

국내산 밀가루를 이용한 Sourdough 발효 식빵의 품질 특성에 관한 연구

안혜령¹ · 이광석[†]

¹경희대학교 대학원 조리외식경영학과, 경희대학교 조리과학과

Study on the Quality Characteristics of Pan Bread with Sourdough Starters from Added Domestic Wheat Flours

Hye-Lyung An¹ and Kwang-Suck Lee[†]

¹Dept. of Culinary Science and Food Service Management, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea
Dept. of Culinary Science and Arts, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

In this study, domestic wheat flour was used to develop a native sourdough suitable for the Korean environment, in an attempt to replace the sourdough starter that are currently available in local markets and used to prepare sourdough breads. Nine kinds of domestic wheat flour (available at local market) were examined and characterized according to their general ingredients, gluten contents, colorimetry data and mixograph measurement. In addition, the flour were used to make sourdough starters that were assessed for pH, TTA, and fermentation rate from which an optimal sourdough starter could be chosen. This study also compared the product characteristics breads prepared from the with one another by adding extracted sourdough starters. In order to analyze the quality characteristics of the breads, a comparative analysis was conducted through on data for dough fermentation rate, specific volume, texture analyses, colorimetry, water activity and sensory tests. According to the results, the sourdough starters KWF 3, KWF 4 and KWF 5 scored well in evaluations for gluten content, wheat flour characteristics and pH, and were deemed the most optimal starters. To characterize the sourdough breads prepared from KWF 3, KWF 4, and KWF 5, their quality characteristics were analyzed and then compared to those sourdough bread (control group) prepared using a sourdough starter made from imported wheat flour. According to the comparative analysis of the quality characteristics, KWF 4 had the largest volume and specific volume, but had the lowest textural hardness, indicating the softest texture of overall. According to sensory tests, the bread prepared from KWF 4 was significantly more preferred than the other specimens.

Key words : Sourdough starter, sourdough bread, Korean wheat flour.

서론

최근 식생활 형태의 다양한 변화와 함께 소비자들은 건강 지향적이며 자연 친화적인 제품 구매 성향을 띄고 있다. 이로 인하여 기능성 재료와 천연 효모를 이용한 빵과 과자 제품이 인기를 얻고 있으며(Kim & Chun 2008), 이러한 영향으로 기능성 재료를 첨가한 빵 제품의 상품화 및 천연 발효종인 sourdough를 이용한 천연 발효빵 개발에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다(Cho 1997, Kim *et al* 2004, An 2005, Chae 2006, Lee 2007).

Sourdough 발효 식빵의 장점은 풍부한 향, 독특한 맛과 발효시 생성되는 유기산에 의해 반죽의 물성이 개량되고(이응규 1995), 유해한 곰팡이의 생육을 억제하며(Shin & Kim 2001),

제품의 노화 억제에 의한 저장 기간을 연장할 수 있다(백상봉 1990, Lee *et al* 2001).

최근 웰빙 열풍을 타고 화학 제품을 첨가하지 않은 천연 발효빵에 대한 관심이 높아지므로 인하여 이미 과포화된 제빵 시장에서 제품의 차별화를 추구하고자 일부 제빵 업체에서는 제품의 고급화를 위해 수입한 starter를 사용하고 있다(Chae DJ 2006). 그러나 수입된 종균은 제빵 산업 현장에서 다루기가 쉽지 않으며, 신맛 강도 조절의 어려움 등의 현실적인 문제를 가지고 있다(Shin & Jung 2003).

또한 starter는 각 나라의 기후와 지형에 따라 변화될 수 있으며, 물의 온도, 발효 기간 및 관리 방법 등에 따라 starter의 품질이 달라지므로 동일한 배합으로 제조하더라도 똑같은 starter를 만들기 어렵다(월간제과제빵 2000). 그러므로 우리나라에서도 우리의 제빵 현실에 적합한 자연 발효종이 필요하다.

가까운 일본에서는 자국산 밀을 이용하여 호시노 천연 효

[†] Corresponding author : Kwang-Suck Lee, Tel : +82-2-961-0857, Fax : +82-2-961-2537, E-mail : Koreadclub@yahoo.co.kr

모종이라는 천연 효모를 자체 개발하여 이를 건조분말화시켜 대규모 베이커리는 물론 일반가정에서도 손으로 직접 만든 천연 효모빵을 즐기고 있다(월간베이커리, 1994).

국내에서는 천연 발효종을 수입에 의존하여 사용하고 있으며, 아직까지 순수 국내산 천연 발효종으로 개발된 시판 제품은 없는 상태이다. 그러나 천연 발효에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으며, Cho NJ(1997)는 *bifidum*을 첨가한 밀가루 brew를 천연 제빵 개량제로 사용할 경우에 첨가량이 증가할수록 발효력과 빵의 비용적이 향상되었고, 전분의 결정화가 지연되어 빵의 저장 기간이 증가하는 것으로 sourdough가 우수하다고 보고하였다. 최근의 연구에서 Lee JH(2007)는 홍국을 이용한 sourdough starter를 동결건조시켜 sourdough bread에 첨가하여 수입형 sourdough powder에 대한 대체 가능성이 있다고 하였다.

제빵 분야에서 sourdough starter를 이용한 전통적인 발효법에서 앞서 제시한 여러 가지 어려움을 공감하며, sourdough starter를 배양하여 인공적으로 추가시의 장점을 인식하고 있으나, 그 이용이 아직은 미약한 단계이다. 그러나 최근에 식품에 관련된 안전 사고가 빈번히 발생하여 식품 성분에 대하여 민감해진 소비자들은 더욱더 자연 친화적이며 건강 지향적인 식품에 대한 욕구가 강해지고 있으므로 빵의 경우에서도 건강빵 이미지의 대표 상품인 천연 발효로 제조된 sourdough 발효 식빵의 소비 시장의 전망은 밝다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 국내산 밀가루를 이용하여 우리나라의 환경에 적합한 토종 천연 발효종을 제조하여 이를 첨가한 sourdough 식빵의 품질 특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

국내산 밀을 이용한 sourdough starter를 제조하고자 우리나라에서 생산되는 밀가루 9가지를 인터넷 사이트(<http://www.chamssal.com>, <http://jhn.co.kr>, <http://www.woorizang.co.kr>, <http://www.wellclub.co.kr>, <http://www.chamssal.com>, <http://woorinefood.com>)를 통하여 2008년 6월 16일부터 6월 26일까지 11일 동안 구입하였다. 실험에 사용한 시료는 총 10가지이며, Table 1에 나타내었다.

Sourdough 식빵의 제조에는 강력 밀가루(큐원, (주)삼양사, 경기도 안양, 한국), 제빵용 효모(제니코 식품(주), 서울시 영등포, 한국), 설탕(큐원, (주)삼양사, 경기도 안양, 한국), 마가린(버터랜드, (주)웰가, 경남 양산, 한국), 탈지분유(메디락 폴드, 주식회사 동진유업, 경남 김해, 한국), 꽃소금(샘표, 한국), 제빵개량제(S-500, 퓨레투사, 한국)를 사용하였다.

Table 1. Korean wheat flours used in experiments

	Name of product	Producer
Con ¹⁾	Q1 Strong flour	Samyang Corporation
KWF 1	Woorimil flour	Ssal-jib Ageossi
KWF 2	Woorimil whole wheat flour	Woorimil Agricultural association
KWF 3	Woorimil what flour	Woorimil Agricultural association
KWF 4	Tojong wheat folur	Hamyang Agricultural association
KWF 5	Woori wheat flour	Woorizang
KWF 6	Woorimil whole wheat flour	Woorimil
KWF 7	Woorimil wheat flour	Woorimil
KWF 8	Woorine whole wheat flour	Woorinefood
KWF 9	Woorimil Nam-Hae flour	wrmill

¹⁾Control : Comparative group.

2. 실험 방법

1) 밀가루의 성분 분석 및 특성 측정

(1) 일반 성분 분석

밀가루의 일반 성분은 AOAC(1995) method에 따라 수분 함량은 105℃ 상압가열 건조법, 회분은 600℃ 직접 회화법으로 측정하였고, 조단백질은 micro Kjeldahl 법을 이용하여 측정하였다.

(2) 글루텐 함량 측정

Sourdough starter 제조에 사용하는 강력 밀가루와 국내산 밀가루 9가지의 제빵 적합성을 알아보기 위하여 글루텐 양을 AACC method 38-10(AACC, 1995)으로 washing test하여 측정하였다. 각각의 밀가루 25 g에 물 15 mL를 혼합하여 글루텐을 발전시킨 후, 27℃의 미지근한 물에 30분간 침지시킨 후, 흐르는 물에서 손으로 주물러 전분을 완전히 제거하였다. 젖은 글루텐 덩어리의 표면에 끈적임이 있을 때까지 건조시켜 글루텐의 표면에 수분이 없을 때 무게를 측정하였다. 젖은 글루텐은 오븐(FOD-7130, 대영공업사, 한국)에서 윗불 210℃, 밑불 200℃로 25분간 구워서 건조 글루텐을 얻어 무게를 측정하였다. 젖은 글루텐과 건조 글루텐의 함량은 다음 식에 의해서 %로 나타내었다.

$$\frac{\text{Gluten(g)}}{\text{Flour samle(g)}} \times 100\% = \% \text{ gluten}$$

(3) Mixograph를 통한 밀가루의 특성

국내산 밀의 제빵 적성을 강력 밀가루와 비교하여 알아보기 위하여 mixograph(National Mfg. co., Lincoln, NE)를 사용하였다. Mixograph의 spring 장력은 12번으로 하였으며, 시료는 AACC method 54-40(AACC, 1995)에 의해 10 g을 mixograph 반죽기에 넣고 물 6.2 g을 첨가하였다. 반죽시간은 10분으로 맞춰서 mixogram을 얻었다. Mixogram을 통하여 peak time, peak value, left slope, right slope, 8분 후의 width와 integral value의 결과들로부터 밀가루의 제빵 특성을 알아보았다.

(4) 색도 측정

강력 밀가루와 국내산 밀가루의 색도는 chromameter(JC 801, Color Techno System Co. Ltd., Japan)를 사용하여 시료를 2 g씩 측정하였다. 각 시료의 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준 백색판의 L값은 93.91, a값은 -1.40, b값은 1.26 이었다.

2) Sourdough Starter 제조 및 분석

(1) Sourdough Starter의 제조

국내산 밀을 이용한 sourdough starter 제조는 mother sour 제조 방법을 변형한 An HY(2005)의 연구에서 제시한 방법과 동일하게 제조하였다. Sourdough starter 제조 시 재료 배합율과 제조과정은 Table 2와 Fig. 1에 나타내었다.

제조 1 단계에서 밀가루 375 g과 물 187.5 g을 넣어 6.5 L 믹서기(5KP2670EWH, Kitchen Aid, USA)를 이용하여 1단으로 5분간 혼합하여 4 L 플라스틱 용기에 담고 뚜껑을 느슨하게 닫고 일정한 온도 28℃와 상대 습도 90%의 전기 발효기(전기 발효기, EP-20, 대영공업사, 한국)에서 24시간 동안 발효시켰다. 12시간 단위로 일부 시료를 꺼내어 측정에 이용하였다.

24시간 후, 제 2 단계에서는 1단계의 반죽에 밀가루 375 g과 물 187.5 g을 넣어 앞서 1단계와 동일한 조건에서 혼합한 후, 동일한 용기에 담아 뚜껑을 느슨하게 닫아서 동일한 발효기에 넣어 정확히 12시간 단위로 꺼내어 실험에 이용하였고 24시간동안 발효기에 넣어두었다.

24시간 후, 제3단계에서도 2단계의 반죽에 밀가루 375 g과 물 187.5 g을 넣어 앞서 2단계와 동일한 조건에서 혼합한 후, 동일한 용기에 담아 뚜껑을 느슨하게 닫아서 동일한 발효기에 넣어 정확히 12시간 단위로 꺼내어 측정하였다.

24시간 후, 제 4 단계에서도 3단계의 반죽에 밀가루 375 g과 물 187.5 g을 넣어 앞서 3단계와 동일한 조건에서 혼합한 후, 동일한 용기에 담아 뚜껑을 느슨하게 닫아서 동일한 발효기에 넣고 6시간 후 꺼내어 측정하였다. Sourdough star-

Table 2. Production steps of sourdough starter

Step	Ingredient(g)			Total weight	Ripening time(hr)
	Flour	Water	Starter		
1	375	187.5	0	562.5	24
2	375	187.5	562.5	1,125	24
3	375	187.5	1,125	1,687.5	24
4	375	187.5	1,687.5	2,250	6

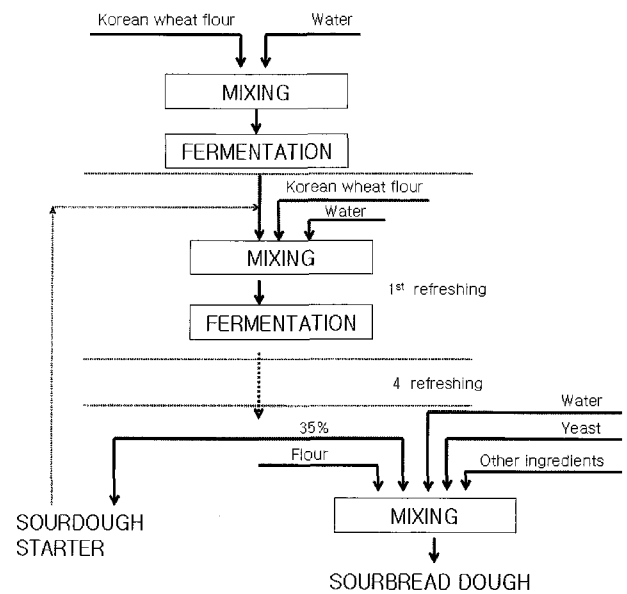


Fig. 1. Manufacturing process of sourdough starter.

ter 제조는 총 78시간 동안 발효시켜 완료하였다.

(2) pH 및 TTA 측정

발효하는 동안의 반죽 pH는 효모의 온도와 측정시간에 따라 변화하기 때문에 정확한 pH 측정을 위하여 반죽의 표면에 직접 탐침봉을 꽂아서 측정하는 surface electrode method (Miller et al 1994)를 사용하였다. Sourdough starter를 만드는 기간 중 측정 시간에 따라 탐침봉을 반죽 표면으로부터 5 cm 깊이로 꼽고 정확히 5초 후에 pH meter(720A, Orion, USA)로 상온에서 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. TTA(total titratable acidity) 측정은 AACC method 02-52(AACC 1995) 방법을 사용하였다. Sourdough starter 10 g을 비이커에 담고 증류수 100 mL를 첨가하여 균일하게 혼합하여 phenolphthalein 5방울을 떨어뜨린 후, magnetic stirrer(PC-420, Corning, USA) 위에서 0.1 N NaOH를 천천히 첨가하여 혼합액의 핑크색이 30초간 유지되는 시점까지 소비된 NaOH의 부피(mL)로 계산하였다.

(3) Sourdough Starter의 발효율 측정

Sourdough starter를 제조한 직후, starter를 10 g씩 채취하여 반죽을 둥글게 만들어 100 mL mess cylinder에 넣어 매 12시간마다 발효(30℃, 상대습도 80%)가 끝난 직후에 팽창된 반죽의 높이를 측정하여 부피(mL)로 발효율을 나타내었다.

3. Sourdough 식빵의 제조 및 분석

(1) Sourdough 식빵의 제조

국내산 밀가루로 제조한 sourdough starter를 첨가하여 만든 sourdough 식빵은 An HY(2005)의 연구에서 제시한 방법과 동일하게 제조하였다. 배합율은 Table 3과 같고 제조 과정은 Fig. 2와 같이 직접반죽법으로 제조하였다.

Sourdough 식빵 제조에 사용되는 sourdough starter는 많은 양을 사용하기 때문에 앞서 밀가루 성분 분석과 sourdough

Table 3. Formula of sourdough bread with sourdough starter

Ingredient	Flour basis(%)
Sourdough starter ¹⁾	35
Strong flour	100
Water	60
Yeast	1.5
Salt	1.5
Sugar	8
Margarine	3
Non-fat dry milk	2
S-500 ²⁾	1.5

¹⁾ Sourdough starter with strong flour and Korean wheat flour.

²⁾ Dough conditioner.

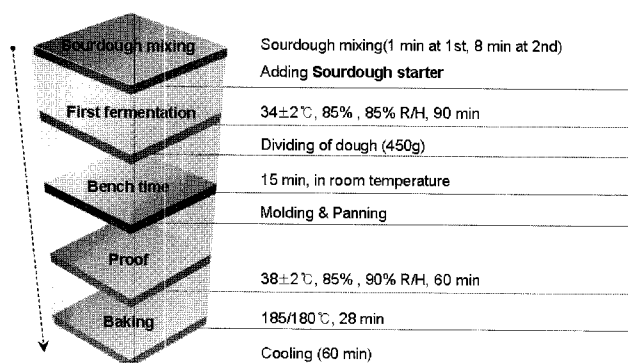


Fig. 2. Manufacturing process of sourdough bread with sourdough starter by straight dough method.

starter의 실험에서 제빵 적성에 가장 적합하다고 여겨지는 sourdough starter를 추출하여 sourdough 식빵 제조에 사용하였다.

Sourdough starter는 냉장고에 보관해 두었다가 사용하기 전에 밀가루 375 g과 물 187.5 g을 넣어 6.5 L 믹서기(SKP 2670 EWH, Kitchen aid, USA)를 이용하여 1단으로 5분간 혼합하여 플라스틱 용기에 담고 뚜껑을 느슨하게 닫아서 일정한 온도 28℃와 상대 습도 90%의 전기 발효기(EP-20, 대영공업사, 한국) 15시간 동안 넣어 두었다가 사용하였다. 전 재료를 반죽기에 넣고 1.5HP 수직 반죽기(NVM-12, 대영공업사, 한국)를 이용하여 1단에서 1분, 2단으로 8분 동안 반죽을 하였으며, 1차 발효는 온도 34±2℃, 상대 습도 85%의 전기 발효기(EP-20, 대영공업사, 한국)에 넣어 90분간 발효시켰다. 1차 발효 후, 반죽을 450 g씩 분할하여 실내 온도에서 15분간 중간발효를 시키고 one-loaf로 성형하여 가로 21.5 cm, 세로 9.7 cm, 높이 9.5 cm인 식빵틀에 넣어 팬닝하였다. 2차 발효는 온도 38±2℃, 상대 습도 90%의 발효기에서 60분간 발효시킨 후, 윗불 185℃, 밑불 180℃의 전기오븐(FOD-7103, 대영공업사, 한국)에서 28분간 구웠다. 구워진 식빵은 팬에서 꺼내어 실온에서 1시간 냉각 후 OPP 봉지에 담아 24시간 이후에 실험에 사용하였다.

2) 반죽의 발효율 측정

Sourdough 식빵 반죽의 발효율을 측정하기 위하여 반죽 직후, 10 g씩을 채취하여 발효율을 측정하였다. 10 g의 반죽을 둥글게 만들어 100 mL mess cylinder에 넣어 12시간마다 발효(온도 30℃, 상대습도 80%)가 끝난 직후에 팽창된 반죽의 높이를 측정하여 부피(mL)로 발효율을 나타내었다.

3) 비용적과 수분 활성도 측정

비용적 측정을 위한 sourdough 식빵의 부피는 종자 치환법으로 측정하였고, 빵의 무게를 측정한 후 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(mL/g)으로 하며 3회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

수분 활성도는 sourdough 식빵을 측정용 셀에 약 60~70%만큼 채워 넣은 후를 시작으로 수분 활성도 값이 변하지 않는 시점을 종말점으로 하여 수분 활성도 측정기(Rotronic Hygromer C94, USA)를 이용하여 시료 당 3회씩 반복 측정하였다.

4) Texture 측정

Sourdough starter로 제조한 sourdough 식빵의 조직감을 texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems, England)에 36 mm cylinder probe를 사용하여 측정하였다. 측정할 식빵은 12.5 mm 두께로 슬라이스하였고, 식빵 덩어리의 끝부분에서 세 번째 식빵 조각까지를 제외한 두 조각의 식빵을 겹쳐서 25 mm 두께로 사용하였다. 조직감에 대한 압착 시험은 시료

를 2회 반복으로 압착시 얻어지는 TPA(Texture Profile Analysis)에 의한 parameter로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 3회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

5) 색도 측정

Sourdough starter를 첨가한 sourdough 식빵의 색도를 알아보기 위하여 12.5 mm 두께로 절단한 후, 식빵의 중앙 부위를 chromameter(JC801, Color Techno System Co. Ltd., Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 백색판의 L, a, b값은 각각 93.82, -1.24, 1.70이었다.

6) 관능검사

관능검사는 sourdough starter를 첨가하여 만든 sourdough 식빵을 실온에서 1일간 보관한 후에 정량적 묘사 분석을 실시하였다(김광옥 등 1993). 관능검사 패널은 경희대학교 조리과학과 학생 12명이며, 검사에 사용된 척도는 횡선의 중심에 정박점이 표시된 15 cm 선척도를 사용하였다. 특성의 강도는 좌측에서 우측으로 갈수록 증가하는 단극적 척도로 하여 횡선상의 왼쪽 끝에서부터 표시된 지점까지의 길이를 재서 숫자로 환산하여 특성의 강도로 평가하였다. 관능검사 시 흰색 접시에 식빵의 절단면 가장 끝부분을 제외한 1조각을 물과 함께 제공하였다.

4. 통계 처리

실험의 분석 결과는 SPSS 11.0 program을 이용하여 통계 처리를 하였다. Sourdough starter의 pH와 TTA 및 sourdough 식빵의 비용적, 조직감, 수분 활성도 및 관능 검사의 결과를 ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 밀가루의 성분 및 특성

1) 일반 성분 조성

수입산 강력 밀가루와 국내산 밀가루 9가지의 일반 성분 분석 결과는 Table 4와 같다.

수분 함량은 KWF 9가 11.83%로 가장 높았으며, 수입산 강력 밀가루인 대조구, KWF 1과 KWF 4는 유의적인 차이가 없었고, KWF 5가 8.66%로 가장 낮았다. 단백질 함량은 대조구가 13.47%로 가장 높게 측정되었으며, KWF 4가 13.36%, KWF 6이 13.23%로 유의적인 차이가 나타나지 않아 국내산 밀가루가 대조구에 비해 단백질 함량이 적지 않은 것으로 나

Table 4. Proximate composition of strong flour and KWF

	Moisture(%)	Crude protein(%)	Crude ash(%)
Con	11.53±0.22 ^{ef}	13.47±0.24 ^c	0.46±0.03 ^a
KWF 1	11.51±0.17 ^{ef}	12.23±0.40 ^d	0.71±0.03 ^b
KWF 2	10.91±0.28 ^d	11.56±0.23 ^c	0.40±0.01 ^a
KWF 3	10.58±0.25 ^{cd}	12.56±0.14 ^d	0.42±0.02 ^a
KWF 4	11.46±0.13 ^{ef}	13.36±0.19 ^c	0.95±0.03 ^c
KWF 5	8.66±0.27 ^a	12.60±0.24 ^d	1.36±0.13 ^d
KWF 6	10.45±0.12 ^c	13.23±0.29 ^c	0.91±0.02 ^c
KWF 7	11.42±0.28 ^e	12.48±0.21 ^d	0.73±0.03 ^b
KWF 8	9.74±0.18 ^b	9.96±0.13 ^b	1.67±0.23 ^e
KWF 9	11.83±0.20 ^f	9.37±0.20 ^a	0.74±0.01 ^b

^{a-f} Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

타났다. 단백질 함량이 가장 낮은 것은 수분 함량이 가장 많았던 KWF 9가 9.37%로 측정되었으며, 전체적으로 유의적인 차이를 보였다. 회분 함량은 KWF 8이 1.67%로 가장 높게 측정되었으며, KWF 2가 가장 낮았고, KWF 3과 대조구와 유의적인 차이가 없었다.

2) 밀가루의 글루텐 함량

제빵의 반죽 과정에서 생성되는 글루텐은 빵의 기초 골격과 같은 것으로 발효 과정에서 생성되는 가스를 보유하여 빵의 풍미와 체적과 밀접한 관련이 있기 때문에 제빵에서는 가장 중요한 역할을 한다. 그러므로 글루텐을 생성하는 밀가루는 곧 제빵 적성을 평가하기 위한 중요한 요소가 된다.

젖은 글루텐과 건조 글루텐의 실험 결과는 Table 5와 같다. 일반적으로 제빵 적성에 적합한 글루텐의 함량은 젖은 글루텐의 경우는 30~45%이며, 건조 글루텐의 함량은 12~15%이다(Rogers 2001).

실험 결과에서 강력 밀가루의 젖은 글루텐 함량이 34.8%, 건조 글루텐 함량이 15.87%로 가장 높게 나타났으며, 다른 시료와 유의적인 차이를 보였다. 국내산 밀가루 중에서는 KWF 4의 젖은 글루텐 함량이 33.20%, 건조 글루텐 함량이 12.40%로 가장 높았으며, 다른 국내산 밀가루의 글루텐 함량과 유의적인 차이를 나타내었다. 앞서 일반 성분 분석의 결과에서도 대조구의 단백질 함량이 가장 높게 측정되었고, 국내산 밀가루 중에서는 KWF 4가 가장 높은 것으로 나타났으므로 글루텐 함량 결과와 일치하였다. KWF 3은 젖은 글루텐 함량은 31.33%로 제빵 적성에 적합하나, 건조 글루텐 함량은 10.80%로 부족하였으며, KWF 5의 젖은 글루텐 함량도 30.40%로

Table 5. Measurements of gluten status by AACC method 38-10

Gluten status	Con	KWF 1	KWF 2	KWF 3	KWF 4	KWF 5	KWF 6	KWF 7	KWF 8	KWF 9
Wet gluten (%)	34.80±1.20 ^f	27.87±1.01 ^d	27.20±1.06 ^{cd}	31.33±0.83 ^e	33.20±1.06 ^f	30.40±0.69 ^f	26.40±0.80 ^{cd}	25.73±1.40 ^c	13.87±1.22 ^a	18.80±0.80 ^b
Dry gluten (%)	15.87±1.01 ^g	9.20±1.06 ^{abcd}	8.80±1.06 ^{bc}	10.80±0.69 ^{def}	12.40±1.20 ^f	10.00±1.20 ^{cd}	11.60±0.40 ^{ef}	9.45±1.22 ^{cd}	4.80±0.40 ^a	7.60±1.06 ^b

^{a-f} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

적합한 반면에 건조 글루텐의 함량은 KWF 3과 같이 제빵 적성에 부족한 것으로 나타났다. 국내산 밀가루 중에서 빵의 제조에 적합한 것은 젖은 글루텐 함량과 건조 글루텐 함량이 제빵 적성에 적합한 KWF 4가 가장 좋았고, KWF 3과 KWF 5는 젖은 글루텐의 함량만이 적합한 것으로 나타났다.

3) 밀가루의 특성

Mixograph를 통하여 국내산 밀가루의 반죽 형성에 미치는 영향을 알아보았으며, 실험 결과는 Table 6에 나타내었다.

Peak time은 대조구가 4.70분, KWF 1이 4.03분, KWF 2가 3.23분, KWF 3이 3.92분, KWF 4가 3.04분이었고, KWF 5가 3.32분으로 대조구와 KWF 1, KWF 2, KWF 3, KWF 4, KWF 5는 모두 3~5분 사이에 있어 제빵 적성에 적합한 시료였다. 그 외에 KWF 6, KWF 8과 KWF 9는 각각 5.91분, 2.74분과 6.54분으로 나타나 제빵 적성에 적합하지 않은 것으로 나타났다.

Peak value는 대조구가 61.17%로 가장 높았으며, 60% 이상의 수준 범위에 있어 제빵 적성에 적합하였고, 그 다음으로 국내산 밀가루 중에서 KWF 8이 59.32%로 높게 나타났다.

그리고 KWF 2가 55.39%, KWF 6이 54.58%로 KWF 5가 52.89%로 60%에 약간 부족하였고, 그 외에 KWF 1, KWF 3, KWF 7과 KWF 9는 제빵 적성에 부적합한 것으로 나타났다.

Mixing tolerance는 대조구가 -1.54로 가장 적게 나타나 제빵 적성에 가장 적합하였고, 그 다음으로 국내산 밀가루 중에서 KWF 1이 -0.21, KWF 9가 -0.16, KWF 3이 0.07, KWF 2가 1.70, KWF 6이 1.97, KWF 4가 2.27, KWF 5가 3.68로 나타났다.

Width of tail은 반죽이 시작되고 난 8분후의 반죽 상태로 KWF 3이 4.05%, KWF 5가 4.39%로 좁게 나타나 반죽이 약하고 물이 많은 상태인 반면에 KWF 2는 11.56%, KWF 6은 12.52%로 넓게 나타나 반죽의 흡수율이 낮아 물이 부족한 반죽이었다.

Integral은 최적의 반죽 상태에 필요한 힘으로 KWF 6이 252.41로 가장 높았고, 그 다음은 KWF 9가 220.46, 대조구가 212.33으로 높게 나타났다. 가장 힘이 적게 필요한 반죽은 KWF 8로 127.27이었다.

4) 밀가루의 색도

밀가루의 색에 따라 식빵 속질의 색이 달라지며, 소비자들

Table 6. Mixograms of bread dough with different kinds of flour

	Peak time(min)	Peak value(%)	Mixing tolerance(%/min)	Width of tail(%)	Integral(%/min)
Con	4.70±0.08 ^{cd}	61.17±0.81 ^{ef}	-1.54±1.52 ^a	9.05±1.27 ^{ab}	212.23± 4.70 ^c
KWF 1	4.03±0.58 ^{bc}	48.21±0.37 ^{cd}	-0.21±1.55 ^{ab}	7.45±0.43 ^{ab}	171.62±19.95 ^b
KWF 2	3.23±0.55 ^{ab}	55.39±5.25 ^{ef}	1.70±0.92 ^{ab}	11.56±5.64 ^b	144.71±24.81 ^{ab}
KWF 3	3.92±0.32 ^{bc}	42.68±2.11 ^{ab}	0.07±0.97 ^{ab}	4.05±1.17 ^a	146.87± 7.25 ^{ab}
KWF 4	3.04±0.60 ^{ab}	56.84±3.79 ^{ef}	2.27±3.47 ^{ab}	8.40±1.12 ^{ab}	139.92±23.78 ^{ab}
KWF 5	3.32±0.63 ^{ab}	52.89±1.42 ^{de}	3.68±3.92 ^{ab}	4.39±1.59 ^a	137.56±23.80 ^{ab}
KWF 6	5.91±0.97 ^{ef}	54.58±2.25 ^{ef}	1.97±5.85 ^{ab}	12.52±1.08 ^b	252.41±34.44 ^d
KWF 7	5.16±0.58 ^{dc}	46.86±1.83 ^{bc}	0.03±1.30 ^{ab}	7.34±1.25 ^{ab}	204.99±11.85 ^c
KWF 8	2.74±0.07 ^a	59.32±5.24 ^f	4.27±2.50 ^b	10.28±6.03 ^b	127.27± 6.95 ^a
KWF 9	6.54±0.13 ^f	38.58±2.50 ^a	-0.16±0.58 ^{ab}	7.44±1.02 ^{ab}	220.46±12.81 ^{cd}

^{a-f} Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

은 일반적으로 식빵 속질의 색이 밝은 것을 선호하기 때문에 밀가루의 색도 분석은 식빵의 품질 특성에서 중요한 부분이다.

대조구인 강력 밀가루와 국내산 밀가루의 색도를 측정 한 결과는 Table 7에 나타내었다. L값은 KWF 8이 81.40으로 가장 어두웠으며, 가장 밝은 것은 KWF 3으로 90.08이었다. 대조구는 87.34로 유사하게 나타난 시료는 KWF 1과 KWF 9로 각각 87.42, 87.55였으며, L값은 전체적으로 유의적인 차이를 보였다.

Table 7. Color values of strong flour and KWF

	L	a	b
Con	87.34±0.09 ^f	2.94±0.03 ^b	7.41±0.11 ^c
KWF 1	87.42±0.12 ^f	3.20±0.07 ^c	8.42±0.20 ^d
KWF 2	85.07±0.02 ^e	3.79±0.14 ^e	9.33±0.16 ^f
KWF 3	90.08±0.03 ^h	2.35±0.13 ^a	6.57±0.22 ^b
KWF 4	86.28±0.04 ^d	3.38±0.17 ^d	9.27±0.04 ^f
KWF 5	84.57±0.11 ^b	3.06±0.03 ^{bc}	9.39±0.12 ^f
KWF 6	86.61±0.16 ^e	2.92±0.06 ^b	8.75±0.16 ^e
KWF 7	89.64±0.11 ^g	2.46±0.11 ^a	6.41±0.02 ^b
KWF 8	81.40±0.19 ^a	4.07±0.08 ^f	8.47±0.24 ^d
KWF 9	87.55±0.30 ^f	2.49±0.11 ^a	5.05±0.02 ^a

^{a-f} Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$.

a값은 명도가 가장 밝았던 KWF 3이 2.35로 가장 낮았으며, KWF 7과 KWF 9는 KWF 3과 유사한 값을 나타내었고, 명도가 가장 어두웠던 KWF 8이 4.07로 가장 높았다. KWF 5와 KWF 6이 대조구와 유의적인 차이가 없었다.

b값은 KWF 9가 5.25로 가장 낮았고, KWF 5가 9.39로 가장 높았다. KWF 2와 KWF 4는 KWF 5와 유사한 값을 보였고 b값은 전체적으로 유의적인 차이를 보였다.

2. Sourdough Starter의 특성

1) pH 및 TTA 결과

Sourdough starter를 제조하는 과정은 총 78 시간이 소요되며, 매 12시간마다 pH와 TTA를 측정하였다. 대부분의 pH가 더 이상 낮아지지 않는 시점까지인 78시간 동안 측정 한 결과를 Table 8과 Table 9에 나타내었다. Sourdough starter 제조 과정의 1단계에서 밀가루와 물을 혼합한 직후 pH의 수치는 대조구와 KWF 2, KWF 3, KWF 5와 KWF 8은 유의적인 차이가 없었고, KWF 1, KWF 4, KWF 6, KWF 7과 KWF 9는 유의적인 차이를 보였으며, 가장 낮게 측정된 KWF 1은 6.11이었다. 전체적으로 pH 수치가 급격하게 감소한 시점이 36시간 이후였는데, 대조구와 KWF 3이 36시간 이후 4.38로 동일한 수치를 나타내며, 가장 많이 감소하였다. 그 다음으로 KWF 2와 KWF 5가 4.54로 동일하였으며, KWF 6이 4.55, KWF 7이 4.57로 나타났다. 48시간, 60시간, 72시간 이후의 수치는 전반적으로 완만하게 감소하였으며, 60시간 이후에 대조구, KWF 5와 KWF 8과 72시간 이후에는 대조구, KWF 1

Table 8. pH changes for the control and KWF sourdough starters during fermentation

	Fermentation time(hr)							
	0	12	24	36	48	60	72	78
Con	6.32±0.06 ^c	6.20±0.06 ^d	5.90±0.03 ^c	4.38±0.03 ^a	4.08±0.04 ^a	4.09±0.01 ^{ab}	4.15±0.03 ^c	4.14±0.01 ^{bc}
KWF 1	6.11±0.90 ^a	5.97±0.06 ^a	5.84±0.02 ^c	4.74±0.04 ^c	4.73±0.03 ^f	4.32±0.02 ^d	4.62±0.06 ^e	4.43±0.05 ^d
KWF 2	6.27±0.03 ^{bc}	6.11±0.03 ^{bcd}	5.96±0.11 ^c	4.54±0.02 ^b	4.41±0.06 ^{de}	4.41±0.07 ^e	4.34±0.06 ^d	4.43±0.04 ^d
KWF 3	6.24±0.05 ^{bc}	6.06±0.13 ^{abc}	5.53±0.13 ^b	4.38±0.03 ^a	4.38±0.04 ^d	4.03±0.03 ^a	3.93±0.13 ^{ab}	3.96±0.20 ^a
KWF 4	6.20±0.05 ^{ab}	6.12±0.04 ^{bcd}	5.97±0.12 ^c	4.60±0.03 ^b	4.42±0.04 ^{de}	4.18±0.05 ^{bc}	3.97±0.07 ^b	4.07±0.08 ^{abc}
KWF 5	6.32±0.06 ^c	6.09±0.06 ^{bcd}	5.19±0.02 ^a	4.54±0.06 ^b	4.53±0.11 ^e	4.54±0.06 ^f	4.36±0.05 ^d	4.20±0.05 ^c
KWF 6	6.56±0.05 ^e	6.01±0.08 ^{ab}	5.56±0.05 ^b	4.55±0.02 ^b	4.30±0.13 ^{cd}	4.22±0.05 ^c	4.06±0.12 ^{bc}	4.10±0.09 ^{abc}
KWF 7	6.49±0.04 ^{de}	6.03±0.03 ^{ab}	5.96±0.09 ^c	4.57±0.04 ^b	4.14±0.04 ^{ab}	4.09±0.09 ^{ab}	3.99±0.06 ^{bc}	3.99±0.07 ^{ab}
KWF 8	6.30±0.05 ^c	6.01±0.04 ^{ab}	5.84±0.05 ^c	4.81±0.05 ^d	4.41±0.11 ^{de}	4.48±0.06 ^{ef}	4.76±0.02 ^e	4.48±0.07 ^d
KWF 9	6.42±0.04 ^d	6.17±0.03 ^{cd}	5.62±0.07 ^b	5.03±0.07 ^e	4.24±0.05 ^{bc}	4.16±0.02 ^{bc}	3.78±0.19 ^a	4.20±0.09 ^c

^{a-f} Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$.

Table 9. TTA changes for the control and KWF sourdough starters during fermentation

	Fermentation time(hr)							
	0	12	24	36	48	60	72	78
Con	2.43±0.12 ^{cd}	4.20±0.30 ^e	5.80±0.20 ^e	9.83±0.85 ^a	12.73±0.75 ^a	12.10±0.20 ^a	12.47±0.90 ^s	13.07±0.50 ^b
KWF 1	2.60±0.50 ^{cde}	3.57±0.51 ^{de}	5.40±0.52 ^{de}	12.60±0.53 ^{cd}	14.97±0.95 ^b	17.27±1.22 ^{de}	20.17±1.26 ^f	14.70±0.61 ^{cd}
KWF 2	2.67±0.61 ^{de}	3.23±0.40 ^{cd}	4.63±0.55 ^{cd}	12.40±0.84 ^{cd}	15.63±0.65 ^b	14.93±0.83 ^{bc}	17.67±0.49 ^{de}	15.70±1.08 ^{de}
KWF 3	1.33±0.12 ^a	1.77±0.15 ^a	2.57±0.55 ^a	12.40±0.93 ^{cd}	12.47±1.07 ^a	13.50±0.56 ^{ab}	13.89±0.65 ^a	11.63±0.47 ^a
KWF 4	2.37±0.32 ^{cd}	2.63±0.15 ^{bc}	3.40±0.17 ^{ab}	13.30±0.70 ^d	16.53±0.61 ^{bc}	17.60±0.40 ^c	18.77±1.05 ^{ef}	14.30±0.26 ^{bc}
KWF 5	2.30±0.10 ^{cd}	3.07±0.21 ^{bcd}	4.27±1.07 ^{bc}	12.40±0.67 ^{cd}	16.53±0.65 ^{bc}	15.93±0.95 ^{cd}	16.90±0.20 ^{cd}	14.50±1.18 ^{cd}
KWF 6	3.13±0.25 ^e	4.13±0.32 ^e	6.03±0.55 ^e	16.60±0.60 ^e	20.93±1.60 ^d	21.40±1.68 ^f	25.30±0.89 ^b	22.10±0.75 ^s
KWF 7	1.63±0.21 ^{ab}	2.43±0.51 ^b	2.63±0.50 ^a	10.40±0.67 ^{ab}	13.00±0.90 ^a	14.43±0.55 ^{bc}	15.17±0.55 ^{ab}	13.13±0.61 ^b
KWF 8	2.93±0.50 ^{de}	5.57±0.65 ^f	8.63±0.47 ^f	10.90±0.36 ^{ab}	12.90±0.46 ^a	12.40±0.53 ^a	15.73±0.76 ^{bc}	19.13±0.42 ^f
KWF 9	1.97±0.15 ^{bc}	2.77±0.25 ^{bc}	5.23±0.59 ^{cde}	11.30±0.75 ^{bc}	17.93±0.31 ^c	18.50±0.46 ^e	20.20±0.75 ^f	16.63±0.91 ^e

^{a-g} Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

과 KWF 8은 오히려 pH 수치가 증가하는 경향을 보였다. Gelroth(2001)에 의하면 정확하게 제조된 mother sour는 부드러운 신맛, 부드러운 조직감, 희끄무레한 색상과 3.7~4.1의 pH를 가진다고 하였다. 위 실험의 결과에서는 pH의 수치가 전반적으로 3.8~4.5 사이로 약간 높았으나 대체로 sourdough starter로 사용하기에는 적당한 수치이다. 그러나 Gelroth(2001)의 연구에서 보고한 pH 범위에 속하는 starter로는 KWF 3, KWF 4, KWF 6과 KWF 7인 것으로 나타났다.

TTA의 측정 결과는 pH 수치가 급격하게 감소하는 36시간 이후에 전반적으로 두드러지게 증가하는 경향을 보였다. 36시간 이후에 KWF 6이 16.60으로 가장 높은 수치를 나타내었다. 48시간, 60시간, 72시간 이후의 수치는 각각의 시료에 따라 증가하거나 감소하는 경향을 보였다. 대조구는 72시간 이후 급격하게 증가하다 78시간 이후에는 급격하게 감소하였으며, 78시간 이후의 수치는 전반적으로 감소하는 것으로 나타났다. 시간이 경과할수록 pH의 수치는 낮아지는 반면에 TTA의 수치는 높아졌다. TTA 측정 결과에서 가장 높은 수치를 나타낸 것은 KWF 6이었고, 그 다음으로 KWF 8, KWF 9, KWF 2, KWF 1, KWF 5, KWF 4, KWF 7, 대조구순이었으며, 가장 낮은 수치를 보인 것은 KWF 3으로 나타났다.

2) 발효율의 변화

Sourdough starter의 발효율은 starter를 제조하는 동안 매 12시간마다 측정하고 72시간 이후에는 6시간 경과한 78시간이 경과하였을 때를 측정하여 Fig. 3에 나타내었다.

반죽 직후와 12시간까지는 변화가 없었고, 12시간 후에 전반적으로 증가하기 시작하였다. 가장 많이 증가한 것은

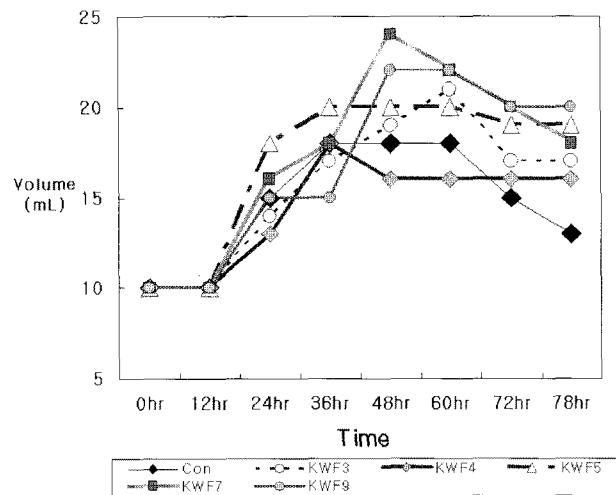


Fig. 3. Volume changes of the control and KWF sourdough starters during fermentation.

KWF 5로 18.33이었으며, 가장 적게 증가한 것은 KWF 6으로 나타났다. 36시간, 48시간 60시간후에 각각의 시료는 증가하거나 감소한 반면에 KWF 6과 KWF 8은 변화가 없었다. 72시간 후 전반적으로 발효율이 감소하였다. 이는 sourdough starter의 제조 과정이 총 78시간으로 긴 발효 과정에서 반죽의 산성화로 인하여 일정한 시간이 지날수록 발효율이 감소하는 것으로 사료된다. 측정 결과, KWF 9의 발효율이 20.33으로 가장 많이 팽창하였고, 대조구와 KWF 8이 13.33의 동일한 수치로 가장 적게 팽창한 것으로 나타났다. 결과적으로 대조구와 KWF 1, KWF 2, KWF 8은 유사한 발효율로 유의적인 차이가 없었지만, KWF 3, KWF 4, KWF 5, KWF 6,

KWF 7과 KWF 9는 유의적인 차이를 보였다.

3. Sourdough 식빵의 품질 특성

밀가루의 성분 분석 결과 내에서 글루텐 분석에서는 KWF 4의 젖은 글루텐 함량과 건조 글루텐 함량이 제빵 적성에 적합한 것으로 나타났으며, KWF 3과 KWF 5는 젖은 글루텐 함량이 제빵 적성에 적합한 것으로 나타났다. Mixogram를 이용한 밀가루의 특성 분석에서는 KWF 3, KWF 4와 KWF 5의 peak time이 3~5분 사이에 있어 제빵 적성에 적합하였다. Sourdough starter의 특성 분석에서 Gelroth(2001)의 sourdough starter로 사용하기에 적합한 pH 수치에 해당하는 starter로는 KWF 3, KWF 4, KWF 6과 KWF 7로 나타났다.

위와 같이 글루텐 함량, 밀가루의 특성 분석 및 pH의 결과에서 sourdough starter KWF 3, KWF 4와 KWF 5가 좋은 평가를 보였으므로 가장 우수한 starter라는 결과를 도출하였다. 따라서 sourdough 식빵 제조에 대조구인 sourdough starter CON과 KWF 3, KWF 4와 KWF 5를 이용하였다.

1) 발효율의 변화

Sourdough 식빵 반죽의 발효율은 각각의 반죽을 mess cylinder에 넣어 매 30분마다 부피를 측정하였으며, 결과는 Fig. 4에 나타내었다.

매 30분마다 서서히 발효율이 증가하는 경향을 보였으며, 180분이 경과하였을 때에는 KWF 3이 43 mL로 다른 시료에 비하여 급격히 증가하였고, 대조구는 36 mL로 오히려 감소하는 경향을 보였다.

210분이 경과하였을 때에는 앞서 급격한 증가를 보였던 KWF 3이 40 mL로 감소하였으며, 대조구는 변화가 없었고 KWF 4는 36 mL로 약간의 증가와 KWF 5는 38 mL로 약간의 감소를 보였다. 270분에는 240분 경과 시의 발효율과 큰 차이가 없었다.

결과적으로는 수입산 밀가루로 만든 sourdough starter를 첨가한 sourdough 식빵인 대조구의 발효율이 40 mL로 가장

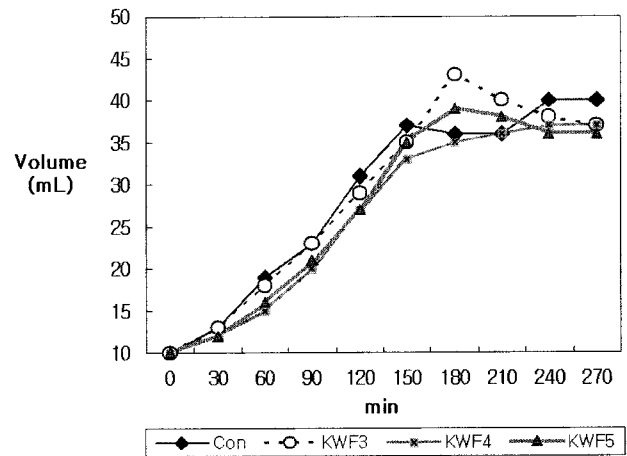


Fig. 4. Changes in volume of sourdough breads during fermentation.

좋은 것으로 나타났으며, 국내산 밀가루로 만든 sourdough starter를 첨가한 sourdough 식빵인 KWF 3, KWF 4, KWF 5는 각각 37 mL, 37 mL와 36 mL로 유사한 발효율을 보였다.

2) 비용적과 수분 활성도

Sourdough 식빵의 비용적과 수분 활성을 측정된 결과를 Table 10에 나타내었다.

부피는 KWF 4가 3091 mL로 가장 컸으며, 대조구에 비해 KWF 3, KWF 4와 KWF 5의 부피가 큰 것으로 나타났다. 대조구가 3012 mL로 가장 작았으며, 전체적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 비용적은 앞서 부피가 가장 크게 측정되었던 KWF 4보다 KWF 3이 7.59로 가장 컸으며, 대조구가 7.50으로 가장 작은 것으로 나타났다. 부피와 같이 비용적도 대조구에 비해 KWF 3, KWF 4와 KWF 5가 컸었고, 전반적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다.

수분 활성도는 수입 밀가루로 제조한 sourdough starter를 이용한 대조구 sourdough 식빵과 국내산 밀가루로 제조한 sourdough starter를 이용한 KWF 3, KWF 4와 KWF 5 sourdough

Table 10. Volume, specific volume and water activity for sourdough breads

	Con ¹⁾	KWF 3 ²⁾	KWF 4 ³⁾	KWF 5 ⁴⁾
Volume(mL)	3,012.67±90.09 ^{NS*}	3,076.67±15.31	3,091.33±25.66	3,083.00±47.70
Specific volume(mL/g)	7.50± 0.20 ^{NS*}	7.59± 0.07	7.56± 0.07	7.55± 0.13
Water activity	0.91± 0.01 ^{NS*}	0.90± 0.08	0.90± 0.07	0.91± 0.02

* NS Means no significant differences $p < 0.05$.

¹⁾ Sourdough bread with sourdough starter Control.

²⁾ Sourdough bread with sourdough starter KWF 3.

³⁾ Sourdough bread with sourdough starter KWF 4.

⁴⁾ Sourdough bread with sourdough starter KWF 5.

식빵은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 대조구의 수분 활성도가 0.91로 가장 높았고, KWF 3, KWF 4와 KWF 5의 수분 활성도는 거의 같은 결과를 보였다. 일반적으로 수분 활성도가 높을수록 미생물이 이용하기 쉬우며, 미생물의 성장에 대한 최저한의 수분 활성에서 보통 세균은 0.91 이상으로 알려져 있기 때문에(윤석권 등 2002). 본 실험에서의 수분 활성도는 sourdough 식빵이 일반 세균이 증식하기에 비교적 적절한 값이라고 할 수 있다.

3) TPA 결과

Sourdough 식빵의 조직감은 시료를 2회 반복으로 압착시 얻어지는 TPA(Texture Profile Analysis)에 의해 분석한 결과로 Table 11에 나타내었다.

경도는 각 시료간에 유의적인 경향이 나타나지 않았지만, KWF 3이 8.70으로 가장 높은 수치를 보였고, 대조구가 8.68로 KWF 3과 유사한 결과를 보였다. KWF 4가 7.93으로 가장 낮은 수치로 측정되어 다른 시료에 비해 부드러운 조직감을 보였다. 탄력성은 대조구가 0.90으로 가장 탄력적이었으며, 시료 간에 유의적인 차이를 나타내었다. 응집성은 KWF 4가 0.50으로 가장 낮은 수치를 보였으며, 대조구가 0.60으로 가장 높은 수치를 나타내어 유의적인 차이를 보였다. 검성과 씹힘성은 전체적으로 각 시료 간에 유의적인 경향이 나타나지 않았으며, 검성은 KWF 3가 5.19로 가장 높았고 씹힘성은 가장 탄력적이었던 대조구가 4.56으로 가장 높게 나타났.

결과적으로 대조구가 국내산 밀가루를 이용한 sourdough starter를 첨가한 sourdough 식빵보다 탄력적이었고, 응집성과 씹힘성이 컸으며, 국내산 밀가루를 이용하여 제조한 sourdough 식빵 중에서는 KWF 4가 대조구보다 부드럽고, KWF 3의 검성이 높게 측정되었다.

Table. 11 Texture characteristics of sourdough breads by texture analyzer

Characteristics	Con ¹⁾	KWF 3 ²⁾	KWF 4 ³⁾	KWF 5 ⁴⁾
Hardness(g)	8.68±0.63 ^{NS*}	8.70±0.40	7.93±1.45	8.57±0.47
Springiness	0.90±0.02 ^c	0.86±0.01 ^b	0.80±0.00 ^a	0.84±0.01 ^b
Cohesiveness	0.60±0.01 ^c	0.56±0.01 ^b	0.50±0.01 ^a	0.57±0.01 ^b
Gumminess	5.01±0.60 ^{NS*}	5.19±0.59	4.57±0.27	4.86±0.40
Chewiness	4.56±0.62 ^{NS*}	4.44±0.48	3.70±0.25	4.09±0.27

^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

* ^{NS} Means no significant differences $p < 0.05$.

- 1) Sourdough bread with sourdough starter Control.
- 2) Sourdough bread with sourdough starter KWF 3.
- 3) Sourdough bread with sourdough starter KWF 4.
- 4) Sourdough bread with sourdough starter KWF 5.

4) 색도 분석

Sourdough 식빵의 crumb의 색도 분석 결과는 Table 12에 나타내었다.

명도는 KWF 3이 77.83으로 가장 밝았으며, 대조구는 77.28로 KWF 3과는 유의적인 차이를 보이지 않았고, KWF 5가 75.47로 가장 어두운 것으로 나타나 전체적으로 유의적인 경향을 보였다. a값은 명도가 가장 어두웠던 KWF 5가 3.47로 가장 높은 것으로 나타났으며, 대조구가 3.30으로 KWF 5와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. b값은 KWF 4가 14.04로 가장 높았지만, 전체적으로 유의적인 경향을 보이지 않았다.

5) 관능적 특성

Sourdough starter를 첨가하여 제조한 sourdough 식빵의 관능검사는 관능검사 설문지를 외관(appearance), 조직감(texture), 향미(flavor), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)로 총 5가지 항목으로 나뉘어 실시하였으며, 결과는 Table 13과 같았다.

Table 12. Color values of sourdough breads

	Con ¹⁾	KWF 3 ²⁾	KWF 4 ³⁾	KWF 5 ⁴⁾
L	77.28±0.27 ^c	77.83±0.30 ^c	76.48±0.41 ^b	75.47±0.19 ^a
a	3.30±0.01 ^b	2.98±0.11 ^a	3.42±0.10 ^b	3.47±0.24 ^b
b	13.63±0.12 ^{NS*}	13.59±0.59	14.04±0.20	13.32±0.60

^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

* ^{NS} Means no significant differences $p < 0.05$.

- 1) Sourdough bread with sourdough starter Control.
- 2) Sourdough bread with sourdough starter KWF 3.
- 3) Sourdough bread with sourdough starter KWF 4.
- 4) Sourdough bread with sourdough starter KWF 5.

Table 13. Sensory evaluation of sourdough breads

	Characteristics	Con ¹⁾	KWF 3 ²⁾	KWF 4 ³⁾	KWF 5 ⁴⁾
Appearance	Crumb color	5.54±3.04 ^a	6.28±1.85 ^b	8.72±2.87 ^c	10.19±2.09 ^c
	Symmetry of shape	8.74±2.86 ^b	9.54±1.82 ^b	7.09±3.22 ^{ab}	5.28±3.39 ^a
	Volume	8.35±2.39 ^{ab}	9.51±1.26 ^{ab}	7.61±1.79 ^a	9.92±2.69 ^b
Texture	Number of cell	6.98±3.13 ^a	7.45±2.54 ^a	8.29±1.88 ^a	11.62±2.17 ^b
	Hardness	7.77±3.02 ^{ab}	9.22±3.29 ^b	5.06±1.77 ^a	7.72±3.05 ^{ab}
	Springiness	9.01±2.96 ^{NS*}	7.97±3.11	9.08±3.60	7.62±3.55
	Moistness	8.64±3.26 ^{NS*}	8.70±2.82	10.48±1.66	8.78±2.45
	Cohesiveness	8.31±2.17 ^{ab}	9.09±2.22 ^b	6.80±2.99 ^a	10.13±2.07 ^b
Flavor	Baked wheat flavor	7.89±1.97 ^{NS*}	8.55±2.44	9.42±2.23	8.61±3.21
	Sour flavor	8.16±3.02 ^{NS*}	8.16±2.93	8.41±2.74	8.98±3.71
	Uncooked flour flavor	6.57±2.53 ^{NS*}	5.61±2.23	5.36±2.66	5.68±3.18
	Yeast flavor	8.04±2.79 ^{NS*}	8.17±3.61	5.96±2.64	8.18±3.18
Taste	Sweetness	7.09±3.38 ^{NS*}	7.02±2.22	8.17±2.57	6.86±3.00
	Sourness	6.11±3.14 ^a	6.24±2.89 ^a	6.78±1.84 ^{ab}	8.98±2.68 ^b
	Roasted taste	9.04±1.89 ^{ab}	7.41±2.56 ^a	10.19±1.70 ^b	8.64±2.03 ^{ab}
	Aftertaste	7.99±2.02 ^a	7.12±2.30 ^a	10.55±1.88 ^b	8.98±2.17 ^{ab}
Overall acceptance	8.43±2.72 ^a	8.43±1.84 ^a	11.50±1.85 ^b	8.63±3.39 ^a	

^{ab} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$.

* ^{NS} Means no significant differences $p < 0.05$.

1) Sourdough bread with sourdough starter Control.

2) Sourdough bread with sourdough starter KWF 3.

3) Sourdough bread with sourdough starter KWF 4.

4) Sourdough bread with sourdough starter KWF 5.

외관에서 식빵의 속질색은 KWF 5가 10.19로 가장 어두웠고, 대조구가 5.54로 가장 밝은 것으로 나타나 시료 간에 유의적인 차이를 보였다. 식빵모양의 대칭성은 KWF 3이 9.54로 가장 대칭적이었으며, 대조구가 8.74로 KWF 3과는 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 가장 비대칭적인 것은 KWF 5였다. 부피는 모든 시료가 보통에서 큰 범위에 속하였으며, 그 중에서 KWF 4가 7.61로 가장 적었고, 가장 비대칭적이었던 KWF 5의 부피가 9.92로 가장 큰 것으로 나타났다.

조직감에서 식빵 속질의 다공성 정도는 부피가 가장 컸었던 KWF 5가 11.62로 기공이 가장 많았으며, 대조구의 기공이 6.98로 가장 적게 나타났다. 식빵 속질의 견고성은 KWF 3이 9.22로 가장 단단한 것으로 나타났으며, KWF 4가 5.06으로 가장 부드러웠고, 대조구는 7.77로 KWF 5와 유사하였다. 식빵 속질의 탄력성과 촉촉한 정도는 모든 시료가 탄력적이며 촉촉한 편이었으며, 유의적인 차이는 보이지 않았고, 응

집성은 KWF 5로 10.13로 가장 높았고, KWF 4가 6.80으로 가장 낮았다.

향미에서 구운 밀, 시큼한, 생밀가루와 이스트 냄새는 전체적으로 각 시료 간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 맛에서 단맛은 각 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 가장 달다고 한 시료는 8.17로 KWF 4였고, 신맛은 시큼한 냄새가 가장 많이 난다고 하였던 KWF 5가 8.98로 가장 강하다고 하였으며, 시큼한 냄새가 적게 난다고 하였던 대조구가 6.11로 가장 약하다고 하였다. 구운 맛과 삼킨 후의 향미에서 KWF 4가 각각 10.19, 10.55로 가장 강하다고 하였으며, 가장 약하다고 한 것은 KWF 3인 것으로 나타났다.

전체적인 기호도에서는 KWF 4가 11.50으로 다른 시료에 비해 가장 좋다고 하였으며, 시료 간에 유의적인 차이를 보였고 대조구는 8.43으로 KWF 3의 전체적인 기호도와 유사하게 평가되었다.

결 론

본 연구는 국내산 밀가루를 이용하여 우리나라의 환경에 적합한 한국형 자연발효종을 개발하고자 우리나라에서 생산되는 9가지의 국내산 밀가루의 일반 성분, 글루텐 함량, 색차계와 mixograph를 통한 밀가루의 특성을 분석하고, 국내산 밀가루를 이용하여 sourdough starter를 제조한 후 pH, TTA와 발효율을 측정하여 그 중 가장 우수한 sourdough starter를 추출하였다. 추출한 sourdough starter를 첨가하여 sourdough 식빵의 품질 특성을 반죽의 발효율, 비용적, texture, 색도, 수분 활성도와 관능검사를 통해 비교분석하였다.

수입산 강력 밀가루와 국내산 밀가루의 일반 성분 분석을 한 결과, 수분 함량은 KWF 9가 11.83%로 가장 높았으며, 수입산 강력 밀가루인 대조구, KWF 1와 KWF 4와 유의적인 차이가 없었다. 단백질 함량은 대조구가 13.47%로 가장 높게 측정되었으며, KWF 4가 13.36%, KWF 6이 13.23%로 유의적인 차이가 나타나지 않아 국내산 밀가루가 대조구에 비해 단백질 함량이 적지 않은 것으로 나타났다. 회분 함량은 KWF 2가 가장 낮았으며, KWF 3과 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 글루텐 분석에서 강력 밀가루의 젖은 글루텐 함량이 34.8%, 건조 글루텐 함량이 16.8%로 가장 높게 나타났으며, 국내산 밀가루 중에서는 KWF 4가 제빵 적성에 적합한 것으로 나타났고, KWF 3과 KWF 5는 젖은 글루텐 함량이 제빵 적성에 적합한 것으로 나타났다.

Mixograph에 의한 밀가루의 반죽 형성에 미치는 영향을 알아본 결과, KWF 1~5의 peak time이 3~5분 사이에 있어 제빵 적성에 적합한 시료였다. Sourdough starter의 특성 분석에서 sourdough starter로 사용하기에는 적합한 pH 범위에 속하는 starter로는 KWF 3, KWF 4, KWF 6과 KWF 7인 것으로 나타났다.

이상의 결과로, 글루텐 분석에서는 KWF 4의 젖은 글루텐 함량과 건조 글루텐 함량이 제빵 적성에 적합한 것으로 나타났으며, KWF 3과 KWF 5는 젖은 글루텐 함량이 제빵 적성에 적합한 것으로 나타났다. Mixogram를 이용한 밀가루의 특성 분석에서는 KWF 3, KWF 4와 KWF 5의 peak time이 3~5분 사이에 있어 제빵 적성에 적합하였으며, pH는 KWF 3, KWF 4, KWF 6과 KWF 7이 sourdough starter로 사용하기에 적합한 것으로 나타났다. 분석 결과에서 sourdough starter KWF 3, KWF 4와 KWF 5가 가장 우수한 starter라는 결과를 도출하였다.

Sourdough 식빵의 품질 특성 분석에서는 수입산 밀가루로 제조한 sourdough starter인 대조구와 sourdough starter KWF 3, KWF 4, KWF 5를 첨가한 sourdough 식빵을 제조하여 비교분석하였다.

대조구에 비해 KWF 3~5의 부피와 비용적간 유의적인 차

이는 없었다. Texture 분석에서 KWF 4의 경도가 가장 낮은 수치를 보여 가장 부드러운 조직감을 가진 것으로 나타났다. 탄력성과 응집성에서 대조구가 가장 높은 수치를 나타내어 유의적인 차이를 보였다. 검성은 KWF 3이 가장 높았고 씹힘성은 가장 탄력적이었던 대조구가 가장 높게 나타났다. 관능 검사 결과에서 KWF 4가 가장 견고성이 낮았고, 탄력적이며, 촉촉하였다. 생밀가루와 이스트 냄새도 가장 적었으며, 단맛은 가장 달았고 구운 맛, 전체적인 향미와 삼킨 후의 향미에서 가장 강하였다. 전체적인 기호도에서도 KWF 4가 11.50으로 다른 시료에 비해 가장 좋다고 평가하여 유의적인 차이를 보였다. 이상의 결과에서 국내산 밀가루 중에서 KWF 4를 sourdough starter로 제조하여 이를 첨가하여 만든 sourdough 식빵 KWF 4를 가장 선호한 것으로 나타나, 향후 우리나라의 환경에 적합한 한국형 천연 발효종으로 사용이 가능한 것으로 생각되었다.

문 헌

- 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 (1993) 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울.
- 백상봉 (1990) 건강빵류의 품질개선. 월간제과제빵, (주)비앤씨월드, 134: 40-60.
- 월간베이커리 (1994) 일본의 천연 효모빵. 대한제과협회, 316: 64-73.
- 월간제과제빵 (2000) 세계의 자연종. (주)비앤씨월드, 151: 150-157.
- 윤석권, 오훈일, 이형주, 문태화, 노봉수 (2002) 식품화학. 수학사, 서울.
- 이용규 (1995) 현장을 중심으로 다시 배우는 제과이론. 월간 베이커리. 대한제과협회 324: 98-100.
- AACC (1995) *Approved Methods of the AACC* 9th ed. Method 02-52: pH and TTA determinations. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, M.N.
- AACC (1995) *Approved Methods of the AACC* 9th ed. Method 38-10: Gluten-hand washing method. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, M.N.
- AACC (1995) *Approved Methods of the AACC* 9th ed. Method 54-40. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, M.N.
- An HY (2005) A study on properties of Korean sourdough bread using Korean wheat. *MS Thesis* Kyung-Hee University. Seoul
- AOAC (1995) *Official Methods of Analysis* 16th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, V.A
- Chae DJ (2006) A study on the optimum bakery condition for

- sourdough bread using lactic acid bacteria. *Ph D Dissertation* Kyung-Hee University. Seoul
- Cho NJ (1997) Effect of wheat flour brew with *Bifidobacteria bifidum* on rheological properties of wheat flour dough and on qualities of bread. *Ph D Dissertation* Kon-Kuk University. Seoul
- Gelroth J (2001) Breads produced in Italy. AIB Technical Bulletin. *American Institute of Baking* 13: 1-8.
- 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.
- Lee JH (2007) A study on quality characteristics of sourdough breads with addition of red-koji. *MS Thesis* Kyung-Hee University. Seoul
- Lee YK, Park IK, Kim SD (2001) Effect of lactic acid bacteria related to kimchi fermentation on the quality of bread. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 379-385.
- Rogers D (2001) Hand gluten washing in applied baking science class no. 11. American Institute of Baking, K.S.
- Shin EH, Jung SJ (2003) Optimization of bread fermentation with lactic acid bacteria & yeast isolated from kimchi. *Korean J Culinary Research* 9: 130-140.
- Shin EH, Kim KJ (2001) Effect of lactic acid bacteria preferment addition on the quality of white bread. *Journal of Research Ulsan College* 27: 459-470.
- (2009년 10월 26일 접수 2009년 11월 10일 채택)