The Korean Journal of Culinary Research
Vol. 21, No. 6, pp. 218~228 (2015)

오미자청을 이용한 쌀가루 Sourdough의 이화학적 특성

변 종 범 · 이 진 실¶
상명대학교 외식영양학과¶

Physicochemical Characteristics of Rice Sourdough fermented with *Omija* Extract

Jong-Beom Byun · Jin-Sil Lee¶
Dept. of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University ¶

Abstract

In this study, the physicochemical characteristics of rice sourdough fermented with *Omija* extract were investigated. Rice sourdough was made with a 3 stage fermentation process. pH & total titratable acidity, numbers of yeast and lactic acid bacteria, and dough expansion rate were measured. In addition, an RVA was employed to study the pasting properties of rice sourdough. There was a significant (p<0.05) change in both the pH of rice sourdough, which decreased from 5.08 to 3.98, and total titratable acidity, which increased from 0.20 to 0.57 (0.1N NaOH mL), as fermentation time increased. The amount of yeast and lactic acid bacteria significantly increased from 6.73 to 7.65 log CFU/g, 6.93 to 7.65 log CFU/g, respectively(p<0.05). The expansion rate of rice sourdough fermented with *Omija* extract was higher than rice sourdough fermented without *Omija* extract. The initial pasting temperatures of rice sourdough fermented with Omija extract were decreased from 91.3℃ to 85.6. The final viscosity and setbacks decreased as fermentation time increased. These results suggest that *Omija* extract has a beneficial effect on increasing the expansion rate of rice sourdough as a substitute for wheat flour.

Key words: *Omija* extract, rice sourdough, physicochemical characteristics, expansion rate, pasting properties, total titratable acidity

Ⅰ. 서 론

최근 소비자들은 영양학적으로 가치가 높거나 건강에 이로운 식품에 관한 관심이 커지고 있다. 특히 제과제빵 업계에서는 보다 건강 지향적인 상품을 만들기 위해 많은 노력을 하고 있다. 밀가루는 오랫동안 제과제빵 업계에서 사용이 되어온 식재료로서 많은 장점을 가지고 있으나, 글루텐이 셀리악병의 원인으로 지목되면서 밀가루를 대체하기 위한 곡물로 쌀, 옥수수, 수수, 기장, 메밀, 아마란스, 퀴노아 등을 이용한 빵 제품들이 제빵 업계 시장의 한 부분을 차지하게 되었다(Vogelmann SA et al 2009). 이중에서도 쌀은 세계 3대 작물의 하나로 세계적으로 널리 재배되고 있고, 소비가 활발하게 이루어지고 있는 글루텐이 없는 곡류로 밀을 대체할 수 있는 좋은 소재로 쌀을 이용한 가공제품의 개발이 활발하게 이루어지고 있다(금준석 2010; 신말식 2010).

¶ : 이진실, jsleefn@smu.ac.kr, 서울 종로구 홍지문 2길 20, 상명대학교 외식영양학과

쌀은 글루텐이 없어 셀리악병 환자에게는 유리하지만, 쌀 단백질은 물로 반죽할 경우 점탄성이 없어 제빵 시 가스 보유력이 낮아 빵의 부피가 작고 기호도가 떨어지는 단점이 있다. 따라서 쌀가루를 첨가해 빵을 만들 경우, 검류나 제빵 개량제 등이 없이는 상품성이 떨어져 첨가제가 기존 빵에 비해 더 많이 들어가야 하는 문제점을 안고 있다(Gallagher E et al 2003; Gujral HS & Rosell CM 2004).

Sourdough란 자연의 효모와 유산균을 이용하여 발효시킨 반죽으로 전통적으로 제빵 시 팽창제로서 사용을 해 왔으며(Gänzle MG 2014), B.C. 3550년경부터 이용한 것으로 추정하고 있다(Doerry W 1998). 최근에는 sourdough가 유산균과 효모에 의해 발효되면서 풍미향상, 저장기간 연장, 반죽의 구조개선 및 제빵 제품들의 영양학적 가치증대에 기여한다는 것이 밝혀져 빵의 질과 첨가제를 대치시키기 위한 목적으로 이용이 되고 있다(Arendt EK et al 2007; Chavan RS & Chavan SR 2011; Gobbetti M et al 2013; Hansen A & Schieberle P 2005). Sourdough의 관능적인 특성들은 주로 유산균이 관여하지만, 발효과정 중 효모가 생성하는 부가산물들도 참여를 한다(Valmorri S et al 2010). 이들 유산균들은 주로 이상발효들이며, 이들이 주로 생산하는 유산과 초산의 비율(fermentation quotient FQ=lactic/acetic acid molar ratio)은 최종제품의 향과 구조뿐만 아니라, 반죽의 팽창에도 영향을 준다(Corsetti A & Settanni L 2007; Gobbetti M et al 1995). 또한, sourdough로 제조한 빵은 조직과 맛을 개선뿐 아니라, 영양적 가치를 높이며, 생리활성 물질의 증가 및 전분의 생체효율을 떨어뜨려 glycemic index를 감소시키는 효과가 존재하는 것으로 나타났다(Katina K et al 2005). 우리나라 쌀가루 sourdough에 관한 연구로는 주로 증편에 관한 것으로 Oh CH와 Oh NS (2009)는 쌀가루 sourdough를 증편에 첨가한 결과, 질감이 좋아지고 저장기간이 늘어나는 효과를 얻었다고 보고하였으며, Oh CH 등(2008)은 유산균 혼합배양을 통한 쌀가루 sourdough를 첨가한 결과, 증편 반죽의 점도와 팽창도가 증가했다고 보고한 바 있으나, 쌀가루 sourdough를 제빵 적용 가능성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

오미자(*Schizandra chinensis* Baillon)는 우리나라 중북부 지방에 분포하는 목련과에 속하는 낙엽성 만성 목본식물로서 그 열매는 단맛, 신맛, 쓴맛, 매운맛, 짠맛 등 다섯 가지 맛을 내며, 이 중 가장 주된 맛은 신맛으로서 높은 유기산에 기인한다(Jeong HS & Joo NM 2003; Oh SL et al 1990). 오미자의 주요 성분은 lignan으로 18~19%를 차지하고, 이외에도 schizandrin, deoxyschizandrin, γ-schizandrin, schizandrol, 구연산, β-sitosterol, 비타민 E, 및 정유성분 등이 존재한다(Kim SI et al 2009). 따라서 오미자는 독특한 맛 성분으로 인해 발효 시 기호성이 높아 제빵 등에 이용이 된 바 있다(Koh KJ 2008; Mo HW et al 2013).

쌀빵 및 쌀 첨가 빵의 연구에는 글루텐 및 검류 등이 첨가되어 많은 연구가 되고 있으나, 다른 측면에는 식감 기호도에서 고객의 눈길을 끌지 못하고 있어 소비는 활성화 되지 못하고 있는 실정이다. 그러므로 최근엔 자연 발효물이 각광을 받고 있으며(Sin EH & Jeong SJ 2013; An HL et al 2009; Choi SH & Lee SJ 2014), 본 연구에서도 반죽의 풍미 소화성, 저장성 개선효과가 있다고 알려진 sourdough를 쌀가루에 적용해 오미자청 첨가 쌀가루 발효물을 제조하였다. 연구의 범위는 제빵에 적용하기 전단계인 쌀가루 sourdough 제조와 분석에만 한정하였으며, 한계로는 오미자는 자연 농산물로서 수확 시기나 품질에 따라 오미자청 숙성품질과 실험결과에도 미치고 있어, 오미자의 품질에 따라 실험결과가 달라질 수 있다는 것은 한계점으로 지적된다.

따라서 본 연구는 효모와 유산균이 풍부한 오미자 추출액을 첨가해 쌀가루 sourdough를 제조하고, 이의 이화학적 특성 및 호화특성을 분석함으로써 기존 쌀가루의 개선 효과가 있는지를 알아보기 위해 시도되었다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험재료

오미자는 2013년 10월 경북문경 농가에서 구입하였으며, 설탕(Samyang, Seoul, Korea), 밀가루(Daehan Flour Mills Co., LTD, Seoul, Korea), 쌀가루는 대두식품(Deadoo, Seoul, Korea) 멥쌀가루 100%를 구입하여 사용하였다.

2. 오미자청 제조

오미자청은 오미자와 설탕을 1:1 비율로 섞어 살균된 유리병에 넣고 통풍이 잘 되는 실내(20~24℃) 조건에서 2개월간 발효시킨 후 고형분은 제거한 다음 살균된 유리병에 담아 실내온도 13~15℃에서 4개월간 숙성시켰다. 숙성이 완료된 시료는 3℃ 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

3. Sourdough의 제조

1) 오미자청 쌀가루 Sourdough의 제조

Sourdough 제조방법은 An HL & Lee KS(2009)의 연구에서 제시한 mother sour 방법을 변형하여 제조하였다. 쌀가루 100 g에 오미자청 100 g을 섞어 30℃에서 72 시간 동안 1차 발효를 시켰고, 1차 발효물 100 g에 쌀가루 100 g, 물 100 mL를 섞은 후 30℃에서 24시간 발효시켜 2차 발효물를 얻었다. 3차 발효물은 2차 발효물 100 g에 쌀가루 100 g, 물 100 mL를 섞은 후 30℃에서 18시간 발효시켜 쌀가루 sourdough를 완성시켰다. 최종 제조된 3차 오미자청 쌀가루 sourdough는 3℃ 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였으며, 건조 sourdough의 제조는 3차 오미자청 쌀가루 sourdough를 72시간 동결 건조(Ilshin Lab Co., Ltd. programmable freeze dryer, Korea)시킨 다음 분쇄기(hanil Co., HMF-3100S, Korea)를 사용하여 분쇄 후 100 mesh 체에 친후 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

2) 쌀가루 Sourdough의 제조

쌀가루 100 g에 물 100 g을 섞어 30℃에서 24시간 동안 1차 쌀가루 발효물을 제조하였고, 2차와 3차 쌀가루 sourdough는 오미자청 쌀가루 sourdough 제조방법과 동일하게 제조하였다.

4. 오미자청 및 쌀가루 Sourdough의 pH 및 총산도 측정

pH 측정은 오미자청, 발효 전 쌀가루 및 18시간 동안 6시간 간격으로 발효시킨 3차 쌀가루 sourdough를 각각 5 g씩 취해 취하여 증류수 45 mL를 넣어 균질화시킨 후 1,010 ×g에서 15분간 원심분리하여 얻은 상등액을 pH meter(Orion 3 star, Thermo Electron Co. USA)로 측정하였다(AOAC 1995).

총산도 측정은 AACC 02-31 (AACC 2000) 방법으로 오미자청, 발효 전 쌀가루와 18시간 동안 6시간 간격으로 발효시킨 3차 쌀가루 sourdough를 각각 5 g씩 취해 증류수 45 mL를 넣어 균질화시킨 후 1,010 ×g에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 0.1 N NaOH로 pH가 8.3이 될 때까지 적정한 후 소요된 mL 수로 나타내었다.

5. 오미자청 및 쌀가루 Sourdough의 효모와 유산균수 측정

효모와 유산균 측정은 멸균백에 오미자청, 발효 전 쌀가루 및 18시간 동안 6시간 간격으로 발효시킨 3차 쌀가루 sourdough를 각각 10 g씩 담고 여기에 90 mL의 멸균생리식염수를 첨가하고, 스토마커로 균질화 시킨 후 시료액을 적절하게 희석하여 효모는 YM(yeast and mold count plate) petrifilm (3M Co., Maplewood, USA), 유산균은 BCP agar 배지(Eiken Chemical Co., Tokyo, Japan)에 무균적으로 접종시켜 항온 배양기 36.5℃에서 48시간 배양한 후 균수를 계수하였다.

6. 쌀가루 Sourdough의 팽창률

전통적 sourdough 제조법으로 쌀가루 sour-

dough의 제빵 가능한 계대배양 회 차를 알아 보기 위해 발효팽창력을 AACC 22-14(1995) 방법을 변형시켜 오미자청을 첨가, 혹은 첨가하지 않은 쌀가루 sourdough를 각각 10 g씩 100 mL 메스실린더에 넣고 30℃(상대습도 80%) 발효기(Mapo Co., Seoul, Korea)에서 발효시키면서 3시간 간격으로 18시간 동안 팽창된 부피를 측정하였고, 아래 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{발효팽창력}(\%) = \frac{(\text{발효 후 부피} - \text{발효 전 부피})}{\text{발효 전 부피}} \times 100$$

7. 쌀가루 Sourdough의 RVA(Rapid Visco-Analyser)에 의한 호화 특성 측정

18시간 동안 6시간 간격으로 발효시킨 오미자청 3차 쌀가루 sourdough를 AACC 61-02(1995)의 방법에 준하여 Rapid Visco-Analyser(RVA, Model 3D, Newport Scientific Narrabeen, N. S. W., Australia)의 Standard 1 profile을 이용하여 호화 특성을 측정하였다. 시료 3 g에 증류수 25 mL를 첨가해 현탁액을 만든 후 이를 RVA cup에 넣고, 50℃에서 1분간 유지시킨 후 12℃/min의 가열속도로 95℃까지 가열한 후 95℃에서 2.5분간 유지시킨 다음 12℃/min의 냉각속도로 50℃까지 냉각시키고, 50℃에서 2분간 유지시키면서 호화개시온도, 최고점도(peak viscosity), 최저점도(through viscosity), 최고점도에서 최저점도를 뺀 값인 breakdown과 최종점도에서 최저점도를 뺀 값인 setback을 측정하였다.

8. 통계처리

모든 실험 결과는 3회 반복하여 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc.)으로 통계처리 하였으며, 각 시료에 대한 유의성 검정은 분산분석 후 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 군 간의 차이를 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 오미자청 및 쌀가루 Sourdough의 pH와 총산도

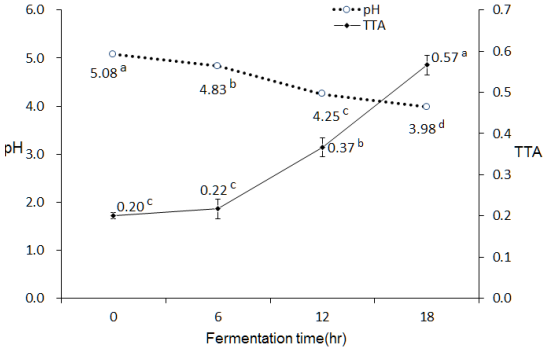
오미자청, 발효 전 쌀가루 및 6시간 간격으로 18시간 동안 발효시킨 3차 쌀가루 sourdough의 pH 및 총산도를 측정한 결과는 <Table 1>과 <Fig. 1>에 제시하였다.

1) pH

오미자청과 발효 전 쌀가루의 pH는 각각 3.34, 6.33이었다. 오미자청은 오미자에 함유되어 있는 유기산에 의해 pH가 낮기도 하지만, 발효 대사물로 인해 3.34까지 내려간 것으로 사료된다(Park SS 2014). 따라서 오미자청을 쌀가루 sourdough 제조 시 첨가할 경우, 일반 부패균 억제 효과가 있어 안정적으로 발효를 시킬 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 쌀가루 sourdough 제조시 오미자 청

<Table 1> pH and TTA of *Omija* extract and raw rice flour (mean±S.D.)

	Omija extract	Raw rice flour
pH	3.34±0.03	6.33±0.02
TTA(%)	3.50±0.005	0.10±0.005



<Fig. 1> pH and total titratable acidity of rice sourdough fermented with *Omija* extract. Data are reported as average of three replication(n=3). Statistics in small letters compare the fermentation time in each sample. Different letters indicate statistically significant differences.

을 첨가할 경우 발효시간 단축 및 위생적으로도 안전한 sourdough 제조가 가능할 것으로 사료된다.

오미자청 3차 쌀가루 sourdough의 각 시간별 pH는 각각 5.08, 4.83, 4.25, 3.98로 나타났다. pH는 시간이 지남에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 이는 발효 시 유산균 수 증가로 유기산 생성이 증가되어, pH가 낮아진 것으로 사료된다. 자연발효의 경우 pH가 3.5~4.5인 반죽의 적성이 바람직한 것으로 선행 연구된 바 있다(Kim MY & Chun SS 2008; Chae DJ 2006). Torrieri E 등(2014)도 유산균 첨가 sourdough의 pH가 4인 것으로 나타났다고 보고하였으며, 이러한 변화는 쌀가루 발효 시 유산균에 의해 생성되는 유기산에 의한 결과로 사료되며, 이와 같이 유산균에 의해 발효된 sourdough를 첨가해 빵을 제조할 경우 빵의 향미, 질감 혹은 저장성에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고하였다.

2) 총산도

오미자청 및 발효 전 쌀가루의 총산도는 각각 3.50과 0.10 mL(0.1N NaOH mL 적정량)로 오미자청은 자체의 유기산과 발효로 인한 유기산으로 인해 총산도가 높게 나타난 것으로 사료된다.

3차 쌀가루 sourdough의 시간별 총산도는 각각 0.20, 0.22, 0.37, 0.57 mL로 나타났다. 총산도는 발효 6시간까지는 완만한 상승을 보이다가 6~18시간 구간에서는 빠르게 상승하였다. Sourdough에 존재하는 유산균들은 젖산, 아세트산 및 에탄올 등을 생성하며, 이러한 대사산물들에 의해 총산도가 높아지는 것으로 보고된 바 있다(Kline L & Sugihara. TF 1971). 총산도는 sourdough에 존재하는 유산균의 종류에 따라 다르게 나타나며, sourdough를 이용해 제조한 빵 반죽의 발효력, 글루텐 분해, 전분분해 등에 많은 영향을 미치는 것으로 알려졌다(Corsetti A et al 1998). Kaditzky S 등(2008)은 총산도가 너무 높은 sourdough를 이용해 빵을 만들면 이취 생성, 빵의 부피 감소 및 빵속의 부드러움이 감소하는 경향을 보인다고 보고한 바 있다. 따라서 sourdough의 총산도는 빵의 질에 매우 중요하게 작용할 것으로 사료된다.

2. 오미자청 및 쌀가루 Sourdough의 효모와 유산균수

오미자청, 발효 전 쌀가루 및 6시간 간격으로 18시간 동안 발효시킨 오미자청 3차 쌀가루 sourdough의 효모 및 유산균수를 측정한 결과는 <Table 2, 3>에 제시하였다.

1) 효모수

오미자청과 발효 전 쌀가루의 효모 수는 각각 3.43, 2.94 CFU/g으로 오미자청에 더 많은 효모가 존재하는 것으로 나타났다. 오미자청 3차 발효 쌀가루 sourdough의 시간대별 효모 수는 각각 6.73, 7.12, 7.61, 7.65 Log CFU/g으로 발효 12시간까지는 유의적($p<0.05$)으로 증가하다가 12시간 이후에는 증가율이 둔화된 것으로 나타났다. 이러한 현상은 발효과정 중 유산균이 대사되면서 생성된 유기산들에 의해 sourdough의 pH가 4.25대로 떨어지면서 효모의 생육이 억제되어 나타난 현상으로 사료된다. 유산균에 의해 생성된 초산은 특히 *Saccharomyces cerevisiae*의 성장을 저해하는 것으로 보고되었다(Suihko ML & Mäkinen V 1984). Sourdough에는 *Saccharomyces cerevisiae, Kazochstania exigua, Candida humilis, Pichia kudriavzevii* 등과 같은 효모들이 존재하는 것으로 알려졌다(Huys G et al 2013).

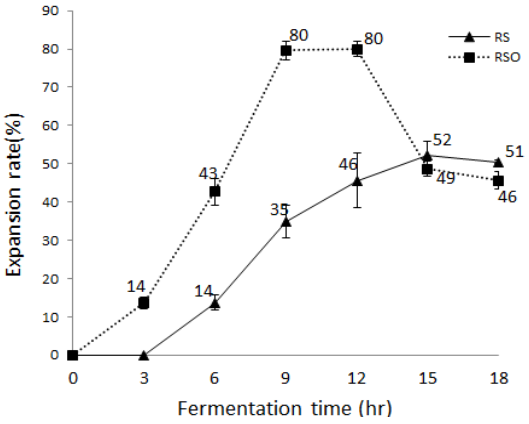
2) 유산균수

오미자청 및 발효 전 쌀가루의 유산균 수는 각각 4.16, 2.39 Log CFU/g으로 오미자청에는 쌀가루 보다 약 50배 이상의 유산균이 존재하는 것으로 나타났다. 유산균은 sourdough 제조 시 부패균의 성장을 억제시켜 보다 안전한 sourdough 제조를 가능하게 할 것으로 사료된다. 오미자청 3차 발효 쌀가루 sourdough의 시간별 유산균수는 각각

6.93, 7.43, 7.53, 7.65 Log CFU/g으로 나타났다. 쌀가루 soourdough의 유산균수는 발효 0시간부터 6시간 까지는 유의적으로 증가하였으나, 그 이후는 유의적인 증가는 없었다(p<0.05). 본 연구 결과, 쌀가루 sourdough에 존재하는 유산균수는 6.93~7.65 Log CFU/g으로 Vogelmann SA 등(2009)의 연구에서도 6~9 Log CFU/g 정도의 유산균이 존재한 것으로 보고되었다. 밀가루 sourdough에 존재하는 유산균의 종류로는 *Enterococcus*속, *Lactococcus*속, *Leuconostoc*속, *Lactobacillus*속, *Pediococcus*속, *Weissella*속 등이 있으며, sourdough의 재료에 따라 서로 다른 유산균이 존재하는 것으로 보고되었다(Vogelmann SA et al 2009; Meulen R et al 2007). 쌀가루 sourdough에서는 *Lactobacillus fermentum, L. helveticus, L. plantarum, L. pontis*가 발견되었다고 보고된 바 있다(Vogelmann SA et al 2009). 유산균은 빵의 질감과 노화에 긍정적인 영향을 주는 유기산, exopolysaccharide과 같은 대사산물을 생성한다고 알려졌으며, 특히 exopolysaccharide는 반죽의 점탄성 개선, 부피 증가, 빵의 경도 감소 및 저장기간을 늘리는 것으로 보고되었다(Poutanen K et al 2009; Tieking M & Gänzle GG 2005). 따라서 쌀가루 sourdough 제조 시 오미자청을 사용할 경우 안전하면서도 유산균이 풍부한 sourdough 제조가 가능할 것으로 사료된다.

3. 쌀가루 Sourdough의 팽창률

오미자청 첨가 유무에 따른 3차 쌀가루 sourdough의 팽창률을 18시간 동안 3시간 간격으로 측정한 결과는 <Fig. 2>에 제시하였다. 쌀가루



<Fig. 2> **Expansion rate of rice sourdough fermented with and without *Omija* extract depending on fermentation time.** RS: Rice sourdough, RSO: Rice sourdough fermented with *Omija* extract.

<Table 2> **Numbers of yeast and LAB of *Omija* extract and raw rice flour** (Log cfu/g)

	Omija extract	Raw rice flour
Yeast	3.43±0.12[1)]	2.94±0.46
LAB	4.16±0.19	2.39±0.29

[1)] Mean±S.D.

<Table 3> **Amount of yeast and LAB of rice sourdough fermented with *Omija* extract** (Log CFU/g)

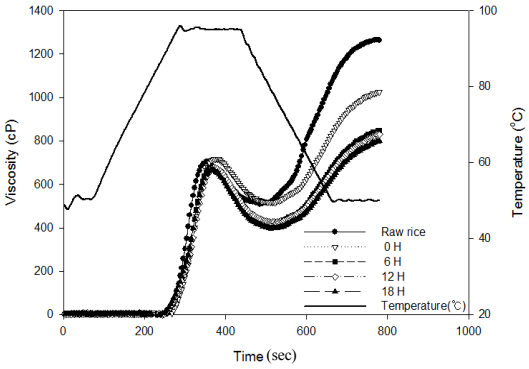
Fermentation time(hour)	Yeast	LAB
0	6.73±0.05[c1)]	6.93±0.36[b]
6	7.12±0.21[b]	7.43±0.05[a]
12	7.61±0.17[a]	7.53±0.05[a]
18	7.65±0.10[a]	7.65±0.31[a]

[1)] Means in column with different letters are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple range test.

sourdough의 팽창률은 발효물의 미생물수와 밀접한 관계가 있다. 오미자청이 첨가된 3차 쌀가루 sourdough의 팽창률은 발효 시작부터 빠른 증가를 보여 9~12시간대에 최대치인 80%로 나타났고, 쌀가루만으로 발효된 3차 쌀가루 sourdough의 팽창률은 발효 15시간에 52%가 되었다. 이와 같이 팽창률이 다르게 나타나는 것은 쌀가루 sourdough에 존재하는 미생물의 수와 깊은 관계가 있는 것으로 사료된다. 따라서 오미자청이 쌀가루 sourdough 팽창률에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보아 제빵 시에도 밀가루 대체용으로 쓰일 쌀가루 sourdough 대신 오미자청 쌀가루 sourdough를 첨가한다면 글루텐이 없어 발효로 인해 발생된 CO_2 가스를 반죽 내부에 유지시키지 못하는 쌀가루의 가장 큰 약점을 보완할 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 제빵 시 오미자청 쌀가루 sourdough를 밀가루 대용품으로 이용하고자 할 경우는 발효 9~12시간 발효시킨 후 사용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다. 반죽의 팽창률은 이스트 농도, 재료의 종류, 젖산균, 지질, 당, 소금, 상대습도, 발효온도 및 혼합시간에 영향을 받으며 (Birch AN et al 2013; Chiotellis E & Campbell GM 2003; Gujral HS & Singh N 1999; Kteniouda A et al 2010; Therdthai N et al 2007), 반죽의 팽창률은 반죽에 내재해 있는 성질에 의해 결정이 되며, 빵으로 구웠을 때의 상태를 빠르게 예측할 수 있는 방법이 될 수 있다고 보고되었다 (Gandikota S & MacRitchie F 2005). 따라서 본 연구 결과로 보아 오미자청이 쌀가루 sourdough 물성에 긍정적인 효과를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 쌀가루 Sourdough의 RVA에 의한 호화 특성

오미자청 쌀가루 sourdough의 RVA에 의한 호화 온도 및 점도 특성은 <Fig. 3>에 제시하였다. 호화개시온도는 비발효 쌀가루, 3차 발효 0, 6, 12, 18시간 군이 각각 88.8, 91.3, 86.4, 86.8, 85.6℃로



<Fig. 3> RVA pasting curves for the rice sourdough fermented with *Omija* extract depending on fermentation time.

나타났다. 최고점도는 비발효 쌀가루, 3차 발효 0, 6, 12, 18시간 군이 각각 705.0, 718.5, 678.0, 678.0, 670.5 cP로 발효시간이 경과할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). Choi BS 등(2009)은 밀 배아를 첨가한 소맥분의 리올리지 특성에 관한 연구에서 밀배아 첨가량이 증가할수록 최고점도가 낮게 나왔으며, 이러한 결과는 α-amylase의 활성으로 전분이 분해되어 나타난 결과로 보고하였다. 본 연구에서도 발효 중 미생물의 효소작용 및 산에 의해 쌀 전분이 가수분해되어 점도가 낮아진 것으로 사료된다. Breakdown 값은 비발효 쌀가루, 3차 발효 0, 6, 12, 18시간 군이 각각 196.5, 202.5 260.5, 256.0, 273.0 cP로 발효시간이 경과할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 최종점도는 비발효 쌀가루, 3차 발효 0, 6, 12, 18시간이 각각 1263.5, 1026.5, 849.0, 830.5, 800.0 cP로 발효시간이 경과할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). Setback 값은 비발효 쌀가루, 발효 0, 6, 12, 18시간이 각각 755.0, 510.5, 431.5, 408.5, 403.5 cP로 발효시간이 경과할수록 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 이러한 현상은 오미자 청에 의해 쌀가루 sourdough가 발효되면서 미생물 유래 효소나 생성된 산들에 의해 전분이나 단백질 같은 큰 분자들이 가수분해가 일어나 나타난 결과로 사료된다.

Yang Y & Tao WY(2008)의 연구에서도 *Lactobacillus*속 유산균을 스타터로 쌀가루를 발효시킨 결과, 대조군에 비해 setback값이 반 정도가 줄었다고 보고된 바 있다. Setback은 최종점도에서 최저점도를 뺀 값의 차이로 값이 클수록 노화가 많이 될 수 있다는 것을 의미하므로 발효시간이 길어질수록 노화를 늦추는 효과가 있을 것으로 사료된다. 따라서 효모와 유산균이 풍부한 오미자청 쌀가루 sourdough는 노화 지연 효과가 있을 것으로 사료된다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구는 오미자청을 쌀가루에 첨가해 sourdough를 제조하여 이화학적 특성을 살펴봄으로써 제빵 이용 가능성에 대한 기초 자료를 얻기 위해 시도되었다. 오미자청 쌀가루 sourdough는 3차례에 걸쳐 발효를 시켰으며, 최종 3차 sourdough를 시료로 사용하였으며, 오미자청, 발효 전 쌀가루 및 쌀가루 sourdough의 pH와 총산도, 효모와 유산균수, 팽창률, 호화 및 점도 특성을 측정하였다. 오미자청과 비발효 쌀가루의 pH는 각각 3.34과 6.33, 총산도는 각각 3.50과 0.10로 나타났다. 쌀가루 sourdough의 pH는 4.42~3.32로 발효 시간이 경과할수록 유의적($p<0.05$)으로 감소하는 경향을 보인 반면, 총산도는 0.20~0.57 (0.1N NaOH mL)로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 오미자청과 비발효 쌀가루의 효모수는 각각 3.43과 2.94 Log CFU/g, 유산균 수는 각각 4.16과 2.39 Log CFU/g였다. 오미자청 쌀가루 sourdough의 효모수는 6.73~7.65 Log CFU/g, 유산균수는 6.93~7.65 Log CFU/g으로 발효시간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 오미자청 3차 쌀가루 sourdough의 팽창률은 80%, 쌀가루만으로 발효시킨 sourdough의 최고 팽창률은 52%로 오미자청 첨가로 팽창률이 53%나 증가하였다. RVA에 의한 오미자청 쌀가루 sourdough의 호화 특성은 발효시간이 경과할수록 최종점도와 setback 값이 감소한 것으로 보아 오미자청 쌀가루 sourdough를 이용 시 노화 지연 효과가 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구의 결과로 보아 오미자청을 쌀가루 sourdough 발효 시 첨가해 줄 경우, 풍부한 효모와 유산균으로 인해 보다 위생적으로 안전하게 sourdough 제조가 가능할 뿐 아니라, 팽창률이 높아 제빵에 이용할 경우 쌀가루만으로 제조된 sourdough보다 쌀가루의 단점을 더 효과적으로 개선시킬 수 있을 것으로 기대가 되며, 시사점으로는 위생적으로 안전한 sourdough 제조가 가능하고, 기능 및 품질개선 효과가 있을 것으로 사료되며, 다양한 제품에 적용시켜 물성학 측면에서 더 많은 연구가 이루어져야 할 것을 제언한다.

한글 초록

본 연구는 오미자청을 쌀가루에 첨가해 sourdough를 제조하여 이화학적 특성을 살펴봄으로써 제빵 이용 가능성에 대한 기초 자료를 얻기 위해 시도되었다. 오미자청, 비발효 쌀가루, 쌀가루 sourdough의 pH와 총산도, 효모와 유산균수, 팽창률, 호화 특성을 살펴보았다. 쌀가루 sourdough의 pH는 발효 시간이 경과할수록 유의적($p<0.05$)으로 감소하는 경향을 보인 반면, 총산도는 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 효모, 유산균수는 발효시간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 오미자청 쌀가루 sourdough의 최고 팽창률은 80%, 쌀가루로만 발효시킨 쌀가루 sourdough의 최고 팽창률은 52%인 것으로 나타났다($p<0.05$). RVA에 의한 오미자청 쌀가루 sourdough의 호화 특성은 발효시간이 경과할수록 최종점도와 setback 값이 감소한 것으로 보아, 오미자청 쌀가루 sourdough를 이용 시 노화 지연 효과가 있을 것으로 사료된다. 따라서 본 연구의 결과로 보아 오미자청을 쌀가루 sourdough 발효 시 첨가해 줄 경우, 풍부한 효모와 유산균으로 인해 보다 위생적으로 안전하게 sourdough 제조가 가능

할 뿐 아니라, 팽창률이 높아 제빵 시 이용할 경우 쌀가루의 단점은 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 오미자 추출물, 쌀가루 싸우도어, 이화학적 성질, 팽창률, 호화특성

감사의 글

본 연구는 2013년도 상명대학교 자연과학대학 연구소의 지원에 의한 것으로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

신말식 (2010). 미래의 녹색 식품산업을 주도할 쌀 가공산업의 활성화. *Food Preservation and Processing Industry* 9(1):16-37.

금준석 (2010). 쌀의 영양과 쌀 가공식품. *Food Preservation and Processing Industry* 9(1): 38-54.

AACC (1995). Approved Methods of the AACC, 9th ed. Method 02-52: pH and TTA determinations. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, M.N. USA.

AACC (2000). Approved Methods of the AACC, 10th ed. Methods 27, American Association of Cereal Chemists. St. Paul, M.N. USA.

AOAC (1995). Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. 69-74. USA.

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 sharacteristics of pan bread with sourdough starters from added domestic wheat flours. *Korean J Culinary Res* 19(6):996-1008.

Arendt EK, Ryan LAM, Dal Bello F (2007). Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol* 24(2):165-174.

Birch AN, Petersen MA, Hansen ÅS (2013). The aroma profile of wheat bread crumb influenced by yeast concentration and fermentation temperature. *Lwt-Food Sci Technol* 50(2):480-488.

Chae DJ (2006). A study on the optimum bakery condition for sourdough bread using lactic acid bacteria. Ph. D Thesis, Kyung Hee University 49-55, Seoul.

Chavan RS, Chavan SR (2011). Sourdough technology-A traditional way for wholesome foods: a review. *Compr Rev Food Sci F* 10(3):170-183.

Chiotellis E, Campbell GM (2003). Proving of bread dough II: Measurement of gas production and retention. *Food Bioprod Process* 81(3): 207-216.

Choi BS, Hwang SY, Kang KO (2009). Effect of wheat germ on the quality characteristics of *Sangwhabyung*. *J East Asian Soc Dietary Life* 19(4):641-649.

Choi SH, Lee SJ (2014). Quality characteristics of Korean wheat bread prepared with substitutions of naturally fermented rice starters. *Korean J Culinary Res* 20(2):100-119.

Corsetti A, Gobbetti 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.

Corsetti A, Settanni L (2007). *Lactobacilli* in sourdough fermentation: A review. *Food Res Int* 40(5):539-558.

Doerry W (1998). Sourdoughs and breads. Technical Bulletin, American Institute of Baking. 20(7):1-3.

Gallagher E, Kunkel A, Gormley TR, Arendt EK

(2003). The effect of dairy and rice power addition on loaf and crumb characteristics, and on shelf life (intermediate and long-term) of gluten-free breads stored in a modified atmosphere. *Eur Food Res Technol* 218(1):44-48.

Gandikota S, MacRitchie F (2005). Expansion capacity of doughs: methodology and applications. *J Cereal Sci* 42(2):157-163.

Gänzle MG (2014). Enzymatic and bacterial convertsions during sourdough fermentation. *Food Microbiol* 37:2-10.

Gobbetti M, Simonetti MS, Corsetti A, Santinelli F, Rossi J, Damiani P (1995). Volatile compound and organic acid production by mixed wheat sour dough starters: Influence of fermentation parameters and dynamics during baking. *Food Microbiol* 12:497-507.

Gobbetti M, Rizzello CG, Di Cagno R, De Angelis M (2013). How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. *Food Microbiol 37*:30-40.

Gujral HS, Singh N (1999). Effect of additives on dough development, gaseous release and bread making properties. *Food Res Int* 32(10):691-697.

Gujral HS, Rosell CM (2004). Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *J Cereal Sci* 39(2):225-230.

Hansen A, Schieberle P (2005). Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. *Trends Food Sci Tech* 16(1):85-94.

Huys G, Danil HM, De Vuyst L (2013). Taxonomy and diversity of sourdough yeasts and lactic acid bacteria. In: Gobbetti M, Gänzle MG (Eds.). Handbook of Sourdough Biotechnology. Springer Science Business Media, New York, NY. 105-154.

Jeong HS, Joo NM (2003). Optimization of rheological properties for the processing of *Omija-pyun(Omija* jelly) by response surface methodology. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19(4): 429-438.

Jeong HC (2013). Quality characteristics of pan bread with tetrastichum barley powder. *Gyeongju* 22(1):27-42.

Kaditzky S, Seitter M, Hertel C, Vogel R (2008). Performance of *Lactobacillus sanfranciscensis* TMW 1.392 and its levansucrase deletion mutant in wheat dough and comparison of their impact on bread quality. *Eur Food Res Technol* 227(2):433-442.

Katina K, Arendt E, Liukkonen KH, Autio K, Flander L, Poutanen K (2005). Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends Food Sci Tech* 16(1):104-112.

Kim MY, Chun SS (2008). Quality characteristics of rye mixed bread prepared with substitutions of naturally fermented raisin extract and sourdough. *J East Asian Soc Dietary Life* 18(1): 87-94.

Kim SI, Sim KH, Ju SY, Han YS (2009). A study of antioxidative and hypoglycemic activities of *Omija(Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract conditions. *Korean J Food & Nutr* 22(1):41-47.

Kline L, Sugihara TF (1971). Microorganisms of the San Francisco sourdough bread process. Ⅱ. Isolation and characterization of undescribed bacterial species responsible for souring activity. *Appl Environ Microb* 21(3):459-465.

Koh KJ (2008). Bread properties utilizing extracts of Schizandra chinensis. MS Thesis, Sangju University 1-2, Sangju.

Ktenioudaki A, Butler F, Gallagher E (2010). Rheological properties and baking quality of wheat

varieties from various geographical regions. *J Cereal Sci* 51(3):402-408.

Meulen R, Scheirlinck I, Schoor A, Huys G, Vancanneyt M, Vandamme P, De Vuyst L (2007). Population dynamics and metabolite target analysis of lactic acid bacteria during laboratory fermentations of wheat and spelt sourdoughs. *Appl Environ Microb* 73(15):4741-4750.

Mo HW, Jung YH, Jeong JS, Choi KH, Choi SW, Park CS, Choi MA, Kim ML, Kim MS (2013). Quality characteristics of vinegar fermented using *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(3):441-449.

Oh CH, In MJ, Oh NS (2008). Characteristics of rice sourdough for *Jeungpyun* prepared by mixed culture of *Saccharomyces Cerevisiae and Leuconostoc Mesenteroides Strains*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(5):660-665.

Oh CH, Oh NS(2009) Quality characteristics of *Jeungpyun* prepared by rice sourdough. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(9):1215-1221.

Oh SL, Kim SS, Min SY, Chung DH (1990). Composition of free sugars, free amino acids, nonvolatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M, *A. acutiloba* K, *S. chinensis* B. and *A. sessiliflorum* S. *Korean J Food Soi Technol* 22(1):76-81.

Park SS (2014). Biochemical characterizaion and biological sctivity of *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill fermented by *Lactobacillus fermentum* MieV L1106. MS Thesis, Dong-A University 8, Busan.

Poutanen K, Flander L, Katina K (2009). Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. *Food Microbiol* 26(7):693-699.

Sin EH, Jeong SJ (2013). Optimization of bread fermentation with lactic acid bactria & yeast isolated from *Kimchi*. *Korean J Culinary Res* 9(3):130-140.

Suihko ML, Mäkinen V (1984). Tolerance of acetate, propionate and sorbate by *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulopsis holmii*. *Food Microbiol* 1(2):105-110.

Therdthai N, Zhou W, Jangchud K (2007). Modeling of the effect of relative humidity and temperature on proving rate of rice-flour-based dough. *Lwt-Food Sci Technol* 40(6):1036-1040.

Tieking M, Gänzle GG (2005). Exopolysaccharides from cereal-associated lactobacilli. *Trends Food Sci Tech* 16(1):79-84.

Torrieri E, Pepe O, Ventorino V, Masi P, Cavella S (2014). Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. *Lwt-Food Sci Technol* 56(2):508-516.

Valmorri S, Tofalo R, Settanni L, Corsetti A, Suzzi G (2010). Yeast microbiota associated with spontaneous fermentation of traditional wheat sourdough breads of Abruzzo region(Italy). *Anton Leeuw Int JG* 97(2):119-129.

Vogelmann SA, Seitter M, Singer U, Brandt MJ, Hertel C (2009). Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. *Int J Food Microbiol* 130(3):205-212.

Yang Y, Tao WY (2008). Effects of lactic acid fermentation on FT-IR and pasting properties of rice flour. *Food Res Int* 41(9):937-940.

2015년 07월 30일 접수
2015년 09월 12일 1차 논문수정
2015년 10월 09일 2차 논문수정
2015년 12월 02일 논문게재확정