# 건포도 천연 발효액과 호밀 사워도우를 이용한 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 저장수명, 수분활성도 및 조직감의 변화

김문용 · 전순실<sup>†</sup> 순천대학교 식품영양학과

# Changes in Shelf-Life, Water Activity, and Texture of Rye-Wheat Mixed Bread with Naturally Fermented Raisin Extract and Rye Sourdough during Storage

Mun-Yong Kim and Soon-Sil Chun

Department of Food and Nutrition, Sunchon National University

#### Abstract

This study examined effects on shelf-life extension and prevention of starch retrogradation in rye-wheat mixed bread (RWMB) samples prepared with substitutions of 20, 40, 60, and 80% rye sourdough (RSD) as well as a control made with the addition of naturally fermented raisin extract. These effects were investigated using mold growth, water activity, and textural characteristics during a storage period of 8 days at  $20^{\circ}$ C. The activities of the rye sourdough were examined in terms of pH, total titratable acidity, general bacteria, lactic acid bacteria, and yeast counts. As the incubation time of the sour dough increased, pH decreased, while total titratable acidity increased. General bacteria, lactic acid bacteria, and yeast counts increased with increasing incubation time. Mold grew on the external surface of the control group after 6 days and on the surface of the RSD bread samples after 8 days, respectively. With regard to water activity, the control group had increasing activity as the storage period increased. In addition, the 20, 40, 60, and 80% RSD samples had increasing water activities until the 4th day however, these strongly decreased by the 6th day. In terms of textural characteristics, as the storage period increased, hardness increased, while springiness, cohesiveness, and resilience decreased. There were no significant differences in gumminess among the samples. The control, 20, 40, and 60% RSD samples had decreases in chewiness with increasing storage time, however, the 40% RSD sample did not differ significantly during the storage period. Finally, water activity was negatively correlated with hardness (p<0.05). In conclusion, the results indicate that substituting rye sourdough in rye-wheat mixed bread has a prolongation effect on shelf-life, but no effect on the prevention of starch retrogradation.

Key words: rye-wheat mixed bread, rye sourdough, mold growth, water activity, textural characteristics

# ᅵ서론

최근 제빵 산업은 소비자의 건강 우선을 위해서 자연 친화적이고 건강 지향적인 사워도우(sourdough) 빵이 고객 들에게 흥미를 부여하고 있으며, 이에 대한 다양한 연구 와 상품화 시도가 진행되고 있다. 사워도우는 제빵에서 제빵효모와 같은 팽창제의 역할, 풍미, 소화성, 영양생리, 신선도. 저장성 기능을 향상시키기 위해서 사용되어지고

<sup>†</sup>Corresponding author: Soon-Sil Chun, Department of Food and Nutri-

제빵효모의 효과적인 대체제로서 사용할 수 있다고 하였 다. 빵은 오븐에서 구워 제조한 직후부터 수분증발과 온 도의 저하에 따른 노화와 높은 수분함량으로 인하여 곰 팡이와 같은 미생물에 의해 쉽게 부패되며 저장기간이

있다. 최근 건포도 천연 발효액과 사워도우를 이용한 호 밀혼합빵 연구(Kim MY와 Chun SS 2008a)에서 30℃에

서 7일간 배양된 건포도 천연 발효액과 60시간 동안 발

효된 호밀 사워도우는 알코올 냄새를 유발하였고 CO2가

생성되었으며, 볼륨감 있는 천연 발효빵을 만들 수 있는

짧은 단점을 지니고 있다. 일반적으로 빵의 저장성과 품

질향상을 위해 인공합성 첨가물이 이용되어 왔으나 이

들 인공합성물은 급만성 독성, 돌연변이 유발성 등이 문

tion, Sunchon National University Tel: 061-750-3654

Fax: 061-752-3657 E-mail: css@scnu.ac.kr

제가 되고 있어 소비자가 꺼리는 추세이다(Ahn DH 등 2003). 최근 사워도우의 저장성에 관한 국내외 연구를 보 면, Hong JH와 Kim KJ(2001a, 2002b), Hong JH 등(2000) 은 젖산균으로 사워도우를 제조한 보리식빵의 품질특성 에서 빵속은 촉촉하고 부드러움이 좋았고 저장성도 일 반 빵보다 연장되었다고 하였으며, Cho NJ 등(1999)은 밀 가루 brew의 첨가량이 증가할수록 빵의 비용적이 증가 하였고 빵 전분의 결정화가 지연됨으로써 노화의 지연 과 빵의 상업적 수명도 1일 정도 증가한다고 하였다. 또 한, Corsetti A 등(1998)은 사워도우 젖산균이 빵의 노화 를 지연시키는 효과가 있다고 하였고. Linko YY(1997)는 사워도우 빵은 소비자에게는 품질이 우수한 빵을 제공하 고, 제조업자에게는 빵의 저장기간 연장으로 경제적 이익 을 부여할 것으로 평가하였으며, Rouzaud O와 Martinez-Anaya MA(1997)은 젖산균을 접종한 식빵이 기존 식빵 보다 산도나 젖산의 함량이 높아 저장성이 우수함을 보 였다고 하였다. 따라서 천연 첨가물의 개발이 요구되고 있으며, 제빵 적성 향상과 함께 항균적 기능성을 갖는 사 워도우를 사용하여 제빵 특성과 저장성을 향상시키면 매 우 유용할 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 건포도 천연 발효액의 특성인 pH, 총산도, 당도 및 효모수, 호밀 사워도우의 특성인 pH, 총산도, 일반세균수, 젖산균수 및 효모수와 호밀 사워도 우의 대체량을 20%, 40%, 60% 및 80%로 달리하여 제 조한 호밀-밀 혼합빵을 8일간 저장하면서 저장수명 특성 인 곰팡이 발생 및 노화 특성인 수분활성도와 조직감의 변화를 측정하여 호밀 사워도우에 의한 호밀-밀 혼합빵 의 저장수명 연장 및 신선도와 품질유지에 관계하는 노 화방지 효과를 살펴보았다.

# Ⅱ. 재료 및 방법

### 1. 재료

건포도(Sun-Maid, California, USA), 호밀가루(덴마크산, 성림식품), 밀가루(큐원 강력밀가루 1등급, 삼양밀맥스), 소금(해표꽃소금, 대한염업) 및 물(생수, 풀무원)을 실험 재료로 사용하였다.

# 2. 건포도 천연 발효액의 제조 및 특성

# 1) 건포도 천연 발효액 제조

건포도 천연 발효액은 Table 1과 같이 제조한 후 배양 하였다. 멸균한 병에 건포도 300 g을 넣고 생수 450 mL 를 부은 후 면보로 병 입구를 봉한 다음 발효기(SP-120, Shinshin Machinery, Korea)에서 3일간(30℃) 배양한 후 발효액을 60 mesh(250 µm) 체로 여과하여 사용하였다.

### 2) pH와 총산도(total titratable acidity) 측정

건포도 천연 발효액 10 g을 방수형 Pen-type pH meter (PH-03, 프로엠, Korea)로 측정하였고, 총산도는 Association of Cereal Research (Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. 1994)의 실험방법에 따라 0.1 N NaOH로 pH 8.5까지 적정한 후 소모된 0.1 N NaOH의 양을 mL 수로 나타내었다.

### 3) 당도 측정

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

### 4) 효모수 측정

효모수는 건포도 액을 30℃에서 4일 배양한 후 측정 하였다. 건포도 액 1 mL를 취한 후 Oberg CJ 등(1986) 의 실험방법에 따라 9 mL saline 용액에 10배 희석한 다음, Potato Dextrose Agar(Difco, Becton, Dickinson and Company, USA) 배지를 이용하여 standard plate count법 으로 30℃에서 48시간 배양 후 나타난 colony수를 측정 하였다.

### 3. 호밀 사워도우의 제조 및 특성

### 1) 호밀 사워도우의 제조

호밀 사워도우는 Freund W(2006)의 multiple-stage법을 변형하여 Table 2와 같이 제조한 후 배양하였다. 0일은 호밀가루 600 g과 물 600 g을 혼합한 직후, 1일은 혼합 한 후 30℃에서 20시간 동안 발효기(SP-120, Shinshin Machinery Co., Korea)에서 정치 배양하였고, 2일은 1차 배양된 호밀 사워도우 1200 g 중 900 g만 취하여 호밀가 루 900 g과 물 900 g을 첨가하여 다시 30℃에서 20시간 동안 정치 배양하였으며, 3일은 2차 배양된 호밀 사워도 우 2,700 g 중 2,400 g만 취하여 호밀가루 1,200 g, 물 1,200 g과 다시 혼합한 후 30℃에서 20시간 동안 정치 배양하였다.

**Table 1.** Formula and proximate composition for naturally fermented raisin extract

Samples	Day	Incubation time at 30°C(hrs)	Raisin (g)	Water (g)	Total (g)	pН	TTA <sup>1)</sup> (mL)	Brix (%)	Viable yeast counts (log CFU/mL)
Naturally fermented raisin extract	3	72	300	450	750	3.95	11.4	31.6	8.29

<sup>1)</sup> TTA=Total Titratable Acidity.

Table 2. Multiple-stage build-up procedure and proximate composition for rye sourdough

Samples	Day	Incubation time at 30°C(hrs)	Rye sourdough (g)	Rye flour (g)	Water (g)	Total (g)	pН	TTA <sup>1)</sup> (mL)
	0	0	-	600	600	1200	6.30	2.6
RSD1 <sup>2)</sup>	1	20	-	600	600	1200	6.16	5.3
RSD2 <sup>3)</sup>	2	20	900	900	900	2700	4.13	16.3
RSD3 <sup>4)</sup>	3	20	2400	1200	1200	4800	4.10	17.3

<sup>1)</sup> TTA=Total Titratable Acidity.

### 2) pH와 총산도(total titratable acidity) 측정

호밀 사워도우의 pH와 총산도는 30℃에서 60시간 배양하며, 20시간마다 10 g의 호밀 사워도우를 건포도 천연 발효액과 동일한 방법으로 측정하였다.

### 3) 일반세균수, 젖산균수 및 효모수 측정

30℃에서 60시간 배양하며 매 20시간마다 표준한천평 판배양법(Standard Agar Plate Count Method)으로 sourdough와 생리식염수를 1:2의 비율로 튜브에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)로 최대속도 20,000 rpm으로 2분간 균질을 3차례 반복, 분쇄하여 10진 희석법으로 희석하였고, 일반세균수는 표준한천평판(Standard plate count agar, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 배지, 젖산균수는 Lactobacillus MRS agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 배지, 효모수는 PDA (Potato Dextrose Agar, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 배지에 도말하여 30℃에서 48시간 배양한 후 colony 수가 30~300개가 나타나는 평판을 선택하여 계측하였다.

# 4. 호밀 사워도우 대체량을 달리한 호밀-밀 혼합빵의 제조 및 저장 중 품질 특성

### 1) 호밀-밀 혼합빵의 제조

호밀-밀 혼합빵은 Association of Cereal Research (Ar-

beitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. 1994)의 방법을 일부 변형한 직접반죽법을 사용하였으며, 사용된 재료의 배합비는 Table 3과 같았다. 호밀 사워도우는 호밀가루와 밀가루의 비율로 조정하여 20%, 40%, 60% 및 80%로 대체하였으며, 호밀 사워도우를 대체하지 않은 것을 대 조군으로 하였다. 제조 공정은 30℃에서 3일간 발효된 건포도 천연 발효액, 60시간 동안 발효된 호밀 사워도우 와 다른 재료들을 반죽기(Vertical Mixer, Shinshin Machinery, Korea)에 넣어 1단(90 rpm)에 반죽이 최적으로 형성될 때까지 혼합하였다. 혼합 후 최종 반죽온도는 30℃ 가 되도록 하였다. 반죽을 둥글리기 한 후 20분 동안 실 온에서 중간발효하였다. 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℃, 상대습도 80%의 발효기 (SMDG-36, Daehung Machinery, Korea)에서 7시간 동안 실시하였다. 발효가 끝난 반죽은 윗불 210℃, 아랫불 190℃ 로 예열된 오븐(Deck Oven, Shinshin Machinery, Korea) 에서 30분간 구웠다. 상온(20℃)에서 1시간 동안 냉각시 켜 HDPE(고밀도 폴리에틸렌) 수지로 포장한 후 20℃의 항온기(BI-1000M Low Temp. Incubator, JEIO TECH Co., Korea)에서 8일간 저장하면서 시료로 사용하였다.

#### 2) 빵의 저장성

20℃의 항온기에서 8일간 저장하면서 빵 외부표면의

Table 3. Formula for rye-wheat mixed bread with rye sourdough

Ingredients <sup>1)</sup>		Rye sourdough (%)							
(g)	Baker's ratio(%)	0	20	40	60	80			
Wheat flour	50	1000	1000	1000	1000	1000			
Naturally fermented raisin extract	2.5	50	50	50	50	50			
Salt	1.6	32	32	32	32	32			
Rye flour	Variable	1000	800	600	400	200			
Water	Variable	1450	1250	1050	850	650			
Rye sourdough	Variable	-	400	800	1200	1600			

<sup>1)</sup> All Ingredient percentages based on rye and wheat flour.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> RSD1=Rye sourdough was incubated for 20 hrs at 30°C.

<sup>&</sup>lt;sup>3)</sup> RSD2=Rye sourdough was incubated for 40 hrs at 30°C.

<sup>&</sup>lt;sup>4)</sup> RSD3=Rye sourdough was incubated for 60 hrs at 30°C.

곰팡이 형성을 육안으로 관찰하였다.

### 3) 수분활성도 측정

20℃의 항온기에서 6일간 저장하면서 2일 간격으로 시료를 취하여 시료를 고루 분쇄한 후, 수분활성측정기 (HYGROSKOP BT-RS1, Rotronic, Swiss)를 이용하여 3 회 반복 측정한 후, 그 평균값으로 나타내었다.

### 4) 조직감 측정

20℃의 항온기에서 6일간 저장하면서 2일 간격으로 호밀-밀 혼합빵의 중심부를 일정한 크기로 자른 시료를 Texture Analyzer (Stable Micro Systems, TA-XT2, England)를 이용하여 hardness(견고성), springiness(탄력성), cohesiveness(응집성), gumminess(점착성), chewiness(씹힘성) 및 resilience(복원성)를 측정하였으며, 측정 조건은 Table 4와 같았다.

### 5) 통계처리

모든 실험결과는 Mean±SD로 표시하였으며, SAS 8.12 프로그램(SAS Institute Inc., Cary, NC., USA)을 이용하 여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 측정 평균값 간 의 유의성은 p<0.05 수준으로 던칸의 다중범위시험법 (Duncan's multiple range test)으로 검증하였으며, 수분활 성도와 조직감 측정 결과와의 상관관계를 분석하기 위 해 pearson's correlation으로 검정하였다.

# Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 건포도 천연 발효액의 특성

30℃에서 3일간 배양한 건포도 천연 발효액의 특성은 Table 1에 나타내었으며, pH는 3.95, 총산도는 11.4 mL, 당도는 31.6 Brix(%), 효모수는 8.29 log CFU/mL이었다.

Table 4. Operation condition of texture analyzer for rye-wheat mixed breads with rye sourdough

Test mode and option	TPA (Texture Profile Analysis)
Sample size	$40~W(mm)\times40~L(mm)\times20~H(mm)$
Load cell	5 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

# 2. 호밀 사워도우의 특성

### 1) pH와 총산도

30℃에서 60시간 동안 배양한 호밀 사워도우의 pH와 총산도는 Table 2에 나타내었으며, 배양시간이 길어질수 록 pH는 감소하는 경향을 보였고, 총산도는 증가하는 경 향을 보였다. 이러한 pH와 총산도의 변화는 배양하는 동 안 호밀 사워도우에 존재하는 젖산균의 생균수 및 젖산 균이 발효되면서 생성되는 젖산과 초산 등의 유기산 증 가와 밀접한 관계가 있다(Lee JY 등 2003, Kim MY 2007).

### 2) 일반세균수, 젖산균수 및 효모수

호밀 사워도우의 배양 중 일반세균수, 젖산균수 및 효 모수의 변화 값을 Fig. 1에 나타내었다. 일반세균수, 효 모수 및 젖산균수는 배양 0시간에는 각각 3.66, 2.20, 3.48 log CFU/g이었고, 최종 배양시간인 60시간에는 각각 10.18, 10.13, 9.30 CFU/g이었으며, 호밀 사워도우의 배양시간 이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

# 3. 호밀 사워도우 대체량을 달리한 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 품질 특성

### 1) 빵의 저장성

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀 혼합빵의 저장성은 대조군이 6일째 빵의 외부표면에 곰 팡이가 발생하였고, 호밀 사워도우 20, 40, 60 및 80% 대체군들은 모두 8일째 곰팡이가 발생하였으며, 이는 젖 산균이 생성한 젖산이나 초산 등의 유기산 등에 의해 미 생물의 생육이 저해되어 보존기간이 연장되었다는 연구

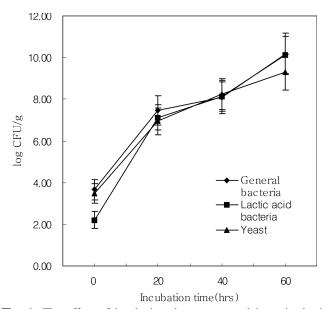


Fig. 1. The effect of incubation time on general bacteria, lactic acid bacteria, and yeast growth in rye sourdough during 60 hrs at  $30^{\circ}$ C.

결과(Hong JH 등 2000, Crowley P와 Schober TJ 2002, Kim KJ 2003)와 유사하였다.

### 2) 수분활성도

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 수분활성도의 변화 값을 Table 5에 나 타내었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장일수에 따른 수분활성도의 변화는 0일째가 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 간에 유의적인 차이가 없었으며, 이는 Kim MY와 Chun SS(2008b)의 호밀 사워도우를 첨가했을 때 호밀-밀 혼합빵의 수분활성도가 낮아졌다는 연구결과와 다소 상반되었다. 2일째는 대조군과 호밀 사워도우 20% 대체군은 0.923으로 높았고, 두 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 40%와 60%대체군들은 0.919로 유의적으로 낮았고(p<0.05),두 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었다. 4일째는 대조군,호밀 사워도우 80%, 20% 및 40%대체군들은 각각0.924,0.924,0.923,0.923으로 높았고,네 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었으며,60%대체군들은 각각0.924,0.924,0.923,0.923으로 높았고,네 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었으며,60%대체군은 0.921로 유의적으로 낮았다(p<0.05).6일째는 호밀 사워도우 60%대체군이 0.917로가장 높았고,80%대체군은 0.913으로가장 낮았다(p<0.05).

호밀-밀 혼합빵의 저장 중 수분활성도의 변화는 대조 군이 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, 호밀 사워도우 20%, 40%, 60% 및 80% 대체 군들은 4일까지는 증가하는 경향을 보이다가 이후 6일까지 감소하는 경향을 보였으며(p<0.05), 이 모든 결과는 Freund W(1995)가 기술한 빵의 수분활성도인 0.90~0.95의 정상 범위에 속하였다. 일반적으로 빵의 저장 중 수분은 환경조건에 따라 계속 변화하는데, 본 실험에서 호밀-밀 혼합빵의 저장 4일까지는 빵 외부의 상대습도가 높아 빵 내부로의 수분 흡수가 일어나면서 수분활성도가

다소 증가되었다가 이후에는 빵 외부가 건조되면서 상대습도가 낮아져 빵 내부의 수분이 증발하면서 수분활성도가 감소된 결과로 사료되었다. 수분활성도는 제품의 노화 특성 및 안정성에 영향을 미칠 수 있는 인자 중의 하나이며, 최근의 연구결과를 살펴보면 솔잎 발효액(Choi DM 등 2007)과 키토산(Lee HY 등 2002, Ahn DH 등 2003)을 첨가한 식빵의 보수성은 저장 중 수분을 일정하게 유지시킴으로써 식빵의 노화를 억제시킨다고 보고하였다.

### 3) 조직감

#### (1) 견고성

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 견고성의 변화 값을 Table 6에 나타내었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장일수에 따른 견고성의 변화는 0 일째가 대조군이 2582.593 g으로 가장 낮았고, 호밀 사워 도우 대체군들은 2998.756~3432.137 g이었으며, 호밀 사 워도우 대체군들이 대조군보다 유의적으로 높았고(p<0.05), 이러한 결과는 호밀 사워도우를 첨가했을 때 호밀-밀 혼 합빵의 견고성이 높아졌다는 Kim MY와 Chun SS(2008b) 의 연구보고와 유사하였다. 2일 및 4일째는 대조군이 각 각 2965.359 g, 3217.755 g으로 가장 낮았고, 호밀 사워도 우 대체군들은 각각 3028.239~4213.576 g, 3884.515~ 4666.943 g이었으며, 호밀 사워도우 대체군들이 대조군 보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 6일째는 호밀 사워도우 80% 대체군이 5078.294 g으로 가장 높았고, 40%, 20% 및 60% 대체군들은 각각 4404.383 g, 4124.237 g, 4080.745 g으로 유의적으로 낮았으며(p<0.05), 세 시료들 간에는 유 의적인 차이가 없었다. 식빵 노화의 메카니즘은 순간적 인 핵 형성이후 막대모양으로 결정이 성장함을 나타내는 것으로서 밥 및 전분의 노화 메카니즘과 거의 일치하는 결과라 볼 수 있으며, 사워도우 첨가가 식빵 저장 중 전

**Table 5.** Changes in water activity of rye-wheat mixed breads substituted with rye sourdough during storage at 20℃

(unit: Aw)

Samples			Rye sourdough(%)			Evolvo
(day)	0	20	40	60	80	F-value
0	B0.920±0.001 <sup>ns1)</sup>	B0.919±0.001	B0.919±0.001	B0.919±0.001	<sup>C</sup> 0.919±0.001	1.200
2	$^{A}0.923\pm0.001^{a}$	A0.923±0.001	$^{\mathrm{B}}0.919\pm0.001^{\mathrm{c}}$	$^{\mathrm{B}}0.919\pm0.001^{\mathrm{c}}$	$^{\mathrm{B}}0.921\pm0.001^{\mathrm{b}}$	18.582***
4	$^{A}0.924\pm0.001^{a}$	A0.923±0.001a	$^{A}0.923\pm0.001^{a}$	$^{A}0.921\pm0.001^{b}$	$^{A}0.924\pm0.001^{a}$	4.474*
6	+2)	$^{\text{C}}0.915\pm0.001^{\text{b}}$	$^{\rm C}$ 0.916 $\pm$ 0.001 $^{\rm ab}$	$^{\rm C}0.917\pm0.001^{\rm a}$	$^{\mathrm{D}}0.913\pm0.001^{\mathrm{c}}$	13.279***
8	+	+	+	+	+	
F-value	34.263***	56.878***	30.961***	11.353**	192.600***	

Mean±SD(n=9). Means with different small character superscripts in each row are significantly different(p<0.05). Means with different large character superscripts in each row are significantly different(p<0.05).

<sup>1)</sup> ns=not significant.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Mold grew on the external surface of rye-wheat mixed bread.

<sup>\*</sup>p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001.

**Table 6.** Changes in hardness of rye-wheat mixed breads substituted with rye sourdough during storage at 20°C

(unit: g)

•						
(day)	0	20	40	60	80	F-value
0	B2582.593±180.203 <sup>c</sup>	B2998.756±207.859b	<sup>C</sup> 3132.047±257.664 <sup>ab</sup>	<sup>C</sup> 3028.742±156.797 <sup>b</sup>	D3432.137±244.415a	25.725***
2	<sup>A</sup> 2965.359±172.922 <sup>c</sup>	B3028.239±206.878 <sup>c</sup>	$^{\mathrm{B}}3756.681 \pm 194.520^{\mathrm{b}}$	$^{\mathrm{B}}3564.187 \pm 206.631^{\mathrm{b}}$	<sup>C</sup> 4213.576±241.085 <sup>a</sup>	19.365***
4	<sup>A</sup> 3217.755±215.811 <sup>c</sup>	A3884.515±236.936b	$^{AB}4086.360{\pm}210.349^{b}$	$^{AB}3863.934\pm279.028^{b}$	<sup>B</sup> 4666.943±232.612 <sup>a</sup>	17.239***
6	+1)	<sup>A</sup> 4124.237±234.113 <sup>b</sup>	$^{A}4404.383\pm206.385^{b}$	$^{A}4080.745{\pm}192.978^{b}$	A5078.294±249.336a	13.279***
8	+	+	+	+	+	
F-value	11.265**	27.378***	24.766***	18.238***	33.984***	

Rve sourdough(%)

Means ±S.D.(n=12). Means with different small character superscripts in each row are significantly different(p<0.05). Means with different large character superscripts in each row are significantly different(p<0.05).

Samples

분의 노화기작에 큰 영향을 미치지 않는다는 연구결과 (Kim KJ 2003)와 유사하였으나 사워도우 첨가가 제빵의 노화속도 지연에 효과가 있다는 연구결과(Corsetti A 등 1998, Crowly P와 Schober TJ 2002)와는 다소 상반되었다. 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 견고성의 변화는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 모두 저장기간이 길어질수록 유 의적으로 증가하는 경향을 보였으며(p<0.05), 이러한 결과 는 빵의 수분 증발(Kim CT 등 1997)과 전분의 노화에 의한 결과로서 전분성분 중 아밀로오스는 분자간 회합이 비교적 빨리 일어나 초기 빵 조직감의 굳기에 영향을 주 는 반면에 아밀로펙틴은 저장 중 계속적으로 회합이 진 행하는 것으로 알려져 있으며(Kim EJ와 Kim SM 1998, Park GS 등 2001), 동충하초(Park GS 등 2001), 솔잎추출 물(Kim EJ와 Kim SM 1998), 다시마(Kim JS와 Kang KJ 1998) 첨가 식빵의 견고성은 저장기간이 길어질수록 증 가하였다는 연구보고와 유사하였다.

### (2) 탄력성

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀

혼합빵의 저장 중 탄력성의 변화 값을 Table 7에 나타내 었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장일수에 따른 탄력성의 변화는 0 일째가 대조군이 0.662이었고, 호밀 사워도우 대체군들은 0.623~0.765이었으며, 40% 대체군을 제외하고 호밀 사워 도우 대체군들이 대조군보다 유의적으로 높았고(p<0.05), 2일과 4일째는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 간에 유의적인 차이가 없었으며, 6일째는 호밀 사우도우 대체 군들 간에 유의적인 차이가 없었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장 중 탄력성의 변화는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 모두 저장기간이 길어질수록 유 의적으로 감소하는 경향을 보였으며(p<0.05), 이는 동충하 초(Park GS 등 2001)와 다시마(Kim JS와 Kang KJ 1998) 첨가 식빵의 탄력성은 저장기간이 길어질수록 감소하였 다는 연구결과와 유사하였다.

#### (3) 응집성

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀 혼 합빵의 저장 중 응집성의 변화 값을 Table 8에 나타내었다.

**Table 7.** Changes in springiness of rye-wheat mixed breads substituted with rye sourdough during storage at 20°C

Samples			Rye sourdough(%)			F-value
(day)	0	20	40	60	80	r-value
0	$^{A}0.662\pm0.020^{bc}$	$^{A}0.765\pm0.057^{a}$	<sup>A</sup> 0.623±0.044 <sup>c</sup>	$^{A}0.717\pm0.042^{ab}$	$^{A}0.745\pm0.063^{a}$	6.168*
2	$^{\mathrm{B}}0.605\pm0.023^{\mathrm{ns}1)}$	B0.593±0.015	$^{A}0.578\pm0.055$	$^{\mathrm{B}}0.592\pm0.050$	$^{\mathrm{B}}0.582\pm0.042$	0.282
4	$^{\text{C}}0.506\pm0.041^{\text{ns}}$	<sup>B</sup> 0.555±0.034	$^{\mathrm{B}}0.501\pm0.032$	$^{\mathrm{B}}0.556\pm0.081$	<sup>B</sup> C0.514±0.055	1.081
6	+2)	$^{B}0.546\pm0.051^{ns}$	$^{\mathrm{B}}0.494\pm0.018$	$^{\mathrm{B}}0.515\pm0.024$	<sup>C</sup> 0.492±0.056	1.498
8	+	+	+	+	+	
F-value	28.059**	22.968**	9.794*	10.706*	17.795**	

Means ±S.D.(n=12). Means with different small character superscripts in each row are significantly different(p<0.05). Means with different large character superscripts in each row are significantly different(p<0.05).

<sup>1)</sup> Mold grew on the external surface of rye-wheat mixed bread.

<sup>\*</sup>p<0.05, \*\*p<0.01, and \*\*\*p<0.001.

<sup>1)</sup> ns=not significant.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Mold grew on the external surface of rye-wheat mixed bread.

<sup>\*</sup>p<0.01 and \*\*p<0.001.

**Table 8.** Changes in cohesiveness of rye-wheat mixed breads substituted with rye sourdough during storage at 20°C

Samples			Rye sourdough(%)			F-value
(day)	0	20	40	60	80	r-value
0	A0.494±0.017 <sup>ns1)</sup>	A0.523±0.029	A0.472±0.029	A0.507±0.033	A0.501±0.048	1.319
2	$^{\mathrm{B}}0.435\pm0.019^{\mathrm{a}}$	$^{\mathrm{B}}0.405\pm0.010^{\mathrm{b}}$	$^{\mathrm{B}}0.394\pm0.010^{\mathrm{b}}$	$^{\mathrm{B}}0.396\pm0.021^{\mathrm{b}}$	$^{\mathrm{B}}0.393\pm0.015^{\mathrm{b}}$	5.117*
4	$^{\text{C}}0.387 \pm 0.021^{\text{a}}$	$^{\text{C}}0.373\pm0.014^{\text{ab}}$	$^{BC}0.368\pm0.018^{ab}$	$^{\mathrm{B}}0.367\pm0.027^{\mathrm{ab}}$	<sup>B</sup> C0.352±0.016 <sup>b</sup>	1.610
6	+2)	$^{\text{C}}0.349\pm0.015^{\text{a}}$	$^{\text{C}}0.344\pm0.006^{\text{a}}$	$^{\text{C}}0.330\pm0.002^{\text{b}}$	$^{\text{C}}0.323\pm0.004^{\text{b}}$	8.682*
8	+	+	+	+	+	
F-value	31.297**	69.623**	37.979**	41.591**	34.279**	

Means $\pm$ S.D.(n=12). Means with different small character superscripts in each row are significantly different(p<0.05). Means with different large character superscripts in each row are significantly different(p<0.05).

호밀-밀 혼합빵의 저장일수에 따른 응집성의 변화는 0 일째가 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 간에 유의적인 차이가 없었고, 2일, 4일 및 6일째는 호밀 사워도우 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다 (p<0.05).

호밀-밀 혼합빵의 저장 중 응집성의 변화는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 모두 저장기간이 길어질수록 유 의적으로 감소하는 경향을 보였으며(p<0.05), 이러한 결과는 동충하초(Park GS 등 2001)와 향신료(Kim ML 등 2001) 첨가 식빵의 응집성은 저장기간이 길어질수록 감소하였다는 연구보고와 유사하였다.

### (4) 점착성

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 점착성의 변화 값을 Table 9에 나타내 었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장일수에 따른 점착성의 변화는 0일, 2일 및 4일째가 대조군이 각각 1277.547, 1291.486, 1243.710으로 가장 낮았고, 호밀 사워도우 대체군들은 각

각 1488.726~1705.406, 1404.290~1659.481, 1428.646~1650.423이었으며, 호밀 사위도우 대체군들이 대조군보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 6일째는 호밀 사위도우 80% 대체군이 1641.298로 가장 높았고, 20%와 60% 대체군들은 각각 1445.891, 1345.876으로 유의적으로 낮았으며(p<0.05), 두 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장 중 점착성의 변화는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 모두 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었으며, 이는 동충하초(Park GS 등 2001) 첨가식빵의 점착성은 저장기간이 증가할수록 증가하였다는 연구결과와 상반되었다.

### (5) 씹힘성

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 씹힘성의 변화 값을 Table 10에 나타내었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장일수에 따른 씹힘성의 변화는 0일째가 대조군이 847.600으로 가장 낮았고, 호밀 사워도우 대체군들은 939.807~1258.852이었으며, 호밀 사워도우

**Table 9.** Changes in gumminess of rye-wheat mixed breads substituted with rye sourdough during storage at 20°C

Samples		Rye sourdough(%)						
(day)	0	20	40	60	80	F-value		
0	ns1)1277.547±122.600 <sup>b</sup>	ns 1574.980±197.880 ab	ns1488.726±246.444 <sup>ab</sup>	ns1542.092±177.125ab	ns 1705.406±247.034a	2.354		
2	$1291.486\pm130.756^{b}$	$1475.925\pm94.541^{ab}$	$1487.646\pm109.059^{ab}$	1404.290±126.597 <sup>b</sup>	1659.481±138.531 <sup>a</sup>	4.839*		
4	$1243.710\pm121.188^{b}$	$1453.437 \pm 143.741^{ab}$	1508.921±136.145 <sup>a</sup>	$1428.646\pm164.160^{ab}$	1650.423±156.935 <sup>a</sup>	4.097*		
6	+2)	1445.891±150.999 <sup>b</sup>	1513.575±53.865 <sup>ab</sup>	1345.876±77.381 <sup>b</sup>	$1641.298 \pm 114.800^a$	5.482*		
8	+	+	+	+	+			
F-value	0.155	0.622	0.046	1.318	0.110			

Means±S.D.(n=12). Means with different small character superscripts in each row are significantly different(p<0.05).

<sup>1)</sup> ns=not significant.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Mold grew on the external surface of rye-wheat mixed bread.

<sup>\*</sup>p<0.01 and \*\*p<0.001.

<sup>1)</sup> ns=not significant.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Mold grew on the external surface of rye-wheat mixed bread.

<sup>\*</sup>p<0.05.

**Table 10.** Changes in chewiness of rye-wheat mixed breads substituted with rye sourdough during storage at 20°C

Samples			Rye sourdough(%)			F-value
(day)	0	20	40	60	80	r-value
0	A847.600±106.857b	A1189.853±191.904a	ns1)939.807±271.540 <sup>ab</sup>	A1114.812±194.071ab	A1258.852±244.222a	2.354
2	AB783.620±108.436 <sup>ns</sup>	B808.522±108.114	859.859±130.699	B831.339±103.216	B971.593±118.255	4.839*
4	B633.228±115.016b	$^{B}802.600\pm142.669^{ab}$	$760.609\pm120.617^{ab}$	<sup>B</sup> 811.990±128.196 <sup>ab</sup>	B845.283±91.332a	4.097*
6	+2)	$^{\mathrm{B}}726.837 \pm 61.928^{\mathrm{ab}}$	$748.625\pm51.623^{ab}$	$^{B}693.887\pm69.647^{b}$	$^{\mathrm{B}}824.494{\pm}104.075^{\mathrm{a}}$	5.482*
8	+	+	+	+	+	
F-value	3.992	9.576*	1.196	7.279*	6.900*	

Means ±S.D.(n=12). Means with different small character superscripts in each row are significantly different(p<0.05). Means with different large character superscripts in each row are significantly different(p<0.05).

Table 11. Changes in resilience of rye-wheat mixed breads substituted with rye sourdough during storage at 20°C

Samples			Rye sourdough(%)			F-value
(day)	0	20	40	60	80	r-value
0	A0.168±0.012b	A0.218±0.029a	A0.182±0.025ab	A0.211±0.030ab	A0.212±0.041ab	2.275
2	$^{B}0.139\pm0.013^{ns1)}$	$^{\mathrm{B}}0.146\pm0.006$	<sup>B</sup> 0.142±0.007	$^{\mathrm{B}}0.149\pm0.014$	<sup>B</sup> 0.145±0.012	0.474
4	$^{\mathrm{B}}0.130\pm0.010^{\mathrm{ns}}$	B0.143±0.012	B0.135±0.013	<sup>B</sup> 0.141±0.018	B0.135±0.013	0.612
6	+2)	$^{\mathrm{B}}0.135\pm0.011^{\mathrm{a}}$	$^{\mathrm{B}}0.125{\pm}0.003^{\mathrm{ab}}$	$^{\mathrm{B}}0.121\pm0.005^{\mathrm{b}}$	$^{\mathrm{B}}0.128\pm0.008^{\mathrm{ab}}$	2.615
8	+	+	+	+	+	
F-value	11.972*	21.074**	11.525*	16.330**	11.826*	

Means ±S.D.(n=12). Means with different small character superscripts in each row are significantly different(p<0.05). Means with different large character superscripts in each row are significantly different(p<0.05).

대체군들이 대조군보다 유의적으로 높았고(p<0.05), 2일 째는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 간에 유의적인 차이가 없었다. 4일째는 대조군이 633.228로 가장 낮았고, 호밀 사워도우 대체군들은 760.609~845.283이었으며, 6 일째는 80% 대체군이 824.494로 가장 높았고, 60% 대 체군이 693.887로 가장 낮았다(p<0.05).

호밀-밀 혼합빵의 저장 중 씹힘성의 변화는 대조군, 20%, 60% 및 80% 대체군들은 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였고(p<0.05), 호밀 사워 도우 40% 대체군은 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없 었다.

(6) 복원성

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 복원성의 변화 값을 Table 11에 나타 내었다.

호밀-밀 혼합빵의 저장일수에 따른 응집성의 변화는 0 일째가 대조군이 0.168로 가장 낮았고, 호밀 사워도우 대 체군들은 0.182~0.218이었으며, 호밀 사워도우 대체군 들이 대조군보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 2일과 4일 째는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 간에 유의적인 차이가 없었으며, 6일째는 20% 대체군이 0.135로 가장 높았고, 60% 대체군은 0.121로 가장 낮았다(p<0.05).

호밀-밀 혼합빵의 저장 중 복원성의 변화는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 모두 저장기간이 길어질수록 유 의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05).

Table 12. Correlation coefficient between water activity and textural characteristics of rye-wheat mixed breads with rye sourdough

Characteristics	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience
Water activity	-0.245*	-0.028	0.069	-0.099	-0.072	-0.092

<sup>\*</sup>p<0.05.

<sup>1)</sup> ns=not significant.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Mold grew on the external surface of rye-wheat mixed bread.

<sup>\*</sup>p<0.01.

<sup>1)</sup> ns=not significant.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Mold grew on the external surface of rye-wheat mixed bread.

<sup>\*</sup>p<0.01 and \*\*p<0.001.

### 4) 수분활성도와 조직감의 상관관계

호밀 사워도우의 대체량을 달리하여 제조한 호밀-밀혼합빵의 수분활성도와 조직감의 상관관계 분석결과는 Table 12에 나타내었다. 수분활성도는 견고성과 부의 상관관계를 보여 수분활성도가 높을수록 견고성이 낮게 나타났다(p<0.05).

# IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 건포도 천연 발효액의 특성인 pH, 총산 도, 당도 및 효모수, 호밀 사워도우의 특성인 pH, 총산 도, 일반세균수, 젖산균수 및 효모수와 호밀 사워도우를 20%, 40%, 60% 및 80%로 대체하여 호밀-밀 혼합빵을 제조한 후 저장 중의 곰팡이 발생, 수분활성도 및 조직 감의 변화를 측정한 결과는 다음과 같았다. 건포도 천연 발효액의 pH는 3.95, 총산도는 11.4 mL, 당도는 31.6 Brix(%), 효모수는 8.29 log CFU/mL이었다. pH는 배양시 간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였고, 총산도는 증 가하는 경향을 보였다. 일반세균수, 효모수 및 젖산균수 는 호밀 사워도우의 배양시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 대조군은 6일째 빵의 외부표면 에 곰팡이가 발생하였고, 호밀 사워도우 20, 40, 60 및 80% 대체군들은 모두 8일째 곰팡이가 발생하였다. 수분 활성도, 응집성 및 복원성은 대조군과 호밀 사워도우 대 체군들 간에 유의적인 차이가 없었고, 견고성, 탄력성, 점 착성 및 씹힘성은 호밀 사워도우 대체군들이 대조군보 다 유의적으로 높았다(p<0.05). 수분활성도의 저장 중 변 화는 대조군은 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가 하는 경향을 보였고, 호밀 사워도우 20%, 40%, 60% 및 80% 대체군들은 4일까지는 증가하는 경향을 보이다가 이후 6일까지 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 견고성의 저장 중 변화는 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 모두 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보 였고(p<0.05), 탄력성, 응집성 및 복원성은 유의적으로 감 소하는 경향을 보였으며(p<0.05), 점착성은 대조군과 호밀 사워도우 대체군들 모두 저장기간에 따른 유의적인 차이 가 없었고, 씹힘성은 대조군, 20%, 60% 및 80% 대체군 들은 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향 을 보였으며(p<0.05), 호밀 사워도우 40% 대체군은 저장 기간에 따른 유의적인 차이가 없었다. 수분활성도는 견고 성과 부의 상관관계를 보여 수분활성도가 높을수록 견고 성이 낮게 나타났다(p<0.05). 이상의 결과를 종합해 보면, 호밀 사워도우 대체는 전분 노화에 대한 방지 효과는 없 으나 빵의 저장수명 연장 효과는 있는 것으로 사료되며, 30℃에서 3일간 배양한 건포도 천연 발효액과 60시간 동안 발효한 호밀 사워도우는 볼륨감 있는 천연 발효빵 을 만들 수 있는 제빵효모의 효과적인 대체제로서 사용

할 수 있을 것으로 사료된다.

# V. 감사의 글

이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한 국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2007-355-C00069)이며, 이에 감사드립니다.

# 참고문헌

- Ahn DH, Choi JS, Lee HY. 2003. Effects on preservation and quality of bread with coating high molecular weight chitosan. Korean J Food & Nutr 16(4):430-436
- Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. 1994. Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot (in German). 7th ed. Verlag Moritz Schäfer. Detmold, Germany.
- Cho NJ, Kim HI, Kim SK. 1999. Effects of flour brew with Bifidobacterium bifidum as a natural bread improver. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(6):1275-1282
- Choi DM, Chung SK, Lee DS. 2007. Shelf life extension of steamed bread by the addition of fermented pine needle extract syrup as an ingredient. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(5):616-621
- Corsetti A, Gobbetti M, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. Journal of Food Science 63(2):347-351
- Crowly P, Schober TJ. 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. Eur Food Res Technol 214(6):489-496
- Freund W. 1995. Bäckerei-Konditorei Management V.: Verfahrenstechnik Brot und Kleingebäck (in German). Gildebuchverlag. Alfeld(Leine), Germany.
- Freund W. 2006. Starterkulturen und Sauerteigprodukte (in German). pp 353-375. In: Handbuch Sauerteig. Brandt MJ, Gänzle MG, Spicher G(eds). 6th ed. Behr's Verlag. Hamburg, Germany.
- 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(4):354-360
- Hong JH, Kim KJ. 2001b. Effect of barley bread using sour-dough prepared by *Enterococcus* sp. and *Lactobacillus* sp.
   II. Physicochemical and rheological properties of barley bread. Korean J Dietary Culture 16(4):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(4):358-362
- Kim CT, Lee SJ, Hwang JK, Kim CJ, Ahn BH. 1997. Effect of propolis addition on the shelf-life and staling of white

- bread. Korean J Food Sci Technol 29(5):982-986
- Kim EJ, Kim SM. 1998. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. Korean J Food Sci Technol 30(3):542-547
- Kim JS, Kang KJ. 1998. Effect of Laminaria addition on the shelf-life and texture of bread. Korean J Food & Nutr 11(5):556-560
- Kim KJ. 2003. Studies on the sourdough bread baking inoculated with isolated quality wild strains. Master thesis. Yeungnam University.
- Kim ML, Park GS, An SH, Choi KH, Park CS. 2001. Quality Changes of breads with spices powder during storage. Korean J Soc Food Cookery Sci 17(3):195-203
- Kim MY. 2007. The measurement and the influence on the dough consistency from rye flour (in German). Doctorate thesis. Gottfried Wilhelm Leibniz University of Hannover.
- Kim MY, Chun SS. 2008a. Quality characteristics of rye mixed bread prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough. J East Asian Soc Dietrary Life 18(1):87-94
- Kim MY, Chun SS. 2008b. Effects of sourdough on the quality characteristics of rye-wheat mixed bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(5):625-632

- Lee HY, Kim SM, Kim JY, Youn SK, Choi JS, Parks SM, Ahn DH. 2002. Changes of quality characteristics on the bread added chitosan. Korean J Food Sci Technol 34(3):449-453
- 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(8):1245-1252
- Linko YY. 1997. Inhibitory substance produced by Lactobacilli isolated from sourdough-a review. International Journal of Food Microbiology 72(1-2):31-43
- Oberg CJ, Davis LH, Richardson GH, Ernstrom CA. 1986. Manufacture of cheddar cheese using proteinase-negative mutants of Streptococcus cremors. J Dairy Sci 69(12):2975-2981
- Park GS, Kim SJ, Park EJ. 2001. Physicochemical and texture of bread added Paecilomyces japonica according to storage period. J East Asian Soc Dietrary Life 11(6):485-497
- Rouzaud O, Martinez-Anaya MA. 1997. Relationships between biochemical and quality-related characteristics of bread, resulting from the interaction of flour, microbial starter and the type of process. Z Lebensm Unters Forsch 204(4):321-326

2008년 12월 15일 접수; 2009년 3월 13일 심사(수정); 2009년 3월 13일 채택