.11 ^{ab}	140.30±0.20 ^b	12.31±0.12 ^b
VPB	596.83±6.01 ^c	3.73±0.04 ^c	140.85±0.26 ^a	11.97±0.16 ^c
SPB1	641.50±4.51 ^a	4.01±0.03 ^a	140.24±0.14 ^b	12.35±0.09 ^b
SPB2	629.17±10.89 ^{ab}	3.93±0.07 ^{ab}	140.49±0.26 ^b	12.19±0.16 ^b
SPB3	606.83±7.47 ^c	3.79±0.05 ^c	140.41±0.38 ^b	12.24±0.24 ^b
SPB4	619.50±9.25 ^b	3.87±0.06 ^b	139.19±0.37 ^c	13.01±0.23 ^a

¹⁾Refer to Table 6. ²⁾Mean±SD. ³⁾Means with different letters in column are significantly different at p<0.05.

기 후의 중량차이가 적었으며, 홍국이 40% 첨가된 sourdough powder를 첨가한 SPB4는 13.01로 나타나 굽기 손실률이 가장 큰 것으로 나타났다. 굽기 손실은 발효산물 중 알코올과 이산화탄소와 같은 휘발성물질들이 높은 열에 의하여 휘발하면서 함께 수분이 증발한 것으로서(27), VPB의 비용적과 굽기 손실이 WWB와 그 밖의 비교군에 비하여 낮은 결과를 나타낸 것은 Bae 등(28)의 연구와 일치하였다.

색도: 상업용 sourdough powder와 홍국 sourdough powder를 첨가한 bread의 색도를 측정할 결과는 Table 9에 나타내었다. WWB의 L, a, b의 값은 각각 70.81, -2.60, 12.20으로 나타나 Jeong과 Park(29)의 대조군과 유사하였으며, L값은 모든 시료 중 가장 높고, a값과 b값은 가장 낮게 나타났다. VPB와 SPB1의 경우 L값과 a값은 유의적 차이가 나타나지 않았으나, b값은 VPB가 가장 높은 15.36으로 나타났다 ($p < 0.05$). 홍국이 첨가된 SPB2~4의 L값은 홍국의 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, a값과 b값은 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이러한 결과는 전보(15)의 홍국 첨가량에

따른 색도의 변화와 일치하였다.

Texture: Sourdough powder를 첨가한 bread의 texture에 대한 결과는 Table 10에 나타내었다. 경도는 WWB 106.64 g/cm³, VPB 127.74 g/cm³, SPB1~4는 102.59~111.46 g/cm³로 나타나 대조군인 WWB와 SPB1~4의 경도보다 VPB의 경도가 유의적으로 높은 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 응집성은 VPB와 SPB3이 다소 높게 나타났으며, 탄력성과 부서짐성의 경우 VPB는 79.10%, 27.42 g으로 나타나 WWB와 SPB1~4보다 유의적으로 높은 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 점착성의 경우 VPB가 34.61 g으로 가장 높게 나타났으며, SPB1, 2, 4는 각각 26.88, 27.14, 27.44%로 다른 시료들에 비하여 낮았다. 비용적과 rheometer의 측정 결과를 비교한 결과, 비용적이 큰 제품일수록 경도, 응집성, 탄력성, 점착성, 부서지성 등은 감소하였다. 이러한 결과는 Choi(30)의 결과와 일치하였으며, 또한 전보(15)의 기계적 물성 측정값에서 홍국 첨가군은 대조군에 비하여 높은 경도 값을 나타내었으나, 분말화한 홍국 sourdough의 첨가 시에는 대조군에 비하여 낮은 경향으로 나타났다.

저장기간에 따른 경도 변화: Sourdough powder를 첨가한 bread의 저장성을 측정하기 위하여 저장 기간에 따른 경도 변화에 대한 결과는 Table 11에 나타내었다. 3일간 저장 후 경도를 측정한 결과, 모든 시료의 경도는 저장기간의 증가에 따라 증가하였다($p < 0.05$). 특히 WWB는 시료제조 직후 106.64 g/cm³, 1일 저장 후 155.45 g/cm³, 2일 저장 후 395.12 g/cm³, 3일 저장 후 582.71 g/cm³로 저장기간의 증가에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). VPB는 시료제조 직후 127.74 g/cm³, 1일 저장 후 211.38 g/cm³, 2일 저장 후 472.27 g/cm³, 3일 저장 후 733.10 g/cm³로 저장기간에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). SPB1~4의 3일 저장 후 경

Table 9. Hunter color values of sourdough breads added with sourdough powder

Samples ¹⁾	Color values		
	L	a	b
WWB	70.81 ± 1.19 ^{2)a3)}	-2.60 ± 0.08 ^e	12.20 ± 0.42 ^e
VPB	67.10 ± 1.52 ^b	-1.07 ± 0.09 ^d	15.36 ± 0.72 ^a
SPB1	67.18 ± 1.08 ^b	-0.99 ± 0.05 ^d	13.07 ± 0.45 ^d
SPB2	61.59 ± 0.61 ^c	7.18 ± 0.25 ^c	12.90 ± 0.33 ^d
SPB3	59.13 ± 0.57 ^d	13.57 ± 0.42 ^b	13.81 ± 0.37 ^c
SPB4	54.59 ± 1.44 ^e	18.98 ± 0.88 ^a	14.43 ± 0.53 ^b

¹⁾Refer to Table 6.

²⁾Mean ± SD.

³⁾Means with different letters in column are significantly different at $p < 0.05$.

Table 10. Textural characteristics of sourdough breads added with sourdough powder

Samples ¹⁾	Textural characteristics				
	Hardness (g/cm ³)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
WWB	106.64 ± 5.70 ^{2)bc3)}	69.49 ± 1.93 ^{bc}	71.87 ± 2.37 ^b	28.47 ± 1.45 ^{bc}	21.38 ± 2.13 ^b
VPB	127.74 ± 2.66 ^a	72.31 ± 0.57 ^a	79.10 ± 0.98 ^a	34.61 ± 0.49 ^a	27.42 ± 1.63 ^a
SPB1	104.89 ± 5.73 ^{bc}	67.57 ± 1.63 ^c	72.78 ± 1.92 ^b	26.88 ± 1.41 ^c	19.38 ± 1.77 ^b
SPB2	102.59 ± 7.95 ^c	67.65 ± 0.76 ^c	70.84 ± 1.11 ^b	27.14 ± 2.32 ^c	19.05 ± 1.93 ^b
SPB3	111.46 ± 6.64 ^b	71.15 ± 1.82 ^{ab}	72.61 ± 2.24 ^b	29.68 ± 2.04 ^b	21.56 ± 1.78 ^b
SPB4	102.63 ± 6.02 ^c	67.72 ± 1.71 ^c	70.35 ± 4.54 ^b	27.44 ± 2.24 ^c	19.58 ± 2.95 ^b

¹⁾Refer to Table 6. ²⁾Mean ± SD. ³⁾Means with different letters in column are significantly different at $p < 0.05$.

Table 11. Changes of the hardness of sourdough breads added with sourdough powder

Samples ¹⁾	Period of storage (days)			
	0	1	2	3
WWB	106.64 ± 5.70 ^{2)dBc3)}	155.45 ± 10.71 ^{cB}	395.12 ± 29.63 ^{bBC}	582.71 ± 30.79 ^{aB}
VPB	127.74 ± 2.66 ^{dA}	211.38 ± 17.64 ^{cA}	472.27 ± 23.78 ^{bA}	733.10 ± 98.26 ^{aA}
SPB1	104.89 ± 5.73 ^{dBc}	187.58 ± 20.95 ^{cA}	427.71 ± 32.60 ^{bAB}	555.17 ± 67.86 ^{aB}
SPB2	102.59 ± 7.95 ^{dC}	190.18 ± 15.80 ^{cA}	361.31 ± 49.49 ^{bC}	554.24 ± 50.52 ^{aB}
SPB3	111.46 ± 6.64 ^{dB}	213.62 ± 33.87 ^{cA}	371.46 ± 29.66 ^{bC}	587.47 ± 70.57 ^{aB}
SPB4	102.63 ± 6.02 ^{dC}	194.47 ± 19.22 ^{cA}	366.12 ± 47.44 ^{bC}	679.85 ± 41.21 ^{aA}

¹⁾Refer to Table 6. ²⁾Mean ± SD. ³⁾Means with different letters in row (a-d) and column (A-C) are significantly different at $p < 0.05$.

Table 12. The sensory evaluation of sourdough breads added with sourdough powder

Samples ¹⁾	Sensory characteristics				
	Firmness ²⁾	Springiness	Sourness	Off-flavor	Overall preference ³⁾
WWB	3.50±0.97 ^{4)c5)}	3.57±0.73 ^b	1.40±0.62 ^c	1.63±0.72 ^d	4.27±0.74 ^b
VPB	5.13±1.07 ^a	5.30±0.75 ^a	3.87±0.86 ^b	4.03±0.96 ^c	3.83±0.75 ^c
SPB1	3.73±0.69 ^{bc}	3.00±0.91 ^c	5.10±0.89 ^a	4.93±0.87 ^a	4.20±0.61 ^{bc}
SPB2	3.63±0.77 ^{bc}	3.53±0.78 ^b	5.27±0.64 ^a	4.33±0.71 ^{bc}	5.13±0.82 ^a
SPB3	3.87±0.68 ^{bc}	3.67±0.76 ^b	5.07±0.91 ^a	4.40±0.72 ^{bc}	5.17±0.66 ^a
SPB4	4.03±0.72 ^b	3.43±0.73 ^b	4.93±0.98 ^a	4.63±0.81 ^{ab}	4.52±0.89 ^b

¹⁾Refer to Table 6.

²⁾1=extremely weak, 7=extremely strong. ³⁾1=dislike extremely, 7=like extremely.

⁴⁾Mean±SD (n=30). ⁵⁾Means with different letters in column are significantly different at p<0.05.

도는 각각 555.17, 554.24, 587.47, 679.85 g/cm³로 저장기간에 따라 증가하였다(p<0.05). VPB의 경도는 각 저장기간에 있어 가장 높았으며(p<0.05), WWB와 SPB1~3의 각 저장기간별 경도는 유사한 값으로 나타났다.

관능검사: Sourdough powder를 첨가한 bread의 관능검사에 대한 결과는 Table 12에 나타내었다. 단단한 정도는 VPB가 5.13으로 가장 높았으며, 그 다음으로 SPB4, WWB의 순서로 나타났다. 이러한 경향은 rheometer를 이용한 정도의 측정 결과와 일치하였다. VPB의 탄력성의 정도는 5.30으로 가장 높았고, SPB1은 3.00으로 가장 약하게 나타내었다. WWB의 신맛의 정도는 1.40으로 나타나 신맛의 정도가 가장 약하게 나타났으며, 다음은 3.87의 VPB로 SPB1~4보다 낮게 나타났다(p<0.05). 이러한 결과는 적정산도의 측정 결과 WWB가 가장 낮고 SPB1~4가 높게 측정된 것과 일치하였다. 이취의 정도는 신맛의 결과와 동일한 경향으로 나타났는데, WWB가 1.63으로 가장 약하게 나타났고, SPB1~4는 WWB와 VPB보다 높게 나타났으며, 홍국이 0% 첨가된 SPB1의 이취가 가장 높았다. 전체적인 기호도는 SPB2와 SPB3이 가장 높았으나, bread의 색이 진할수록 감소하는 경향으로 나타났다.

요 약

본 연구에서는 홍국의 첨가량을 달리하여 sourdough starter를 전통적 방법으로 제조하고, 발효시간과 홍국의 첨가량에 따른 sourdough starter의 이화학적 특성을 측정하였다. 또한 이를 분말화하고, 제빵에 사용하여 상업용 sourdough powder와 비교하여 품질특성을 조사하였다. Sourdough starter의 효소활성을 측정한 결과 α-amylase의 활성은 낮은 것으로 나타났으며, β-amylase의 활성은 홍국의 첨가량이 많을수록 높게 나타났다. Sourdough bread 특유의 맛을 나타내게 하는 유기산은 홍국을 첨가하지 않은 SD1보다 홍국을 10%, 20%, 40% 첨가한 SD2~4가 높게 나타났으며, 홍국의 첨가량이 많을수록 증가하였다. 상업용 sourdough 분말을 첨가한 VPB, 홍국을 첨가하지 않은 SD1의 분말과 홍국을 10%, 20%, 40% 첨가한 SD2~4의 분말을 첨

가한 SPB1~4의 mixograph 측정 결과 peak time과 peak value는 SPB1과 SPB2는 밀가루만을 이용한 WWB와 가장 유사하였다. 반죽의 발효과정 동안 pH와 적정산도를 측정한 결과 VPB의 반죽이 가장 낮은 pH를 나타내었으며, 적정산도는 WWB가 가장 낮고, VPB와 SPB1~4는 유사하게 나타났다. 제품의 비용적은 WWB, SPB1, SPB2 등이 높게 나타났으며, 굽기 손실도 비용적과 유사한 경향으로 나타났다. 색도를 측정한 결과 VPB와 SPB군의 L값과 a값은 유사하였으며, WWB에 비하여 홍국 첨가량이 많은 sourdough powder를 사용한 bread일수록 L값은 감소, a값은 증가하였다. Texture 측정 결과 VPB는 경도, 응집성, 탄력성, 점착성, 부서짐성 등의 모든 항목에서 높게 나타났으며, SPB1과 SPB2는 WWB와 유사하게 나타났다. 3일간 저장한 후 경도를 측정한 결과 VPB의 경도가 가장 높았으며, WWB, SPB1~3은 서로 유사한 값으로 나타났다(p<0.05). 탄력성 정도는 VPB가 가장 높게, 신맛의 정도와 이취의 정도는 WWB가 가장 낮게, 신맛의 정도는 SPB2, 이취의 정도는 SPB1이 가장 높게 나타났다. 전체적인 기호도는 VPB가 가장 낮으며, SPB2와 SPB3이 높게 나타났다. 따라서 sourdough starter의 제조 시 홍국을 10% 첨가하여 제조하고 분말화하여 bread에 적용할 때 상업용 sourdough powder를 첨가한 bread와 일반적인 이스트 bread보다 품질이 우수한 제품을 얻을 수 있었다.

문 헌

1. 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: 1245-1252.
2. Vuyst L, Neysens P. 2005. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends Food Sci Technol* 16: 43-56.
3. Kulp K, Lorenz K. 2003. *Handbook of Dough Fermentations*. Marcel Dekker, New York. p 23-42.
4. Pyler. 1982. *Baking Science and Technology*. Siebel Publishing Co, Chicago. p 782.
5. Kim SY, Hwang SY. 2004. Effect of sourdough powder on the physical properties of the bread flour. *Korea J Food Nutr* 17: 171-176.
6. Rouzaud O, Martinez-Anaya MA. 1993. Effect of process-

- ing conditions on oligosaccharide profile of wheat sourdoughs. *Z Lebensm Unters Forsch* 97: 434-439.
7. Corsetti A, Gobetti M, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J Food Sci* 63: 347-351.
 8. Decock P, Cappelle S. 2005. Bread technology and sourdough technology. *Trends in Food Science & Technology* 16: 113-120.
 9. Wild D, Toth G, Humpf H. 2002. New *Monascus* metabolite isolated from red yeast rice. *J Agric Food Chem* 50: 3999-4002.
 10. Chung SH, Suh HJ, Hong JH, Lee HK, Cho WD. 1999. Characteristics of *kochujang* prepared by *Monascus anka* koji. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 61-66.
 11. Rhyu MR, Kim EY, Chung KS. 2003. Effect of *Monascus* koji on the quality characteristics of bologna-type sausage. *Korean J Food Sci Technol* 35: 229-234.
 12. Martinkova L, Juzlova P, Vesely D. 1995. Biological activity of polyketide pigments produced by the fungus *Monascus*. *J Appl Bacteriol* 79: 609-616.
 13. Yasukawa K, Takahashi M, Yamanouchi S, Takido M. 1996. Inhibitory effect of oral administration of *Monascus* pigment on tumor promotion in two-stage carcinogenesis in mouse skin. *Oncol* 53: 247-249.
 14. Youn UK, Kim YH, Kim SD. 2003. Pigment and monacolin K content of beni-koji fermented with soybean curd residue. *Korean J Food Preserv* 10: 360-364.
 15. Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee KS, Lee YS. 2007. A study on quality characteristics of sourdough breads with addition of red yeast rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 785-793.
 16. Oh HI, Shon SH, Kim JM. 2000. Changes in microflora and enzyme activities of *kochujang* prepared with *Aspergillus oryzae*, *Bacillus licheniformis* and *Saccaromyces rouxii* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 410-416.
 17. Miller GL. 1959. Use of regent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
 18. Paramithiotis S, Chouliaras Y, Tsakalidou E, Kalantzopoulos G. 2005. Application of selected starter cultures for the production of wheat sourdough bread using a traditional three-stage procedure. *Process Biochem* 40: 2813-2819.
 19. Finny KF. 1984. An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem* 61: 20-27.
 20. Kim H, Choi CR, Han KS. 2007. Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 36: 72-80.
 21. AACC. 1983. *Approved Method 72-10*. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
 22. Yoo YJ, Chang HG, Choi YS. 2005. Effect of defatted soy flour on the bread making properties of wheat flour. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 301-310.
 23. 노봉수, 이승철, 장판식. 2005. 식품효소공학. 신광출판사, 서울. p 117-120.
 24. Calderon M, Loiseau G, Guyot JP. 2003. Fermentation by *Lactobacillus fermentum* Ogi E1 of different combinations of carbohydrates occurring naturally in cereals: consequences on growth energetics and α -amylase production. *Int J Food Microbiol* 80: 161-169.
 25. Lim SI, Kwak EJ. 2004. Stability of the pigments from *Monascus purpureus* CBS 281.34. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 711-715.
 26. Walker AE, Walker CE. 2001. *Documentation and user's instructions for mixsmart*. National Manufacturing Division, TMCO, NE, USA. p 2-12.
 27. Kim SK, Cheihg 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.
 28. Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 882-887.
 29. Jeong JW, Park KJ. 2006. Qualities characteristics of loaf bread added with *Takju* powder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 52-58.
 30. Choi UK. 2005. Effect of barley bran flour addition on the quality of bread. *Korean J Food Sci Technol* 37: 746-750.

(2007년 10월 4일 접수; 2008년 3월 5일 채택)