

쌀 천연 발효액종을 첨가한 우리밀 식빵의 품질특성

최상호[¶]·이승주

호남대학교 조리과학과·세종대학교 조리외식경영학과

Quality Characteristics of Korean Wheat Bread Prepared with Substitutions of Naturally Fermented Rice Starters

Sang-Ho Choi[¶] · Seung-Joo Lee

Dept. of Culinary Science, Honam University[¶]

Department of Culinary & Food Service Management, Sejong University

Abstract

In this study, rice was used with naturally fermented extract to compare and analyze the physico-chemical characteristics and investigated how to make pan bread made with domestic wheat flour added with naturally fermented rice extract. Also, it examined quality characteristics of pan breads prepared with 0, 10, 30, 50, 70% naturally fermented rice starters. As the fermentation time of rice starters increased, pH of bread doughs decreased. On farinograph, water absorption, development time and stability of rice starters samples were lower than the control. RVA(Rapid Visco Analyzer) analysis showed that wheat flour retrogradation was retarded by increasing rice starters content. The weights of pan breads containing rice starters were higher than that of control. The moisture content of pan breads containing rice starters decreased as storage time increased. In analyzing of visible mold colony during 7 days of storage at 28°C, pan breads containing rice starters was retarded mold growth. In the texture analyzer measurement, hardness of breads containing rice starters significantly increased as storage time increased, which was higher than that of control. The result of sensory properties was no significant difference between the group containing 50% naturally fermented rice starters and control group, such as appearance, flavor, taste and overall quality.

Key words: rice, natural fermentation starter, Korean wheat flour, bread, lactic acid bacteria, yeast, quality characteristics

I. 서론

식생활의 변화로 쌀 소비량은 점차 감소하고 밀가루의 섭취 증가로 빵의 소비도 지속적으로 증가하고 있으며 여러 기능성 성분을 추가한 건강빵이 출시되고 있다. 이러한 웰빙(well-being) 열풍을 타고 농약을 처리하지 않고 일체의 화학 첨가물을 함유하지 않는 우리밀을 사용한 빵 제

품에 대한 관심이 증가하여 여러 가지 기능성 혼합 재료를 첨가한 밀 혼합분에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Kim SK et al 2008).

최근 제빵 산업은 소비자의 건강을 위해 자연 친화적이고 건강지향적인 사워도우(Sourdough) 빵에 대한 다양한 연구와 상품화가 진행되고 있다. 이러한 사워도우는 제빵에서 효모와 같은 팽창제의 역할, 풍미, 소화성, 영양생리, 신선도 및

¶ : 최상호, 010-4208-7949, bakerchoi@hanmail.net, 광주광역시 광산구 서봉동 59-1 호남대학교 조리과학과

저장성 기능을 향상시키기 위해서 사용되고 있다 (Kim MY·Chun SS 2008a). 사워도우 빵은 북유럽에서 곡류를 갈아 거친 상태의 분말에 물을 첨가하여 만들어졌던 오랜 역사를 가진 빵의 종류로 (Lee JY et al 2003) 밀가루와 호밀가루 등의 탄수화물이 야생효모와 젖산균에 의해 분해 및 발효되어 젖산, 초산, 알코올과 이산화탄소가 형성되어 부풀어 오른 반죽을 구운 것이다(Vuyst L·Nneysens P 2005 ; Kulp K·Lorenz K 2003). 호밀가루와 보리가루 등의 첨가로 인하여 사워도우 빵은 건강빵으로 인식되고 있으며 풍부한 향, 독특한 맛과 발효 시 생성되는 유기산에 의해 반죽의 물성이 개량되고(Lee UG 1995), 유해한 곰팡이의 생육을 억제하며(Shin EH·Kim KI 2001), 제품의 노화 억제에 의한 저장 기간을 연장할 수 있다는 장점이 있다(Lee YK et al 2001 ; Baek SB 1990).

그러나 starter는 각 나라의 기후와 풍토에 따라서 변화될 수 있으며 사용하는 물의 온도, starter의 관리방법과 발효기간 등에 따라 달라지므로 starter를 만들기 위한 배합이 동일하더라도 똑같은 starter를 만들기는 어렵기 때문에 그 나라의 환경에 맞는 starter를 제조하여 사용할 필요가 있다(An HL et al 2009). 그러므로 소비자의 다양한 기호와 제품의 고급화를 위해 sourdough starter를 수입하여 사용하기 보다는 우리 땅에서 재배되는 우리 농작물을 이용하여 우리의 제빵 현실에 적합한 starter를 개발할 필요가 있다(Shin EH·Jung SJ 2003). 이에 관한 연구로는 sourdough 첨가 보리식빵에 관한 연구(Ryu CH·Kim SY 2005 ; Hong JH et al 2000), sourdough 대체가 빵의 품질 특성(Kim MY·Chun SS 2008a) 및 물리적 특성에 미치는 영향에 관한 연구(Kim SY·Hwang SY 2004), 유산균 발효액을 이용한 seed mash의 특성에 관한 연구(Lee MK et al 2009 ; Lee MK et al 2006), Koji를 이용한 seed mash의 이화학적 특성 (Lee MK et al 2005), 유산균과 비피더스균을 사용한 sourdough의 발효특성(Chae DJ et al 2010),

Probiotics-효모 비율을 달리하여 제조한 sourdough 제빵특성(Chae DS et al 2011), 홍국 발효액종을 첨가 식빵에 관한 연구(Kim YE et al 2011; Lee JH et al 2008 ; Lee JH et al 2007) 및 우리밀을 이용한 sourdough stater 특성 및 식빵의 품질특성에 관한 연구(An HL et al 2009, An HL·Lee KS 2009)등이 있다. 천연발효액과 sourdough를 이용한 연구로는 건포도 천연발효액을 이용한 연구(Kim MY·Chun SS 2009 ; Kim MY·Chun SS 2008b)가 있다.

쌀은 도정상태에 따라 영양성분에 차이가 있으나 백미의 경우 탄수화물 75.5%, 단백질 6.8%, 지질 1.3%, 회분 0.3%, 조섬유 0.3% 등으로 구성되며 그 외에 인, 칼슘, 철분 등의 무기질과 비타민 B₁, B₂, E, 나이아신 등이 포함되어 있다. 또한 필수아미노산인 라이신이 220 mg/100 g 으로 밀가루 140 mg/100 g, 옥수수 110 mg/100 g, 조 120 mg/100 g에 비해 1.5배 이상 함량이 많고 아미노산가는 61로 밀가루 39, 옥수수 31, 조 33 등과 비교해 양질의 단백질을 함유하고 있다(Park JH et al 2010). 이러한 영양학적 우수성이 최근에 알려지면서 쌀의 혈압조절기능(Saito Y et al 1992), 혈당량의 급격한 증가나 인슐린 분비 억제, 돌연변이억제 활성 등 쌀의 기능적 우수성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Park JH et al 2010).

따라서 본 연구에서는 급수량을 달리하여 쌀 천연 발효액을 제조하고 그 품질 특성을 비교하여 최적의 물 첨가량을 살펴보았다. 또한 제조된 쌀 천연 발효액을 이용하여 천연 발효종을 만들고 yeast대신 첨가하여 우리 밀 식빵을 제조한 다음 이화학적 특성 및 저장성을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

천연발효액 제조에는 쌀(국내산, 전북 김제), 종국(*Aspergillus oryzae*, 충무발효, 한국), 건포도 (캘리포니아산), 물(제주 삼다수, 농심)을 사용하

였으며, 우리밀 식빵 제조에 사용된 우리밀가루 (한국제분), 버터(서울우유), 설탕(정백당, (주)제일제당), 식염(한주염업), 탈지분유(서울우유), 압착이스트(제니코)는 대형 마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 실험방법

1) 쌀 천연발효액 제조 및 이화학적 특성

(1) 입국제조 및 쌀 천연발효액 제조

입국(koji)은 쌀을 수세하여 3시간동안 실온에서 침지한 다음 1시간동안 물을 빼고, 찜기에서 50분 증자한 고두밥을 35℃정도로 식힌 후 중국 (*Aspergillus oryzae*)을 고두밥 대비 0.02% 접종하여 30℃ Incubator에서 50시간 배양한 것을 사용하였다. 쌀 천연발효액 제조는 먼저 수세한 쌀을 3시간동안 침지 후 탈수하여 찜기에서 50분간 찐 고두밥을 실온에서 냉각하였다. 그리고 121℃에서 15분간 멸균처리한 병에 <Table 1>의 배합비에 따라, 고두밥, 입국, 물을 고두밥의 120%, 140%, 160%, 180%를 각각 부어 교반 후 건포도를 첨가하여 27℃ Incubator에서 5일간 배양한 발효액을 60 mesh 체로 여과하여 사용하였다.

(2) pH, 적정 산도 및 당도 측정

pH는 pH meter(Metrohn AG CH-91, Hanna, Mauritius)를 사용하여 측정하였고 적정 산도는 시료 10 g을 취하여 증류수로 10배 희석시킨 후 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 소모된 양을 lactic acid(% w/w) 함량으로 환산하여 적정산도(% w/v)로 표시하였다. 당도는 Abbe 굴절당도계

(Hand refractometer, ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하다. 모든 실험은 3회 반복하여 그 평균값으로 나타내었다.

(3) 에탄올 측정

에탄올은 시료 100 mL를 증류한 다음 0.1도 단위의 주정계(DongMyeong Inc., Seoul, Korea)를 사용하여 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

(4) 젖산균 및 효모 균수 측정

쌀 천연발효액의 젖산균은 *Lactobacillus* MRS agar (Difco, USA) 배지, 효모는 Potato Dextrose Agar (Difco, USA)를 각각 사용하였다. 먼저 시료 1 g을 취한 후 멸균한 9 mL saline 용액으로 10배 희석한 다음 homogenizer를 이용하여 균질화시킨 후 평판주거법에 의해 무균적으로 각 배지에서 도말하여 30℃에서 48시간 배양한 다음 나타난 각각 젖산균과 효모의 고유 colony 수가 30~300개 나타내는 평판배지를 선택하여 계측하였다.

(5) 발효율 측정

발효율은 반죽 직후의 원종을 100 g씩 채취한 후 반죽을 등글게 만들어 500 mL mess cylinder에 넣어 매 시간마다 발효(30℃, 상대습도 80%)가 끝난 직후에 팽창된 반죽의 높이를 측정하여 부피(mL)로 나타내었다. 모든 실험은 3회 반복하여 그 평균값으로 나타내었다.

2) 쌀 천연발효액종을 이용한 우리밀 식빵 제조 및 특성

<Table 1> Formula for the manufacture of fermented rice extract

Ingredients	RS120	RS140	RS160	RS180
Steamed Rice(g)	300	300	300	300
Koji(g)	60	60	60	60
Raisin(g)	3	3	3	3
Water(mL)	360	420	480	540

(1) 쌀 천연발효액종 제조

쌀 천연발효액종은 Freund W(2006)의 multiple-stage법을 변형하여 제조하였다. 0일은 우리밀 300 g과 쌀 천연발효액 300 g을 혼합한 직후, 1일은 27℃에서 24시간 배양하였고 2일은 1차 배양된 쌀 천연 발효종 600 g 중 300 g을 취하여 우리밀 600 g과 물 600 g을 혼합하여 다시 27℃에서 24시간 배양하였다. 3일차는 2차 배양된 우리밀 천연 발효종 1500 g 중 600 g을 취하여 우리밀 1200 g과 물 1200 g을 혼합하여 27℃에서 24시간 동안 정치 배양하여 사용하였다.

(2) 쌀 천연발효액종 첨가 우리밀 식빵 제조

쌀 천연발효액종 첨가 우리밀 식빵 제조에 사용한 반죽의 배합비율은 <Table 2>와 같으며 선행연구(Kim KJ 2003)를 참고하여 제조하였다. 제빵 제조 공정은 Finny KF(1984)의 방법을 수정한 직접 반죽법으로 시행하였다. 식빵 제조를 위한 배합비율은 밀가루를 100%로 기준하여 각 재료들을 Baker's percent로 나타내었고 대조구를 기준으로 쌀중을 각각 0%, 10%, 30%, 50% 및 70%로 첨가하여 제조하였다. 먼저 반죽기(Model HZ, Hobart Co. Ltd., USA)에 모든 재료를 한꺼번에 넣고 저속에서 2분, 고속에서 9분 동안 혼합하였다. 이때 반죽온도는 27℃로 하였고 1차 발효는 27℃, 상대습도 80%에서 3시간 동안 발효시킨 다음 500 g 씩 분할 후 둥글리기를 하여 실온에서 20분간 중간발효 시켰다. 반죽은 one-loaf로 성형

하여 틀(21.5 × 9.7 × 9.5 cm)에 팬닝한 후 38℃, 상대습도 85%의 발효기에서 2시간동안 2차 발효를 한 후 윗불 온도 180℃, 아랫불 온도 190℃로 맞춘 오븐(Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd., Seoul, Korea)에 넣어 25분간 구웠다. 구워진 빵은 실온에서 완전히 방냉 후 polyethylene vinyl bag에 넣어 25℃에서 5일간 저장하면서 실험에 사용하였다.

(3) 반죽의 pH 측정

반죽의 pH는 직접 탐침봉을 꽂아서 측정하는 surface electrode method(Miller RA *et al* 1994)를 사용하였다. 즉 반죽에 pH 탐침봉을 5 cm 깊이로 꼽고 정확히 5초 후에 pH meter(Model PB-10, Sartorius, Germany)로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(4) Farinograph 측정

Farinogram 특성 측정은 AACC법(2000)에 따라 Farinogram-E(M81044, Brabender Co., Ltd., Germany)를 사용하여 측정하였다. Mixing bowl의 온도를 30±0.2℃로 조정하고 밀가루 280 g(수분 14% 기준)과 25℃에서 4시간 발효한 액종 10, 30, 50, 70%를 첨가하여 혼합하는 동안 curve의 중앙이 500±20 B.U.에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. 이 과정에서 수분흡수율(water absorption), 반죽형성시간(dough development time), 반죽 안정도(stability), 반죽 탄력도(elasticity) 등

<Table 2> Formula for the manufacture of pan bread added with fermented rice starter

Ingredients (%)	Control	R10	R30	R50	R70
Wheat flour	100	100	100	100	100
Fermented rice starter	0	10	30	50	70
Water	65	62	55	49	43
Butter	5	5.6	5.75	6.25	6.75
Sugar	8	8.25	9.2	10	12.8
Powdered skim milk	2	2.1	2.3	2.5	2.7
Salt	2	2.1	2.3	2.5	2.7
yeast	2.5	0	0	0	0

을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(5) 반죽의 호화도 측정

점도측정은 Rapid Visco Analyser(RVA, Model 3D, Newport Scientific, Australia)를 이용하여 측정하였다. 시료 3.5 g에 증류수 25.0 mL를 첨가하여 현탁액을 만든 후, 1분당 5°C의 속도로 25°C에서 95°C까지 가열한 다음 다시 1분당 5°C로 95°C에서 50°C까지 냉각하였다. 호화개시온도, 최고점도, 최고점도 후에 나타나는 최저점도, 최고점도에서 최저 점도를 뺀 값인 breakdown과 최종점도, 최종점도에서 최저점도를 뺀 값인 setback을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(6) 식빵의 영상(Crumb Scan) 분석

각 시료를 3개씩 형태가 양호한 식빵을 선택하여 식빵절단기(대영공업사, 서울, 한국)를 사용하여 12.5 mm 두께로 절단한 다음, 식빵의 가장 중앙부분인 8번째의 단면을 CrumbScan(American Institute of Baking, Devore Systems)을 사용하여 분석하였다.

최종결과의 객관성과 정확성을 높이기 위해 사용한 구역에서 10% 이상 어둡거나(intensity=0.1) 크기가 500 pixels (size=500) 이상으로 나타난 기공들은 성형실수로 설정하였으며, 1구역간의 중복율은 10%(overlap=0.1)로 하였다. CrumbScan에 의한 부피측정은 식빵의 길이를 19.5 cm로 하여 가장 양호한 8번째의 식빵의 단면을 각각 3개씩 분석하여 그 평균값으로 결과를 얻었다.

(7) 식빵의 무게, 부피 및 비용적 측정

쌀 천연발효종을 이용한 우리밀 식빵을 실온에서 1시간 방냉 후 전자저울을 사용하여 무게(g)를 측정하였고, 부피(mL)는 종자치환법으로 측정하였다. 2,940 mL 용기에 좁쌀을 가득 채운 후 식빵을 완전히 잠기게 하였을 때 흘러나온 좁쌀의 양을 측정하여 식빵의 부피를 구하였다. 비용적(specific volume, mL/g)은 부피(mL)를 식빵의 무

게(g)로 나누어 구하였으며 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

(8) 식빵의 저장기간 중 품질변화(25°C, 5일)

① 수분함량 및 pH 측정

수분함량은 식빵의 crumb 부분 1 g을 취한 다음 적외선 수분측정기(moisture determination balance FD-610, Kett Electric Laboratory, Japan)를 이용하였다. pH는 식빵의 crumb 부분 10 g을 증류수 50 mL에 넣고 5분간 균질화 한 후 5분간 방치한 다음 상층액을 pH meter(Model PB-10, Sartorius, Germany)로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

② 곰팡이 발생 측정

식빵의 저장 중 곰팡이의 번식정도를 육안으로 관찰하기 위하여 식빵의 crumb 부분을 일정한 크기(5×5×5 cm)로 절단한 식빵을 3개씩 폴리에틸렌 백에 넣어 25°C에서 보관하면서 생성된 곰팡이를 5일간 24시간 간격으로 계수하여 저장가능기간을 비교하였다.

③ 색도 측정

색도는 식빵의 crumb 부분을 색도계(CR-300 series Minolta Co., Japan)를 사용하여 측정하였고, 각 시료의 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 3회 측정하여 평균값으로 나타내었으며, 이때 사용된 calibration plate는 L: 94.50, a: .3032, b: .3193 이다.

④ Texture 측정

식빵의 texture 측정은 texture analyzer(Model TA-XT2i, England)를 사용하여 식빵을 실온에서 1시간 냉각 후 폴리에틸렌 백에 넣고 5일 동안 상온(25°C)에서 보관하며 <Table 3>과 같은 조건으로 측정하였다. 식빵의 crumb 부분을 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

〈Table 3〉 Texture analyzer set up condition used for bread texture measurement

TA set up	
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	2.0 mm/s
Distance	10.0 mm/s
Time	2.0 s
Trigger force	10.0 g
Probe diameter	10.0 mm

(9) 관능평가

각 시료를 만든 지 1일 경과 후 무작위로 선정하였으며 관능검사 요원은 일반 성인 50명(평균 연령 29.2세, 남성 25명, 여성 25명)을 대상으로 질문지에 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적 기호도의 관능적 특성을 잘 반영하고 있다고 생각되는 점수를 표시하도록 하였으며 기호는 9점 척도법으로 하였다(1점:매우 싫어한다, 5점:보통, 9점:매우 좋아한다).

3. 통계처리

각 실험에서 얻은 결과는 SAS 9.1 프로그램을 사용하여 통계처리 하였다. 분산분석(ANOVA)과 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 통계적 유의성을 검증하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 쌀 천연발효액의 이화학적 특성

1) pH, 적정산도 및 당도 변화

급수량을 달리한 쌀 발효액을 27℃에서 5일간 배양하면서 pH, 총산도 및 당도 변화를 살펴본 결과는 <Table 4>와 같다. 담금 직후 pH는 5.13~5.51로 나타났으며 물 160% 첨가군의 pH가 가장 높았고 물 180% 첨가군의 pH가 가장 낮았다 ($p < 0.001$). 배양시간이 경과할수록 pH는 지속적으로 감소하였으며 물 120% 첨가구를 제외한 다른 첨가구들은 배양 4일째 pH가 가장 낮았으나 물 120% 첨가구는 배양 3일째 pH가 가장 낮게

나타나 차이를 보였다($p < 0.001$).

쌀 천연발효액의 산도는 제조직후 0.22~0.24였으나 배양 1일 0.42~0.48로 2배 가까이 증가하였다. 물 120% 첨가구는 배양시간이 경과할수록 총산도는 지속적으로 증가하였으나 물 140, 160, 180% 첨가구들의 총산도는 배양 3일까지 증가하였다가 4일째 감소한 후 다시 증가하였다. 배양기간 동안 pH 변화가 가장 작았던 물 140% 첨가구의 산도가 가장 낮았으며 물 120% 첨가구가 가장 높게 나타나 차이를 보였다($p < 0.001$). 물 첨가량이 적거나(120%) 많을수록(180%) pH가 낮고 산도는 높았으며 중간 정도의 물 첨가량(140-160%) 일 때 pH가 높고 총산도가 낮게 나타나 물 첨가량에 따른 pH와 총산도의 차이를 보였다. Sourdough starter에 의하여 발효 중 생성되는 물질은 ethanol, acetic acid, lactic acid, ethyl acetate 등으로 이 중에서 acetic acid, lactic acid 등은 산도를 증가시키고 pH를 낮춘다(Cho JA·Cho HJ 2000). 그러므로 쌀 발효액의 pH와 적정산도의 변화는 배양하는 동안 미생물에 의해 발효되면서 생성된 lactic acid와 acetic acid 등의 여러 가지 산의 생성과 관계가 있으리라 사료된다.

쌀 천연발효액의 당도는 담금 직후 8~8.6 brix%로 물 첨가량이 많을수록 높았다($p < 0.05$). 그러나 배양기간이 경과할수록 물 120% 첨가구의 당도가 가장 높았고 180% 첨가구의 당도가 가장 낮게 나타나 물 첨가량이 증가할수록 당도는 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 배양기간동안 당도는 3일까지는 모든 첨가구에서 당도가 증가하였으나 배양 4일부터 감소하는 경향을 보였다.

Kim MY와 Chun SS(2008b)의 연구에서 건포도 발효액의 당도는 배양 2일째까지 크게 증가하다가 3일부터 점차 감소하여 본 연구에서와 유사한 결과를 나타내었는데 이러한 당도 변화는 발효액내에 존재하는 효모가 증식되면서 당분을 먹이로 하여 발효작용이 활발해지기 때문이라 보고하였다.

2) 에탄올 함량

쌀 천연발효액을 5일간 발효시킨 후 에탄올 함량을 측정된 결과는 <Fig. 1>과 같다. 쌀 천연발효액(RS120~RS180)의 에탄올 함량은 4.1~6.4%였으며 물 140% 첨가구가 가장 높았고 물 180% 첨가구가 가장 낮았다($p<0.001$). 이러한 에탄올 함량은 효모의 생육과 관계가 있는데 효모수가 가장 많이 계측된 물 140% 첨가구의 에탄올 함량이 가장 많았고 상대적으로 효모수가 가장 적었

던 물 180% 첨가구의 에탄올 함량이 가장 적게 나타났다.

3) 젖산균 및 효모수 변화

쌀 천연발효액을 27°C에서 5일간 배양하면서 젖산균의 변화를 측정된 결과는 <Table 5>와 같다. 젖산균은 배양 1일째 물 140% 첨가구가 2.74×10^6 CFU/g으로 가장 낮았고 물 120% 첨가구가 5.70×10^6 CFU/g으로 가장 높았다($p<0.001$). 배양기간이 경과할수록 젖산균은 꾸준히 증가하여 배양 4일째 모든 시료에서 10^8 CFU/g 이상 계측되어 가장 높은 균수를 보였으나 4일이 지나면서 다시 감소하는 경향을 보였다($p<0.001$). 특히 배양 초기 3.01×10^6 CFU/g였던 물 180% 첨가구가 가장 많은 젖산균수의 변화를 보였으며 배양 기간 동안 다른 시료들보다 더 많은 젖산균을 가

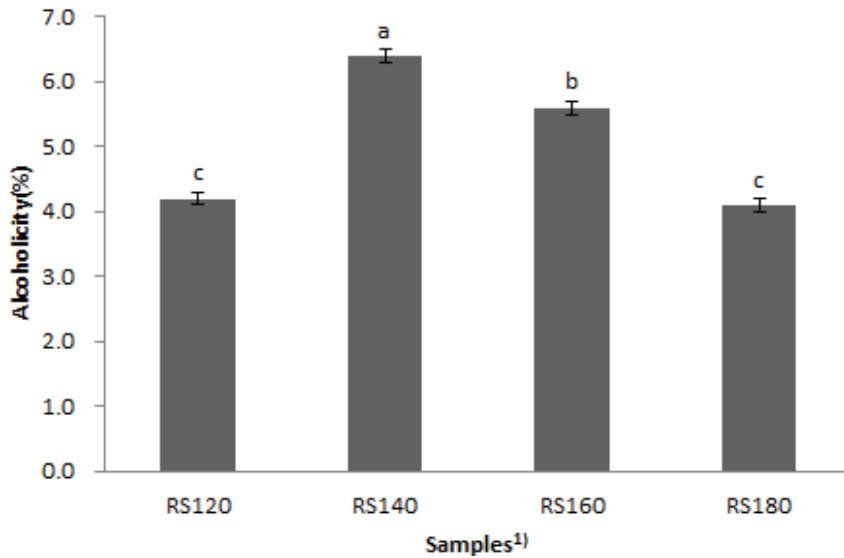
<Table 4> Changes in pH, total acidity and sweetness(brix%) of naturally fermented rice extract containing different amounts of water supplied during incubation at 27°C

Incubation time (days)		RS120	RS140	RS160	RS180	F-value
pH	0	^A 5.30±0.02 ^{b1)}	^A 5.32±0.02 ^b	^A 5.51±0.02 ^a	^A 5.13±0.03 ^c	138.10 ^{***}
	1	^B 4.73±0.03 ^c	^B 4.88±0.01 ^a	^B 4.83±0.03 ^b	^B 4.84±0.02 ^{ab}	22.22 ^{***}
	2	^C 3.43±0.02 ^c	^C 4.40±0.02 ^a	^C 4.37±0.02 ^a	^C 4.32±0.02 ^b	1641.50 ^{***}
	3	^E 3.26±0.01 ^d	^E 4.14±0.01 ^a	^E 3.42±0.02 ^b	^D 3.33±0.03 ^c	1325.00 ^{***}
	4	^C 3.41±0.01 ^c	^E 4.16±0.01 ^a	^E 3.45±0.03 ^b	^F 3.04±0.01 ^d	2189.67 ^{***}
	5	^D 3.34±0.02 ^c	^D 4.33±0.03 ^a	^D 4.11±0.01 ^b	^E 3.25±0.01 ^d	2357.00 ^{***}
F-value		5998.36 ^{***}	1965.75 ^{***}	3810.06 ^{***}	5164.14 ^{***}	
Total titratable acidity (w/v)	0	^D 0.24±0.01 ^a	^E 0.22±0.01 ^a	^D 0.24±0.02 ^a	^D 0.24±0.02 ^a	1.20
	1	^C 0.48±0.02 ^a	^C 0.45±0.02 ^a	^B 0.42±0.01 ^b	^C 0.48±0.01 ^a	9.90 ^{**}
	2	^B 0.51±0.01 ^{ab}	^B 0.48±0.01 ^b	^B 0.39±0.03 ^c	^B 0.54±0.02 ^a	33.60 ^{***}
	3	^A 0.63±0.01 ^b	^A 0.57±0.01 ^c	^A 0.57±0.02 ^c	^A 0.69±0.01 ^a	39.60 ^{***}
	4	^B 0.51±0.02 ^a	^D 0.36±0.01 ^c	^C 0.33±0.01 ^c	^C 0.45±0.03 ^b	54.60 ^{***}
	5	^A 0.62±0.00 ^a	^D 0.38±0.01 ^d	^B 0.42±0.02 ^c	^B 0.53±0.02 ^b	157.67 ^{***}
F-value		325.58 ^{***}	214.80 ^{***}	94.15 ^{***}	169.49 ^{***}	
Sweetness (brix%)	0	^F 8.00±0.10 ^b	^F 8.50±0.20 ^a	^E 8.50±0.30 ^a	^D 8.60±0.10 ^a	5.87 [*]
	1	^D 19.00±0.30 ^a	^D 16.50±0.30 ^b	^D 11.00±0.30 ^c	^D 8.50±0.20 ^d	906.45 ^{***}
	2	^A 28.00±0.50 ^a	^B 22.00±0.20 ^b	^A 17.00±0.50 ^c	^A 13.00±0.20 ^d	868.97 ^{***}
	3	^B 25.00±0.20 ^a	^A 23.00±0.50 ^b	^A 17.00±0.20 ^c	^A 13.00±0.10 ^d	1070.59 ^{***}
	4	^C 21.00±0.00 ^a	^C 18.00±0.20 ^b	^B 15.00±0.10 ^c	^B 10.00±0.30 ^d	1885.71 ^{***}
	5	^D 16.00±0.10 ^a	^E 14.00±0.10 ^b	^C 12.00±0.10 ^c	^C 9.00±0.10 ^d	2675.00 ^{***}
F-value		2245.50 ^{***}	1099.15 ^{***}	442.35 ^{***}	404.55 ^{***}	

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

1) ^{a-d}Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-F}Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).



¹⁾ a-c Means with the same letter in bar are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

<Fig. 1> Alcoholicity of various naturally fermented extracts after incubation for 5 days at 27°C

진 것으로 나타났다.

쌀 천연발효액의 효모 균수 측정 결과 <Table 5>와 같이 물 140% 첨가구가 5.81×10^5 CFU/g으로 가장 높았고 물 180% 첨가구가 2.30×10^4 CFU/g으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.001$). 모든 시료에서 배양기간이 경과할수록 효모수는 지속

적으로 증가하였다($p < 0.001$). 특히 물 140% 첨가구가 다른 시료들보다 더 많은 효모수가 측정되었으며 배양 5일에는 1.21×10^8 CFU/g으로 가장 높게 나타났다($p < 0.001$). 젖산균수가 가장 높았던 물 180% 첨가구가 가장 낮은 효모수를 보였고 반면 젖산균수가 가장 낮았던 물 140% 첨가구가 가

<Table 5> The count of lactic acid bacteria and yeast in naturally fermented rice extract containing different amounts of water supplied during incubation at 27°C

Storage period (days)		RS120	RS140	RS160	RS180	F-value
Lactic acid bacteria (CFU/g)	1	5.70×10^{6a1}	2.74×10^{6d}	4.44×10^{6b}	3.01×10^{6c}	7288.10***
	2	6.25×10^{7c}	5.85×10^{7d}	7.40×10^{7b}	7.91×10^{7a}	11144.3***
	3	4.30×10^{8bc}	3.95×10^{8c}	4.56×10^{8b}	7.64×10^{8a}	237.37***
	4	4.34×10^{8c}	3.99×10^{8d}	4.67×10^{8b}	8.02×10^{8a}	32076.6***
	5	1.45×10^{8b}	9.40×10^{7d}	1.32×10^{8c}	2.47×10^{8a}	3658.24***
	F-value	44464.2***	480.85***	110406***	179813***	
Yeast (CFU/g)	1	4.45×10^{5c}	5.81×10^{5a}	5.30×10^{5b}	2.30×10^{4d}	128922***
	2	1.54×10^{6c}	3.01×10^{6a}	2.78×10^{6b}	7.40×10^{5d}	45534.6***
	3	5.70×10^{6c}	1.50×10^{7a}	1.38×10^{7b}	5.20×10^{6c}	498.06***
	4	1.54×10^{7c}	3.01×10^{7a}	2.78×10^{7b}	7.40×10^{6d}	58376.1***
	5	8.30×10^{7c}	1.21×10^{8a}	1.10×10^{8b}	6.00×10^{7d}	1790.89***
	F-value	364606***	25418.7***	6867.76***	957965***	

*** $p < 0.001$

¹⁾ a-d Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

A-E Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

장 높은 효모수를 가진 것으로 나타났다. 건포도 천연발효액 연구(Kim MY·Chun SS 2008b)에서 건포도액의 효모수는 배양 5일까지 크게 증가하다가 6일째부터 점차 감소하는 경향을 보였는데 이러한 효모수의 변화는 효모를 제외한 기타 미생물의 생장이 촉진되어 효모에 대한 영양원이 고갈되고, pH가 증가함에 따라 효모의 생장이 억제되기 때문이라고 하였다. 본 연구에서는 배양 5일까지만 측정하여 6일째 변화를 살펴볼 수 없었으나 배양 5일까지 효모수가 지속적으로 증가하여 건포도 천연발효액과 유사한 결과를 보였다.

4) 쌀 천연발효액의 발효율

쌀 천연발효액의 발효율을 측정한 결과는 <Table 6>에 나타내었다. 발효율은 발효시 생성되는 CO₂ 가스와 밀접한 관계가 있으므로 효모의 활성이 반영된다고 할 수 있다(Meignen B *et al* 2001; Coretti A *et al* 1998). 발효율은 발효 3~4

시간까지 증가하였고 그 이후 별다른 변화를 보이지 않다가 8시간이 경과하자 다소 감소하는 경향을 보였다(p<0.001). 물 160% 첨가구의 발효율이 가장 낮았으며 물 140% 첨가구의 발효율이 가장 높게 나타났다(p<0.001). 이는 물 140% 첨가구의 효모수가 가장 많이 계측되었으므로 효모의 작용으로 발효율이 높게 나타난 것으로 사료된다. Chae DJ 등(2010)의 연구에서는 발효율이 급격하게 증가하였으나 일정시간 경과 후 오히려 감소하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 이는 발효 시간 길어질수록 연속적으로 발효율이 증가하는 것이 아니라 반죽이 산성화가 되면서 오히려 감소하는 것으로 생각된다.

2. 쌀 천연발효액종을 이용한 우리밀 식빵의 품질특성

급수량을 달리한 쌀 천연발효액 중 pH, 당도가 높고 효모균수, 발효율이 높아 제빵적성이 가장

<Table 6> Changes in volume of naturally fermented rice extract containing different amounts of water supplied during fermentation at 27°C

Fermentation time(hr.)	R120	R140	R160	R180
1	E ^{10.0±0.0^{a1)}}	E ^{10.0±0.0^a}	D ^{10.0±0.0^a}	H ^{10.0±0.0^a}
2	D ^{14.0±0.0^b}	D ^{16.0±0.0^a}	C ^{13.0±0.0^c}	G ^{12.0±0.0^d}
3	B ^{19.0±0.0^b}	B ^{22.0±0.0^a}	B ^{16.0±0.0^c}	F ^{16.0±0.0^c}
4	A ^{21.0±0.0^b}	A ^{23.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^c}	A ^{21.0±0.0^b}
5	A ^{21.0±0.0^b}	A ^{23.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^c}	A ^{21.0±0.0^b}
6	A ^{21.0±0.0^b}	A ^{23.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^d}	B ^{20.0±0.0^c}
7	A ^{21.0±0.0^b}	A ^{23.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^d}	B ^{20.0±0.0^c}
8	B ^{19.0±0.0^c}	A ^{23.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^d}	B ^{20.0±0.0^b}
9	B ^{19.0±0.0^b}	B ^{22.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^c}	C ^{19.0±0.0^b}
10	B ^{19.0±0.0^b}	B ^{22.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^d}	D ^{18.0±0.0^c}
11	C ^{18.0±0.0^b}	B ^{22.0±0.0^a}	A ^{17.0±0.0^c}	E ^{17.0±0.0^c}
12	C ^{18.0±0.0^b}	C ^{21.0±0.0^a}	B ^{16.0±0.0^c}	F ^{16.0±0.0^c}

^{1) a-d} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{A-H} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

우수하다고 판단된 물 140% 첨가구를 이용하여 천연발효액종을 만든 다음 이스트 대체 0, 10, 30, 50, 70%를 첨가하여 우리밀 식빵을 제조한 후 그 품질특성을 살펴보았다.

1) 반죽의 pH

<Table 7>는 천연발효종인 쌀종을 첨가하여 제조한 식빵 반죽을 27℃에서 1차 발효동안 pH 변화를 살펴본 결과이다. 제조직후 반죽의 pH는 쌀종 10% 첨가구만 대조구보다 낮았고 나머지 쌀종 첨가구들은 첨가량이 증가할수록 높았다. 발효시간이 길어질수록 대조구의 pH는 점차 감소하여 150분 경과시의 pH가 5.50으로 가장 낮았다 (p<0.001). 쌀종 10% 첨가구를 제외한 다른 첨가구들의 pH는 발효 90분까지는 증가하다가 90분이 지나면서 감소하는 경향을 보여 대조구와 차이가 있었다(p<0.001).

2) Farinograph

쌀종 첨가 반죽과 첨가하지 않은 반죽의 farinograph 특성을 분석한 결과는 <Table 8>과 같다. 대조구의 수분흡수율은 63.0%였으며 쌀종 첨가군은 57.2~24.0%로 쌀종 첨가량이 증가할수록 수분흡수율은 감소하였다. Sourdough를 이용한 제빵 특성에서(Chung HC 2008) sourdough 첨가량 증가시 수분흡수율이 감소하였는데 이는 sourdough의 양에 비례하여 흡수율이 낮게 나타난 결

과라고 보고하였다. 본 연구에서도 쌀종을 첨가할수록 수분흡수율이 감소하여 같은 결과를 보였다.

반죽생성시간은 대조구가 8.15분으로 가장 길었고 쌀종을 첨가할수록 시간은 짧아서 70% 첨가구가 1.45분으로 가장 짧았다(p<0.001). 반죽안정도는 대조구가 23.3분이었고 쌀종 첨가군이 18.3~ 5.15분으로 나타나 대조구가 쌀종 첨가군보다 5~18.15분 정도 더 길어 유의적인 차이가 있었다(p<0.001). Chung HC(2008)의 연구에서 sourdough의 양이 많을수록 수화속도나 반죽 도달시간이 빨라져 본 연구 결과와 같았다. 또한 보리 sourdough를 만들어 제빵성 연구(Ryu CH·Kim SY 2005)를 한 결과 젖산균을 처리한 실험구에서 수분흡수율이나 안정도가 감소하는 것으로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 반죽의 강도는 대조구가 74.0 FU로 가장 컸고 쌀종 첨가량이 증가할수록 감소하여 70% 첨가구의 강도가 37.0 FU로 가장 낮았다(p<0.001). 탄력도는 대조구와 쌀종 10%, 30% 첨가구 사이에서는 유의적인 차이가 없었으나 쌀종 50%, 70% 첨가구들은 대조구보다 더 높게 나타났다. 반죽의 약화도는 대조구와 쌀종 10% 첨가구가 가장 낮았고 쌀종 첨가량이 증가할수록 값이 커져 70% 첨가구의 약화도가 가장 높았다(p<0.001). 유청 발효물을 첨가한 반죽의 경우 긴 반죽생성시간, 짧은 안정도, 긴 약화도 등으로 반죽의 안전성은 떨어진다고 보고하였는데(Lee JH·Lee SK 2009) 본 연구에

<Table 7> Changes in pH for bread doughs prepared with fermented rice starter during 1st fermentation time at 27℃

Fermentation time(min.)	Control	R10	R30	R50	R70	F-value
0	^A 5.72±0.01 ^{b1)}	^E 5.51±0.01 ^c	^D 5.81±0.01 ^a	^E 5.71±0.01 ^b	^D 5.81±0.01 ^a	734.06***
30	^B 5.70±0.01 ^d	^D 5.70±0.01 ^d	^B 5.90±0.02 ^a	^C 5.80±0.02 ^c	^C 5.85±0.02 ^b	729.20***
60	^C 5.63±0.01 ^d	^C 5.80±0.01 ^c	^A 5.93±0.01 ^a	^B 5.91±0.01 ^b	^B 5.91±0.01 ^b	762.06***
90	^D 5.60±0.01 ^d	^B 5.85±0.01 ^c	^A 5.94±0.01 ^b	^A 5.94±0.01 ^b	^A 5.96±0.01 ^a	1499.07***
120	^E 5.54±0.02 ^e	^A 5.90±0.01 ^a	^C 5.85±0.01 ^b	^D 5.75±0.01 ^d	^E 5.78±0.03 ^c	1053.94***
150	^F 5.50±0.01 ^a	^C 5.81±0.02 ^b	^D 5.81±0.02 ^b	^F 5.67±0.02 ^c	^F 5.71±0.01 ^b	814.56***
F-value	395.22***	1752.97***	170.93***	797.22***	372.53***	

*** p<0.001

1) ^{b-c} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{A-F} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

<Table 8> Farinogram characteristics of wheat flour with fermented rice starter

Samples	Farinogram parameters					
	Water absorption (%)	Development time (min.)	Stability (min.)	Consistency(F.U.)	Elasticity (F.U.)	Degree of softening (F.U.)
Control	63.0±0.5 ^{a1)}	8.15±0.01 ^a	23.30±0.02 ^a	74.0±0.5 ^a	160.0±2.5 ^c	50.0±0.3 ^d
R10	57.2±0.2 ^b	7.01±0.01 ^b	18.30±0.05 ^b	68.0±0.2 ^b	160.0±0.4 ^c	50.0±0.5 ^d
R30	46.0±0.1 ^c	5.00±0.01 ^c	12.30±0.03 ^c	60.0±0.3 ^c	160.0±2.0 ^c	65.0±0.2 ^c
R50	36.0±0.2 ^d	2.01±0.01 ^d	7.30±0.04 ^d	46.0±0.3 ^d	190.0±1.2 ^a	115.0±1.9 ^b
R70	24.0±0.5 ^e	1.45±0.03 ^e	5.15±0.02 ^e	37.0±0.2 ^e	180.0±3.0 ^b	155.0±1.5 ^a
F-value	6327.66 ^{***}	10680.80 ^{***}	14768.40 ^{***}	6911.76 ^{***}	143.88 ^{***}	5186.30 ^{***}

*** p<0.001

1) ^{a-e}Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

서는 짧은 반죽생성시간과 안정도, 긴 약화도를 보여 다소 다른 결과를 보였다.

3) 호화(RVA) 특성

쌀종 첨가 반죽의 RVA에 의한 호화특성은 <Table 9>와 같다. 호화개시온도는 대조구가 68.25℃, 쌀종 첨가구들은 89.75~91.25℃ 범위로 나타나 쌀종 첨가량이 증가함에 따라 호화개시온도가 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 최고점도는 대조구의 경우 1498.0 RVU이었으며 쌀종 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 쌀종 70% 첨가구의 경우 1194.0 RVU이었다(p<0.001). 최저점도는 대조구(967.0 RVU)가 가장 높았고 쌀종 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다(p<0.001). 최종점도는 대조구에서 1998.0 RVU를 나타냈으며 대조구와 비교하였을 때 쌀종 첨가량에 따라 1812.0~1567.0 RVU로 나타났고 쌀

종 첨가량이 증가할수록 최종 점도는 감소하였다(p<0.001). 전분입자의 파괴정도는 대조구가 531.0 RVU이었으며 쌀종 10% 첨가구는 대조구와 유의적인 차이가 없었으나 쌀종 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 쌀종 70% 첨가구가 435.0 RVU로 가장 낮았다. 노화정도(setback)는 대조구에서 1031.0 RVU를 나타냈고 쌀종 첨가구들은 917.0~808.0 RVU로 나타나 쌀종 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 노화정도(setback) 값이 클수록 노화정도가 빠르게 진행됨을 추정할 수 있는데 쌀종 첨가량이 증가할수록 노화도가 감소하여 쌀종 첨가가 노화 지연효과가 있음을 알 수 있었다. Kim SY와 Hwang SY(2004)의 연구에서 Sourdough 분말 첨가구가 setback값이 낮게 나타났으며 Kim YE 등(2011)의 연구에서도 홍국발효액종 첨가량이 증가할수록 setback값이 낮아져 노화현상을 지연시

<Table 9> Rapid Visco Analyzer(RVA) on wheat flour with fermented rice starter

Samples	Initial Pasting Temp. (°C)	Peak viscosity P (RVU)	Holding viscosity H (RVU)	Final viscosity F (RVU)	Break down P-H (RVU)	Set back F-H (RVU)
Control	68.25±0.20 ^{d1)}	1498.0±1.0 ^a	967.0±1.0 ^a	1998.0±2.1 ^a	531.0±1.3 ^a	1031.0±1.4 ^a
R10	89.75±0.11 ^c	1428.0±1.3 ^b	895.0±1.1 ^c	1812.0±2.0 ^c	533.0±2.4 ^a	917.0±3.0 ^c
R30	90.50±0.40 ^b	1413.0±3.2 ^c	929.0±1.4 ^b	1868.0±3.2 ^b	484.0±2.1 ^b	939.0±2.6 ^b
R50	91.25±0.15 ^a	1334.0±3.0 ^d	853.0±2.5 ^d	1742.0±2.3 ^d	481.0±1.0 ^b	889.0±2.7 ^d
R70	91.20±0.05 ^a	1194.0±2.2 ^e	759.0±4.1 ^e	1567.0±3.4 ^e	435.0±2.0 ^c	808.0±7.0 ^e
F-value	6386.50 ^{***}	8408.00 ^{***}	4167.91 ^{***}	12698.9 ^{***}	1776.64 ^{***}	1361.71 ^{***}

*** p<0.001

1) ^{a-e}Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

<Table 10> Characteristics of pan bread produced by fermented rice starter

	Samples ¹⁾					F-value
	Control	R10	R30	R50	R70	
Fineness	847.0±92.9 ¹⁾	757.3±13.6 ^a	759.3±19.1 ^a	792.3±27.5 ^a	800.6±27.7 ^a	1.88
Elongation	1.37±0.005 ^{ab}	1.23±0.04 ^c	1.31±0.02 ^b	1.40±0.02 ^a	1.43±0.05 ^a	13.96 ^{***}
Crust thickness	0.37±0.01 ^a	0.04±0.00 ^c	0.31±0.02 ^b	0.30±0.01 ^b	0.39±0.04 ^a	111.09 ^{***}

*** p<0.001

¹⁾ ^{a-c}Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

<Table 11> Weight, volume and specific loaf volume of bread produced by fermented rice starter

	Control	R10	R30	R50	R70	F-value
Weight(g)	442.0±3.0 ^{d1)}	448.0±2.0 ^c	446.0±1.0 ^c	459.0±2.0 ^a	453.0±1.0 ^b	34.18 ^{***}
Volume(mL)	1725.0±3.0 ^c	1015.0±3.0 ^c	1705.0±1.0 ^d	1775.0±3.0 ^b	1980.0±4.0 ^a	4567.33 ^{***}
Specific loaf volume(mL/g)	3.90±0.02 ^b	2.26±0.01 ^c	3.82±0.01 ^d	3.86±0.02 ^c	4.37±0.01 ^a	9696.30 ^{***}

*** p<0.001

¹⁾ ^{a-c}Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

킨다고 보고하여 본 연구와 같은 결과를 보였다.

4) CrumbScan 분석

천연발효종인 쌀종 첨가 우리밀 식빵의 특성을 분석하기 위해서 CrumbScan을 이용하여 영상분석을 하였으며 그 결과는 <Table 10>과 같다. 기공의 조밀도는 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 쌀종 첨가량이 많을수록 조밀도는 높아지는 것으로 나타났다. 기공의 찌그러짐은 쌀종 70% 첨가구가 1.43으로 가장 컸고 쌀종 50% 첨가구 및 대조구와는 유의적인 차이가 없었으나 쌀종 10% 첨가구가 1.23으로 기공의 찌그러짐이 가장 작아 대조구와 차이를 보였다(p<0.001). 껍질의 두께는 쌀종 10% 첨가구가 가장 얇았으며 쌀종 첨가량

이 증가할수록 껍질이 두꺼워지는 경향을 보였다. 즉 쌀종 첨가량이 증가할수록 기공이 조밀해지고 잘 찌그러지며 껍질 두께는 두꺼워지는 것을 알 수 있었다.

5) 식빵의 무게, 부피, 비용적 측정

쌀종 첨가 식빵의 무게, 부피, 비용적을 측정한 결과는 <Table 11>과 같다. 식빵의 무게는 대조구가 442.0 g이었고 쌀종 첨가군이 448.0~459.0 g으로 나타나 대조구보다 쌀종 첨가군의 무게가 더 높았다(p<0.001). 특히 쌀종 50% 첨가군의 무게가 가장 컸으며 쌀종 첨가량이 증가할수록 무게도 증가하는 경향을 보였다. 식빵의 부피(<Fig. 2>)는 대조구보다 쌀종 70% 첨가구, 50% 첨가구



<Fig. 2> Appearance of bread produced with fermented rice starter

의 부피가 더 컸으며 쌀종 첨가량이 증가할수록 부피도 증가하였다($p<0.001$). 비용적은 부피가 가장 컸었던 쌀종 70% 첨가구가 4.37, 대조구 3.90, 쌀종 50% 첨가구가 3.86으로 나타났으며 부피가 가장 작았던 쌀종 10% 첨가구가 비용적도 가장 작게 나타났다($p<0.001$).

6) 쌀종 첨가 우리밀 식빵의 저장기간 중 품질 변화

(1) 수분함량 변화

쌀종 첨가 식빵을 25°C에서 5일간 저장하면서 수분함량 변화를 살펴본 결과는 <Table 12>와 같다. 저장 1일 대조구의 수분함량이 40.8%였고 쌀종 첨가군은 38.3~39.2%로 나타나 대조구보다 쌀종 첨가구들의 수분함량이 더 낮았고 70% 첨가구가 가장 낮은 수분함량을 보였다($p<0.001$). 대조구는 저장기간이 경과할수록 수분함량이 지속적으로 감소하였으며 저장 3일이 지나면서 급격하게 감소하였다($p<0.001$). 쌀종 첨가구들 역시 저장기간이 길어질수록 지속적으로 수분함량이 감소하였으며 저장 5일의 수분함량이 가장 낮았다($p<0.001$). 저장 5일 쌀종 10%와 30% 첨가구는 대조구보다 낮은 수분함량을 보였으나 쌀종 50% 첨가구는 대조구와 유의적인 차이가 없었다($p<0.001$).

(2) 곰팡이 발생 측정

<Table 13>은 천연발효액종을 이용하여 제조한 식빵을 28°C에서 7일간 저장하면서 빵 외부표면의 곰팡이 형성을 육안으로 관찰한 결과이다. 쌀종 첨가 식빵의 경우 대조구는 저장 3일째 빵의 외부표면에 곰팡이가 발생하였고 쌀종 10% 첨가구(R10)도 마찬가지로 3일째 외부표면에 곰팡이가 발생하였다. 쌀종 30% 첨가구는 저장 5일째 곰팡이가 발생하였으며 쌀종 50% 첨가구와 70% 첨가구는 저장 6일째 곰팡이가 발생하여 쌀종 첨가량이 증가할수록 곰팡이 발생이 지연되는 결과를 보였다. 이는 젖산균이 생성한 젖산이나 초산 등의 유기산 등에 의해 미생물의 생육이 저해되어 보존기간이 연장되었다는 연구결과(Kim MY-Chun SS 2009; Kim KJ 2003 ; Crowley P.Schober TJ 2002 ; Hong JH 등 2000)와 유사하였다. Sourdough를 이용한 제빵적성연구에서 (Chung HC 2008) 대조구는 3일만에 곰팡이가 발생하였으나 sourdough 첨가구는 6일 후에 곰팡이가 발생하여 대조구에 비해 약 3일의 보존기간이 늘어났으며 Sourdough 첨가 보리식빵에서(Hong JH 등 2000)는 대조군은 96시간 경과시 곰팡이가 발견되었으나 sourdough가 첨가된 빵에서는 144시간이 지난 후에도 곰팡이가 생기지 않아 starter 첨가군의 곰팡이 발생속도가 지연되어 저장성 개선 효과가 있다고 밝혀 본 연구 결과와 같았다. 이러한 결과는 쌀 천연발효액종을 첨가함으로써 빵

<Table 12> Changes of the moisture content of pan bread produced with fermented rice starter during storage period at 25°C (%)

Storage period (days)	Control	R10	R30	R50	R70	F-value
1	^A 40.8±0.02 ^{ad}	^A 38.5±0.01 ^d	^A 39.2±0.08 ^b	^A 38.8±0.05 ^c	^A 38.3±0.03 ^c	1451.94 ^{***}
2	^B 39.2±0.01 ^a	^B 37.0±0.02 ^d	^B 38.2±0.01 ^b	^B 38.2±0.03 ^b	^B 37.4±0.02 ^c	3176.47 ^{***}
3	^C 38.0±0.01 ^a	^C 36.5±0.05 ^c	^C 36.9±0.02 ^b	^C 36.4±0.02 ^d	^C 36.3±0.01 ^c	2087.14
4	^D 30.1±0.10 ^c	^D 29.1±0.05 ^d	^D 32.8±0.04 ^b	^D 33.8±0.02 ^a	^D 33.8±0.10 ^a	2924.69 ^{***}
5	^E 28.3±0.02 ^b	^E 27.5±0.05 ^d	^E 27.7±0.02 ^c	^E 28.3±0.03 ^b	^E 28.4±0.02 ^a	507.96 ^{***}
F-value	43905.0 ^{***}	47516.2 ^{***}	32312.0 ^{***}	49625.5 ^{***}	20088.6 ^{***}	

*** $p<0.001$

¹⁾ ^{B-C} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-E} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

<Table 13> Changes in visible mould colony on white pan bread prepared with various naturally fermented starter during 7 days of storage at 28°C

Samples	Storage period (days)						
	1	2	3	4	5	6	7
Control	-	-	+	+	+	+	+
R10	-	-	+	+	+	+	+
R30	-	-	-	-	+	+	+
R50	-	-	-	-	-	+	+
R70	-	-	-	-	-	+	+

¹⁾ -(not detected), +(detected)

의 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

(3) 색도변화

쌀종 첨가 식빵을 25°C에서 5일간 저장하면서 색도변화를 측정 한 결과는 <Table 14>에 나타내었다. 명도 L값은 대조구가 66.87이었고 쌀종 첨가군이 67.22~68.36으로 나타나 대조구보다 더 높았다(p<0.05). 저장기간이 경과할수록 대조구의 명도 L값은 증가하다가 저장 3일이 지나면서 다소 감소하는 경향을 보였으나 저장기간에 따른

유의적인 차이는 없었다. 쌀종 10% 첨가구도 저장기간동안 다소 증감이 있었으나 저장기간에 따른 유의적인 차이는 없었다. 쌀종 30% 첨가구는 저장 3일이 지나면서 명도 L값이 감소하는 경향을 보였다(p<0.01). 쌀종 50% 첨가구는 저장 3일까지는 명도 L값이 증가하였다가 다시 감소하였으며(p<0.001), 쌀종 70% 첨가구는 저장 3일째 명도 L값이 가장 높았다가 다시 감소하였다(p<0.01). 적색도 a값은 대조구가 -1.47, 쌀종 첨가군이 -1.78~-1.51로 나타나 대조구의 적색도 값

<Table 14> Color of pan bread produced with fermented rice extract during storage period at 25°C

Hunter Color Value	Storage period (days)	Control	R10	R30	R50	R70	F-value
L	1	^A 66.87±0.47 ^{cl)}	^A 68.12±0.18 ^{ab}	^{BC} 67.28±0.62 ^{bc}	^B 67.22±0.21 ^{bc}	^{AB} 68.36±0.80 ^a	4.50*
	2	^A 69.75±2.51 ^b	^A 71.31±1.15 ^{ab}	^A 71.70±0.73 ^{ab}	^A 72.61±0.70 ^a	^B 66.13±0.69 ^c	10.71**
	3	^A 70.51±3.48 ^a	^A 68.27±3.86 ^a	^{AB} 69.98±3.18 ^a	^A 72.92±2.11 ^a	^A 69.89±1.86 ^a	0.94
	4	^A 67.57±0.93 ^a	^A 66.46±1.46 ^a	^C 65.76±1.71 ^a	^B 66.45±1.56 ^a	^C 61.73±0.64 ^b	8.64**
	5	^A 67.40±2.32 ^a	^A 65.45±3.24 ^a	^{BC} 66.85±0.88 ^a	^B 68.26±1.57 ^a	^B 65.41±2.99 ^a	0.82 ^{N.S3)}
	F-value	1.55 ^{N.S}	2.56 ^{N.S}	6.09**	14.11***	10.41**	
a	1	^A -1.47±0.04 ^a	^A -1.74±0.05 ^c	^A -1.51±0.03 ^a	^A -1.64±0.06 ^b	^A -1.78±0.03 ^c	23.55***
	2	^A -1.74±0.10 ^a	^B -2.03±0.02 ^c	^C -1.99±0.06 ^c	^A -1.87±0.01 ^b	^A -1.74±0.01 ^a	19.28***
	3	^A -1.58±0.17 ^a	^A -1.81±0.21 ^a	^B -1.74±0.06 ^a	^A -1.81±0.11 ^a	^A -1.67±0.15 ^a	1.20
	4	^A -1.71±0.04 ^a	^A -1.74±0.03 ^a	^B -1.64±0.02 ^a	^A -1.74±0.18 ^a	^A -1.52±0.10 ^a	2.65
	5	^A -1.76±0.14 ^a	^A -1.73±0.08 ^a	^B -1.66±0.10 ^a	^A -1.64±0.08 ^a	^A -1.71±0.10 ^a	0.61
	F-value	3.23 ^{N.S}	4.04*	23.15***	2.62	3.29	
b	1	^A 9.43±0.19 ^c	^A 11.75±0.42 ^a	^A 10.25±0.07 ^b	^A 10.57±0.26 ^b	^A 10.78±0.43 ^b	22.17***
	2	^A 9.58±0.71 ^c	^A 12.50±0.07 ^a	^A 10.69±0.40 ^b	^A 9.92±0.18 ^c	^{BC} 8.65±0.01 ^d	43.50***
	3	^A 9.80±0.31 ^b	^A 12.25±0.59 ^a	^A 10.36±1.17 ^b	^A 10.32±0.53 ^b	^A 10.22±0.09 ^b	6.47**
	4	^A 8.95±0.34 ^c	^A 12.17±0.45 ^a	^A 9.47±0.71 ^{bc}	^A 10.52±0.87 ^b	^C 8.42±0.28 ^c	19.63***
	5	^A 9.62±1.08 ^a	^A 11.24±0.61 ^a	^A 10.26±0.80 ^a	^A 10.44±0.27 ^a	^B 9.31±0.88 ^a	2.82 ^{N.S}
	F-value	0.79 ^{N.S}	3.25 ^{N.S}	1.11 ^{N.S}	0.85	14.50***	

*** p<0.001

¹⁾ ^{a-c}Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{A-C}Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

이 더 높았다($p<0.001$). 저장기간이 경과할수록 대조구와 쌀종 첨가군간에 유의적인 차이는 없었다. 저장기간별로 살펴보면 대조구, 쌀종 50% 첨가구, 쌀종 70% 첨가구는 저장기간 동안 적색도 값의 변화가 없었으나 쌀종 30% 첨가구는 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였다 ($p<0.001$). 황색도 b값은 대조구가 9.43이었고 쌀종 첨가군이 10.25~11.75로 나타나 대조구보다 쌀종 첨가구의 황색도 b값이 더 높게 나타났다 ($p<0.001$). 저장기간 동안 모든 시료에서 황색도

값의 변화는 크게 나타나지 않았으며 쌀종 10% 첨가구가 대조구와 다른 쌀종 첨가구에 비해서 황색도 값이 가장 높게 나타나 차이를 보였다 ($p<0.001$).

(4) Texture 변화

쌀종 첨가 식빵을 25℃에서 5일간 저장하면서 texture 변화를 측정된 결과는 <Table 15>과 같다. 경도(hardness)는 대조구가 285.0으로 가장 낮았고 쌀종 10% 첨가구가 1902.6으로 가장 높았으며

<Table 15> Texture properties of pan bread produced with fermented rice starter during storage period at 25℃

Hunter Color Value	Storage period (days)	Control	R10	R30	R50	R70	F-value
Hardness (g/cm ²)	1	^C 285.0±24.0 ^e	^D 1902.6±187.7 ^a	^A 1251.1±42.6 ^b	^{CD} 810.8±34.2 ^c	^C 632.7±13.8 ^d	155.64 ^{***}
	2	^B 431.9±27.7 ^d	^B 29601±31.1 ^a	^D 1010.0±12.2 ^b	^D 731.03±74.6 ^c	^A 953.3±36.5 ^b	1704.90 ^{***}
	3	^C 309.8±57.0 ^e	^C 2699.3±9.1 ^a	^A 1238.5±18.5 ^b	^{BC} 854.1±17.3 ^c	^B 721.7±9.4 ^d	3116.55 ^{***}
	4	^B 435.1±16.9 ^d	^B 2946.6±40.1 ^a	^C 1055.3±18.36 ^b	^B 914.1±46.9 ^c	^C 655.1±37.2 ^d	2594.52 ^{***}
	5	^A 552.4±60.5 ^d	^A 3442.9±204.9 ^a	^B 1176.7±8.5 ^b	^A 1052.9±29.8 ^b	^B 732.1±17.0 ^c	440.10 ^{***}
	F-value	20.52 ^{***}	60.99 ^{***}	65.02 ^{***}	21.60 ^{***}	73.40 ^{***}	
Cohesiveness	1	^A 0.447±0.044 ^a	^B 0.274±0.004 ^c	^A 0.354±0.013 ^{abc}	^A 0.344±0.031 ^{bc}	^A 0.414±0.101 ^{ab}	5.06 [*]
	2	^A 0.416±0.006 ^a	^A 0.330±0.006 ^b	^B 0.252±0.014 ^c	^B 0.302±0.021 ^b	^B 0.306±0.030 ^b	31.99 ^{***}
	3	^B 0.310±0.018 ^a	^C 0.220±0.003 ^d	^B 0.247±0.001 ^c	^B 0.270±0.007 ^b	^{BC} 0.254±0.004 ^{bc}	37.68 ^{***}
	4	^B 0.298±0.034 ^a	^C 0.219±0.001 ^b	^C 0.230±0.001 ^b	^B 0.283±0.009 ^a	^C 0.207±0.014 ^b	16.48 ^{***}
	5	^B 0.299±0.003 ^a	^D 0.196±0.004 ^d	^D 0.199±0.002 ^d	^C 0.236±0.009 ^b	^C 0.214±0.009 ^c	125.86 ^{***}
	F-value	21.54 ^{***}	424.46 ^{***}	125.96 ^{***}	14.01 ^{***}	9.54 ^{**}	
Springiness	1	^{AB} 0.804±0.010 ^a	^B 0.699±0.015 ^b	^A 0.777±0.004 ^a	^B 0.760±0.006 ^a	^A 0.783±0.047 ^a	8.94 ^{**}
	2	^A 0.824±0.012 ^a	^A 0.819±0.016 ^a	^A 0.771±0.005 ^b	^{AB} 0.783±0.015 ^b	^A 0.788±0.002 ^b	11.94 ^{***}
	3	^B 0.782±0.006 ^a	^A 0.781±0.090 ^a	^A 0.786±0.030 ^a	^{AB} 0.775±0.003 ^a	^A 0.777±0.013 ^a	0.03
	4	^B 0.791±0.025 ^a	^B 0.663±0.013 ^d	^B 0.730±0.003 ^b	^A 0.806±0.025 ^a	^B 0.695±0.002 ^c	37.32 ^{***}
	5	^B 0.784±0.009 ^a	^B 0.689±0.007 ^c	^B 0.708±0.004 ^{bc}	^C 0.726±0.020 ^b	^B 0.703±0.004 ^c	34.78 ^{***}
	F-value	4.55 [*]	7.38 ^{**}	17.15 ^{***}	9.62 ^{**}	12.60 ^{***}	
Gumminess	1	^B 0.127±0.023 ^d	^C 0.518±0.042 ^a	^A 0.360±0.077 ^b	^B 0.275±0.021 ^c	^B 0.239±0.016 ^c	35.51 ^{***}
	2	^A 0.178±0.027 ^b	^A 0.983±0.130 ^a	^B 0.255±0.012 ^b	^C 0.214±0.036 ^b	^A 0.297±0.010 ^b	88.41 ^{***}
	3	^B 0.105±0.003 ^c	^{BC} 0.594±0.011 ^a	^A 0.343±0.035 ^b	^A 0.311±0.00 ^c	^B 0.234±0.001 ^d	350.17 ^{***}
	4	^B 0.127±0.010 ^d	^B 0.648±0.013 ^a	^B 0.251±0.012 ^b	^C 0.212±0.001 ^c	^D 0.133±0.006 ^d	1402.99 ^{***}
	5	^A 0.163±0.019 ^d	^B 0.677±0.025 ^a	^B 0.243±0.011 ^b	^C 0.208±0.008 ^c	^C 0.193±0.005 ^c	546.85 ^{***}
	F-value	7.33 ^{**}	24.06 ^{***}	6.25 ^{**}	17.28 ^{***}	122.89 ^{***}	
Chewiness	1	^{BC} 1.114±0.207 ^d	^B 4.009±0.437 ^a	^A 3.003±0.634 ^b	^A 2.287±0.174 ^c	^A 2.083±0.074 ^c	26.04 ^{***}
	2	^A 1.586±0.260 ^b	^A 8.612±1.303 ^a	^{BC} 2.150±0.119 ^b	^B 1.793±0.289 ^b	^A 2.546±0.399 ^b	65.39 ^{***}
	3	^C 0.896±0.020 ^d	^B 4.982±0.473 ^a	^{AB} 2.479±0.055 ^b	^A 2.179±0.199 ^{bc}	^A 1.445±1.077 ^{cd}	25.96 ^{***}
	4	^{BC} 1.107±0.111 ^c	^B 4.633±0.191 ^a	^{BC} 1.950±0.034 ^b	^B 1.846±0.081 ^b	^A 1.236±0.198 ^c	320.28 ^{***}
	5	^{AB} 1.395±0.154 ^c	^B 5.034±0.192 ^a	^C 1.766±0.009 ^b	^B 1.767±0.029 ^b	^A 1.675±0.026 ^b	556.10 ^{***}
	F-value	7.47 ^{**}	22.52 ^{***}	8.48 ^{**}	5.36 [*]	3.08	

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

¹⁾ ^{ABC}Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-D}Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

쌀종 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하였다 ($p<0.001$). 대조구는 저장기간이 경과할수록 경도가 높아져 저장 5일에 552.4로 가장 높은 값을 보였다($p<0.001$). 쌀종 10%, 50%, 70% 첨가구는 저장기간이 길어질수록 경도가 증가하였으나 쌀종 30% 첨가구는 경도가 감소하여 시료간의 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). 전반적으로 대조구보다 쌀종 첨가구의 경도가 더 높아 질감이 단단한 것으로 나타났다. 호밀-밀 혼합빵의 저장 중 경도의 변화에서(Kim MY-Chun SS 2009) 대조군과 호밀사워도우 대체군들 모두 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하여 본 연구결과와 유사하였다. 응집성(cohesiveness)은 대조구가 0.447이었고 쌀종 첨가구가 0.274~0.414로 나타나 대조구가 쌀종 첨가구보다 더 높았으며($p<0.05$), 쌀종 첨가량이 증가할수록 응집성이 증가하였으며 대조구와 쌀종 첨가구 모두 저장기간이 길어질수록 응집성은 낮아졌다($p<0.001$). 탄력성(Springiness)은 대조구(0.804)가 쌀종 첨가구(0.699~0.783)보다 더 높았고 쌀종 첨가량이 많을수록 탄력성도 증가하였다($p<0.05$). 저장기간이 경과할수록 대조구를 포함한 모든 시료의 탄력성은 감소하였으며 쌀종 첨가구 중 쌀종 50% 첨가구의 탄력성이 높게 나타났다. 식빵의 검성(Gumminess)은 대조구가 0.127로 가장 낮았고 쌀종 10% 첨가구가 0.518로 가장 높았으며 쌀종 첨가량이 많을수록 검성은 낮아지는 경향을 보였다($p<0.001$). 대조구와 쌀종 10% 첨가구의 검성은 저장기간동안 다소 감소하긴 했으나 저장 4일부터 다시 증가하여

저장 5일의 검성이 가장 높았다($p<0.01$, $p<0.001$). 그러나 쌀종 30%, 50%, 70% 첨가구는 저장기간이 길어질수록 감소하여 시료간의 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). 씹힘성(Chewiness)은 대조구(1.114)가 쌀종 첨가구(2.083~4.009)보다 더 낮았으며 쌀종 첨가량이 증가할수록 씹힘성은 감소하여 쌀종 70% 첨가구가 낮게 나타났다($p<0.001$). 대조구와 쌀종 10% 첨가구의 씹힘성은 저장기간 동안 다소 감소하긴 했으나 저장 4일부터 다시 증가하여 저장 5일의 씹힘성이 가장 높았다($p<0.01$, $p<0.001$). 그러나 쌀종 30%와 50% 첨가구는 저장기간이 길어질수록 감소하여 시료간의 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$).

7) 관능검사

쌀종 첨가 식빵의 관능검사 결과 <Table 16>와 같이 입안에서의 느낌은 대조구보다 쌀종 50%와 70% 첨가구가 더 좋다고 평가하였으며 시료간의 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 외관의 기호도는 대조구가 6.40으로 가장 좋다고 평가하였으나 쌀종 50%와 70% 첨가구도 대조구와 유의적인 차이는 없었다($p<0.01$). 향미의 기호도는 대조구, 쌀종 50%와 70% 첨가구는 유의적인 차이가 없었으나 쌀종 10%와 30% 첨가구는 대조구보다 유의적으로 낮았다($p<0.001$). 질감의 기호도는 대조구가 7.20으로 가장 높았고 쌀종 첨가구가 상대적으로 낮았으며 쌀종 첨가량이 증가함에 따라 질감의 기호도도 증가하였다($p<0.001$). 맛의 기호도는 대조구와 쌀종 10% 첨가구를 제외하고는 유의적인

<Table 16> Sensory evaluation of pan bread produced with fermented rice starter

Sensory properties	Control	R10	R30	R50	R70	F-value
Mouth feel	5.40±0.54 ^{b1)}	2.20±0.45 ^d	3.80±0.84 ^c	6.60±0.54 ^a	6.60±0.54 ^a	50.44 ^{***}
Appearance	6.40±1.14 ^a	2.60±0.84 ^b	3.80±0.44 ^b	6.20±1.78 ^a	6.20±3.03 ^a	5.30 ^{**}
Flavor	5.20±0.83 ^a	3.20±0.83 ^b	4.00±0.71 ^b	5.60±0.89 ^a	5.80±0.83 ^a	9.18 ^{***}
Texture	7.20±0.44 ^a	2.40±0.89 ^d	3.60±0.54 ^c	6.00±0.71 ^b	6.00±1.00 ^b	34.71 ^{***}
Taste	5.60±1.14 ^a	2.40±1.51 ^b	4.40±0.54 ^a	4.80±1.30 ^a	4.40±0.89 ^a	5.44 ^{**}
Overall quality	6.20±0.83 ^a	1.60±0.54 ^c	3.80±1.09 ^b	6.20±0.83 ^a	5.00±1.22 ^{ab}	21.18 ^{***}

** $p<0.01$ *** $p<0.001$

1) ^{a-c}Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

차이가 없었다($p < 0.01$). 전반적인 기호도에서 대조구와 쌀종 50% 첨가구가 6.20으로 가장 높게 평가되어 시료간의 유의적인 차이가 있었다($p < 0.001$).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 급수량을 달리하여 제조한 쌀 천연발효액을 이용하여 제조한 발효액종을 yeast 대체 10%, 30%, 50%, 70%를 첨가하여 우리밀 식빵을 만든 다음 그 품질특성을 살펴보았다. 급수량을 달리하여 27°C에서 5일간 배양한 쌀 천연발효액의 pH는 배양기간이 경과할수록 감소하였으나 적정 산도는 증가하였다. 쌀 발효액의 당도는 배양 3일이 지나면서 감소하는 경향을 보였으며 에탄올 함량은 물 140% 첨가구가 6.4%로 가장 높았다. 젖산균은 배양기간이 경과할수록 꾸준히 증가하여 배양 4일째 모든 시료에서 10^8 CFU/g 이상 계측되어 가장 높은 균수를 보였으나 4일이 지나면서 다시 감소하는 경향을 보였다. 특히 물 180% 첨가구가 가장 많은 젖산균수의 변화를 보였으며 배양기간 동안 다른 시료들보다 더 많은 젖산균을 가진 것으로 나타났다. 효모수는 모든 시료에서 배양기간이 지날수록 지속적으로 증가하였으며 배양 4일이 지나면서 급속하게 증가하는 경향을 보였다. 특히 물 140% 첨가구가 다른 시료들보다 더 많은 효모수가 계측되었으며 배양 5일에 1.21×10^8 CFU/g으로 가장 높게 나타났다. 젖산균수가 가장 높았던 물 180% 첨가구가 가장 낮은 효모수를 보였고 반면 젖산균수가 가장 낮았던 물 140% 첨가구가 가장 높은 효모수를 가진 것으로 나타났다. 쌀 천연발효액의 발효율은 효모수가 가장 많았던 물 140% 첨가구가 가장 높았다. 쌀종을 첨가하여 제조한 우리밀 식빵 반죽의 pH는 쌀종 10% 첨가구만 대조구보다 낮았고 나머지 쌀종 첨가구들은 첨가량이 증가할수록 높았다. 쌀종 첨가구들의 pH는 발효 90분까지는 서서히 증가다가 90분이 지나면서 감소하는 경향을 보

여 대조구와 차이가 있었다($p < 0.001$). Farinograph 특성을 분석한 결과 쌀종을 첨가할수록 수분흡수율, 반죽생성시간과 반죽 안정도는 감소하였으며 탄력도 및 반죽의 약화도는 높게 나타났다. RVA의 호화특성에서 호화개시온도는 대조구보다 쌀종을 첨가할수록 증가하였으나 최고점도, 최저점도, 최종점도, 전분입자의 파괴정도 및 노화정도는 감소하여 대조구와 유의적인 차이가 있었다($p < 0.001$). CrumbScan 분석결과 쌀종 첨가량이 증가할수록 기공의 조밀도, 기공의 찌그러짐, 껍질의 두께 모두 증가하는 경향을 보였다. 쌀종 첨가 식빵의 무게는 대조구보다 쌀종 첨가구가 더 높았으며 부피는 쌀종 첨가 50% 이상에서 대조구보다 더 높게 나타났다. 저장기간(25°C, 5일) 중 품질변화를 살펴본 결과 수분함량은 저장기간 동안 감소하였으며 쌀종 50%와 70% 첨가구는 대조구보다 높거나 유의적인 차이가 없었다. 빵 외부표면의 곰팡이 형성을 육안으로 관찰한 결과 쌀종 첨가량이 많을수록 곰팡이 발생이 지연되어 저장성 개선효과가 있었다. 색도측정에서 저장초기 명도 L값과 황색도 b값은 대조구보다 쌀종 첨가구가 더 높았으며 적색도 a값은 쌀종 첨가구보다 대조구가 더 높게 나타났다. 쌀종 첨가 식빵의 정도는 쌀종 첨가군이 대조구보다 더 높았으나 응집성과 탄력성은 대조구가 더 높았다. 검성과 씹힘성은 쌀종을 첨가할수록 감소하였고 저장기간동안 다소 감소하는 경향을 보였다. 관능검사에서 입안에서의 느낌은 쌀종 50%와 70% 첨가구가 가장 높게 평가되었으며 질감의 기호도는 대조구가 가장 높았다. 외관, 향미, 맛과 전반적인 기호도는 대조구와 쌀종 50%, 70% 첨가구가 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과로 볼 때 쌀 천연발효액 제조시 적정 물 첨가량은 140% 정도가 적합하며 쌀 발효액종 50% 첨가구가 이화학적 및 관능적 특성에서 대조구보다 더 높거나 유의적인 차이를 보이지 않아 제빵시 yeast 대체 쌀 발효액종 첨가량은 50% 정도가 가장 적절한 것으로 판단되었다.

한글 초록

급수량을 달리하여 배양한 쌀 천연발효액의 pH는 배양기간이 경과할수록 감소하였으나 적정 산도는 증가하였다. 쌀 발효액의 당도는 배양 3일이 지나면서 감소하는 경향을 보였으며 에탄올 함량은 물 140% 첨가구가 가장 높았다. 젖산균수가 가장 높았던 물 180% 첨가구가 가장 낮은 효모수를 보인 반면 젖산균수가 가장 낮았던 물 140% 첨가구가 가장 높은 효모수를 가진 것으로 나타났다. 쌀 천연발효액의 발효율은 효모수가 가장 많았던 물 140% 첨가구가 가장 높았다. 쌀종을 yeast 대체 0, 10, 30, 50, 70% 첨가하여 제조한 우리밀 식빵 반죽의 pH는 쌀종 10% 첨가구만 대조구보다 낮았고 나머지 쌀종 첨가구들은 첨가량이 증가할수록 높았다. Farinograph 특성을 분석한 결과 쌀종을 첨가할수록 수분흡수율, 반죽 생성시간과 반죽 안정도는 감소하였으며 탄력도 및 반죽의 약화도는 높게 나타났다. RVA의 호화 특성에서 호화개시온도는 대조구보다 쌀종을 첨가할수록 증가하였으나 최고점도, 최저점도, 최종점도, 전분입자의 파괴정도 및 노화정도는 감소하여 대조구와 유의적인 차이가 있었다 ($p < 0.001$). CrumbScan 분석에서 쌀종 첨가량이 증가할수록 기공의 조밀도, 기공의 찌그러짐, 껍질의 두께 모두 증가하는 경향을 보였다. 쌀종 첨가 식빵의 무게는 대조구보다 쌀종 첨가구가 더 높았으며 부피는 쌀종 첨가 50% 이상에서 대조구보다 더 높게 나타났다. 저장기간(25℃, 5일) 중 품질변화를 살펴본 결과 수분함량은 저장기간 동안 감소하였으며 쌀종 50%와 70% 첨가구는 대조구보다 높거나 유의적인 차이가 없었다. 빵 외부 표면의 곰팡이 형성을 육안으로 관찰한 결과 쌀종 첨가량이 많을수록 곰팡이 발생이 지연되어 저장성 개선효과가 있었다. 색도측정에서 저장초기 명도 L값과 황색도 b값은 대조구보다 쌀종 첨가구가 더 높았으며 적색도 a값은 쌀종 첨가구보다 대조구가 더 높게 나타났다. 쌀종 첨가 식빵의

경도는 쌀종 첨가군이 대조구보다 더 높았으나 응집성과 탄력성은 대조구가 더 높았다. 관능검사에서 맛과 전반적인 기호도는 대조구와 쌀종 50% 첨가구가 높게 평가되었다.

참고문헌

- An HL, Heo SJ, Lee KS (2009). A study on the properties of sourdough starters using Korean Wheat. *Korean J Culinary Res* 15(4):37-46.
- An HL, Lee KS (2009). Study on the quality characteristics of pan bread with sourdough starters from added domestic wheat flours. *J East Asian Soc Dietary Life* 19(6):996-1008.
- AACC (2000). Approved methods of the AACC. 10th ed. Method 10-50D. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Baek SB (1990). Quality improvement of healthy breads. *Monthly Bread & Cakes*. B&C World 26: 34-45, Seoul.
- Chae DJ, Lee KS, Jang KH (2010). Fermentation characteristics of flour sourdough using mixed lactic acid bacteria and *Bifidobacterium longum* as starters. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(5):743-750.
- Chae DS, Lee KS, Jang KH (2011). Sourdough and bread properties utilizing different ratios of probiotics and yeast as starters. *Korean J Food Sci Technol* 43(1):45-50.
- Cho JA, Cho HJ (2000). Quality properties of *Injulmi* made with black rice. *Korean J Soc Food Sci* 16(3):226-231.
- Chung HC (2008). Properties of sourdough added bread. *Korean J Food Sci Technol* 40(6):643-648.
- 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(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.
- Finny KF (1984). An optimized straight dough bread making method after 44 Years. *Cereal chem* 61(1):20-26.
- Freund W (2006). Starterkulturen und Sauerteigprodukte. In: Handbuch Sauerreig (eds. Brandt MJ, Gänzle MG, Spicher G). 6th ed. *Behr's Verlag, Hamburg*, 353-375, Germany.
- Hong JH, Kim KJ, Bang KS (2000). Effect of sourdough starter on the characteristics of rheological of barley bread. *Korean J Soc Food Sci* 16(4):358-362.
- Kim CT, Lee SJ, Hwang JK, Kim CJ, Ahn BH (1997). Effect of propolis additions on the shelf-life and staling of white bread. *Korean J Food Sci Technol* 29(5):982-986.
- Kim KJ (2003). Studies on the sourdough bread baking inoculated with isolated quality wild strains. *MS Thesis Yeoungnam University*, 8-9, Gyeongbuk.
- Kim MY, Chun SS (2008a). Effects of sourdough on the quality characteristics of rye-wheat mixed bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(5):625-632.
- Kim MY, Chun SS (2008b). Quality characteristics of rye mixed bread prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough. *J East Asian Soc Dietary Life* 18(1):87-94.
- Kim MY, Chun SS (2009). Changes in shelf-life, water activity, and texture of rye-wheat mixed bread with naturally fermented raisin extract and rye sourdough during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 25(2):170-179.
- Kim SK, Lee SJ, Yoon JH, Lee SJ (2008). The effect of vital gluten and gum on the retrogradation of breads made with Korean wheat flour and sprouted brown rice. *J East Asian Soc Dietary Life* 18(3):384-390.
- Kim SY, Hwang SY (2004). Effects of sourdough powder on the physical properties of the bread flour. *Korean J Food & Nutr* 17(2):171-176.
- Kim YE, Paik HD, Kim SY, Lee JH, Lee SK (2011). Effects of liquid broth cultured with red koji on the rheological properties of white pan bread dough. *Korean J Food Sci Technol* 43(2):235-239.
- Kulp K, Lorenz K (2003). Handbook of dough fermentations. *Marcel Dekker*, 23-42, New York.
- 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(6):785-793.
- Lee JH, Kwak EJ, Lee YS (2008). Quality characteristics of sourdough breads added with red koji rice sourdough powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(3):333-341.
- Lee JH, Lee SK (2009). Effect of whey ferment cultured by *L. acidophilus* KCCM 32820 and *P. freudenreichii* KCCM 31227 on rheological properties of bread dough. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(6):795-800.
- 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.
- Lee MK, Kang SM, Lee SK (2006). Characteristics of flour ferment with seed mash containing wheat flour koji and lactic acid bacteria. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49(2):97-102.

- Lee MK, Lee JH, Lee SK (2009). Rheological properties of bread dough added with flour ferments by seed mash and lactic acid bacteria. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(3):346-351.
- Lee MK, Park JK, Lee SK (2005). The physicochemical properties of seed mash prepared with koji. *Korean J Food Sci Technol* 37(2):199-205.
- Lee UG (1995). Relearning theory of bakery focusing in industry. *Monthly Bakery*. Korea Bakery Association 324:98-100, 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(5):379-385.
- Meignen B, Onno B, Glinas P, Infantes M, Guilois S (2001). Optimization of sourdough fermentation with lactobacillus brevis and baker's yeast. *Food Microbiol* 18(2):239-245.
- Miller RA, Graf E, Hosency RC (1994). Leavened dough pH determination by an improved method. *J Food Sci* 59(5):1086-7087.
- Park JH, Nam SH, Kim YO, Kwon OD, An KN (2010). Comparison of quality, physiochemical and functional property between oranic and conventional rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(5):725-730.
- Ryu CH, Kim SY (2005). Study on bread making quality with barley sourdough in composite bread. *Korean J Food Cookery Sci* 21(5):733-741.
- Saito Y, Nakamura K, Kwato A, and Imayasu S (1992). Angiotensin I converting enzyme inhibitors in sake and Its by-products. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 66(7):1081-1087.
- Shin EH, Kim KI (2001). Effect of lactic acid bacteria preferment addition on quality of white bread. *Ulsan College Journal of Research* 27(2):459-470.
- Shin EH, Jung SJ (2003). Optimization of bread fermentation with lactic acid bacteria & yeast isolated from Kimchi. *Korean J Culinary Res* 9(3):130-140.
- Vuyst L, Neysens P (2005). The sourdough microflora: bio-diversity and metabolic interactions. *Trends Food Sci Technol* 16(1):43-56.

2013년 10월 29일 접수

2014년 01월 20일 1차 논문수정

2014년 02월 15일 2차 논문수정

2014년 03월 15일 3차 논문수정

2014년 04월 10일 논문게재확정