

해나루쌀을 첨가한 식빵의 품질특성

주형욱¹⁾ · 이광석^{2)¶}

신성대학교 호텔조리제빵계열¹⁾ · 경희대학교 조리·서비스경영학과^{2)¶}

Quality Characteristics of White Pan Bread with Haenaru Rice Flour

Hyoungh-woong Ju¹⁾ · Kwang-suck Lee^{2)¶}

Dept. of Hotel Culinary Arts and Bakery, Shinsung University¹⁾
Dept. of Culinary Service Management, Kyung Hee University^{2)¶}

Abstract

This study investigated the quality characteristics of white pan bread with Haenaru rice flour which is regional product of Dangjin. Haenaru rice flour was substituted 10%, 30% and 50% for each bread sample. The overall effects of Haenaru rice flour substitution on pan bread were examined by investigating fermentation rates, pH, volume, specific volume, TPA, crumbScan and colorimeter and using sensory evaluation. A control showed the highest fermentation rate by 60 min, but there was no differences among all samples except HNR50 after 60 min. The higher Haenaru rice flour content, the higher pH value of bread loaf and bread and the lower volume and specific volume of rice breads. According to TPA and crumbScan, high amounts of Haenaru rice flour substitution increased the hardness of bread and decreased fineness and elongation of bread cells. In sensory evaluation, though a control got the best texture, flavor and overall acceptance, HRF30 and HRF10 showed the best preference of appearance and taste respectively, But most of all, there were no significant differences among those samples. Consequently, the results indicate that a substitution of Haenaru rice flour for wheat flour by 30 percent will not show any decisive difference in consumer's acceptance.

Key words: Haenaru rice, rice flour, white pan bread, fermentation, crumbScan, quality characteristics

I. 서 론

빵은 세계의 많은 지역에서 가장 중요한 음식 중의 하나이며(Charoenthaikij P et al 2014), 풍부한 복합 탄수화물 함량으로 균형 잡힌 영양섭취에 도움을 주는 주요 식품으로 알려져 있다(Hathorn CS et al 2008; Kim EJ & Lee KS 2013). 국내에서도 제과제빵 제품의 선호도가 높아지고,

소비가 증가됨에 따라서 다양한 제품을 개발하고 있으며, 밀가루만을 사용하는 기존의 제품들보다 건강지향적인 흐름에 따라 식품의 기능성과 영양성을 고려한 제품들의 수요가 증가하고 있다(Song YK et al 2012). 더불어 빵뿐만 아니라 쿠키, 케이크 등에 쌀가루를 혼합한 제품 개발 역시 진행되고 있다(Lee MH & Lee YT 2006).

세계 3대 곡물 중 하나인 쌀은 옥수수, 밀과 함

¶ : 이광석, koreadclub@khu.ac.kr, 서울시 동대문구 경희대로 26, 경희대학교 호텔관광대학 조리·서비스 경영학과

계 주요 식량자원으로 오랜 기간 애용되어온 식량이지만 식습관의 변화에 따라서 쌀 소비량이 급격하게 감소하고 있다(Ju JE et al 2006). 근래에는 품종 개량과 재배기술 발달로 인하여 우리나라의 미곡 생산량은 크게 증가(Park CE et al 2011)하였으나, 쌀의 소비량은 1인당 2004년에는 80 kg(Agriculture & Forestry Statistical Yearbook 2000)에서 2009년에는 74 kg로 낮아지고 있으며, 앞으로도 계속 1인당 소비량은 감소하는 추세이다(Kim HR et al 2011). 2015년 농림축산식품부에 의해 예상되는 국산 쌀 재고량은 약 85만 톤으로 묵은쌀 처리에 어려움을 겪고 있는 실정이며, 이에 따라 쌀 가공시장 규모를 키워서 묵은 쌀의 소비를 확대하는 방안을 추진 중이다(이성택 2015). 대부분 밥으로 소비되는 쌀은 즉석 밥 외에도 면류, 음료 등의 가공식품 제조에 5% 정도밖에 이용되지 않는다(Ju JE et al 2006). 쌀을 이용한 제과제빵 제품으로의 적용 시도는 편리함을 추구하는 현대인들의 기호를 충족시킬 수 있어 시대의 변화에 따라서 쌀의 소비를 증가시킬 수 있는 가공식품 개발과 재고미 처리 방안 측면에서도 바람직하다(Park MK et al 2006). 또한, 식량자원의 역할로 국내산 쌀이 경쟁력을 가지기 위해서도 쌀의 다양한 활용과 제품 개발이 필요하며(Shin MS 2009), 소비자들이 건강 지향적 식습관을 추구하고 맛이 좋은 쌀을 선호함에 따라서 용도에 따라 고품질의 품종을 재배하는 움직임이 있다(Choi HC 2002). 해나루 쌀은 당진에서 생산되는 쌀로, 벼 품종은 삼광벼로 고품질 안전 다수성 품종을 육성할 목적으로 작물과학원에서 1989년 양질 다수성인 수원 361호를 모본으로 하여, 초형이 좋고 내도복, 내병성 계통인 밀양101호를 부분으로 하여 인공 교배한 것이다. 해나루 쌀은 전국 쌀 평균 성분과 비교해서 유기물과 칼륨뿐만 아니라, 칼슘(4.8 mg/100 g), 마그네슘(3.1 mg/100 g), 규산(116 ppm) 등의 함량이 높은 것이 특징이며(당진시 농업기술센터 2015), 단백질 함량, 완전립, 식미치, 품종순도 등의 품질 평가에서 전국 농협미곡종합

처리장의 대표 브랜드 쌀 가운데서 해나루 쌀이 최고 브랜드 쌀로 선정되기도 하였다(이승인 2015). 이처럼 품질이 우수한 쌀을 보다 널리 활용하고, 소비를 촉진하기 위하여 해나루 쌀을 이용하는 방안을 검토하는 것이 필요하다.

따라서 식감이 부드럽고 식사 대응으로 많이 이용되고 있는 식빵을 이용하여 본 연구를 진행하였으며, 지역 농산물인 해나루 쌀을 밀가루 대비 10~50%를 대체하여 제품의 품질 특성을 알아 보았다. 쌀 가공식품의 확대와 다양한 제품의 개발로 인하여 지역의 쌀 재고량을 효과적으로 소비하고, 품질이 뛰어난 해나루 쌀을 활용함으로써 특화된 식빵 제품의 소개 및 당진 지역 경제의 활성화에도 기여하고자 한다. 또한, 실험에서 나타난 결과를 기초로 하여 다른 종류의 빵 제품 개발 시에도 도움을 주고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 해나루 식빵의 재료는 강력 밀가루(대한제분, 코끼리 1등급), 정백당(삼양사), 이스트(오뚜기, 생이스트), 마가린(한국 하인즈, 프리미엄 나폴레옹-골드), 탈지분유(서울우유), 소금(꽃소금, 해표), 제빵개량제(푸라토스, S-500)을 아워홈에서 구입하여 사용하였으며, 해나루쌀은 당진 하나로 마트에서 구입하여 그라인더(HG-0339, 띠아모, Taiwan)로 같은 다음 50 mesh 체에 체질한 후 사용하였다.

2. 식빵의 제조

쌀식빵 배합은 Tsai CL 등(2012)의 논문에서 제시된 것을 참고로 하였으며, 해나루 쌀가루 분말을 강력분에 각각 0%, 10%, 30%, 50%(flour basis)씩 대체한 <Table 1>과 같은 배합비를 이용하여 직접반죽법(AACC method 10-10A)으로 제조하였다. 모든 재료는 전자저울(AD-05, CAS, 한국)을 사용하여 계량하였으며, 제빵개량제나 소

<Table 1> Formulas for bread with strong flour and Haenaru rice flour

| Ingredients | Samples ¹⁾ (g) | | | |
|------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 |
| Bread flour | 1,500 | 1,350 | 1,050 | 750 |
| Rice flour | 0 | 150 | 450 | 750 |
| Water | 900 | 900 | 900 | 900 |
| Sugar | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Yeast | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Margarine | 45 | 45 | 45 | 45 |
| S-500 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 |
| Salt | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 |
| Non-fat dry milk | 30 | 30 | 30 | 30 |

¹⁾ CON: Bread with 0% Haenaru rice flour.

HRF10: Bread with 10% Haenaru rice flour.

HRF30: Bread with 30% Haenaru rice flour.

HRF50: Bread with 50% Haenaru rice flour.

금과 같이 적은 양으로도 큰 변수가 생길 수 있는 재료들의 계량은 소수점까지 측정할 수 있는 전자저울(MW 1200, CAS, 한국)을 사용하였다. 그리고 모든 건조 재료들은 2차례 체질하여 골고루 혼합하여 사용하였다. 반죽 온도는 식빵 품질에 중요한 변수로 작용하여 반죽 및 제품의 특성에 직간접으로 영향을 미치기 때문에, 같은 반죽의 온도를 얻기 위해서 실험에서는 수온 조절법을 이용하여 일정한 반죽온도(약 28℃)를 유지하였다. 제조과정 중 실내온도는 23℃이었다. 전 재료를 믹싱볼에 넣고 수직 반죽기(NVM-12, 대영공업사, 한국)를 사용하여 저속 2분, 중속 8분간 반죽하였으며, 최종 반죽의 내부온도는 디지털 온도계(SDT8A, SUMMIT, 한국)로 측정하여 28±1℃로 유지시켰다. 반죽이 끝난 후 발효실(EP-2 fresh proofer, 대영공업사, 한국)에서 32±1℃, 상대습도(relative humidity) 80~85% 상태에서 60분간 1차 발효를 하였으며, 발효가 끝난 반죽은 450 g씩 분할하여 둥글리기를 한 후 반죽 표면이 마르지 않게 물기가 있는 천으로 덮어 10분간 실내온도에서 중간 발효를 실시하였다. 식빵 반죽은 one loaf

형태로 성형하였으며, 식빵 틀(21.5×9.7×9.5 m)에 넣어 팬닝하였다. 2차 발효는 37±2℃, 상대습도 87%의 발효실(EP-2 fresh proofer, 대영공업사, 한국)에서 45분간 발효시켰으며, 발효된 반죽은 윗불 180℃, 아랫불 180℃로 미리 예열시킨 전기식 3단 데크오븐(FOD-7103, 대영공업사, 한국)에서 34분간 구웠다. 구운 식빵은 틀에서 꺼내 타공팬 위에서 1시간 냉각 후 비닐백에 담아 보관하여 시료로 사용하였다.

3. 해나루쌀을 이용한 식빵의 물리적 품질 특성

1) 발효율 측정

1차 발효과정 동안에 일어나는 반죽의 부피변화를 알아보기 위하여 Ju HW et al(2010)이 행한 digital imaging method를 사용하였다. 간격을 1 cm로 유지한 2장의 아크릴판을 이용하였고, 위에는 5 mm의 간격으로 눈금을 그려 측정하였으며, 아래 부분에는 검정 아크릴을 덧붙여 사용하였다. 측정은 매 15분마다 측정하여 150분까지 측정하

였으며, 아크릴 중앙 부분에 2 g의 반죽을 놓고 상하좌우의 평균값으로 발효율을 나타내었다. 발효 환경은 식빵 제조에 사용하였던 1차 발효 환경과 동일하였다.

2) pH 측정

반죽 속 효모의 지속적인 발효는 온도와 시간에 따라 pH 변화가 나타나기 때문에, 기존의 증류수를 이용하는 방법으로는 반죽의 정확한 pH 측정을 하기 어렵다. 따라서 반죽 표면에 직접 탐침봉을 꽂아 pH를 측정하는 surface electrode method(Miller RA et al 1994)를 사용하였으며, 탐침봉을 5cm 깊이로 꽂은 다음, 정확히 5초 후에 pH meter (720A, Orion, USA)에 나타난 pH 값을 측정하였다. 반죽의 측정위치를 달리하면서 3번씩 측정하여 평균값을 내었다. 해나루 쌀가루를 첨가한 식빵의 pH 측정은 AACC method 02-52(AACC 1995)인 slurry method로 측정하였다. 식빵의 속질 15 g에 25℃의 증류수 100 mL를 넣은 후 30분간 진탕한 다음 10분간 방치하고, pH meter를 이용하여 측정하였다.

3) 식빵의 비용적 측정

해나루 쌀가루를 첨가한 식빵의 부피는 AACC method 72-10(AACC 1995) 종자치환법으로 측정하였고, 식빵의 무게를 측정한 다음 부피를 무게로 나눈 값을 식빵의 비용적(mL/g)으로 하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균값을 이용하였다.

4) 조직감 측정

해나루 쌀가루의 첨가비율을 달리한 식빵의 속질 특성 변화를 알아보기 위해 texture analyser (TA-XT Express, stable Micro Systems, UK)로 TPA(Texture Profile Analysis)를 측정하였다. 측정한 식빵은 12.5 mm의 두께로 슬라이스하여 가장자리 부분을 제외한 두 조각(25 mm)을 겹쳐서 사용하였으며, 경도(hardness), 검성(gumminess),

응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. TPA 측정조건은 36 mm cylinder probe를 사용하였으며, test speed 1.7 mm/s와 distance 6.25 mm이었다.

5) 영상분석

해나루 쌀가루를 첨가한 식빵의 특성을 알아보기 위하여 사용한 프로그램은 CrumbScan(American Institute of baking / devore Systems)이며, 영상 분석에 사용된 식빵은 너무 크거나 작은 것을 제외하고, 껍질의 형태가 좋은 식빵 중에서 3개씩 선별하여 실험에 사용하였다. 식빵 절단기를 이용하여 12.5 mm의 두께로 절단하여 식빵의 중앙 부분 단면을 식품 보관용 지퍼팩에 보관하여 영상 분석을 위한 시료로 사용하였다. 영상 탐지기는 HP ScanJet 6350C 스캐너(Hewlett Packard)를 사용하였다. 측정 조건은 intensity=0.1, size=500, 그리고 구획간의 중복률은 overlap=0.1이었으며, 각각의 시료를 3회 반복 측정하였다.

6) 색도 분석

해나루 쌀가루를 첨가한 식빵의 색도를 알아보기 위하여 해나루 쌀가루 첨가 식빵을 12.5 mm 두께로 절단한 후, 식빵의 가운데 부위를 색차계(Colorimeter JC801, Color techno system Co. Ltd., Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다. 사용된 표준 백색판의 값은 각각 X: 82.62, Y: 84.70, Z: 98.45이었다.

4. 해나루쌀 첨가 식빵의 관능검사

해나루 쌀가루를 함유한 식빵의 특성을 알아보기 위하여 관능검사 교육을 받은 대학교 제빵 소모임 회원 20명과 대학원생 5명을 관능검사 요원(남 8, 여 17)으로 선정하였다. 대조구를 포함한 4가지의 시료를 흰 접시에 담아 생수와 함께 제시하였고, 오후 4~5시 사이에 관능검사를 실시하였다. 각 시료를 검사하고 나면 반드시 물로 입안을

행군 뒤 다른 시료를 평가하도록 하였다. 특성 차이 검사를 통해 총 9가지의 특성을 평가하였으며, 특성은 crumb color(속질색), crust color(겉질색), grain(기공의 크기), uniformity(기공의 균일성), firmness(견고성), springiness(탄력성), moistness(촉촉함), volume(부피), rice flavor(쌀 풍미)로 리커트 7점 척도를 사용하여 1점이 가장 약한 특성을 나타내고, 7점이 가장 강한 특성으로 평가하도록 검사를 실시하였다. 기호도 검사는 appearance(외관), texture(질감), flavor(향), taste(맛), overall acceptance(전체적인 기호도 평가)로 5가지의 특성에 대한 점수를 7점 척도로 하였으며, 1점은 매우 싫어한다, 4점은 좋지도 싫지도 않다, 7점은 매우 좋아한다 이었다(Bennion EB & Bamford GST 1997).

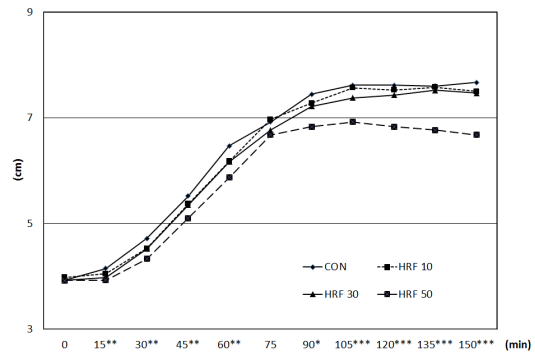
5. 통계처리

모든 실험에 대한 결과는 3회 이상 반복 실험하여 값을 SPSS 17.0 program을 이용하여 통계처리를 하였다. 통계방법은 one-way ANOVA를 이용하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test(Duncan의 다중범위검정)에 의해 각 제품 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효율

발효율을 측정하기 위한 Ju HW 등(2010)이 실행한 방법에서는 10분 간격으로 150분까지 측정하였으나, 발효율의 변화가 미세하여 본 실험에서는 Ju HW 등(2010)의 실시하였던 시간을 약간 연장하여 15분 간격으로 측정하여 나타난 결과를 <Fig. 1>에 나타내었다. 발효 시작 후 15~60분까지는 각 시료들 간에 유의적인 차이가 나타났으나, HRF10과 HRF30은 유의적인 차이가 없었다 ($p < 0.01$). 이후 시료들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않은 75분이 경과되면서 해나루 쌀 함량이 가장 많은 HRF50은 다른 시료들과는 달리 매우



<Fig. 1> Changes of fermentation rate in bread dough with Haenaru rice flour.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

* Legends are referred in <Table 1>.

낮은 발효율을 보였다. 특히 발효 105분 이후에는 HRF50의 발효율이 현저히 감소하는 것으로 나타났다(CON=7.61 cm, HRF50=6.91 cm, $p < 0.001$). 입도가 다른 고아미 가루로 모닝빵의 품질 특성을 알아본 연구(Kim HA & Lee KS 2011)에서도 모든 고아미 반죽 시료의 발효율이 대조구에 비하여 낮은 결과와 유사하게 나타났다. 이는 많은 양의 쌀가루 함량으로 인해 가스 보유력을 유지시켜 주는 글루텐의 부족으로 인한 것으로 사료된다.

2. pH

해나루 쌀가루를 이용하여 만든 식빵 반죽과 식빵의 pH 결과는 <Table 2>와 같다. 반죽의 pH 결과는 HRF50이 5.97로 가장 높은 결과를 보여주었고, 해나루 쌀가루 첨가량이 증가할수록 식빵 반죽의 pH가 증가하였으며, HRF30과 HRF50은 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 식빵의 pH 변화에서도 대조구가 6.07, HRF50이 6.17로 쌀가루 첨가량이 많아질수록 pH는 높아졌으며, 대조구와 HRF10, HRF30과는 유의적인 차이가 없었으나 HRF50과는 유의적인 차이를 보여주었다. Kim JH et al (2012)의 연구에서도 고아미, 하이아미, 드래찬, 설갱, 한아름 등 여러 품종의 쌀

<Table 2> pH changes of bread dough and pan bread with Haenaru rice flour

| | Samples | | | | F-value |
|----------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|
| | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 | |
| Dough pH | 5.70±0.02 ^a | 5.76±0.11 ^a | 5.96±0.05 ^b | 5.97±0.11 ^b | 8.50 ^{**} |
| Bread pH | 6.07±0.05 ^a | 6.04±0.04 ^a | 6.09±0.01 ^{ab} | 6.17±0.07 ^b | 4.18 [*] |

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

^{a,b} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

* Legends are referred in <Table 1>.

가루를 첨가한 머핀의 pH가 밀가루 반죽의 pH보다 유의적으로 높은 것과 같은 경향을 나타내었다. 반죽의 발효가 산성 조건에서 활발히 이루어진다는 것을 감안하면 해나루 쌀가루의 함유로 인한 pH 증가가 발효에도 영향을 미쳤을 것이라 사료되었다.

3. 부피, 비용적

당진 특산물인 해나루 쌀을 이용하여 만든 식빵의 비용적을 측정 한 결과는 <Table 3>과 같다. 부피와 비용적은 모든 시료들 간에 유의한 차이가 나타났으며, 대조구의 부피가 2,018 mL로 가장 크고, 비용적도 5.03 mL/g으로 나타났다. 해나루 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 부피와 비용적은 작아지는 경향을 보여주었으며, 해나루 쌀가루가 가장 많이 함유된 HRF50의 부피가 1,587 mL, 비용적 4.00 mL/g으로 가장 작게 나타났다. 쌀가루는 점탄성의 글루텐이 없기 때문에 형성된 가스를 보유하기에는 매우 제한적이며, 결과적으로 빵의 비용적이 낮다는 선행연구(Marco C &

Rosell CM 2008)와 같은 결과를 보여주었다.

4. 쌀식빵의 Crumb 특성

해나루 쌀가루를 첨가한 식빵의 조직감 특성은 시료를 2회 반복으로 압착 시 얻어지는 TPA(Texture Profile Analysis)에 의한 분석 결과로 <Table 4>에 나타내었다. 속질 경도의 경우, 대조구가 258.4 g으로 가장 부드러운 것으로 나타났으며, 해나루 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 식빵의 경도는 증가하였다($p < 0.001$). 이러한 결과는 Choi ID(2010)의 고아미를 첨가한 식빵에 대한 연구에서도 쌀가루 함량이 높아질수록 경도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 또한, Park JH 등(2014)의 실험에서 식빵의 부피와 속질 경도는 쌀빵에 중요한 품질요인이 될 수 있으며, 비용적이 클수록 경도가 높아진 것과 같은 결과를 보였다. 탄력성의 경우, 해나루 쌀가루 첨가량에 따른 대조구와 실험구간의 유의적인 차이가 발견되지 않았고, 응집성(cohesiveness)의 경우도 같았다. 씹힘성(chewiness)은 대조구가 242.87로 유의적으

<Table 3> Volume and specific volume of pan bread with various Haenaru rice flour contents

| | Samples | | | | F-value |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 | |
| Volume (mL) | 2,018.33±10.14 ^d | 1,949.67±19.06 ^c | 1,749.67±8.67 ^b | 1,587.00±10.58 ^a | 235.29 ^{***} |
| Speciific volume (mL/g) | 5.03±0.08 ^d | 4.85±0.05 ^c | 4.36±0.02 ^b | 4.00±0.06 ^a | 148.41 ^{***} |

*** $p < 0.001$.

^{a-d} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

* Legends are referred in <Table 1>.

〈Table 4〉 Texture profile of pan bread prepared with various Haenaru rice flour contents

| | Samples | | | | F-value |
|--------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 | |
| Hardness(g) | 258.40±8.56 ^a | 381.57±18.39 ^b | 446.67±8.76 ^{bc} | 499.47±74.68 ^c | 21.38 ^{***} |
| Springiness | 1.13±0.32 | 1.34±0.30 | 1.24±0.23 | 1.18±0.31 | 0.29 ^{ns} |
| Chewiness | 242.87±74.48 ^a | 411.00±100.36 ^b | 422.64±67.60 ^b | 470.78±78.87 ^b | 4.49 [*] |
| Gumminess | 213.27±8.53 ^a | 305.56±12.34 ^b | 342.10±7.33 ^b | 406.86±40.41 ^c | 41.01 ^{***} |
| Cohesiveness | 0.83±0.05 | 0.80±0.04 | 0.77±0.01 | 0.77±0.03 | 1.99 ^{ns} |

* $p<0.05$, *** $p<0.001$, ^{ns} not significant.

^{a-d} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

* Legends are referred in 〈Table 1〉.

로 가장 낮은 값을 보였으며, 쌀가루 함량이 증가할수록 씹힘성도 증가하는 경향을 보였으나 실험구 사이에서의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p<0.05$). 검성(gumminess)은 대조구가 213.27로 가장 낮았고, 쌀가루 첨가량이 증가함에 따라 검성도 높아져 HRF50이 406.86으로 가장 높은 것으로 나타났다($p<0.001$). 이는 쌀가루 함량의 증가가 글루텐의 부족과 아밀로오스의 증가로 나타나서 제품에 영향을 미친 것으로 사료된다. TPA 측정 결과를 통해 해나루 쌀가루의 첨가가 식빵의 경도, 씹힘성, 검성에 유의한 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

5. 영상분석

CrumbScan은 빵의 속질에 나타나는 기공의 형태, 기공의 조밀도, 껍질의 두께, 제품의 부피와 같은 특징을 영상 값을 토대로 객관적으로 측정할 수 있는 프로그램이며, 식빵의 영상분석 결과는 〈Table 5〉와 같다. 해나루 쌀가루를 첨가한 식빵의 기공 조밀도(fineness)는 식빵의 일반적인 속질에 있는 기공의 크기를 말하며, 기공의 평균 조밀도가 높아지면 속질의 기공은 조밀한 것으로 표현된다. 본 실험에서는 HRF50이 714.66으로 가장 조밀한 것으로 나타났으며, 다른 시료들과 유의적인 차이를 보여주었다($p<0.001$). 이러한 결과는 TPA 분석에서 기공의 경도와 관련 있어 쌀가루 함량이 높아질수록 기공이 조밀해지고 경도가 높아지는 것으로 사료된다. 기공의 찌그러짐 정도

〈Table 5〉 Results of crumbScan for pan bread prepared with various Haenaru rice flour contents

| | Samples | | | | F-value |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 | |
| Fineness | 623.67±9.45 ^a | 640.33±12.70 ^a | 646.33±4.93 ^a | 714.67±22.19 ^b | 25.16 ^{***} |
| Elongation | 1.45±0.06 ^b | 1.40±0.06 ^b | 1.37±0.03 ^{ab} | 1.31±0.03 ^a | 5.76 [*] |
| Volume | 2,083.00±11.53 ^d | 1,922.67±12.50 ^c | 1,526.67±9.45 ^b | 1,448.00±17.32 ^a | 1,660.24 ^{***} |
| Crust thickness | 0.27±0.02 | 0.26±0.02 | 0.29±0.02 | 0.27±0.02 | 0.96 ^{ns} |

* $p<0.05$, *** $p<0.001$, ^{ns} not significant.

^{a-d} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

* Legends are referred in 〈Table 1〉.

〈Table 6〉 Hunter's color values of pan bread prepared with various Haenaru rice flour contents

| | | Samples | | | | F-value |
|-------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| | | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 | |
| | L | 81.08±0.65 | 81.65±1.38 | 81.98±0.60 | 83.42±0.59 | 3.95 ^{ns} |
| Crumb | a | -3.56±0.22 | -4.12±0.38 | -3.79±0.17 | -3.32±0.37 | 3.93 ^{ns} |
| | b | 17.22±0.98 ^b | 16.65±0.01 ^b | 16.60±0.20 ^b | 15.64±0.12 ^a | 5.04 [*] |

* $p < 0.05$, ^{ns} not significant.

^{a,b} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

* Legends are referred in 〈Table 1〉.

(elongation)는 기공의 형태가 긴축과 짧은 축의 거리를 비교한 것으로 둥근 형태가 1.0을 나타내고 찌그러질수록 수치가 높아지는데, 본 실험에서는 대조구가 1.45, HRF10이 1.40, HRF30이 1.37, HRF50이 1.30으로 대조구 기공의 찌그러짐 정도가 가장 컸으며, 해나루 쌀가루 첨가량이 많아질수록 찌그러짐의 정도가 감소하였다($p < 0.05$). 이는 2차 발효의 팽창이나 굽기에서의 오븐 스프링이 높지 않았기 때문이라 생각되며, Cho SJ & Jung EH(1995) 연구보고에 따르면 기공의 분포는 쌀가루 30%까지 첨가하여도 나쁘지 않았으며, 40~50% 첨가하였을 때 기공이 나쁘다고 하였다. 껍질의 두께(crust thickness)는 유의적인 차이가 나타나지 않았고, CrumbScan으로 측정된 빵의 부피는 해나루 쌀가루 첨가량이 증가할수록 부피가 작아지는 것을 알 수 있었으며($p < 0.001$), 비용적 측정 시 종자치환법으로 구한 부피와 같은 경향을 보여주었다.

6. 색도

해나루 쌀가루의 첨가량에 따른 식빵 속질의 색을 측정한 결과는 〈Table 6〉에 나타내었다. 명도를 나타내는 L 값은 대조구가 81.08로 가장 어둡고, HRF50이 83.42로 가장 밝게 나타나 해나루 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 높아졌으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. a 값도 모든 시료들 간에 유의적인 차이는 발견되지 않았으며, b 값의 경우 대조구가 17.22, HRF50이 15.64로 해

나루 쌀가루를 첨가할수록 b 값이 낮아지는 경향을 보였다. 쌀가루 혼합분을 이용하여 스펀지 케이크를 만든 연구에서는 쌀가루 첨가량이 증가할수록 b 값이 높아져 식빵과는 반대의 경향을 보였다(Kim JN & Shin WS 2009). HRF50은 대조구보다 b 값이 유의적으로 낮았으나, 다른 시료들은 대조구와 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 전반적으로 당진 특산물인 해나루 쌀가루 첨가량에 따라 b 값은 유의적인 차이를 보였으나, L 값과 a 값은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

7. 관능검사

1) 특성차이 검사

특성차이 검사 결과는 〈Table 7〉과 같다. 식빵의 속질색은 대조구가 2.2로 가장 연하고, HRF50이 2.8로 가장 진하였으나 해나루 쌀가루의 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다. 그러나 껍질색의 경우에는 대조구가 4.2로 다른 실험군보다 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 속질 기공의 크기는 대조구가 4.2로 가장 컸으며, HRF10과는 차이를 보이지 않았으나 HRF30, HRF50보다는 기공의 크기가 유의적으로 큰 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 Cho SJ et al(1995)의 쌀가루 혼합빵의 관능적 품질에서 나타난 결과와는 상반된 결과로 더 심층적인 연구가 필요할 것으로 여겨진다. 기공의 균일성은 모든 시료들 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 식빵의 견고성

<Table 7> Difference test of pan bread prepared with various Haenaru rice flour contents

| | Samples | | | | F-value |
|-------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 | |
| Crumb color | 2.20±1.64 | 2.60±1.34 | 2.60±1.34 | 2.80±1.64 | 0.14 ^{ns} |
| Crust color | 3.20±0.84 ^a | 4.40±0.55 ^b | 4.20±0.45 ^b | 4.20±0.45 ^b | 4.19 [*] |
| Grain size | 4.20±0.45 ^c | 3.80±0.45 ^{bc} | 3.20±0.84 ^b | 1.40±0.55 ^a | 21.86 ^{***} |
| Uniformity | 3.80±0.84 | 4.00±0.00 | 4.20±0.45 | 5.00±2.45 | 0.80 ^{ns} |
| Firmness | 4.40±0.55 ^c | 3.80±0.45 ^c | 2.80±0.84 ^b | 1.20±0.45 ^a | 27.95 ^{***} |
| Springiness | 5.40±1.52 ^c | 4.80±1.10 ^{bc} | 3.80±0.45 ^b | 1.60±0.89 ^a | 12.39 ^{***} |
| Moistness | 5.60±1.14 ^c | 5.20±0.45 ^{bc} | 4.40±0.55 ^b | 2.00±1.00 ^a | 18.57 ^{***} |
| Volume | 6.00±1.00 ^c | 4.40±0.55 ^b | 4.00±0.71 ^b | 1.00±0.00 ^a | 48.41 ^{***} |
| Rice flavor | 1.00±0.00 ^a | 2.20±0.45 ^a | 3.60±1.52 ^b | 5.40±1.34 ^c | 16.67 ^{***} |

* $p<0.05$, *** $p<0.001$, ^{ns} not significant.

^{a-c} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

* Legends are referred in <Table 1>.

은 대조구가 4.4, HRF10이 3.8로 유의적인 차이가 없었으나 해나루 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 더욱 견고해져 HRF50이 1.2로 가장 단단하였다($p<0.001$). 탄력성과 촉촉함은 대조구가 가장 높게 나타났으나 HRF10과 유의적인 차이는 없었으며, 쌀가루 첨가량이 증가할수록 탄력성과 촉촉함이 감소해 HRF50이 가장 낮게 나타났다($p<0.001$). 식빵의 부피는 대조구가 6.0으로 가장 큰 것으로 나타났고, HRF10이 4.40, HRF30이 4.00, HRF50이 1.0의 수치를 보여주어 해나루 쌀가루의 첨가량이 늘어날수록 부피도 작아지는 것을 알 수 있었다. 쌀가루 풍미의 경우 쌀가루가 첨가되지 않은 대조구가 1.0으로 가장 약하였으며, 쌀가루의 첨가량이 가장 많은 HRF50이 5.4로 가장 강하게 나타났다. 결과적으로 당진 특산물인 해나루 쌀가루의 첨가량이 많아질수록 기공의 크기, 견고성, 탄력성, 촉촉함, 부피 값은 낮아졌으며, 쌀가루 풍미는 증가하였다.

2) 기호도 검사

해나루 식빵의 기호도 검사의 결과는 <Table

8>과 같다. 식빵의 외관은 HRF30이 4.8로 가장 좋았고, HRF10과 대조구와는 유의적인 차이는 없었으며, HRF50이 3.2로 기호도가 가장 낮은 것으로 나타났다($p<0.01$). 조직감은 대조구가 5.2로 가장 좋았으나, 외관의 기호도와 마찬가지로 HRF-10, HRF30과는 유의적인 차이는 없었으며, 해나루 쌀가루의 첨가량을 가장 많이 첨가한 HRF-50(1.8)이 가장 낮았다($p<0.001$). 이를 통해 해나루 쌀가루의 첨가량이 많아지면 조직감의 기호도가 나빠지는 것을 알 수 있었다. 풍미는 대조구가 5.20으로 조사되어 가장 좋아하는 것으로 나타났으나, 모든 시료들 간에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 맛은 해나루 쌀가루 첨가량이 가장 많이 첨가된 HRF50을 제외한 HRF10과 HRF-30이 5.2, 5.0으로 대조구(4.8)보다 맛이 더 좋은 것으로 나타났으며, 그중에서도 HRF10이 가장 맛이 좋은 것으로 평가되었으나 시료들 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 전체적인 기호도 조사에서는 대조구가 5.6, HRF10이 5.4, HRF30이 4.8, HRF50이 3.2였으며, HRF10과 HRF30은 대조구와 유의한 차이가 없었다. 결과적으로

〈Table 8〉 Acceptance test of pan bread prepared with various Haenaru rice flour contents

| | Samples | | | | F-value |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| | CON | HRF10 | HRF30 | HRF50 | |
| Appearance | 4.60±0.55 ^b | 4.40±0.55 ^b | 4.80±0.84 ^b | 3.20±0.45 ^a | 6.89 ^{**} |
| Texture | 5.20±0.84 ^b | 4.80±0.84 ^b | 4.40±0.55 ^b | 1.80±1.30 ^a | 13.86 ^{***} |
| Flavor | 5.20±1.30 | 4.80±0.84 | 5.00±0.71 | 3.80±0.45 | 2.50 ^{ns} |
| Taste | 4.80±1.30 | 5.20±0.84 | 5.00±0.71 | 3.60±0.55 | 3.23 ^{ns} |
| Overall acceptance | 5.60±0.55 ^b | 5.40±0.55 ^b | 4.80±0.84 ^b | 3.20±0.84 ^a | 11.83 ^{***} |

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, ns not significant.

^{a-b} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

* Legends are referred in 〈Table 1〉.

해나루 쌀가루 첨가량이 가장 많은 HRF50은 대조구보다 외관, 조직감과 전체적인 기호도가 떨어졌으며, 풍미와 맛에 있어서는 모든 시료들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 당진 특산물인 해나루 쌀가루의 첨가량에 따른 식빵의 품질 특성을 알아보려고 하였으며, 해나루 쌀가루 첨가에 따른 반죽의 발효율과 반죽의 pH를 측정하여 해나루 쌀가루 첨가에 따른 반죽의 특성을 분석하였다. 또한, TPA에 의한 식빵의 조직감, crumbScan을 통한 영상분석, 색차계, 식빵의 pH, 그리고 기호도 검사 및 특성 차이 검사를 통해 제품의 특성을 비교분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 대조구 반죽의 발효율을 측정한 결과, 0분에서 60분까지 대조구의 발효율이 가장 좋은 것으로 나타났지만, 발효시작 45분 후에 대조구는 HRF10과 발효율에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 75분에서 모든 시료들 간에 발효율 차이가 나타나지 않았으며, 그 이후에는 HRF50을 제외한 다른 시료와 대조구 간 발효율의 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 해나루 쌀가루의 과도한 첨가는 발효율을 저하시키지만, 적당한 첨가는 발효율에 큰 영향을

미치지 않는 것을 확인할 수 있었다. 대조구 반죽의 pH는 5.68이었고, 해나루 쌀가루를 첨가할수록 pH는 점차 높아지는 것으로 나타났다.

둘째, 식빵의 pH도 반죽과 마찬가지로 쌀가루의 첨가량이 늘어날수록 pH가 높아지는 것을 알 수 있었다.

셋째, 해나루 쌀가루를 첨가한 식빵의 부피와 비용적은 첨가량이 늘어날수록 감소하는 것으로 나타났다.

넷째, 해나루 쌀가루를 이용한 식빵의 TPA 분석에서 해나루 쌀가루가 많아질수록 경도와 씹힘성, 검성은 증가하는 것으로 나타났으나, 탄력성과 응집성에서는 모든 시료 간 유의적인 차이가 없었다.

다섯째, CrumbScan을 통한 분석결과는 껍질의 두께는 대조구와 실험구간에 차이가 없었으며, 기공의 형태와 조밀도는 HRF50과 나머지 시료 간에 유의적인 차이를 보여주었다.

여섯째, 식빵의 색도 변화에서 b 값은 쌀가루의 첨가량이 많아지면서 감소해 점점 노란색이 약해지는 경향을 보여주어 유의적인 차이가 있었고, L 값과 a 값은 유의적인 차이가 없었다.

일곱째, 관능검사 중 특성차이검사의 결과, 해나루 쌀가루를 이용하여 제조한 식빵의 제품차이는 속질색은 유의적인 차이가 없었고, 껍질색은 대조구가 실험구보다 연했으나 실험구간에 유의

적인 차이는 없었다. 특성차이검사를 통해 당진 해나루 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 기공의 크기는 작아졌으며, 기공이 더욱 견고해지고, 탄력성과 촉촉함, 식빵의 부피가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으나 쌀의 풍미는 증가한다는 사실을 확인할 수 있었다. 기호도 검사 결과에서는 외관은 HRF30이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 대조구와는 유의적인 차이가 없었고, 조직감은 대조구가 가장 좋았으나 HRF10, HRF30과 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 대조구가 가장 높았으나 실험구 중에서는 HRF10이 가장 좋았으며 HRF30도 대조구와는 유의적 차이가 나타나지 않았다.

따라서 해나루 쌀가루를 식빵에 첨가할 경우, 30%까지 제빵 적성에 큰 문제를 주지 않으면서도 소비자들로부터 만족스러운 반응을 얻을 수 있을 것으로 보이며, 쌀가루를 첨가한 식빵을 만듦으로써 쌀 소비량을 증가시키고 지역 경제의 활성화에도 기여할 수 있을 것으로 여겨진다. 시간의 경과에 따른 저장성 실험을 하지 못한 점이 본 연구의 한계점으로 건강과 기능성에도 좋은 베이커리 제품을 만들 수 있도록 좀 더 깊은 연구가 활발히 이루어져야 할 것으로 사료된다.

한글 초록

본 연구는 밀가루의 일정량을 당진 특산물인 해나루 쌀가루를 10%, 30%, 50% 대체하여 제조된 식빵의 품질 특성을 알아보고자 진행되었다. 발효율, pH, 부피, 비용적, TPA, 영상분석, 색도, 기호도 검사, 특성차이 검사를 통하여 해나루 쌀가루를 첨가한 식빵을 분석하였다. 발효율은 60분까지는 대조구가 가장 좋았으나, 그 이후부터는 HRF 50 시료를 제외한 나머지 시료 간의 차이는 나타나지 않았으며, 반죽과 식빵 모두 해나루 쌀가루의 첨가량이 높을수록 pH가 높아졌고, 쌀식빵의 부피와 비용적은 감소하였다. TPA와 영상분석 결과, 쌀가루 첨가량이 많을수록 경도와 기공

의 조밀도는 증가하였으며, 기공의 찌그러짐은 감소하였고, 색도는 해나루 쌀가루 첨가량에 따라 b 값이 낮아졌다. 관능검사 결과 조직감과 풍미, 전체적인 기호도에서 대조구가 가장 좋은 평가를 받았으나, 외관은 HRF 30, 맛은 HRF 10이 대조구보다 더 좋게 평가되었으며, 세 시료 간 유의적인 차이는 발견되지 않아 결과적으로 해나루 쌀가루를 30%까지 첨가하여도 밀가루 식빵과 소비자의 기호도에서 큰 차이는 나타나지 않을 것으로 사료되었다.

주제어 : 해나루 쌀, 쌀가루, 식빵, 크림스캔(영상분석), 품질특성

감사의 글

본 연구는 2014년도 신성대학교 특성화 사업의 재원을 지원받아 수행된 비즈니스모델사업의 연구결과입니다.

참고문헌

- AACC (1995). Approved Methods of the AACC 9th ed. Method 10-10A. American Association of Cereal Chemists St. Paul, Minnesota. USA.
- AACC (1995). Approved Methods of the AACC 9th ed. Method 02-52. American Association of Cereal Chemists St. Paul, Minnesota. USA.
- AACC (1995). Approved Methods of the AACC 9th ed. Method 72-10. American Association of Cereal Chemists St. Paul, Minnesota. USA.
- Agriculture & Forestry Statistical Yearbook (2000). Crop Production. Ministry of Agriculture & Forestry, 96-97, Seoul, Korea.
- 당진시 농업기술센터. 해나루쌀소개. Assessed October 30. 2015. Available http://www.djatk.or.kr/html/dangjin/product/product_01_01.html
- 이성택. 바다에 버릴 수도 없고...묵은 쌀 어찌나.

- 한국일보, Assessed October 28. 2015. Available <http://news.nate.com/view/20151028n02-578>
- 이승인. ‘해나루쌀’ 농협 최고 브랜드쌀 ‘우뚱’. Assessed October 30. 2015. Available http://www.nonghyup.com/FarmerNews/Coopunion_View.aspx?Idx=55
- Bennion EB, Bamford GST (1997). The Technology of Cake Making. 6th ed, Blackie Academic & Professional. 275-286, London.
- Charoenthakij P, Laungprasan P, Sungkhamongkolkait A, Uan-on T, No HK, Prinyawiwatkul W (2014). Quality of composite wheat-wet milled glutinous rice flour bread and effects of chitosan on its quality during storage. *J Chitin Chitosan* 19(2):107-114.
- Cho SJ, Jung EH (1995). Sensory quality of rice-wheat bread. *Korean J Community Living Sci* 6(2):91-97.
- Choi HC (2002). Perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J Crop Sci* 47: 15-32.
- Choi ID (2010). Substitution of rice flour on bread-making properties. *Korean J Food Preserv* 17 (5):667-673.
- Hathorn CS, Biswas MA, Gichuhi PN, Bovell-Benjamin AC (2008). Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweet-potato flour and high-gluten dough enhancers. *LWT* 41:803-815.
- Ju HW, An HL, Lee KS (2010). Quality characteristics of bread added with black garlic powder. *Korean J Culinary Res* 16(4):260-273.
- Ju JE, Nam YH, Lee KA (2006). Quality characteristics of sponge caked with wheat-rice composite flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22(6): 923-929.
- Kim EJ, Lee KS (2013). Quality characteristics of white pan bread with honey. *Korean J Culinary Res* 19(4):147-160.
- Kim HA, Lee KS (2011). A study on the quality characteristics of morning buns made from different particle sizes of Goami powder. *Korean J Culinary Res* 17(5):218-230.
- Kim HR, Kwon YH, Kim JH, Ahn BH (2011). Quality analysis of diverse rice species for rice products. *Korean J Food Sci Technol* 43(2): 142-148.
- Kim JH, Yoon MR, Kang MY (2012). A comparative study of the processing aptitudes of the muffins produced by rice cultivars. *Korean J Food Cookery Sci* 28(5):541-547.
- Kim JN, Shin WS (2009). Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 41(1):69-76.
- Kim MA (1992). Effect of different kinds of rice flours on characters of sponge cake. *Korean J Soc Food Sci* 8(4):371-378.
- Lee MH, Lee YT (2006). Bread-making properties of rice flours produced by dry, wet and semi-wet milling. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35 (7):886-890.
- Marco C, Rosell CM (2008). Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. *Eur Food Res Technol* 227(4):1205-1213.
- Miller RA, Graf E, Hosney RC (1994). Leavened dough pH determination by an improved method. *J Food Sci* 59(5):1086-1087.
- Park CE, Kim YS, Park DJ, Park KJ, Kim BK (2011). Pasting and sensory properties of commercial rice products. *Korean J Food Sci Technol*. 43(4):401-406.
- Park JH, Kim DC, Lee SE, Kim OW, Kim H, Lim ST, Kim SS (2014). Effects of rice flour size

- fractions on gluten free rice bread. *Food Sci Biotechnol* 23(6):1875-1883.
- Park MK, Lee KH, Kang SA (2006). Effect of particle size of rice flour on popping rice bread. *Korean J Food Cookery Sci* 22(4):419-427.
- Shin MS (2009). Rice - processed food. *Food Science and Industry* 42(4):2-18.
- Song YK, Hwang SY, Qu LJ, Kang KO (2012). Quality characteristics of the steamed cake containing rice flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 22(6):802-811.
- Tsai CL, Sugiyama J, Shibata M, Kokawa M, Fujita K, Tsuta M, Nabetani H, Araki T (2012). Changes in the texture and viscoelastic properties of bread containing rice porridge during storage. *Biosci Biotechnol Biochem* 76 (2):331-335.
-

2015년 11월 19일 접수

2016년 01월 12일 1차 논문수정

2016년 01월 28일 2차 논문수정

2016년 02월 11일 논문 게재확정