

홍국(Red Yeast Rice)을 이용한 Sourdough Bread의 품질특성 연구

이재훈¹ · 곽은정¹ · 김지상¹ · 이광석² · 이영순^{1*}

¹경희대학교 식품영양학과

²경희대학교 조리과학과

A Study on Quality Characteristics of Sourdough Breads with Addition of Red Yeast Rice

Jae-Hoon Lee¹, Eun-Jung Kwak¹, Ji-Sang Kim¹, Kwang-Suck Lee² and Young-Soon Lee^{1*}

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

²Dept. of Culinary Science and Arts, Kyung-Hee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of red yeast rice addition on the physical characteristics of sourdough starters (SD1~4) and the quality characteristics of sourdough bread (CSB, SDB1~3). Moisture contents of red yeast rice, wheat flour, and rye flour were 6.15, 12.53, and 8.56%; ash contents were 0.15, 0.44, and 1.64%; protein contents were 7.30, 12.57, and 11.18%; crude lipid contents were 0.97, 1.16, and 2.49%, respectively. The pH decreased with increasing red yeast rice addition. Reducing sugar and total sugar increased with increasing red yeast rice addition. Lactic acid bacteria were not detected from 0 day for all samples and was maximum on the 2nd day. The yeast counts of SD1 were not detected from 0~4th day, but SD2~4 increased until the 3rd day. Peak time, peak value, and width of tail of CSB were higher than SDB1~3, and they increased with increasing red yeast rice contents of sourdough. The fermentation expansive power of SDB1~3 was higher than that of CSB. Baking loss and specific volume of SDB1 were higher than other samples and when baking loss of CSB and SDB1~3 increased, the specific volume increased. L values decreased with increasing red yeast rice contents of sourdough bread whereas, a and b values increased. Springiness and brittleness of CSB and gumminess of SDB1 were lower than other samples. Springiness, brittleness, and gumminess increased with increasing red yeast rice content of sourdough bread. The sensory evaluation indicated that color, hardness, springiness, sweetness, and sourness increased with increasing red yeast rice content of sourdough bread. Aircell non-uniformity of SDB1 was lower than other samples, whereas off-flavor was higher than other samples.

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

서 론

홍국(red yeast rice 또는 red-koji)은 증백미에 *Monascus* 속 곰팡이를 접종하여 건조시킨 것으로서 적색계 색소를 함유하고 있으며, 중국, 일본, 인도네시아 등의 동아시아권 국가들에서 술, 두부, 어육제품의 착색제, 보존제 등 천연재료로서 사용해 왔다(1,2). 홍국의 색소는 ethanol에 용해되며, 열에 대한 안정성이 높고, pH범위가 넓으며, 열착성이 양호하다(3,4). 홍국이 생산하는 monacolin K는 항진균성, 면역억제 효과 등을 나타내며(5), 항암효과와 콜레스테롤 생합성 억제 등의 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(6). 최근에는 홍국을 이용하여 고추장, 식초, 두부, 간장, 빵 등에 첨가하고 있으며, 천연색소로서 소시지 등의 육가공품에도 적용하고 있다(7-9).

경제수준의 향상과 식생활의 서구화에 따른 제빵산업의 발달 및 빵을 주식으로 하는 인구의 증가와 함께 제과·제빵류를 구입함에 있어 양적 소비를 지양하고, 제품의 기능성, 기호성 등의 질적 소비를 추구하는 건강지향적 소비패턴으로 인하여 소비자들은 기능성 재료가 첨가된 제품을 선호하고 있다. 베이커리는 기능성 재료들을 이용한 제과·제빵에 관한 연구가 많이 진행되고 있으며, 최근 국내에서도 건강빵으로 인식되고 있는 자연발효빵인 sourdough bread에 대한 연구가 진행되고 있다. Sourdough bread는 북유럽에서 호밀을 이용하여 만들어졌던 오랜 역사를 가지고 있는 빵의 종류로서 젖산균을 이용하여 발효시키기 때문에 밀가루와 이스트를 이용한 yeast bread와는 달리 독특한 맛과 향미를 가지는 빵이다(10). 또한 sourdough bread 제품은 질감, 향, 관능적 평가 등이 일반적인 yeast bread보다 우수하다고 보고하

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

고 있으며(11), 제품의 낮은 pH를 통하여 저장성의 증가를 가져온다고 보고하였다(12,13).

일반적인 sourdough 제조에 사용되는 재료에는 밀가루를 주원료로 하는 white sour와 호밀가루를 주원료로 하는 rye sour가 있으며, 그 중 주로 호밀이 주원료로 사용되고 있다. 그밖에 다른 flour를 첨가하여 제조한 sourdough에는 보리를 이용한 sourdough bread(14), whole wheat flour와 같은 식이섬유가 많이 함유된 밀로 제조된 sourdough bread에 관한 연구가 이루어져 왔다(15). Sourdough bread를 제조하기 위한 starter의 제조 방법은 첫째, 상업용 효모와 젖산균을 첨가하여 제조하는 방법, 둘째는 효모나 젖산균을 첨가하지 않는 전통적인 방법, 마지막 방법은 제조된 sourdough starter를 건조하여 분말화하는 방법 등의 3가지 방법으로 분류되어진다(16).

우리나라에서는 천연제빵 발효 starter를 개발하기 위한 연구(17), 쌀 보리빵의 제빵적성을 개선하기 위해 유산균을 첨가하여 제조한 sourdough bread에 관한 연구(18), 분말 sourdough starter가 제빵적성에 미치는 영향에 관한 연구(19) 등이 보고되고 있다.

본 연구는 효모나 젖산균을 첨가하지 않는 전통적인 방법을 이용하였으며, sourdough starter에 첨가하는 홍국과 호밀의 첨가 비율 및 발효 시간을 달리하여 sourdough starter를 제조하고, 제조과정 중의 이화학적 특성 및 제조된 sourdough starter를 sourdough bread에 적용하여 국내에서 부족한 전통적인 sourdough starter 제조의 기초 자료를 마련하고자 하며, 홍국 첨가량에 따른 홍국색소의 변화, 홍국으로 인한 sourdough starter의 발효산물 등을 분석하여 sourdough bread의 품질특성을 연구하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 재료는 밀가루(강력분, CJ), 호밀분(삼선식품), 설탕(CJ), 버터(서울우유), 소금(영진그린식품), 드라이 이스트(S.I. Lesaffre, France), 탈지분유(서울우유) 그리고 (주)한스바이오의 홍국을 사용하였다. 홍국은 120 mesh를 통과시킨 후 -20°C 로 보관하며 시료로 사용하였다.

일반성분

밀가루, 호밀분 및 홍국의 일반성분은 AOAC법(20)에 따라 수분 함량은 105°C 상압가열 건조법, 회분은 건식 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법 그리고 조단백질은 auto Kjeldahl system(DNP-1500, Raypa, Germany)을 이용하여 측정하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 회분, 조지방과 조단백질의 함량을 제외한 값으로 하였다.

Sourdough starter의 제조

Sourdough starter의 제조·혼합 비율은 Table 1과 같다. 호밀가루와 홍국의 비율은 100:0, 90:10, 80:20, 60:40의 4종류에 대해 실시하였고, 수분은 dough yield 200(DY200-flour 100+water 100)에 의해 첨가하였다. Sourdough starter는 전통적인 방법(17,21)에 의해 multiple-stage법으로 제조하였다. 0일은 혼합 직후, 1일은 혼합한지 24시간이 지난 후, 2~4일은 각각 24시간 이전에 제조한 starter의 전량을 첨가·혼합하였으며, 30°C 의 항온기(MIR-153, Sanyo, Japan)에서 24시간 간격으로 총 4일간 발효시켰다.

Sourdough starter의 특성

pH 측정: pH의 측정은 각각의 시료 5 g을 취하여 증류수 45 mL를 가한 후 진탕하고, 4000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 pH meter(coming 440, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였다(20).

환원당 측정: Starter의 발효시간 및 홍국의 첨가량에 따른 환원당 함량의 변화는 Miller(22)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 g에 증류수 9 mL를 가하여 진탕한 후 4°C 에서 8,000 rpm으로 10분간 원심분리하였다. 그리고 원심분리한 상등액 0.5 mL에 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 2 mL를 가하여 100°C 에서 10분간 발색시킨 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose의 농도를 0.05~0.5 mg/mL의 범위로 제조하고 표준곡선을 작성하여 환원당의 함량을 측정하였다.

총당 측정: Starter의 발효시간 및 홍국의 첨가량에 따른 총당의 측정은 페놀-황산법(23)을 이용하여 측정하였다. 시료 1 g에 증류수 9 mL를 가하여 진탕한 후 4°C 에서 8,000 rpm으로 10분간 원심분리한 상등액을 20배 희석하였다. 그리고 희석액 1 mL와 5% 페놀용액 1 mL, 황산 5 mL를 가하

Table 1. Multiple-stage starter build-up procedure

(unit: g)

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

¹⁾SD1, SD2, SD3 and SD4 are added of red yeast rice 0, 10, 20 and 40% by weight per rye flour.

²⁾0 day=after mixing flour (rye flour, red yeast rice) and water, 1 day=24 hrs after mixing 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 yeast rice.

여 30분간 방치한 후 470 nm에서 비색정량하였다. Glucose의 농도를 0.005~0.05 mg/mL의 범위로 제조하고 표준곡선을 작성하여 총당의 함량을 측정하였다.

젖산균 및 효모 균수 측정: Starter의 발효시간 및 홍국의 첨가량에 따른 젖산균은 시료 1 g을 취한 후 9 mL의 멸균수와 혼합하고 10배 희석법으로 희석하고 MRS agar(Difco) 배지에 도말하여 37°C에서 48시간 배양한 후 균수가 30~300개가 나타나는 평판을 선택하여 계측하였다. 효모는 시료 1 g을 취한 후 9 mL의 멸균수와 혼합하고 10배 희석법으로 희석하였으며, 10%(w/v) HCl을 이용하여 pH 4.0로 조정된 YM agar 배지에서 30°C, 72시간 배양시켰다. 계측은 젖산균과 동일하게 하였다.

Sourdough bread의 제조

Sourdough bread의 제조는 Finny(24)의 방법을 일부 변형하여 직접반죽법으로 제조하였다. 사용된 재료의 배합비율은 Table 2와 같다. 3일간 발효된 sourdough starter를 이용하여 다른 재료들과 함께 혼합하고 버터컬 믹서(speed 1-180 rpm, speed 2-273 rpm, speed 3-473 rpm, NVM-12, Dae-yung Machinery Co., Korea)를 이용하여 글루텐을 충분히 형성시킨 후 60분 동안 1차 발효를 하고, 150 g으로 분할하여 둥글리기 한 후 10분간 중간발효를 하였다. 중간발효가 끝난 후 성형하고 팬에 넣어 40분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효가 끝난 반죽은 윗불 200°C, 아랫불 180°C로 예열된 오븐(Dae-yung Machinery Co., Korea)에서 25분간 굽고, 상온(25°C)에서 30분간 냉각시킨 후 시료로 사용하였다.

반죽의 특성

Mixograph: 홍국의 첨가량에 따른 반죽의 변화특성을 알아보기 위하여 Lee 등(25)의 방법에 의해 mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 측정하였다. Mixograph의 spring 장력은 12에 고정하였으며, 시료는 10 g의 밀가루를 기준으로 Table 2와 같은 비율로 mixograph의 반죽기에 넣고 반죽시간은 10분, 실내온도는 25°C로 하여 mixogram을 얻었다. Mixogram을 통하여 peak time, peak value, left slope, right slope, 8분 후의 width of tail을 측정하여 이 결과들로부터 홍국의 첨가량에 따른

sourdough의 제빵특성을 알아보았다.

발효 팽창력 측정: 홍국의 첨가량에 따른 반죽의 발효 팽창력(26)은 완료된 반죽 100 g을 취해 500 mL의 메스실린더에 담은 후 온도는 27°C, 습도는 80±5%인 조건에서 15분 간격으로 120분까지 반죽의 부피 변화를 측정하여 증가한 부피에서 초기 부피의 값을 뺀 값으로 나타내었다.

Sourdough bread의 특성

비용적 및 굽기 손실 측정: 홍국의 첨가량에 따른 sourdough bread의 부피는 제빵 후 상온(25°C)에서 30분간 냉각한 후 종자치환법을 이용하여 측정한 후 비용적(mL/g)으로 나타내었다. 굽기 손실 측정은 제빵 후 상온(25°C)에서 30분간 냉각한 뒤 굽기전의 중량과 구운 후의 중량 차이를 이용하여 굽기 손실률(%)을 계산하였다(27).

색도 측정: Sourdough bread의 색도는 색차계(Js555, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 제빵 후 30분간 냉각하고 bread의 중앙 부분을 원통형(3.5×1.5 cm)으로 잘라 측정하였다. L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였으며, 표준백판은 L-95.68, a-0.18, b-1.03이었다.

Texture 측정: Sourdough bread의 texture 특성은 rheometer(model Compac-100, Sun Scientific Co., LTD., Japan)를 이용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess) 및 부서짐성(brittleness)을 측정하였으며, 측정조건은 Table 3과 같다.

관능검사: Sourdough bread의 관능검사는 관능검사요원 30명을 선정하여 충분히 훈련시킨 후 bread의 중앙부분을 2.0×2.0×2.0 cm의 크기로 절단하여 제공하였다. 측정방법은 기공의 불균일성(1: 균일하다, 7: 균일하지 않다), 색(1: 연하다, 7: 진하다), 단단한 정도(1: 부드럽다, 7: 단단하다), 탄력성(1: 약하다, 7: 강하다), 단맛(1: 약하다, 7: 강하다), 신맛(1: 약하다, 7: 강하다), 이취(1: 약하다, 7: 강하다) 그리고 전반적인 기호도(1: 나쁘다, 7: 좋다)를 측정하였다(28).

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)

Table 2. Formula for the manufacture of bread

| Ingredients | Sourdough bread | |
|--------------------|-----------------|-----|
| | % | g |
| Wheat flour | 90 | 450 |
| Salt | 1.8 | 9 |
| Butter | 2 | 10 |
| Water | 50 | 250 |
| Sugar | 5 | 25 |
| Powdered skim milk | 2 | 10 |
| Sourdough starter | 20 | 100 |
| Yeast | 2 | 10 |
| Total | 172.8 | 864 |

Table 3. 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 |

Table 4. Proximate composition in red yeast rices, wheat flours and rye flours (unit: %)

| Composition | Red yeast rice | Wheat flour | Rye flour |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Moisture | 6.15±0.01 ^{1)(k2)} | 12.53±0.13 ^a | 8.56±0.05 ^b |
| Ash | 0.15±0.01 ^c | 0.44±0.01 ^b | 1.64±0.05 ^a |
| Crude lipid | 0.97±0.01 ^c | 1.16±0.09 ^b | 2.49±0.05 ^a |
| Crude protein ³⁾ | 7.30±0.05 ^c | 12.57±0.15 ^a | 11.18±0.20 ^b |
| Carbohydrate ⁴⁾ | 85.42±0.02 ^a | 73.29±0.21 ^c | 76.14±0.20 ^b |

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Means with different letters in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

³⁾Red yeast rice—Nitrogen content×5.95, Wheat flour—Nitrogen content×5.70, Rye flour—Nitrogen content×5.83.

⁴⁾100 (sum of moisture, protein, lipid, ash contents).

으로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

본 연구에 사용된 강력분, 호밀분, 홍국의 수분, 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물의 측정 결과는 Table 4와 같다. 강력분의 경우 수분함량은 12.53, 회분 0.04, 조지방 1.16, 조단백질 12.57, 탄수화물 73.4%로 나타났다. 이는 Margaret(29)의 보고에서와 같이 일반적인 강력분은 수분 12, 회분 0.46, 조지방 1.2, 조단백질 11.8, 탄수화물 74.5%와도 일치하였다.

호밀분의 경우 수분함량은 8.56, 회분 1.64, 조지방 2.49, 조단백질 11.18, 탄수화물 76.12%로 나타났다. Yoo 등(30)의 bagel 제조 시 첨가한 호밀분의 수분함량(12%)보다는 낮고, 조단백질(9%)은 높았으며, 회분(1.15%)과 조지방(2.3%) 함량은 유사하였다.

홍국의 경우 수분 6.15, 회분 0.15, 조지방 0.97, 조단백질 7.30, 탄수화물의 함량은 85.42%로 나타났다. 홍국은 백미를 증가하여 홍국균을 접종하고 오랜 시간 동안 배양하여 건조시킨 것이므로 일반적인 국내산 백미의 일반성분 함량(수분 15.2, 회분 0.4, 조지방 0.7, 조단백질 6.4, 탄수화물 77.3%)과는 차이가 있었다(31).

Sourdough starter의 특성

pH: Sourdough starter의 발효시간 및 홍국의 첨가량에 따른 pH는 Fig. 1에 나타내었다. pH는 홍국이 첨가되지 않은 SD1과 홍국이 10, 20, 40% 첨가된 SD2, SD3, SD4는 발효시간이 0~3일로 증가함에 따라 유의적으로 저하되었으며, 4일에서는 변화가 거의 없었다(p<0.05). 0~3일까지의 pH의 저하(SD1: pH 6.16~3.83, SD2: pH 6.17~3.89, SD3: pH 6.16~3.87, SD4: pH 5.96~3.88)는 발효과정에서 젖산균 등에 의해 생산되는 유기산의 증가에 의한 것으로 생각되었다. SD1의 pH는 0일에서 1일까지 변화정도가 작게 나타났으나, 2~4일 동안에는 SD2~4와 동일하게 변화하였다. 홍국의 첨가량이 증가할수록 0일에서 1일까지의 pH는 낮았으며, 발

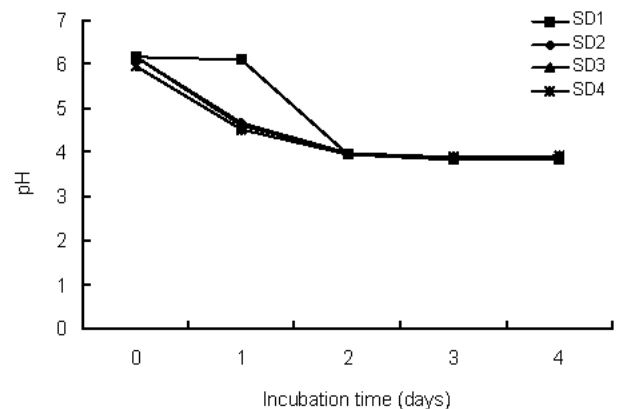


Fig. 1. Changes in pH of sourdough starter by incubation time and added levels.

Samples (SD1~4) are refer to Table 1.

효시간이 증가함에 따라 pH 변화의 정도는 작게 나타났다. 이는 sourdough starter의 최종 pH는 pH 3.50~4.30의 범위라고 보고한 Collar 등(13)의 결과와 일치하였으며, 천연제빵 발효 starter의 개발에서 최종적으로 제조된 starter의 pH의 범위가 pH 3.89~4.40으로 보고한 Lee 등(17)의 결과와 일치하였다. 또한 종류가 다른 보리가루를 이용한 sourdough starter에서 48시간 동안 발효시킨 연구결과(pH 3.50~3.70)와도 유사한 결과를 나타내었다(14).

환원당: Sourdough starter의 발효시간 및 홍국의 첨가량에 따른 환원당의 변화는 Fig. 2에 나타내었다. SD1의 경우 발효시간에 따른 환원당 함량의 변화는 3일까지 유의적으로 증가된 후 감소되었으나, SD2~4는 1일에서 가장 높은 함량을 나타낸 후 유의적으로 감소되어 4일에서 가장 낮은 함량을 나타내었다(p<0.05). 각 발효시간에서 홍국의 첨가량에 따른 환원당의 함량은 SD2, SD3, SD4의 순서로 홍국 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다.

총당: Sourdough starter의 발효시간 및 홍국의 첨가량에 따른 총당 변화는 Fig. 3에 나타내었다. SD1의 경우 발효시

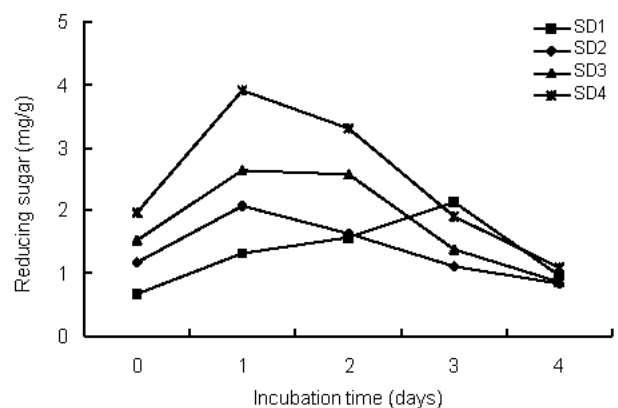


Fig. 2. Changes in reducing sugar of sourdough starter by incubation time and added levels.

Samples (SD1~4) are refer to Table 1.

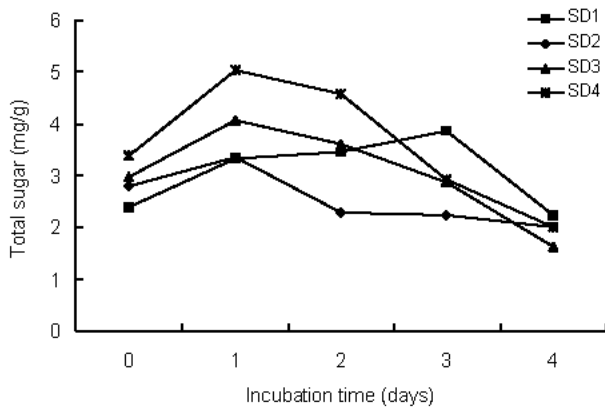


Fig. 3. Changes in total sugar of sourdough starter by incubation time and added levels.
Samples (SD1~4) are refer to Table 1.

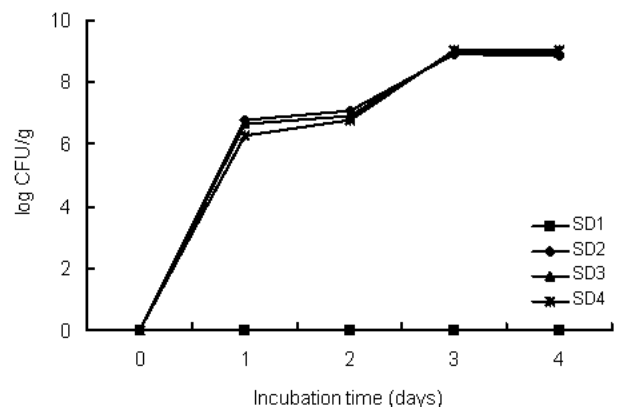


Fig. 5. The effect of incubation time and added levels on yeast growth in sourdough starter.
Samples (SD1~4) are refer to Table 1.

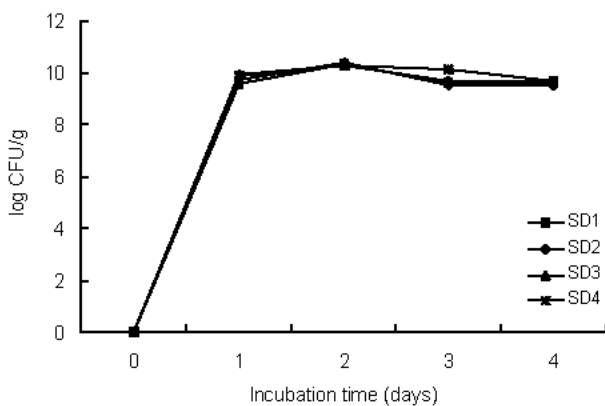


Fig. 4. The effect of incubation time and added levels on lactic acid bacteria growth in sourdough starter.
Samples (SD1~4) are refer to Table 1.

간이 증가함에 따라 증가하여 3일에서 가장 높은 함량을 나타낸 후 감소하였으며, SD2~4는 1일에서 가장 높은 함량을 나타낸 후 감소하였다. SD1의 0일과 1일의 총당 함량은 SD2~4보다 다소 낮았으나, 3일 이후 높게 나타났다. 홍국의 첨가량이 증가할수록 총당의 함량은 높게 나타났다.

생균수: Sourdough starter의 발효시간 및 홍국 첨가량에 따른 젖산균의 생균수에 대한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 모든 시료중의 젖산균은 0일에서 검출되지 않았고, 2일에서 최대(10.26~10.39 log CFU/g)를 나타낸 후, SD1~3은 유의성 없이, SD4는 유의적으로 감소하였다. 홍국의 첨가량에 따른 젖산균의 생균수는 홍국 첨가량이 증가할수록 증가하였다.

Sourdough starter의 발효시간 및 홍국 첨가량에 따른 효모의 생균수에 대한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 모든 시료중의 효모는 0일에서, SD1은 모든 발효시간에서 검출되지 않았다. Lee 등(17)은 밀가루에 평균 3.41 log CFU/g의 야생 효모가 존재한다고 보고하였는데, SD1에서 효모가 검출되지 않은 것은 10%(w/v) HCl을 이용하여 pH 4.0으로 조정된

YM agar 배지가 사용되어 본 연구에서 사용된 호밀분배 존재하는 효모의 생육조건에 맞지 않았기 때문인 것으로 사료된다. SD2~4는 3일까지 증가한 후 4일에서는 변화를 나타내지 않았다. 홍국의 첨가량이 증가할수록 효모의 생균수는 다소 높게 나타났다. 젖산균과 효모의 생균수가 3일 이후 변화가 없으므로 3일까지 sourdough starter를 제조한 후 sourdough bread를 제조해야 할 것으로 생각된다.

Sourdough bread의 맛과 향 등의 품질은 젖산균과 효모에 의해 젖산, ethanol, CO₂가 형성되므로 sourdough bread의 제조에 있어 젖산균과 효모는 매우 중요한 요소이며, Ottogalli 등(32)은 sourdough starter에 있어 젖산균과 효모의 비율이 약 100:1일 때 안정한 sourdough bread를 만들 수 있다고 보고하였는데, 본 연구에서도 젖산균과 효모의 생균수는 100:1의 비율로 나타났다.

반죽의 특성

Mixograph: 홍국을 이용한 sourdough starter의 첨가 반죽의 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 홍국이 첨가되지 않은 SD1을 이용한 CSB, 홍국이 10% 첨가된 SD2를 이용한 SDB1, 홍국이 20% 첨가된 SD3을 이용한 SDB2, 홍국이 40% 첨가된 SD4를 이용한 SDB3의 mixograph를 이용하여 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. Lee 등(25)은 peak time이 3~5인 반죽이 제빵성이 우수하다고 보고하였다. Peak time은 CSB 5.23, SDB1 4.83, SDB2 4.56, SDB3 4.50 min으로 나타나 홍국 함유량이 증가할수록 peak time은 감소하는 것으로 나타났다. 또한 홍국 함유량이 증가할수록 peak value는 74.57~68.74%로 낮아졌다. 반죽의 형성 정도를 나타내는 왼쪽 기울기는 홍국 함유량이 증가함에 따라 감소하는 경향(8.68~6.04%/min)이었으며, 반죽의 약화 정도를 나타내는 오른쪽 기울기는 점차 증가하여 글루텐의 약화가 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. 반죽이 시작되고 난 8분 후의 끝부분의 폭(width of tail)은 반죽의 내구성을 나타내는 지표로서 그 결과는 CSB 12.69, SDB1 11.28,

Table 5. Mixograph characteristics of sourdough

| Samples ¹⁾ | Peak time (min) | Peak value (%) | Left of slope (%/min) | Right of slope (%/min) | Width of tail (%) |
|-----------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| CSB | 5.23 | 74.57 | 8.68 | 0.12 | 12.69 |
| SDB1 | 4.83 | 71.47 | 7.63 | 0.22 | 11.28 |
| SDB2 | 4.56 | 69.53 | 6.05 | 2.74 | 10.30 |
| SDB3 | 4.50 | 68.74 | 6.30 | 2.67 | 7.80 |

¹⁾CSB=Control sourdough bread, SDB1=Sourdough bread using 10% added of red yeast rice starter, SDB2=Sourdough bread using 20% added of red yeast rice starter, SDB3=Sourdough bread using 40% added of red yeast rice starter.

SDB2 10.30, SDB3 7.80%로 측정되어 홍국 함유량이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 홍국의 첨가량이 증가함에 따라 sourdough starter의 단백질 함량이 감소되어 홍국이 첨가된 반죽은 반죽하는 과정 중 빠른 시간에 탄력성이 약화되어 점성과 신장성이 증가하여 나타나는 것으로 사료된다. 따라서 홍국이 첨가된 sourdough bread를 제조 시 반죽이 쉽게 약화될 수 있으므로 수분의 함량과 반죽시간을 줄여야 할 것으로 생각된다.

발효 팽창력: 홍국이 첨가된 sourdough의 발효 팽창력을 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다. 대조군인 CSB의 발효 팽창력은 SDB1~3보다 낮게 나타났다. 반죽 직후부터 45분간 팽창력은 CSB 118, SDB1 149, SDB2 143, SDB3 138 mL로 측정되어 CSB가 가장 낮은 팽창력을 나타냈으며, 발효 초기에는 홍국이 가장 적게 함유된 SDB1이 SDB2와 SDB3에 비해 높은 팽창력을 보였다. 45분 이후의 발효 팽창력은 유의적 차이 없이 증가하였으며, 120분의 발효 팽창력은 CSB 221, SDB1 249, SDB2 253, SDB3 253 mL로 측정되어 발효시간이 증가할수록 홍국의 함유량에 관계없이 홍국 첨가군의 팽창력은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

따라서 홍국의 첨가량이 증가할수록 sourdough는 초기의 발효 팽창력이 낮기 때문에 발효시간을 증가시켰을 때 부피 팽창력이 우수한 제품을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

Sourdough bread의 특성

비용적 및 굽기 손실: Sourdough bread의 비용적 및 굽기 손실을 측정한 결과는 Table 7에 나타내었다. CSB의 비용적은 3.72 mL/g이며 SDB1, SDB2, SDB3의 비용적은 3.93, 3.85, 3.83 mL/g으로 나타났다. CSB의 비용적은 SDB 1~3보다 작게 나타나 홍국이 첨가된 sourdough starter를 이용한 bread의 비용적이 큰 것으로 나타났다. 또한 비용적은 sourdough starter 중의 홍국의 첨가량이 증가할수록 다소 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 6). 이러한 결과는 반죽 내 글루텐의 함량이 감소되어 제빵적성이 저하되었기 때문인 것으로 사료된다.

CSB의 굽기 손실은 16.11%로 가장 낮았으며, SDB1, SDB2, SDB3의 굽기 손실은 16.84, 16.52, 16.51%로 측정되어 대조군보다 높게 나타났다. 반죽은 굽는 과정 중에 높은 열과 발효과정 중 생성된 휘발성 물질에 의하여 팽창하게 되며, 이때 반죽 내 기공이 열리면서 휘발성 물질이 증발하

Table 6. Changes of fermentation expansive power of sourdough

(unit: mL)

| Fermentation time (min) | Samples ¹⁾ | | | |
|-------------------------|--|---|--|--|
| | CSB | SDB1 | SDB2 | SDB3 |
| 15 | ^C 21.00±1.16 ^{2)h} | ^A 35.00±2.12 ^g | ^{AB} 32.80±1.30 ^g | ^B 32.20±1.92 ^g |
| 30 | ^C 63.75±1.50 ^g | ^A 94.00±7.55 ^f | ^B 84.50±6.86 ^f | ^B 78.80±1.30 ^f |
| 45 | ^C 118.00±1.00 ^f | ^A 149.67±6.11 ^e | ^{AB} 143.67±6.51 ^e | ^B 138.67±1.53 ^e |
| 60 | ^B 164.33±2.31 ^e | ^A 188.67±12.06 ^d | ^A 189.33±5.51 ^d | ^A 182.67±8.08 ^d |
| 75 | ^B 184.33±4.04 ^d | ^A 211.33±12.58 ^c | ^A 212.33±9.29 ^c | ^A 212.33±8.62 ^c |
| 90 | ^B 202.33±4.62 ^c | ^A 228.33±12.58 ^{bc} | ^A 229.00±10.82 ^b | ^A 231.00±10.15 ^b |
| 105 | ^B 214.33±4.04 ^b | ^A 242.00±18.52 ^{ab} | ^A 244.33±12.22 ^a | ^A 246.67±11.68 ^a |
| 120 | ^B 221.50±5.07 ^a | ^A 249.00±15.52 ^a | ^A 253.00±14.42 ^a | ^A 253.67±12.06 ^a |

¹⁾Refer to Table 5. ²⁾Mean±SD (n=6).

^a ^b Means with different letters in each column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

^A ^C Means with different letters in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 7. Specific volume and baking loss of sourdough breads added with sourdough starter

| Samples ¹⁾ | Bread weight (g) | Bread volume (mL) | Specific volume (mL/g) | Baking loss (%) |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| CSB | 125.84±0.18 ²⁾³⁾ | 467.70±19.34 ^b | 3.72±0.15 ^b | 16.11±0.12 ^b |
| SDB1 | 124.75±0.43 ^b | 490.26±3.54 ^a | 3.93±0.02 ^a | 16.84±0.29 ^a |
| SDB2 | 125.21±0.16 ^b | 478.95±11.28 ^{ab} | 3.85±0.07 ^a | 16.52±0.10 ^a |
| SDB3 | 125.08±0.05 ^b | 476.87±2.03 ^{ab} | 3.83±0.04 ^{ab} | 16.51±0.03 ^a |

¹⁾Refer to Table 5. ²⁾Mean±SD (n=6).

³⁾Means with different letters in each column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

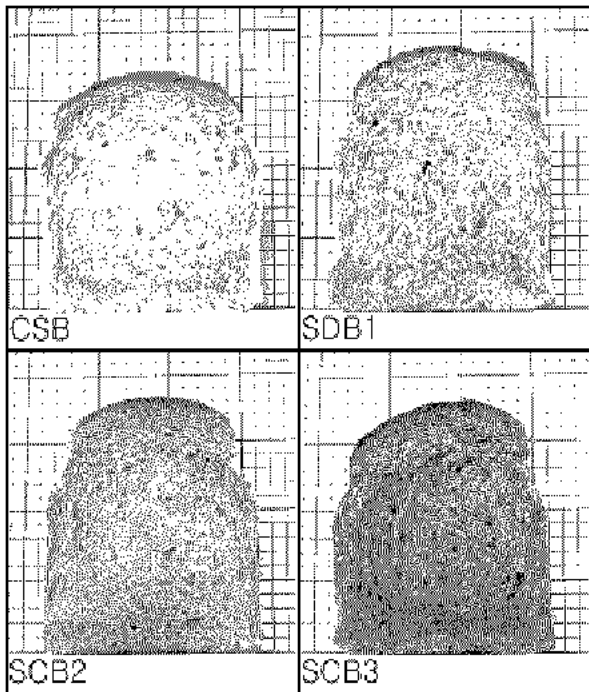


Fig. 6. Internal view of the sourdough breads added with sourdough starter.

Samples (CSB, SDB1~3) are refer to Table 5.

여 일정량의 굽기 손실이 발생한다(33)고 보고되었으며, 이와 같이 비용적과 굽기 손실이 비례하여 증가하는 것은 Jung(34)의 연구와 일치하였다.

색도: Sourdough bread의 색도를 측정된 결과는 Table 8에 나타내었다. L값(lightness value)의 경우 CSB는 69.07로 나타났으며, SDB1, SDB2, SDB3는 60.11, 57.40, 46.14로 나타났다. 홍국이 첨가되지 않은 CSB가 홍국이 첨가된 SDB1~3보다 높게 나타났으며, 홍국의 함유량이 증가할수록 감소하였다($p < 0.05$). a값(redness value)의 경우 CSB는 0.80으로 나타났으며, SDB1, SDB2, SDB3은 14.95, 20.43, 27.77로 나타났다. a값은 홍국이 첨가되지 않은 CSB가 홍국이 첨가된 SDB1~3보다 낮게 나타났으며, 홍국의 함유량이 증가할수록 증가하였다($p < 0.05$). b값(yellowness value)의 경우 CSB는 14.47로 나타났으며, SDB1, SDB2, SDB3은 15.99, 16.72, 18.41로 나타났다. b값은 홍국이 첨가되지 않은 CSB가 홍국이 첨가된 SDB1~3보다 낮게 나타났으며, 홍국

Table 8. Hunter color values of sourdough breads added with sourdough starter

| Samples ¹⁾ | Color values | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | L | a | b |
| CSB | 69.07 ± 0.29 ^{2)a3)} | 0.80 ± 0.03 ^d | 14.47 ± 0.39 ^f |
| SDB1 | 60.11 ± 0.86 ^b | 14.95 ± 0.42 ^c | 15.99 ± 0.35 ^b |
| SDB2 | 57.40 ± 0.29 ^c | 20.43 ± 0.09 ^b | 16.72 ± 0.42 ^b |
| SDB3 | 46.14 ± 0.52 ^d | 27.77 ± 0.99 ^a | 18.41 ± 1.09 ^a |

¹⁾Refer to Table 5.

²⁾Mean ± SD (n=6).

³⁾Means with different letters in each column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

의 함유량이 증가할수록 증가하였다($p < 0.05$).

이러한 결과는 홍국의 적색색소로 인하여 홍국 함유량이 증가할수록 L값은 감소, a값은 증가하였으며, b값은 증가하지만 영향력은 작은 것으로 나타났으며($p < 0.05$), Kim과 Kim(35)의 홍국 분말을 식빵에 첨가한 연구와 일치하는 경향을 나타내었다.

Texture: Sourdough bread의 물성 측정 결과는 Table 9에 나타내었다. CSB의 경도는 198.89 g/cm³로 측정되었으며, SDB1, SDB2, SDB3는 204.95, 217.82, 214.12 g/cm³로 나타나 시료들 간의 유의적인 차이는 없었다. CSB의 응집성은 73.64%로 측정되었으며, SDB1, SDB2, SDB3은 75.06, 73.37, 74.07%로 시료들 간의 유의적인 차이는 없었다. 탄력성의 경우 CSB는 84.80%, SDB1, SDB2, SDB3은 85.76, 86.31, 88.72%로 나타나 홍국이 많이 함유된 starter를 이용한 bread일수록 탄력성이 증가하였다($p < 0.05$). 점착성의 경우 CSB는 54.98 g, SDB1, SDB2, SDB3은 51.91, 58.91, 61.71 g으로 나타나 홍국이 많이 함유된 starter를 이용한 bread일수록 점착성이 증가하는 것으로 나타났다. 부서짐성의 경우 CSB는 47.73 g, SDB1, SDB2, SDB3은 52.15, 52.46, 56.60 g으로 나타나 CSB보다 홍국 첨가군의 부서짐성이 높게 나타났고, 홍국의 함유량이 증가할수록 부서짐성은 증가하였다($p < 0.05$).

관능검사: Sourdough bread의 관능검사에 대한 결과는 Table 10에 나타내었다. 기공의 불균일성은 CSB가 4.96으로 가장 높게 나타났으며, SDB1 4.07, SDB2 4.21, SDB3 4.33으로 나타나 CSB에 비해 홍국 첨가군의 기공 균일성이 우수한 것으로 알 수 있었으며, 홍국 첨가군에서는 SDB1이 기공의 균일성이 가장 좋은 것으로 나타났다. 색은 CSB가 1.33으로

Table 9. Textural characteristics of sourdough breads added with sourdough starter

| Textural characteristics | Samples ¹⁾ | | | |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | CSB | SDB1 | SDB2 | SDB3 |
| Hardness (g/cm ³) | 198.89 ± 39.84 ²⁾ | 204.95 ± 30.00 | 217.82 ± 15.62 | 214.12 ± 10.74 |
| Cohesiveness (%) | 73.64 ± 2.72 | 75.06 ± 2.58 | 73.37 ± 2.15 | 74.07 ± 1.60 |
| Springiness (%) | 84.80 ± 4.41 ^{b3)} | 85.76 ± 0.91 ^{ab} | 86.31 ± 0.81 ^{ab} | 88.72 ± 0.73 ^a |
| Gumminess (g) | 54.98 ± 2.56 ^{bc} | 51.91 ± 3.47 ^c | 58.91 ± 3.80 ^{ab} | 61.71 ± 2.04 ^a |
| Brittleness (g) | 47.73 ± 2.83 ^c | 52.15 ± 2.39 ^b | 52.46 ± 2.56 ^b | 56.60 ± 1.50 ^a |

¹⁾Refer to Table 5. ²⁾Mean ± SD (n=6).

³⁾Means with different letters in each row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 10. The sensory evaluation of sourdough breads added with sourdough starter

| Sensory characteristics | Samples ¹⁾ | | | |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | CSB | SDB1 | SDB2 | SDB3 |
| Aircell non uniformity | 4.96±0.84 ^{2)a3)} | 4.07±1.00 ^b | 4.21±1.05 ^b | 4.33±0.99 ^{ab} |
| Color | 1.33±0.66 ^d | 4.05±1.77 ^f | 5.57±1.25 ^b | 6.80±0.41 ^a |
| Hardness | 3.77±1.83 ^b | 4.06±1.70 ^b | 4.33±1.77 ^b | 6.25±0.86 ^a |
| Springiness | 4.23±0.87 ^c | 4.79±0.58 ^{bc} | 5.40±1.12 ^{ab} | 5.50±0.76 ^a |
| Sweetness | 1.71±1.04 ^b | 2.72±1.36 ^a | 2.87±1.13 ^a | 2.91±0.70 ^a |
| Sourness | 2.42±1.21 ^b | 3.71±1.05 ^a | 4.33±1.23 ^a | 4.54±1.76 ^a |
| Off flavor | 5.33±1.55 ^a | 3.60±1.35 ^b | 3.71±1.27 ^b | 3.67±1.30 ^b |
| Overall preference | 5.10±0.70 ^{ab} | 5.70±0.80 ^a | 5.52±0.98 ^{ab} | 5.35±0.93 ^{ab} |

¹⁾Refer to Table 5. ²⁾Mean±SD (n=30).

³⁾Means with different letters in each row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

가장 연하게 나타났으며, SDB1~3의 경우 색도 측정의 결과 (Table 8)와 같이 붉은색 정도는 홍국 함유량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 경도는 CSB가 3.77로 가장 낮게 나타났으며, SDB1 4.06, SDB2 4.33, SDB3 6.25로 나타났으며, 홍국 함유량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 탄력성은 CSB가 4.23으로 가장 낮게 나타났으며, SDB1 4.79, SDB2 5.40, SDB3 5.50으로 나타나 홍국 함유량이 증가할수록 증가하였다($p < 0.05$). 단맛과 신맛은 CSB가 SDB1~3보다 낮게 나타났으며($p < 0.05$), 홍국 함유량이 증가할수록 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. 이취는 CSB가 5.33으로 나타나 SDB1~3에 비해 높게 나타났으며($p < 0.05$), 홍국 첨가균간의 유의적 차이는 나타나지 않았으나 SDB1의 이취가 가장 낮게 나타났다. 전반적인 기호도는 CSB가 5.10으로 가장 낮게 나타났으며, SDB1은 5.70으로 전반적인 기호도가 높게 나타났고 SDB2와 SDB3은 5.52와 5.35로 나타났다.

요 약

본 연구에서는 홍국의 첨가량을 달리하여 sourdough starter를 전통적 방법으로 제조하고, 발효시간에 따른 sourdough starter의 이화학적 특성을 분석하고, sourdough bread의 texture 특성 및 관능검사를 실시하여 이의 품질 특성을 조사하였다. 홍국, 강력분, 호밀분의 수분 함량은 6.15, 12.53, 8.56%로 나타났으며, 회분 함량은 0.15, 0.44, 1.64%로 나타났다. 조지방 함량은 0.97, 1.16, 2.49%로 나타났으며, 조단백질 함량은 7.30, 12.57, 11.18%로 나타났다. 탄수화물 함량은 85.42, 73.29, 76.14%로 나타났다. Sourdough starter의 pH는 모든 시료가 3일까지 저하되었으며, 홍국의 첨가량이 증가할수록 pH는 저하되는 경향을 나타내었다. 환원당과 총당의 경우 SD1은 3일, SD2~4는 1일까지 유의적으로 증가한 후 감소하였으며, 홍국의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 젖산균의 균수는 모든 시료들이 0일에서 나타나지 않았고, 2일에서 최대를 나타냈다. 효모의 균수는 SD1이 4일의 발효시간 동안 나타나지 않았으며, SD2~4는 3일까지 증가

하였다. Mixograph 측정 결과 peak time, peak value 및 width of tail은 CSB가 가장 높게 나타났으며, SDB1~3은 홍국의 함유량이 증가할수록 낮게 나타났다. 발효 팽창력은 SDB1~3이 CSB보다 크게 나타났으며, 반죽 직후부터 45분 간의 발효팽창력은 SDB1, SDB2가 SDB3보다 크게 나타났다. 비용적과 굽기 손실률의 측정 결과 SDB1이 가장 크게 나타났으며, 각각의 시료들은 비용적이 증가할 때 굽기 손실이 비례하여 증가하는 것으로 나타났다. 색도의 측정 결과 L값은 CSB가 가장 높은 값을 나타내었으며, 홍국의 함유량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. a값은 CSB가 가장 낮은 값을 나타내었으며, 홍국의 함유량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. b값은 CSB가 가장 낮은 값을 나타내었으며, 홍국의 함유량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 물성측정 결과 경도와 응집성은 각 시료들 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 탄력성과 부서짐성은 CSB가 가장 낮았으며, 홍국의 함유량이 증가할수록 증가하였다. 점착성은 SDB1이 가장 낮았으며, 홍국의 함유량이 증가할수록 증가하였다. 관능검사 결과 기공의 균일성은 SDB1이 가장 균일한 것으로 나타났으며, 색은 홍국의 함유량이 증가할수록 높게 나타났다. 경도, 탄력성, 단맛 및 신맛 등은 홍국 함유량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 이취는 SDB1이 가장 적게 나는 것으로 나타났으며, 전반적인 기호도는 SDB1이 가장 높았다. 따라서 홍국을 10% 첨가한 sourdough starter를 3일 동안 발효한 후 반죽에 첨가하여 sourdough bread를 제조할 때 품질이 가장 우수한 제품을 얻을 수 있었다.

문 헌

1. Wild D, Toth G, Humpf H. 2002. New *Monascus* metabolite isolated from red yeast rice. *J Agric Food Chem* 50: 3999-4002.
2. Blanc PJ, Laussac JP, Le Bars J, Le Bars P, Loret MO, Pareilleux A, Prome D, Prome JC, Santerre AL, Goma G. 1995. Characterization of monascidin A from *Monascus* as citrinin. *Int J Food Microbiol* 27: 201-213.
3. Choi MY, Kwak EJ, Lim SI. 2004. Stability and isolation

- of monacolin K from red yeast rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1022-1027.
4. Park MJ, Yoon EK, Kim SD. 2002. Stability of pigment produced by *Monascus pilosus*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 541-545.
 5. Martinkova L, Juzlova P, Vesely D. 1995. Biological activity of polyketide pigments produced by the fungus *Monascus*. *J Appl Bacteriol* 79: 609-616.
 6. 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. *Oncology* 53: 247-249.
 7. Kim EY, Rhyu MR. 2000. The chemical properties of *Doenjang* prepared by *Monascus koji*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1114-1121.
 8. 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.
 9. 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.
 10. Kulp K, Lorenz K. 2003. *Handbook of Dough Fermentations*. Marcel Dekker, New York. p 23-42.
 11. Rouzaud O, Martinez Anaya MA. 1993. Effect of processing conditions on oligosaccharide profile of wheat sourdoughs. *Z Lebensm Unters Forsch* 197: 434-439.
 12. 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.
 13. Collar C, Benedito de Barber C, Martinez Anaya MA. 1994. Microbial sourdoughs influence acidification properties and breadmaking potential of wheat dough. *J Food Sci* 59: 629-633.
 14. Marklinder I, Johansson L. 1995. Sour dough fermentation of barley flours with varied content of mixed linked (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4) β -D glucans. *Food Microbiol* 12: 363-371.
 15. Katina K, Salmenkallio Marttila M, Partanen R, Forsell P, Autio K. 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high fiber wheat bread. *LWT Food Science and Technology* 39: 479-491.
 16. Decock P, Cappelle S. 2005. Bread technology and sour dough technology. *Trends in Food Science & Technology* 16: 113-120.
 17. 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.
 18. Rhee C, Bae SW, Yang HC. 1983. Studies on bread baking properties of naked barley flour and naked barley wheat flour blends. II. Rheological properties of barley wheat blend doughs and the variations of loaf volumes with addition of food additives. *Korean J Food Sci Technol* 15: 112-117.
 19. Kim SY, Hwang SY. 2004. Effect of sourdough powder on the physical properties of the bread flour. *Korea J Food & Nutr* 17: 171-176.
 20. AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 69-74.
 21. Doerry W, Hutz E. 2000. Sourdough starters and breads. *Technical Bulletin* (American Institute of Baking) 22: 1-4.
 22. Miller GL. 1959. Use of reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
 23. Hodge JE, Hofreiter BT. 1962. *Methods in carbohydrate chemistry II*. Academic Press, New York. p 338.
 24. Finny KF. 1984. An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem* 61: 20-27.
 25. Lee KS, Yoon HH, Lee HJ, An HL. 2005. Bread making characteristics of black rice bread with different level of black rice wine. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 794-799.
 26. He H, Hoseney RC. 1992. Effect of quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem* 69: 17-19.
 27. AACC. 1983. *Approved Method 72-10*. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
 28. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘. 1993. 관능검사 방법 및 응용. 신평출판사, 서울. p 194-242.
 29. Margaret MW. 2005. *Foods: Experimental Perspectives*. Pearson Prentice Hall, New Jersey. p 474-480.
 30. Yoo SH, Park YS, Chang HG. 2006. Physicochemical characteristics of bagel dough supplemented with rye flour. *Food Engineering Progress* 10: 137-144.
 31. National Rural Living Science Institute, R.D.A. 1996. *Food composition table*. fifth rev. Suwon. p 38-42.
 32. Ottogalli G, Galli A, Foschino R. 1996. Italian bakery products obtained with sour dough: characterization of the typical microflora. *Advances in Food Science* 18: 131-144.
 33. 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.
 34. Jung IC. 2006. Rheological properties and sensory characteristics of white bread with added mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 332-343.
 35. Kim DW, Kim YH. 2003. Quality characteristics of bread added *Monascus anka* powder. *Korean J Culinary Research* 9: 39-50.

(2007년 3월 12일 접수; 2007년 5월 5일 채택)