

건포도 천연 발효액과 Sourdough를 이용한 호밀 혼합빵의 품질 특성

김 문 용 · 전 순 실[†]

순천대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Rye Mixed Bread Prepared with Substitutions of Naturally Fermented Raisin Extract and Sourdough

Mun-Yong Kim and Soon-Sil Chun[†]

Department of Food and Nutrition, Suncheon National University

Abstract

In this study, a natural fermentation starter formulation was developed for manufacturing bread products by substituting baker's yeast with naturally fermented raisin extract and sourdough. Four experimental groups containing 2.5, 5.0, 7.5, 10% naturally fermented raisin extract per 2,000 g of flour were compared based on quality characteristics, including the fermentation power on dough expansion, specific volume, baking loss, water activity, color, textural characteristics, and internal surface appearance. The activities of the naturally fermented raisin extract were examined in terms of pH changes, total titratable acidity, brix, and viable yeast counts. The raisin extract, which was cultured for 7 days at 30°C, smelled of alcohol and produced CO₂. Yeast were also found in the extract after separation. As the incubation time of the raisin extract and sourdough increased, pH decreased, while total titratable acidity increased. The brix of the raisin extract increased until the 2nd day of fermentation, and viable yeast counts increased until the 5th day however, these gradually decreased by the 7th day. The fermenting power on dough expansion increased in the bread with increasing incubation time. The bread samples containing 7.5% and 10% raisin extract had significantly higher specific volumes than the other samples. Baking loss was minimal with the 2.5% extract substitution. In analyzing the crumb, water activity, redness, and yellowness were highest in the 10.0% raisin extract bread samples, and lightness was maximal in the 5.0% group. In terms of textural characteristics, hardness was lowest with the 2.5% extract substitution. Gumminess, springiness, and chewiness were not significantly different among the bread samples. Cohesiveness was highest at the 7.5% extract substitution level, and resilience was lowest at the 10% level. In conclusion, based on the results, a natural fermentation starter formulated with 2.5% naturally fermented raisin extract (1 part raisins and 1.5 parts water) and 70% sourdough (1 part rye flour and 1 part water) has high potential as a baker's yeast substitute for making naturally fermented bread.

Key words : Natural fermentation starter, naturally fermented raisin extract, sourdough, rye mixed bread, fermentation power on dough expansion.

서 론

최근 우리나라에서도 웰빙(Well-being) 열풍을 타고 천연 효모로 만든 발효빵이 인기를 얻고 있다. 천연 효모로 빵을 만드는 과정은 발효 시간이 길어 많은 시간과 노력이 필요하고 만드는 방법도 까다롭지만 독특한 풍미와 식감이 빵에 살아 있어 관심이 높다(박소희 2005a). 천연 발효 빵은 스타터의 원재료와 천연 효모 제조 조건에 따라 독특한 맛을 내며 비중이 무겁고 깊은 맛을 내는 식빵이다. 그러나 천연 효모 제조는 많은 양을 배양하기 힘들고, 특히 여러 번에 걸쳐 종을 배양하므로 쉽게 상용화되지 못하고 있다(대한제과협회

2005, 박소희 2005a, 2005b, 2005c, 박종선 2002, 조남지 1997, 니시카와 다끼꼬 1994). 최근 건포도 발효액을 이용한 천연 제빵 속성 발효법에 대한 연구(Mun JH 2006)에서 28°C에서 7일간 배양한 건포도 발효액은 알코올 냄새를 유발하였고 CO₂가 생성되었으며, 미생물 분리 결과 효모와 유산균이 발견되었고, 이 건포도 발효액을 천연 효모 스타터로 제조한 식빵보다 건포도 발효액을 희석하여 천연배지(물, 설탕, 밀가루, 맥아)에 배양한 천연 발효 스타터로 제조한 식빵이 외관을 제외한 풍미, 맛, 조직감, 내상, 전반적인 기호도에서 더 양호하였다고 하였다. 건포도 추출물에 밀가루 또는 호밀가루를 배양시킨 건포도 원종은 발효력이 강하고 안정적이어서 볼륨감이 있는 빵을 만들 수 있다.

호밀은 섬유소와 비타민, 미네랄이 풍부해 다이어트와 건

[†] Corresponding author : Soon-Sil Chun, Tel : +82-61-750-3654, Fax : +82-61-752-3657, E-mail : css@scnu.ac.kr

강을 위한 대표제품으로 자리 잡고 있다(대한제과협회 2004). 호밀 sourdough는 호밀 빵 특유의 산뜻한 산미의 근원이 되는 발효종이다. 천연 발효 호밀빵에는 부풀리기 위한 것보다 풍미를 증진시키며, 호밀 sourdough를 만들 때에는 무엇보다 정확한 온도관리가 중요하다. 호밀 sourdough를 이용해 만든 호밀빵은 부드러운 식감보다 깊은 맛과 독특한 풍미로 인기 있는 빵이다. 발효 과정에서는 많이 부풀지 않지만 구워내는 도중 충분히 부풀어 오른다(박소희 2005c).

최근 sourdough에 대한 연구는 Lee *et al*(2007)의 홍국(Red Yeast Rice)을 이용한 sourdough bread의 품질 특성, Ryu & Kim(2005)의 보리 sourdough의 제빵성, Kim *et al*(2004)의 sourdough로부터 젖산균과 효모의 분리 및 배양 특성, Kim & Hwang(2004)의 sourdough 분말 첨가가 소맥분의 물리적 특성 변화에 미치는 영향, Lee *et al*(2003)의 천연 제빵 발효 starter의 개발, Chae *et al*(2005)의 우리밀을 이용한 한국형 사위빵 제조, Sihn EH(2002)의 김치에서 분리한 *Lactobacillus brevis*의 생장 특성(Sourdough 배지의 영양 조성 최적화), Hong & Kim(2001a, 2001b)의 *Enterococcus* sp.와 *Lactobacillus* sp. 첨가 sourdough로 제조된 보리 식빵의 품질 특성(I. 보리가루에서 분리한 균주의 동정 및 반죽의 물성적 특성 및 II. 이화학적 및 물성적 특성), Hong *et al*(2000)의 sourdough 첨가 보리 식빵의 물성적 특성 등이 있다.

Kwon KS(2004)은 RSM을 적용한 관능 특성에 따른 rye bread의 최적 formulas에 대한 연구에서 water, rye flour 및 vital gluten이 rye bread의 생산에서 다양한 방법으로 배합되어 제빵의 기능적 특성을 최적화할 수 있다고 하였다.

최근 우리나라에서도 웰빙형 천연 발효 빵에 대한 관심이 높아지고 있으나, 건포도 천연 발효액과 sourdough를 이용한 호밀빵에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 건포도 천연 발효액의 대체량을 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10%로 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합빵의 품질 특성인 반죽의 발효 팽창력, 호밀 혼합빵의 비용적, 굽기 손실률, 수분 활성도, 색도, 조직감 특성 및 내부 표면 관찰을 실시하여 실제 제빵 시 사용되는 제빵 효모에 대한 건포도 발효액의 최적 대체 비율을 찾고자 하였으며, 건포도 천연 발효액의 상업적 이용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

건포도 천연 발효액 제조에 사용한 건포도는 캘리포니아산 SUN-MAID사의 선메이드 건포도 제품(나라통상 수입)을 구입하여 사용하였고, 생수는 풀무원샘물 주식회사의 풀무원샘물을 사용하였다.

2. 건포도, 호밀가루 및 밀가루의 일반 성분 분석

건포도, 호밀가루 및 밀가루의 수분은 상압 건조 가열법, 조회분은 직접 회화법, 조지방과 조단백질은 원소 분석기(EA 1110, Thermo Quest, Italy)를 이용하여 분석하였고. 조탄수화물은 시료 전체 무게(%)에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백질을 뺀 나머지 값을 %로 표시하였다.

3. 건포도 천연 발효액의 제조 및 특성

1) 건포도 발효액 제조

멸균한 병에 건포도 500 g을 넣고 생수 750 mL를 혼합하여 건포도 액을 제조한 다음, 발효기(SP-120, Shinshin Machinery Co., Korea)에서 7일간(30℃) 배양한 후 발효액을 60 mesh 체로 여과하여 사용하였다.

2) pH와 적정 산도(Total Titratable Acidity)

pH는 30℃에서 7일간 배양하며 매 24시간마다 측정하였다. 건포도 액 10 g을 방수형 Pen-type pH meter(PH-03, 프로엠, Korea)로 측정하였고, 적정 산도는 Association of Cereal Research의 실험 방법(Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. 1994)에 따라 0.1 N NaOH로 pH 8.5까지 적정한 후 소모된 0.1 N NaOH의 양을 mL 수로 나타내었다.

3) 당도

당도는 Abbe 굴절당도계(Hand Refractometer, ATAGO, Japan)로 측정하였다.

4) 발효 중 효모수의 변화

효모수 측정은 30℃에서 7일간 배양하며 매 24시간마다 측정하였다. 건포도 액 1 mL를 취한 후 Oberg *et al*(1986)의 실험 방법에 따라 9 mL saline 용액에 10배 희석한 다음, PDA (Potato Dextrose Agar, Becton, Dickinson and Company, USA) 배지를 이용하여 standard plate count법으로 30℃에서 48시간 배양 후 나타난 colony수를 측정하였다.

4. Sourdough의 제조 및 특성

Sourdough는 multiple-stage법(Freund W 2006)을 변형하여 Table 1과 같이 제조한 후 배양하였다. 0일은 호밀가루 800 g와 물 800 g을 혼합한 직후, 1일은 혼합한 후 30℃에서 20시간 동안 발효기(SP-120, Shinshin Machinery Co., Korea)에서 정치 배양하였고, 2일은 배양된 sourdough 1,600 g 중 1,200 g만 취하여 호밀가루 1,200 g과 물 1,200 g을 첨가하여 다시 30℃에서 20시간 동안 정치 배양하였으며, 3일은 배양된 sourdough 3,600 g 중 3,200 g만 취하여 호밀가루 1,600 g, 물

Table 1. Multiple-stage sourdough build-up procedure

Samples	Day	Incubation time at 30°C (hrs)	Sourdough (g)	Rye flour (g)	Water (g)	Total (g)	pH	Total titratable acidity (mL)
	0	0	-	800	800	1,600	6.35	2.5
SD1 ¹⁾	1	20	-	800	800	1,600	6.32	5.2
SD2 ²⁾	2	20	1,200	1,200	1,200	3,600	4.10	16.2
SD3 ³⁾	3	20	3,200	1,600	1,600	6,400	3.94	19.6

¹⁾ SD1 : Sourdough was fermented for 20 hrs at 30°C.

²⁾ SD2 : Sourdough was fermented for 40 hrs at 30°C.

³⁾ SD3 : Sourdough was fermented for 60 hrs at 30°C.

1,600 g과 다시 혼합한 후 30°C에서 20시간 동안 정치 배양하였다. 30°C에서 60시간 배양하며 20시간마다 sourdough 10 g을 pH와 적정 산도를 측정하였다.

5. 건포도 천연 발효액 대체량을 달리한 Sourdough 호밀 혼합빵의 제조 및 특성

1) Sourdough 호밀 혼합빵의 제조

Sourdough 호밀 혼합빵은 Association of Cereal Research의 실험 방법(Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. 1994)을 일부 변형한 직접 반죽법을 사용하였으며, 사용된 재료의 배합비는 Table 2와 같았다. 호밀가루(거북표 호밀가루, 원산지: 핀란드, 성립식품), 밀가루(큐원 강력밀가루 1등급, 삼양 밀맥스), 소금(해표꽃소금, 대한염업), 물(생수, 풀무원)을 실

Table 2. Formula for rye mixed bread prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough

Ingredients ¹⁾ (g)	Naturally fermented raisin extract(%)				
	Baker's ratio(%)	2.5	5.0	7.5	10
Total flour	100	2,000	2,000	2,000	2,000
Rye flour	35	700	700	700	700
Wheat flour	30	600	600	600	600
Sour-dough Rye flour	35	700	700	700	700
Water	35	700	700	700	700
Water	40	750	700	650	600
Salt	1.6	32	32	32	32
Natural fermented raisin extract	Variable	50	100	150	200

¹⁾ All Ingredient percentages based on rye and wheat flour.

험 재료로 사용하였다. 건포도 천연 발효액은 호밀가루와 밀가루에 대한 비율로 첨가하였으며, 제조 공정은 30°C에서 7일간 발효된 건포도 천연 발효액, 60시간 동안 발효된 sourdough와 다른 재료들을 반죽기(Vertical Mixer, Shinshin Machinery Co., Korea)에 넣어 1단(90 rpm)에 반죽이 최적으로 형성될 때까지 혼합하였다. 혼합 후 최종 반죽 온도는 30°C가 되도록 하였다. 반죽을 둥글리기 한 후 20분 동안 실온에서 중간 발효하였다. 1,100 g으로 분할하여 둥글리기 한 후, 성형하고 빵틀(25.0 cm W×9.5 cm L×8.0 cm H)에 넣어 발효는 온도 32°C, 상대 습도 80%의 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Korea)에서 6시간 동안 실시하였다. 발효가 끝난 반죽은 윗불 220°C, 아랫불 210°C로 예열된 오븐(Deck Oven, Shinshin Machinery Co., Korea)에서 35분간 구웠다. 상온(25°C)에서 1시간 동안 냉각시켜 폴리에틸렌 수지로 포장한 후 20°C의 항온기(BI-1000M Low Temp. Incubator, JEIO TECH Co., Korea)에서 20시간 동안 저장한 후 시료로 사용하였다.

2) 발효 팽창력 측정

건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합 반죽의 발효 팽창력은 He & Hosney(1992)의 방법을 변형하여 중간 발효 후 반죽 100 g을 취해 500 mL의 메스실린더에 넣은 후 상부의 표면을 평평하게 한 후 온도 32°C, 상대 습도 80%인 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Korea)에서 1시간 간격으로 발효시켜 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Fermentation power on dough expansion(\%)} = \frac{(\text{1차 발효 후의 부피} - \text{1차 발효 전의 부피}) / \text{1차 발효 전의 부피} \times 100}$$

3) 비용적 및 굵기 손실률 측정

Sourdough 호밀 혼합빵의 부피는 유체씨를 이용하여 volu-meter로 측정한 후 비용적(mL/g)으로 나타내었다. 굵기 손실

측정은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 굽기 손실률(%)을 계산하였다.

4) 수분 활성도 측정

Sourdough 호밀 혼합빵의 수분 활성도는 시료 2 g을 채취하여 수분 활성 측정기(HYGROSKOP BT-RS1, ROTRONIC, Swiss)를 이용하여 측정하였다.

5) 색도 측정

Sourdough 호밀 혼합빵의 색도는 색차계(Chroma Meter, CR-200b, Minolta, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값으로 표현하였다. 이 때 사용된 표준 색판은 L=+96.88, a=-0.16, b=-0.29이었다.

6) Texture 측정

Sourdough 호밀 혼합빵의 조직감은 호밀 혼합빵의 중심부를 일정한 크기로 자른 시료를 texture analyzer(Stable Micro Systems, TA-XT2, England)를 이용하여 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness) 및 복원성(resilience)을 측정하였으며, 측정 조건은 Table 3과 같았다.

7) 내부 표면 관찰

내부 표면 관찰은 디지털 카메라(C-4040ZOOM, Olympus Co., Japan)로 sourdough 호밀 혼합빵의 내관을 검은 배경의 무대에서 플래시가 터지지 않도록 하여 촬영하였다. 이때 시료와 카메라와의 거리, 지면과 카메라의 높이는 일정하게 유

Table 3. Operation condition of texture analyzer for rye mixed bread prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough

Test mode and option	TPA(Texture Profile Analysis)
Sample size	40 W(mm)×40 L(mm)×25 H(mm)
Load cell	25 kg
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Distance	50%
Time	3 sec
Trigger type	Auto-10 g
Data acquisition rate	200 pps
Accessory	100 mm compression plate

지하였다.

8) 통계 처리

실험 결과는 SAS 프로그램(SAS Institute Inc., Cary, NC., USA)을 이용하여 분산 분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 측정 평균값 간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 던칸의 다중 범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 건포도, 호밀가루 및 밀가루의 일반 성분

건포도, 호밀가루 및 밀가루의 일반 성분은 Table 4와 같다. 호밀가루는 밀가루와 비교하여 단백질, 지방 및 회분 함량은 높았고, 수분과 탄수화물 함량은 낮았다.

2. 건포도 천연 발효액의 특성

30℃에서 7일간 배양한 건포도 천연 발효액의 특성은 Table 5에 나타내었으며, 30℃에서 7일간 배양한 건포도 천연 발효액은 알코올 냄새를 유발하였고 CO₂가 생성되었으며, 미생물 분리 결과 효모가 발견되었지만 유산균은 발견되지 않았다. 이러한 결과는 Mun JH(2006)의 연구에서 28℃에서 7일간 배양한 건포도 발효액은 알코올 냄새를 유발하였고 CO₂가 생성되었으며, 미생물 분리 결과 효모와 유산균이 발견되었다는 보고와 유사하였다. 건포도 액의 배양 시간이 길어질수록 pH는 감소하는 경향을 나타내었고, 적정 산도는 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 pH와 적정 산도의 변화는 배양하는 동안 발효액 내에 존재하는 미생물의 작용에 의해 발효되면서 생성되는 젖산과 초산 등의 여러 가지 산의 생성과 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. 건포도 액의 당도는 배양 2일째까지는 크게 증가하는 경향을 나타내다가 3일째부터 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 당도의 변화는 배양하는 동안 발효액 내에 존재하는 효모가 크게 증식되면서 당분을 먹이로 하여 발효 작용이 활발해지기 때문으로 생각된다. 건포도 액의 효모수는 배양 5일까지는 크게 증가하는 경향을 나타내다가 6일째부터는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 효모수의 변화는 효모를 제외한 기타 미생물의 생장이 촉진되어 효모에 대한 영양원이 고갈되고, pH

Table 4. Proximate composition of samples (%/100 g)

Samples	Moisture	Carbohydrate	Protein	Fat	Ash
Raisin	23.02	66.26	8.88	1.22	0.62
Rye flour	12.21	75.21	10.15	1.41	1.02
Strong flour	14.00	72.18	12.43	0.96	0.43

Table 5. Activities of naturally fermented raisin extract during 7 days at 30 °C

Samples	Day	Incubation time at 30°C(hrs)	pH	Total titratable acidity (mL)	Brix (%)	Viable yeast counts (log CFU/mL)
NFRE ¹⁾ 0	0	0	4.06	2.9	8.4	4.10
NFRE1	1	24	4.03	9.3	31.4	5.39
NFRE2	2	24	4.02	9.6	32.0	7.36
NFRE3	3	24	3.97	11.8	31.0	8.65
NFRE4	4	24	3.85	13.2	27.0	9.17
NFRE5	5	24	3.81	14.6	22.6	9.33
NFRE6	6	24	3.79	14.7	19.8	9.22
NFRE7	7	24	3.75	14.9	17.8	8.90

¹⁾ NFRE : Naturally fermented raisin extract.

가 감소함에 따라 효모의 생장이 억제되어지기 때문인 것으로 사료된다.

3. Sourdough 호밀 혼합빵의 특성

30°C에서 60시간 동안 배양한 sourdough의 pH와 적정 산도는 Table 1에 나타내었으며, 배양 시간이 길어질수록 pH는 감소하는 경향을 나타내었고, 적정 산도는 증가하였다. 이는 pH와 적정 산도의 변화는 배양하는 동안 sourdough내 존재하는 젖산균의 생균수 및 젖산균이 발효되면서 생성되는 젖산과 초산 등의 유기산 증가와 밀접한 관계가 있다는 Lee JY *et al*(2003)와 Kim MY(2007)의 연구 결과와 유사하였다.

1) 발효 팽창력

건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합 반죽의 발효 팽창력은 Fig. 1에 나타내었다. 발효 팽창력은 발효 시간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 건포도 천연 발효액 대체균들의 발효 팽창력은 77.78~86.11%로 나타났고, 대체균들 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

2) 비용적 및 굽기 손실률

건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합빵의 비용적과 굽기 손실률은 Table 6에 나타내었다. 비용적은 건포도 천연 발효액 7.5% 대체균이 1.63 mL/g로 가장 높았고, 10% 대체균이 1.59 mL/g으로 가장 낮았다. 김등(1999)은 비용적이 큰 빵일수록 더 가볍고 팽창되어 있으며, 부드러운 반면 비용적이 작은 빵은 기공이 조밀하고 딱딱한 빵임을 나타낸다고 기술하였다. 굽기 손실률은 건포도 천연 발효액 2.5% 대체균이 9.03%로 가장 낮았고, 5.0%, 7.5%

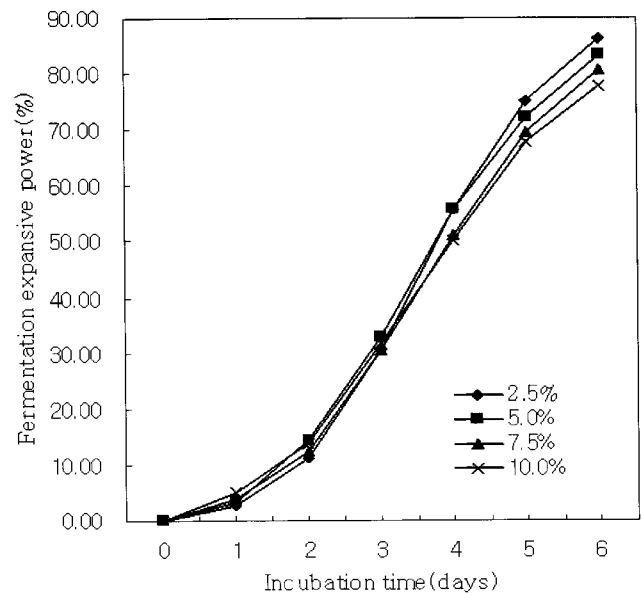


Fig. 1. Changes in fermentation power on dough expansion of rye mixed doughs prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough.

및 10.0% 대체균들 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이 결과는 Freund W(1995)가 기술한 호밀빵의 굽기 손실률인 13%보다 낮았다.

3) 수분 활성도

건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합빵의 수분 활성도는 Table 7에 나타내었다. 수분 활성도는 건포도 천연 발효액 10% 대체균이 0.926으로 가장 낮았고, 2.5%, 5.0% 및 7.5% 대체균들 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이 결과는 Freund W(1995)가 기술한 빵의

Table 6. Specific volume and baking loss of rye mixed breads prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough

Naturally fermented raisin extract (%)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
2.5	1,000.64±2.64 ^a	1,603.33±15.28 ^{ab}	1.60±0.02 ^{ab}	9.03±0.24 ^b
5.0	991.82±2.35 ^b	1,600.00±20.00 ^{ab}	1.61±0.02 ^{ab}	9.83±0.22 ^a
7.5	994.36±1.09 ^b	1,620.00±10.00 ^a	1.63±0.01 ^a	9.61±0.10 ^a
10.0	992.27±3.08 ^b	1,580.00±10.00 ^b	1.59±0.01 ^b	9.80±0.28 ^a

Mean±SD(n=3). Means in a column sharing a common superscript letters(s) are not significantly different($p<0.05$).

Table 7. Water activity of rye mixed breads prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough (Aw)

Sample	Naturally fermented raisin extract(%)			
	2.5	5.0	7.5	10.0
Water activity	0.934±0.001 ^a	0.934±0.001 ^a	0.934±0.001 ^a	0.926±0.001 ^b

Mean±SD(n=4). Means in a row sharing a common superscript letters(s) are not significantly different($p<0.05$).

수분 활성도인 0.90~0.95의 정상 범위에 속하였다. 호밀 혼합빵은 일반 밀가루 식빵과 마찬가지로 수분 활성도가 높은 식품군에 속하므로 미생물이 이용할 수 있는 자유수가 많아 오랫동안 보존이 되지 않아 미생물의 번식에 주의를 기울여 할 식품 중의 하나인 것을 알 수 있었다.

4) 색도

건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합빵의 crumb의 색도는 Table 8에 나타내었다. L값은 건포도 천연 발효액 5.0% 대체군이 34.89로 가장 높았고, 대체군 들 간에 유의적인 차이가 나타났다. a값은 건포도 천연 발효액 10.0% 대체군이 4.58로 가장 높았고, 대체군 들 간에

Table 8. Color of rye mixed breads prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough

Naturally fermented raisin extract(%)	L	a	b
2.5	33.57±0.84 ^{bc}	4.18±0.14 ^c	11.88±0.24 ^c
5.0	34.89±0.48 ^a	4.39±0.18 ^b	12.53±0.65 ^b
7.5	33.88±1.00 ^b	4.37±0.11 ^b	11.85±0.32 ^c
10.0	33.15±0.74 ^c	4.58±0.14 ^a	13.22±0.35 ^a

Mean±SD(n=12). Means in a column sharing a common superscript letters(s) are not significantly different($p<0.05$).

유의적인 차이가 나타났다. 또한, b값은 건포도 천연 발효액 10.0% 대체군이 13.22로 가장 높았고, 대체군 들 간에 유의적인 차이가 나타났다.

5) Texture

건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합빵의 조직감은 Table 9에 나타내었다. 견고성(hardness)은 건포도 천연 발효액 2.5% 대체군이 5716.88 g으로 가장 낮았고, 5.0%와 10% 대체군들 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 건포도 천연 발효액 7.5% 대체군이 0.44로 가장 높았고, 5.0%와 10% 대체군들 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 점착성(gumminess), 탄력성(springiness) 및 씹힘성(chewiness)은 대체군들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 복원성(resilience)은 건포도 천연 발효액 10.0% 대체군이 0.15로 가장 낮았고, 2.5%, 5.0% 및 7.5% 대체군들 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Freund W(1995)와 김성곤 등(1999)은 penetrometer나 texture analyzer와 같은 기계 장치를 사용하여 빵의 견고성, 점착성, 탄력성 등의 조직감을 측정할 경우 평가자의 주관성을 줄일 수 있고 다른 평가자에 의해서도 이용될 수 있으며, 주관적인 빵의 관능검사 평가 결과와 높은 상관관계를 보인다고 기술하였다.

6) 내부 표면 관찰

건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough

Table 9. Textural characteristics of rye mixed breads prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough

Samples	Naturally fermented raisin extract(%)			
	2.5	5.0	7.5	10.0
Hardness(g)	5,716.88±165.90 ^c	6,393.04±166.47 ^a	6,036.07±188.21 ^b	6,297.01±182.24 ^a
Cohesiveness	0.43± 0.02 ^a	0.41± 0.01 ^b	0.44± 0.02 ^a	0.41± 0.01 ^b
Gumminess	2,493.62±139.36 ^{NS1)}	2,635.29±143.09	2,682.51±194.83	2,569.87±128.48
Springiness	0.56± 0.01 ^{NS}	0.55± 0.01	0.55± 0.02	0.56± 0.02
Chewiness	1,401.90± 91.30 ^{NS}	1,437.16± 94.93	1,480.45±111.04	1,445.43±104.71
Resilience	0.17± 0.01 ^a	0.16± 0.01 ^{ab}	0.17± 0.01 ^a	0.15± 0.01 ^b

Mean±SD(n=5). Means in a row sharing a common superscript letters(s) are not significantly different(p<0.05).

¹⁾ NS=Non-Significant.

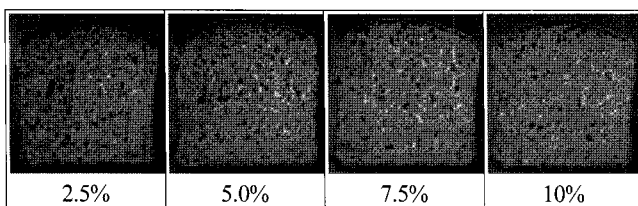


Fig. 2. Internal surface appearance of rye mixed breads prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough.

호밀 혼합빵의 내부 표면은 Fig. 2에 나타내었다. 겉껍질 색상은 어두운 갈색이었으며, 겉껍질 특성은 두껍고 딱딱하였다. 속살의 색상은 어두웠으며, 조직감은 거칠고 탄력성이 적었다. 기공의 크기는 작고 균일하였으며, 기공벽은 두꺼웠다. 이러한 결과는 Mun JH(2006)이 보고한 천연 발효 빵은 겉껍질이 두껍고 광택이 적으며 기공이 조밀하다는 보고와 일치하였다. 건포도 천연 발효액의 대체량이 증가할수록 건포도 냄새가 진해져 빵 풍미가 다소 감소되었고, 빵 내부색 또한 다소 짙은 갈색으로 착색되었다.

요약 및 결론

30℃에서 7일간 배양한 건포도 발효액은 알코올 냄새를 유발하였고 CO₂가 생성되었으며, 미생물 분리 결과 효모가 발견되었다. 건포도액의 pH와 적정 산도는 배양 시간이 길어질수록 pH는 감소하는 경향을 나타내었고, 적정 산도는 증가하는 경향을 나타내었다. 건포도 액의 당도는 배양 2일째까지는 크게 증가하는 경향을 나타내다가 3일째부터 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 건포도 액의 효모수는 배양 5일째까지는 크게 증가하는 경향을 나타내다가 6일째부터는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. Sourdough의 pH와 적정 산

도는 배양 시간이 길어질수록 pH는 감소하는 경향을 나타내었고, 적정 산도는 증가하는 경향을 나타내었다. 건포도 천연 발효액의 대체량을 달리하여 제조한 sourdough 호밀 혼합빵의 발효 팽창력은 발효 시간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 대체군들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 비용적은 건포도 천연 발효액 7.5% 대체군이 1.63 mL/g으로 가장 높았고, 굽기 손실률은 건포도 천연 발효액 2.5% 대체군이 9.03%로 가장 낮았다. 수분 활성도는 건포도 천연 발효액 10% 대체군이 0.926으로 가장 낮았다. Crumb의 색도에 있어서 L값은 건포도 천연 발효액 5.0% 대체군이 34.89로 가장 높았고, a값과 b값은 건포도 천연 발효액 10.0% 대체군이 각각 4.58와 13.22로 가장 높았으며, 대체군들 간에 유의적인 차이가 나타났다. 조직감에 있어서 견고성은 건포도 천연 발효액 2.5% 대체군이 5716.88 g으로 가장 낮았다. 점착성, 탄력성 및 씹힘성은 대체군들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 응집성은 건포도 천연 발효액 7.5% 대체군이 0.44로 가장 높았고, 복원성은 건포도 천연 발효액 10.0% 대체군이 0.15로 가장 낮았다. Sourdough 호밀 혼합빵의 내부 표면 관찰에서 빵 겉껍질은 두껍고 내부 색은 어두웠으며, 기공은 작고 조밀하며 균일하였다. 건포도 천연 발효액의 대체량이 증가할수록 건포도 냄새가 진해져 빵 풍미가 다소 감소되었고, 빵 내부색 또한 다소 짙은 갈색으로 착색되었다. 이상의 결과를 종합해 보면, 30℃에서 7일간 발효된 건포도 천연 발효액(건포도 1 part, 물 1.5 part) 2.5%, 60시간 동안 발효된 sourdough(호밀가루 1 part, 물 1 part) 70%는 제빵 효모의 효과적인 대체제로서 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 순천대학교 NURI 친환경 바이오산업 전문인력

양성사업단의 2007년 대학생 벤처 창업동아리 지원 사업에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- 김성곤, 조남지, 김영호 (1999) 제과제빵과학. 비앤씨월드, 서울.
- 니시카와 다끼꼬 (1994) 일본의 국산밀과 천연 효모를 사용한 건강빵. 11월호. 월간 베이커리, 서울. p 66-67.
- 대한제과협회 (2004) 건강빵의 대표로 거듭난다 - 호밀 Rye. 4월호. 월간베이커리, 서울. p 68-71.
- 대한제과협회 (2005) 천연 효모 맥아빵. 11월호. 월간 베이커리, 서울. p 124-125.
- 박소희 (2005a) 천연 효모 식빵 만들기. 7월호. 월간 베이커리, 서울. p 134-135.
- 박소희 (2005b) 천연 효모를 이용한 치즈 허브 빵 & 단팥빵. 8월호. 월간 베이커리, 서울. p 152-153.
- 박소희 (2005c) 씹을수록 고소한 맛을 더하는 천연 효모 호밀빵. 10월호. 월간 베이커리, 서울. p 132-133.
- 박종선 (2002) 일본의 최신 천연 효모 액종 제조법. 1월호. 월간 베이커리, 서울. p 170-171.
- 조남지 (1997) 천연 발효란 무엇인가? 11월호. 월간 베이커리, 서울. p 136-139.
- Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (1994) Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot (in German). 7th ed. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Germany.
- Chae DJ, Lee KS, Ahn HR (2005) A study on the production of Korean sourdough bread using Korean wheat. *Korea Hospitality Industry Research Soc* 16: 1-15.
- Freund W (1995) Bäckerei-Konditorei Management V.: Verfahrenstechnik Brot und Kleingebäck (in German). Gildebuchverlag, Alfeld (Leine), Germany.
- Freund W (2006) Starterkulturen und Sauerteigprodukte. In 'Handbuch Sauerteig' (edits. Brandt MJ, Gänzle MG, Spicher G). 6th ed. Behr's Verlag, Hamburg, Germany. p 353-375.
- Hong JH, Kim KJ (2001a) Effect of prepared by *Enterococcus* sp. and *Lactobacillus* sp. on the quality of barley bread. I. Identification of bacterial strain from barley powder and rheological properties of sourdough. *Korean J Dietary Culture* 16: 354-360.
- Hong JH, Kim KJ (2001b) Effect of barley bread using sourdough prepared by *Enterococcus* sp. and *Lactobacillus* sp. II. Physicochemical and rheological properties of barley bread. *Korean J Dietary Culture* 16: 361-370.
- Hong JH, Kim KJ, Bang KS (2000) Effect of sourdough starter on the characteristics of rheological of barley bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 16: 358-362.
- Kim GJ, Chung HC, Kwon OJ (2004) Characteristics of culture and isolating lactic acid bacteria and yeast from sourdough. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1180-1185.
- Kim MY (2007) The measurement and the influence on the dough consistency from rye flour(in German). *Dr. rer. nat. Dissertation*. Gottfried Wilhelm Leibniz University of Hannover, Hannover, Korea.
- Kim SY, Hwang SY (2004) Effects of sourdough powder on the physical properties of the bread flour. *Korean J Food & Nutr* 17: 171-176.
- Kwon KS (2004) The optimized formulas of rye bread on the sensory properties using RSM. *Korean J Food & Nutr*. 17: 278-285.
- 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.
- 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.
- Mun JH (2006) Accelerate natural bread fermentation using raisin extract. *MS Thesis* Cheju National University, Cheju. p 1-46.
- Oberg CJ, Davis LH, Richardson GH, Ernstrom CA (1986) Manufacture of cheddar cheese using proteinase-negative mutants of *Streptococcus cremoris*. *J Dairy Sci* 69: 2975-2981.
- Ryu CH, Kim SY (2005) Study on bread-making quality with barley sourdough in composite bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 21: 733-741.
- Sihn EH (2002) Studies on growth characteristics of *Lactobacillus brevis* isolated from Kimchi - Optimization of nutrient composition on sourdough media - . *Korean J Food & Nutr* 15: 215-219.

(2007년 11월 30일 접수, 2008년 2월 4일 채택)