



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

현미 발효종을 이용한 찌빵의 품질특성

2016년



HANSUNG
UNIVERSITY

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

최동순

석사학위논문

지도교수 이명호

현미 발효종을 이용한 찜빵의 품질특성

Quality Characteristics of Steamed Bread with
Brown rice Sourdough starter.



2015년 12월 일

HANSUNG
UNIVERSITY

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

최동순

석사학위논문

지도교수 이명호

현미 발효종을 이용한 찐빵의 품질특성

Quality Characteristics of Steamed Bread with
Brown rice Sourdough starter.

위 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2015년 12월 일

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

최동순

최동순의 경영학 석사학위논문을 인준함

2015년 12월 일

심사위원장 _____ 인

심 사 위 원 _____ 인

심 사 위 원 _____ 인

국 문 초 록

현미 발효종을 이용한 찰빵의 품질특성

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식 경영학과

외식경영전공

최 동 순

본 연구는 보편화와 영양적인 면을 고려한 찰빵의 품질을 향상시키기 위해 현미를 이용하여 발효종을 제조한 다음, 제조된 현미 발효종을 이용하여 찰빵을 만든 후 반죽의 pH, 적정산도, 찰빵의 부피 및 비용적, 색도, 외관 및 단면구조, 물성, 관능검사 및 저장 중 품질특성을 분석하였다.

현미 액종의 발효시간에 따른 pH 변화는 발효시간이 길어질수록 감소하는 경향이 있으며, 적정산도는 이와 다르게 발효시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였으며, 당도 변화의 경우 발효시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이 나타나 유의한 차이가 있었다.

현미 액종을 이용한 현미 발효종의 부피의 결과 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었으며, pH 변화의 경우 발효시간에 따라 유의적으로 낮았고, 적정산도의 결과는 시간이 지나감에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다.

찰빵 반죽에 들어가는 현미발효종의 첨가량에 따른 반죽의 pH 및 적정산도를 보면, 시료 간에 유의한 차이가 있었고, 발효시간에 따른 찰빵 반죽의 부피가 현미 발효종 20%시료가 가장 높게 증가하는 경향이 나타났다. 찰빵의 비용적을 측정한 결과 지름은 현미 발효종 20%시료가 가장 높았고, 높이에서는 대조구가 가장 높았다.

찰빵의 외관과 단면구조를 측정한 결과는 현미 발효종 20%시료의 부피가

가장 크게 나타났고, 색도의 경우 L^* 값, a^* 값, b^* 값 모두 현미 발효종 40%시료에서 가장 높게 나타났다. 찰빵의 물성의 경우에는 경도, 점착성, 씹힘성은 현미 발효종 40%시료가 가장 높았으며, 탄력성, 응집성은 현미 발효종 30%시료가 가장 높았다.

찰빵의 관능검사를 측정한 결과에서 색에 대한 선호도로는 L^* 값이 현미 발효종 40%시료에서 가장 높았고, 향미, 맛, 질감, 외형 및 전체적인 선호도는 현미 발효종 20%시료에서 가장 높게 나타났다.

현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 수분함량 변화를 측정한 결과는 모든 시료의 수분함량은 감소하는 경향을 보였으며, pH 변화에서 결과는 현미 발효종 첨가량이 많을수록 더 서서히 감소했고, 적정산도 변화의 결과는 현미 발효종을 첨가한 시료들은 완만하게 증가하여 pH의 값과 적정산도의 값은 서로 반대되는 경향이 나타났다.

찰빵의 저장 중 물성 변화를 측정한 결과에서는 경도, 점착성, 씹힘성은 현미 발효종 40%시료가 가장 높았으며, 탄력성, 응집성은 현미 발효종 30%시료가 가장 높았고, 찰빵의 저장 중 관능검사를 측정한 결과는 향, 맛, 외관, 질감에서는 현미 발효종 20%시료가 가장 높았으며, 색에서는 현미 발효종 40%시료가 가장 높았다.

따라서 전체적인 선호도 분석 결과, 현미 발효종 20%시료가 가장 높았으며, 현미 발효종 40%시료가 가장 낮았다.

【주요어】 현미, 현미액종, 현미발효종, 찰빵, 품질특성

목 차

제 I 장 서론	1
제 II 장 이론적 배경	4
제 1 절 현미의 특징과 효능	4
1) 현미의 특징	4
2) 현미의 효능	4
3) 현미의 선행연구	6
제 2 절 천연 발효종의 역사와 개념	7
1) 천연 발효종의 역사	7
2) 천연 발효종의 개념	7
3) 천연 발효종의 선행연구	8
제 III 장 실험방법	10
제 1 절 실험재료	10
제 2 절 현미 액종의 제조 및 실험방법	10
1) 현미 액종 제조	10
2) 발효시간에 따른 현미 액종의 pH 측정	10
3) 발효시간에 따른 현미 액종의 적정산도 측정	11
4) 발효시간에 따른 현미 액종의 당도 측정	11

제 3 절 현미 액종을 이용한 현미 발효종 제조 및 실험계획	12
1) 현미 액종을 이용한 현미 발효종 제조	12
2) 발효시간에 따른 현미 발효종의 부피 측정	13
3) 발효시간에 따른 현미 발효종의 pH 측정	13
4) 발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도 측정	13
제 4 절 현미 발효종을 이용한 찰빵의 제조 및 실험계획	14
1) 현미 발효종을 이용한 찰빵제조	16
2) 현미 발효종을 이용한 찰빵반죽의 pH 및 적정산도 측정	16
3) 현미 발효종을 이용한 찰빵반죽의 발효시간에 따른 부피 측정	16
4) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 부피 및 비용적 측정	16
5) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 지름 및 높이	16
6) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 외관 및 단면구조 측정	17
7) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 색도 측정	17
8) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 물성 측정	17
9) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 관능검사	18
제 5 절 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 품질 변화 분석	19
1) 찰빵의 수분함량	19
2) 찰빵의 pH 및 적정산도	19
3) 찰빵의 물성	20
4) 찰빵의 관능검사	20
제 6 절 통계처리	20
 제 IV 장 결과 및 고찰	 21
제 1 절 현미 액종의 품질특성	21
1) 현미 액종의 발효시간에 따른 pH변화	21
2) 발효시간에 따른 현미 액종의 적정산도 변화	24
3) 발효시간에 따른 현미 액종의 당도 변화	27

제 2 절 현미 액종을 이용한 현미 발효종의 품질특성	30
1) 발효시간에 따른 현미 발효종의 부피 변화	30
2) 발효시간에 따른 현미 발효종의 pH 변화	33
3) 발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도 변화	36
제 3 절 현미 발효종을 이용한 찰빵의 품질특성	39
1) 현미 발효종의 첨가량에 따른 찰빵 반죽의 pH 및 적정산도	39
2) 발효시간에 따른 찰빵반죽의 부피 변화	41
3) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 부피 및 비용적	44
4) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 지름 및 높이	46
5) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 외관 및 단면구조	48
6) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 색도	50
7) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 물성	52
8) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 관능검사	54
제 4 절 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 품질특성	56
1) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 수분함량 변화	56
2) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 pH 변화	59
3) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 적정산도 변화	62
4) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 물성 변화	65
5) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 관능검사	74
제 V 장 요약 및 결론	84
참 고 문 헌	88
Abstract	93

표 목 차

Table 1. Formula and fermentation time of brown rice sourdough starter according to fermentation time.	12
Table 2. Baking formula of steamed bread with brown rice sourdough starter.	15
Table 3. Operating condition of texture analyzer.	18
Table 4. pH values change of brown rice fermented starter with fermentation time.	22
Table 5. Titratable acidity change of brown rice fermented starter with fermentation time.	25
Table 6. Sugar content of brown rice fermented stater with Fermentation time.	28
Table 7. Volume change of brown rice sourdough stater with fermentation time.	31
Table 8. pH values change of brown rice sourdough stater with fermentation time.	34
Table 9. Titratable acidity change of brown rice sourdough stater with fermentation time.	37
Table 10. pH and titratable acidity change of steamed bread dough with various levels of brown rice sourdough starter added. ·	40
Table 11. Dough volume change of steamed bread dough with fermetion time.	42
Table 12. Volume and specific volume of steamed bread with brown rice sourdough starter.	45
Table 13. Diameter and height of steamed bread with brown rice sourdough stater.	47
Table 14. Hunter's color data of steamed bread with brown rice sourdough stater.	51
Table 15. Mwchanical characteristics of steamed bread with brown rice sourdough stater.	53
Table 16. Sensory evaluation of steamed bread with brown rice sourdough stater.	55

Table 17. Water content change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	57
Table 18. pH value change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	60
Table 19. Titratable acidity change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	63
Table 20. Mechanical characteristics of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	67
Table 21. Sensory evaluation change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	76



그림 목 차

Fig. 1.	pH values change of brown rice fermented starter with fermentation time.	23
Fig. 2.	Titrateable acidity change of brown rice fermented starter with fermentation time.	26
Fig. 3.	Sugar content of brown rice fermented stater with fermentation time.	29
Fig. 4.	Volume change of brown rice sourdough stater with fermentation time.	32
Fig. 5.	pH values change of brown rice sourdough stater with fermentation time.	35
Fig. 6.	Titrateable acidity change of brown rice sourdough stater with fermentation time.	38
Fig. 7.	Dough volume change of steamed bread dough with fermetion time.	43
Fig. 8.	Using brown rice sourdough stater steamed bread of external appearance and section structure.	49
Fig. 9.	Water content change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	58
Fig. 10.	pH value change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	61
Fig. 11.	Titrateable acidity change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	64
Fig. 12.	Hardness change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	69
Fig. 13.	Springiness of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	70
Fig. 14.	Cohesiveness of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	71
Fig. 15.	Gumminess of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.	72

Fig. 16. Chewiness of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.....	73
Fig. 17. Color preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.....	78
Fig. 18. Tastes preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.....	79
Fig. 19. Flavor preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.....	80
Fig. 20. Appearance preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.....	81
Fig. 21. Texture preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.....	82
Fig. 22. Overall preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.....	83



제 I 장 서론

최근 외식문화 성장에 따른 변화로 식생활 방식이 다양화, 편의화, 생활수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 천연재료로 사용하는 음식이 발전함에 따라 빵 역시 관심이 높아져 기능성 재료와 천연효모를 이용한 빵에 대한 관심이 늘어나고 있다.¹⁾ sourdough bread는 북유럽에서 호밀을 이용하여 만들어졌던 오랜 역사를 가지고 있는 빵의 종류로서 이스트를 첨가하지 않고 야생효모와 젖산균(LAB: lactic acid bacteria)을 이용하여 발효시키기 때문에 밀가루와 이스트를 이용한 이스트 빵과 달리 독특한 맛과 향미를 가지고 있는 빵이기에²⁾ sourdough는 제빵에서 제빵효모와 같은 팽창제의 역할, 풍미, 소화성, 신선도, 저장성 기능을 향상시키기 위해 사용하고 있다.³⁾ 이에 따라 천연 발효종을 이용한 빵에 관한 연구와 천연 재료를 첨가한 빵의 상품화가 개발되고 있으며 특히 빵에 대한 소비자 기호도가 다양해지면서 건강유지를 위한 기능성 빵 제품의 상품화 시도 및 천연 발효종을 이용한 sourdough bread에 대한 소비자 관심이 확대되어 빵의 품질 향상을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다.⁴⁾ 천연 발효종에 관한 연구로는 가바쌀겨 천연 발효종,⁵⁾ 천연 발효액종,⁶⁾ 홍국(Red-koji)을 이용한 Sourdough Bread,⁷⁾ 천연제빵 발효종을⁸⁾ 첨가하여 빵의 풍미와 저장성 등을 향상시킨 빵 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 그 중에서 건포도 발효액은 대표적인 천연 발효빵의 발효액으로써 밀가루 또는 호밀가루와 발효시켜 발효종을 만들고 제빵제조에 기존 이스트 대신 첨가하여 발효력이 강하고 안정적이며 부피감이 있는 빵을

1) 이희태.(2014). "야콘첨가 sourdough starter와 이를 이용한 식빵의 품질특성" 호서대학교 일반대학원 박사학위논문, P.1.

2) Pyler.(1982). Baking Science and Technology. Siebel Publishing Co, 2:782.

3) 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.

4) Chung HC.(2008). Properties of sourdough-added bread. *Korean J Food Sci Technol*, 40:643-648.

5) 김숙영.(2012). "가바쌀겨 천연발효종을 첨가한 식빵의 품질 특성에 관한연구" 영남대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-3.

6) 최상호.(2012). "천연발효액종과 자광미 혼합분을 이용한 우리밀 식빵의 품질특성" 세종대학교 대학원 박사학위논문, PP.1-3.

7) 이재훈.(2007). "홍국(Red-koji)을 이용한 Sourdough Bread의 품질특성 연구" 경희대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-4.

8) 이종열.(2002). "천연제빵 발효종의 개발" 건국대학교 석사학위논문, PP.1-3.

만들 수 있다고 보고되었다.⁹⁾

오래전부터 주식으로 섭취했던 쌀을 영양, 맛 품질 및 기능성 면에서 개선하려는 시도로 쌀에 대해 지속적으로 연구되어 왔다. 1인당 하루 쌀 소비량은 매년 감소하고 있으며 곡류 같은 기타 양곡 소비량은 증가하고 있는 추세이며 도정율을 줄이고 무기질, 식이섬유, 단백질 등 영양성분을 증가하는 현미, 그리고 현미의 취반 특성을 개선하고 기능성을 증가시킨 발아현미 등에 대한 관심이 높아지며 이런 소비자의 요구는 안토시아닌을 함유한 흑미를 비롯한 유색미, 특수미 등의 개발이 생산으로 연결되고 있다.¹⁰⁾ 그중 현미는 비타민, 섬유질, 당질, 단백질, 미네랄 등의 영양소가 골고루 함유되어 있고 다량의 기능성 성분을 함유하고 있어 혈압강하, 면역력 증강 등에 도움을 주는 것으로 알려져 있다.¹¹⁾

서양에서는 오븐이 발달하여 굽는 조리법이 발달하였고, 우리나라의 경우에도 오븐의 사용이 증가하였지만 찌는 조리법을 많이 이용하고 있다고 보고되었다. 최근 제과 제빵 업계에서는 오븐에 굽지 않고 찌는 조리 방법을 이용하는데 많은 관심을 가지고 있다. 찌는 조리법을 이용하면 오븐을 이용할 때보다 시간이 단축될 수 있으며 오븐이 없이도 제조할 수 있는 장점이 있다.¹²⁾ 찌빵은 발효시킨 반죽을 수증기를 이용하여 찌서 만든 빵으로 동남아시아 여러 나라에서 오래 전부터 상식되어 왔고, 우리나라에서도 지금까지 꾸준히 소비되고 있다.¹³⁾ 일반적으로 찌빵의 발효는 이스트와 베이킹파우더와 같은 화학적 팽창제를 동시에 사용하는 발효법이 상용되고 있다.¹⁴⁾ 최근에는 소비자

9) 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*, 18:87-94.

10) 윤해라.(2007). "백미, 현미와 발아현미 쌀가루의 특성 및 파운드케이크 제조" 전남대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-3.

11) 김연우.(2012). "현미의 제분방법별 이화학적 특성 및 현미가래떡의 품질특성" 가천대학교 일반대학원 석사학위논문, PP.2-4.

12) Kwhak, S, & Jang, M.(2005). Optimization for the physical properties of steamed foam cakes prepared with single-stage method by response surface methodology. *J. Korean Soc. Food Sci. Nurt*, 34(4):557-566.

13) Nagao, S.(1995). : Wheat products in East Asia. *Cereal Foods World*, 40:480-483.

14) 김창순, 황철명, 송양순, 김혁일, 정동진, 한재홍.(2001). "한국형 찌빵 제조에 적합한

들의 건강지향적인 구매 성향에 맞추어 찰빵 제조시 건강에 이로운 곡류나 과채류를 첨가하거나 화학적 팽창제 대신 천연재료를 발효에 이용하려는 상업적인 노력이 행해지고 있지만 아직까지 찰빵의 품질향상을 위한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본연구의 찰빵의 영양성과 품질을 향상시키기 위하여 현미 액종을 제조하여 발효시간에 따른 현미 액종의 pH 및 적정산도를 측정하였고, 제조된 현미 액종을 이용하여 현미 발효종을 제조한 후 현미 발효종의 발효시간에 따른 부피와 pH, 적정산도를 측정하였다. 제조된 현미 발효종을 이용한 찰빵의 반죽의 발효과정 중 pH, 적정산도 및 반죽의 부피를 측정하였으며, 현미 발효종을 첨가한 찰빵의 무게, 부피, 비용적, 단면구조, 색도, 수분함량, 물성 및 관능검사를 실시하였다. 또한 20℃ incubator에서 4일 동안 저장하면서 수분함량, pH, 적정산도, 물성 및 관능검사의 변화를 통하여 현미발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 품질특성을 분석하였다. 빵의 관심이 높아지면서 연구 개발이 진행되며 소비자 역시 관심이 높아지면서 자연스럽게 직접 만들어 먹는 소비자가 늘어가는 추세에 가정에서도 간단한 도구로 만들 수 있는 찰빵에 천연 발효종을 만들어 보다 좋은 제품 개발을 위한 기초자료로 사용하는데 보탬이 되고자 한다.

시판 밀가루 품질 및 적정 제빵 조건" 「한국식품영양과학회지」, 30(6):1120.

제 II 장 이론적 배경

제 1 절 현미의 특징과 효능

1) 현미의 특징

현미는 벼의 왕겨를 제거한 것으로 과피(pericarp), 종피(seedcoat) 및 호분층(aleurone layer)으로 구성으로써 쌀겨층과 쌀알 기부의 작은 부분을 차지하고 있는 배아(embryo)와 나머지 대부분을 차지하고 있는 배유(endosperm)로 구성되어 있다. 현미 전립에 대한 각 부분의 중량비는 쌀겨층 5~6%, 배아 2~3%, 배유 92%로써¹⁵⁾ 현미의 영양성분은 수분 12.43%, 조단백 6.60%, 조지방 2.1%, 조섬유 1.4%, 조회분 1.20%, 탄수화물 76.27%로 이루어져 있으며 단백질, 비타민, 무기질, 식이섬유 등의 영양성분이 풍부하다.¹⁶⁾ 한편 현미는 아밀로오스의 함량에 따라 멥쌀현미와 찰쌀현미로 나뉘는데, 각각의 일반성분은 수분 12.11%와 11.97%, 단백질 7.02%와 7.74%, 회분 1.14%와 11.48%, 그리고 총 지질이 3.26%와 4.83%로 구성되어 있다.¹⁷⁾

2) 현미의 효능

현미에는 기능적 우수성이 뛰어나 혈중 콜레스테롤을 저하시켜 동맥경화를 예방, 간장 중 지질축적을 억제하는 효과가 뚜렷한 것으로 나타났고 쌀 단백질이 생체 내 지방대사에 영향을 미쳐 혈중 콜레스테롤과 중성지방을 감소시키는 효과가 있는 것으로 나타났으며, 특히 현미에서 분리된 단백질은 다른 곡류에 비해 양질의 단백질로 고지혈증 개선효과와 미강중의 단백질 분해물 중에서 혈압상승에 관련되는 효소(angiotensin converting enzyme)의 활성을

15) Juliano BO, Bechetel DB.(1985). The rice grain and its gross composition. In Rice Chemistry and Technology. *The American Association of Cereal Chemists*, 17-58.

16) Lee C, Shin JS.(2002). The effect of dietary fiber content of rice on the postprandial serum glucose response in normal subject. *Korean J. Food & Nutr*, 15:173-177.

17) Kim KA.(1996). Physicochemical properties of nonwaxy and waxy brown rice flour. *Korean J. Soc. Food Sci*, 12:557-561.

저해하는 펩타이드(angiotensin converting inhibitor)가 혈압 상승을 억제하는 효과가 기대되는 것으로 보고된 바 있다.¹⁸⁾ 그리고 현미는 당뇨와 변비 및 대장암의 예방효과와 현미에 포함되어 있는 식이섬유 함량은 밀가루의 3~4배, 백미의 2배로 혈당상승을 억제하고 분변 용적을 증가시키는 것으로 나타났다. 식이섬유 함량이 높은 현미가 백미에 비하여 혈당지수가 낮으므로 당뇨병환자의 식이요법으로 권장하고 있다.¹⁹⁾ 현미에는 비타민 E나 γ -oryzanol, tocotrienol, ferulic acid과 같은 강한 항산화제가 함유되어 있는데, 현미의 지질 조성상 분포 중 총지질의 80%는 겨에 함유되어 있고, 배유에는 20%가 들어있으며²⁰⁾ 현미에 함유된 항산화제는 인체 내에서 생체막의 손상이나 지질의 과산화를 억제하여 노화방지에도 중요한 역할을 한다.²¹⁾ 그 밖에도 현미에는 혈압강하, 뇌기능 개선, 면역력증강, 항돌연변이 효과, 암 예방 등에 효과가 있는 것으로 보고된 바 있으며,²²⁾ 피틴산(phytic acid, IP₆)도 체내 면역력을 증진시키고 유방암과 대장암 예방에 효과적인 것으로 밝혀졌다.²³⁾

18) Ha TY.(2008). Health functional properties of rice. *Korea Food Research Institute*, 13(2):22-26.

19) Lee C, Shin JS.(2002). op.cit. *Korean J. Food & Nutr*, 15:173-177.

20) Lee HJ, Lee HJ, Byun SM, Kim HS.(1988). Studies on the lipid content and neutral lipid composition of brown rice and milled rice. *Korean J. Food Sci. Technol*, 20: 585-593.

21) Choi EJ, Kim HS.(1997). Physicochemical and gelatinization properties of glutinous rice flour and starch steeped at different conditions. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr*, 26:17-24.

22) Bean MM.(1986). Rice flour its functional variations. *Cereal Foods World*, 31: 477-481.

23) Ha TY.(2008). ibid. 13(2):pp.22-26.

3) 현미의 선행연구

현미에 대한 연구는 건강식품으로써 현미에 관한 연구가 진행되고 있다.

백미, 현미와 발아현미 쌀가루의 특성 및 파운드케이크 제조 연구를²⁴⁾통해 서 쌀가루에 비해 현미가루가 단백질, 회분, 지질, 식이섬유가 많았으며 현미가루로 만든 파운드 케이크가 기존의 밀가루 케이크보다 보다 높은 점수를 받았다. 밀가루 알러지를 가진 소비자에게 식이섬유가 풍부할 뿐만 아니라 기능성을 함유하는 저열량 제품을 제공할 수 있음을 확인할 수 있다고 하였다.

현미가루를 이용한 제빵의 반죽 적성과 품질특성 연구에서는²⁵⁾ 식이섬유의 함량이 월등히 높았으며, 풍미와 식감은 현미빵이 우수하고, 식품의 기능성 요소인 식이섬유의 함량은 밀가루보다 현미빵이 월등히 많았다. 그리고 보관 중 노화되는 속도는 현미빵이 느렸으며 노화된 제품을 복원시킨 후의 풍미는 현미빵이 우수하였다고 하였다.

제조방법을 달리하여 제조한 현미가루 첨가 식빵의 품질특성 연구에서는²⁶⁾ 빵의 현미가루 첨가구들은 입안에서의 느낌, 맛에서 좋은 평가를 받았고, 전체적인 기호도는 시료들간에 유의한 차이는 없었으나 현미가루 첨가구보다 발아현미가루, 수침현미가루 첨가구는 내조구보다 좋은 점수를 받았다고 나타났다.

24) 윤해라.(2007). 전계논문, PP.59-60.

25) 강수진.(2005). "현미가루를 이용한 제빵의 반죽적성과 품질특성" 충남대학교 산업대학원 석사학위논문, PP.53-54.

26) 김명희, 신말식.(2003). "제조방법을 달리하여 제조한 현미가루 첨가 식빵의 품질 특성" 「한국식품조리과학회지」, 19(2):142.

제 2 절 천연 발효액종의 역사와 개념

1) 천연 발효종의 역사

최초의 발효빵은 기원전 4000년경에 메소포타미아지역과 고대 이집트에서 시작되었으며 밀이나 보리에 물을 첨가한 반죽이 공기 중의 효모에 의해 자연 발효된 발효빵은 기존의 딱딱한 빵과는 다르게 부드러운 질감을 지니고 향과 맛이 좋아진다는 것을 발견해 기원이 되었다. 이로부터 빵 만드는 방법과 효모배양법이 점차 발전하기 시작하였다.²⁷⁾ 19세기 중반 제빵용 이스트 도입 전까지 sourdough는 주로 팽창제로 쓰였으며, 제빵산업의 자동화로 이스트를 이용한 빵의 부피 팽창이 간단해져 sourdough 발효법은 호밀 빵을 비롯한 몇 가지 제품이 제한되어 왔지만 현재는 전통적인 발효 기법으로 더 많은 종류의 sourdough를 사용하는 경향이 바뀌고 있다.²⁸⁾

2) 천연 발효종의 개념

빵은 일반적으로 직날법과 중종법으로 만들어 졌으나 제빵기계가 발달함으로 인해 연속적으로 균일한 제품을 대량생산하기 위하여 1950년대 이후 액체 발효법이 고안되었다. 액체발효법은 중종법을 간략히 변형시킨 방법으로 액종을 만들어 식빵, 햄버거, 롤빵 등을 생산하게 되었다.²⁹⁾ 국내에서도 여러 가지 과일과 호밀을 넣고 만드는 액종, 사워종, 막걸리종, 맥주종, 누룩종 등 천연 발효빵이 개발되어 사용되고 있다.³⁰⁾ 그러나 천연 발효빵은 과일, 곡물에서 천연 효모를 활성화하기 위해 상당한 시간과 균일한 제품 생산을 위해 고도의 기술 및 작업조건이 요구되는 단점으로 상용화되지는 못하였으나, 최근

27) 고상진.(2011). 「천연효모가 살아있는 건강 빵 천연발효빵」 리스컴, p17.

28) 이희태.(2014). 전개논문, P.16.

29) 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.

30) 월간 베이커리.(2011). 「몸에 이로운 빵을 만드는 자연의 힘, 천연효모, 9월호」 대한제과 협회, PP.26-29.

소비자들이 건강을 지향하면서 슬로우 푸드에 대한 관심이 높아지므로 국내·외의 여러 연구자의 실험과 노력에 의해 배양기술을 표준화해 점차 실용화하는 단계에 이르렀다.³¹⁾³²⁾ 보편적으로 사용하고 있는 Sourdough starte 제조법에는 유럽의 호밀빵 제조용 Sourdough starte법이 있으며,³³⁾ 이 방법의 단계로 fresh, basic, full sour의 세종류가 있다. 밀가루와 물을 혼합하여 발효시키는 첫 번째 단계를 fresh sour이라 하고, 젖산균 활동으로 인해 산을 형성하여 낮은 PH로 만드는 두 번째 단계를 basic sour, 최종단계를 full sour라 한다. full sour단계에 Sourdough starte에서 Sourdough bread를 만들며, 여러 단계를 거치는 복잡한 방법 때문에 간단한 절차 Berlin short sour method가 발달되었다.³⁴⁾

3) 천연 발효종의 선행연구

Sourdough starte을 사용한 bread의 선행연구를 보면 가바쌀겨 천연 발효종을 첨가한 식빵의 품질 특성에 관한연구에서는³⁵⁾ 2차 발효시간이 상당히 길어지는 단점을 발효력이 활성화된 가바쌀겨 발효종을 첨가로 시간을 단축시킬수 있으며, 대조구보다 발효 팽창력과 부피가 개선되어 상품성이 우수한 것으로 사료된다고 하였다.

또한 야콘첨가 sourdough starter와 이를 이용한 식빵의 품질특성에³⁶⁾ 관한연구에서는 빵의 발효 기간을 줄이고 노화방지를 할수 있으며 향기와 맛이 뛰어난 제품을 만들 수 있다. 야콘을 이용한 sourdough 를 상용화하기 위해서는 이러한 영양을 최소화하기 위한 가공처리 방법과 저장성을 위한 처리방법과 보관하는 방법, 사용기한에 대한 연구도 이루어지야 할것을 사료된다고 하였다.

31) 김기주.(2003). "우수 분리발효 미생물을 이용한 sourdough 첨가 식빵의 제조법에 관한 연구" 영남대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-4.

32) Cho NJ, Kim HI, Kim SK.(1999). Effects of flour brew with *Bifidobacterium bifidum* as a natural bread improver. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28:1275-1282.

33) 백상봉.(1990). 「건강빵류의 품질개선」 월간제과제빵. 비앤씨월드, 26:34-45.

34) Qarooni J.(1996). Flat Bread Technology. *Chapman & Hall*.

35) 김숙영.(2012). 전개논문, P.52.

36) 이희태.(2014). 전개논문, P.119.

천연 발효액종과 자광미 혼합분을 이용한 우리밀 식빵의 품질특성에서는³⁷⁾ 천연 발효종 첨가구는 대조구보다 부피와 비용적은 낮고 경도가 높았으나 저장성 연장 효과가 있었으며, 기호도에서 높은 점수를 보였다. 특히 천연 발효종 50% 첨가구가 품질특성에서 대조구보다 높거나 유의적인 차이를 보이지 않아 yeast대체 천연 발효종 50% 첨가가 가장 적당할 것이라고 사료된다고 하였다.



37) 최상호.(2012). 전개논문, PP.144-147.

제 III 장 실험방법

제 1 절 실험재료

본 실험에서 사용한 새누리벼 품종은 전라남도 고흥군에서 2014년도에 수확한 쌀을 제공받아 실험에 사용하였으며, 강력분(대한제분), 버터(롯데삼강), 이스트(Saf Instant Yeast Red, Societe Industrielle Lesaffre, France), 소금(제재염, CJ제일제당), 설탕(백설탕, CJ제일제당)이며, 시중에서 각각 구입하여 사용하였다.

제 2 절 현미 액종의 제조 및 실험방법

1) 현미 액종 제조

현미 액종의 제조는 GO 등³⁸⁾의 방법을 변형하여 제조하여 사용하였다. 현미 150 g과 물 1500 g, 설탕 45 g을 분쇄기(HMF-100, Hanil Electric Co., Korea)에 넣고 강으로 3분간 미세하게 분쇄한 다음, 121℃에서 15분간 멸균한 병에 넣고 25℃ incubator에서 3일간 발효하였으며 12시간에 한 번씩 병속의 내용물이 잘 섞이도록 저어 주었다. 발효의 시작부터 12시간 간격으로 현미 액종을 채취하여 실험에 사용하였다.

2) 발효시간에 따른 현미 액종의 pH 측정

발효시간에 따른 현미 액종의 pH는 25℃에서 3일간 발효하면서 12시간마다 측정하였다. 현미 액종 10 g과 증류수 100 mL를 희석 시키고, 그 혼탁액을 실온에서 30분간 방치한 후 pH meter(Accumet 925, Fisher scientific, Hanover, USA)로 측정하였다.

38) Go SJ.(2014). Nautral Fermented Bread. *Leescom*. pp. 32-33.

효소 작용은 반응이 일어나고 있는 용액의 PH에 의해 영향을 받으며 효소의 본체는 단백질이므로 강산이나 강알칼리에 의하여 단백질이 변성되게 되며 불활성화 된다. 모든 효소에는 작용 최적 pH가 있는데 보통 4.5~8.0의 범위에 있으며, 펩신(pepsin)은 pH 1.5, 트립신은 pH 7.7, 아르기나제(arginase)는 pH 9.7이 최적 조건이다.³⁹⁾

3) 발효시간에 따른 현미 액종의 적정산도 측정

발효시간에 따른 현미 액종의 적정산도는 삼각플라스크에 현미 액종 3 g과 증류수 30 mL를 넣어 섞은 후, 실온에서 30분간 방치한 후에 phenolphthalein 지시약 2~3방울을 넣고 0.1N-NaOH로 중화 적정하였다.

산도는 소요된 NaOH의 양으로 다음 계산식에 따라 lactic acid(mg%)로 표시하였다.

$$\text{적정산도 (mg/100g)} = \frac{V \times F \times D \times 0.009}{S} \times 100$$

V : 0.1N-NaOH 용액의 적정소비량(mL)

F : 0.1N-NaOH 용액의 역가

D : 희석배수

0.009 : lactic acid 계수 값

S : 시료채취량

4) 발효시간에 따른 현미 액종의 당도 측정

당도는 현미 액종 5 g에 증류수 45 mL를 넣어 희석시킨 후, 혼탁액을 당도계(PAL-1, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 이용해 측정한 후 측정값의 희석배수 10을 곱하여 °Brix로 나타내었다.

39) 송태희, 유정희.(2009). 「이해하기 쉬운 식품화학」 도서출판 효일, P.243.

제 3 절 현미 액종을 이용한 현미 발효종 제조 및 실험계획

1) 현미 액종을 이용한 현미 발효종 제조

현미 액종을 이용한 현미 발효종의 예비실험을 통하여 배합비와 발효시간을 결정하였으며, 현미 발효종의 배합비는 Table 1과 같다.

현미 발효종은 3단계에 걸쳐 제조하였다. 1단계에서는 강력분 200 g, 현미 액종 200 g을 잘 섞은 다음, 온도 27℃, 습도 80%의 incubator에서 24시간 발효하였다. 2단계에서는 1단계에서 발효된 현미 발효종 400 g에 강력분 200 g, 증류수 200 g을 넣고 잘 섞은 다음 다시 24시간 동안 발효하였다. 3단계에서도 2단계에서와 같은 방법으로 현미 발효종을 만들어 24시간 동안 발효하였으며, 1단계에서 3단계까지의 발효과정 동안 12시간 간격으로 현미 발효종을 채취하여 실험에 사용하였다.

Table 1. Formula and fermentation time of brown rice sourdough starter according to fermentation time.

Step	Ingredients(g)				fermentation time. (hr)
	brown rice			brown rice sourdough	
	Strong flour	sourdough starter	Water		
1	200	200	0	0	24
2	200	0	200	400	24
3	400	0	400	800	24

2) 발효시간에 따른 현미 발효종의 부피 측정

현미 액종을 이용하여 현미 발효종을 제조한 직후, 현미 발효종 20 g을 100 mL 메스실린더에 각각 넣고 27℃에서 발효시키면서 12시간 간격으로 반죽의 높이를 측정하여 부피(mL)로 나타내었다.

3) 발효시간에 따른 현미 발효종의 pH 측정

발효시간에 따른 현미 발효종의 pH는 AOAC법⁴⁰⁾에 따라 현미 발효종 3 g을 증류수 30 mL에 넣고 희석하여 그 혼탁액을 실온에서 30분간 방치한 후 상등액을 취하여 pH meter(Accumet 925, Fisher scientific, Hanover, USA)로 측정하였다.

4) 발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도 측정

발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도는 현미 발효종 3 g을 증류수 30mL에 넣고 희석하여 실온에서 30분간 방치한 후, 상등액을 삼각플라스크에 따라낸 뒤 phenolphthalein 지시약 2~3방울을 넣고 0.1N-NaOH로 중화 적정하였다. 산도는 소요된 NaOH의 양으로 다음 계산식에 따라 lactic acid(mg%)로 표시하였다.

$$\text{적정산도 (mg/100g)} = \frac{V \times F \times D \times 0.009}{S} \times 100$$

V : 0.1N-NaOH 용액의 적정소비량(mL)

F : 0.1N-NaOH 용액의 역가

D : 희석배수

0.009 : lactic acid 계수 값

S : 시료채취량

40) AOAC.(1995). Official methods of analysis of AOAC Intl. 16th ed Method 943.02. Association of official Analytical Chemists, Arlington, VA. USA.

제 4 절 현미 발효종을 이용한 찰빵의 제조 및 실험계획

1) 현미 발효종을 이용한 찰빵 제조

현미 발효종을 이용한 찰빵 반죽의 배합비는 Table 2와 같다. 대조구 찰빵은 강력분 700 g, 물 406 g, 버터 28 g, 이스트 14 g, 설탕 63 g, 소금 8.4 g을 넣고 제조하였다. 현미 발효종을 첨가한 찰빵은 현미 발효종의 첨가 비율에 따라 이스트의 비율을 달리하여 다음과 같이 제조하였다. 현미 발효종 10%와 이스트 11.2 g(A 시료), 현미 발효종 20%와 이스트 8.4 g(B 시료), 현미 발효종 30%와 이스트 5.6 g(C 시료), 현미 발효종 40%와 이스트 2.8 g(D 시료)로 하였다. 찰빵 제조를 위한 배합은 대조구의 배합 비율을 기준으로 하여 버터, 소금은 대조구의 배합량에 고정하고, 밀가루의 수분함량 10%를 제외한 후 고형물 함량을 기준으로 현미 발효종의 첨가량에 따라 각 시료별로 밀가루의 양과 설탕, 이스트, 물의 첨가량을 결정하였다.

현미 발효종을 첨가한 찰빵의 반죽은 각 시료의 분량대로 계량하여 반죽기(5KPM5E, Whirlpool Inc., Michigan, USA)를 이용해 저속으로 1분, 중속으로 4분, 고속으로 2분간 믹싱하였고 온도 27℃, 습도 75%에서 45분간 1차 발효하였다. 1차 발효가 끝난 반죽을 60 g씩 분할하여 성형한 다음, 찜기에 넣고 물을 분무하여 온도 32℃, 습도 85%에서 30분간 2차 발효하였다. 찜통에 물 3 L를 넣고 가열하여 끓기 시작했을 때 2차 발효가 끝난 반죽을 찜솥에 얹어 20분간 찜 후, 불을 끄고 5분간 뜸을 들여 찰빵을 제조하였다. 찜진 찰빵은 실온에서 1시간 냉각한 후 찰빵의 품질특성을 분석하였고, 저장기간에 따른 찰빵의 품질특성을 위하여 찰빵을 폴리에틸렌 필름으로 밀봉하여 20℃의 incubator에서 0, 1, 2, 3 및 4일 동안 저장하면서 품질 특성을 분석하였다.

Table 2. Baking formula of steamed bread with brown rice sourdough starter.

Samples ¹⁾	control	A	B	C	D
Strong flour	700	672	637	602	567
Sugar	63	54.88	47.88	40.88	33.88
Salt	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Butter	28	28	28	28	28
Yeast	14	11.2	8.4	5.6	2.8
Watre	406	363.3	328.3	293.3	258.3
Brown rice sourdough starter.	0	70	140	210	280

¹⁾Control : Brown rice sourdough starter. 0 g +Yeast 14 g

A : Brown rice sourdough starter. 10% + Yeast 11.2 g

B : Brown rice sourdough starter. 20% + Yeast 8.4 g

C : Brown rice sourdough starter. 30% + Yeast 5.6 g

D : Brown rice sourdough starter. 40% + Yeast 2.8 g

2) 현미 발효종을 이용한 찰빵 반죽의 pH 및 적정산도 측정

현미 발효종을 첨가한 찰빵 반죽의 pH 및 적정산도의 측정은 pH meter(Accumet 925, Fisher scientific, Hanover, USA), 발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도 측정방법과 동일하게 측정하였다.

3) 현미 발효종을 이용한 찰빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 측정

현미 발효종을 첨가한 찰빵의 반죽 60 g을 취해 250 mL 메스실린더에 각각 넣고, Table 2. Baking formula of steamed bread with brown rice sourdough starter.에서와 같이 27℃에서 1차 발효를 45분간 한 후, 가스빼기를 하고 반죽을 다시 60 g을 취해 250 mL 메스실린더에 넣어 32℃에서 30분간 2차 발효하면서, 15분 간격으로 반죽의 높이를 측정하여 부피(mL)로 나타내었다.

4) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 부피 및 비용적 측정

현미 발효종을 이용한 찰빵의 부피는 종자치환법⁴¹⁾으로 측정하였다. 찰빵을 측정용기에 넣고 그 위에 참깨를 가득 부은 후 스파툴라로 측정용기 윗면을 평평하게 깎은 후 참깨의 부피를 측정하여 찰빵의 부피를 구하였다. 찰빵의 비용적은 찰빵의 중량에 대한 찰빵 부피의 비(mL/g)로 표시하였다.

5) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 지름 및 높이

현미 발효종을 이용한 찰빵의 지름은 찰빵의 중심을 기준으로 지름을 측정한 후 90° 회전하여 다시 한 번 지름을 측정하여 두 지름의 평균값으로 나타내었고, 높이는 찰빵의 중심의 가장 높은 값을 측정하여 mm로 나타내었다.

41) Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM.(1979). The experimental study of food. Houghton Mifflin, P.459.

6) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 외관 및 단면구조 측정

현미 발효종을 이용한 찰빵의 외관은 디지털카메라(D300s, Nikon, Japan)로 촬영하였으며, 단면구조는 찰빵을 실온에서 1시간 방냉한 후 단면을 자른 다음 비디오현미경(SV-32, Sometech Co., Seoul, Korea)을 통하여 40배율로 확대한 후 기공의 크기와 형태를 측정하였다.

7) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 색도 측정

현미 발효종을 이용한 찰빵의 색도는 색차계(JC 801S, Tokyo, Japan)를 사용하여 L (백색도), a (적색도), b (황색도) 값을 측정하였다.

8) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 물성 측정

현미 발효종을 이용한 현미찰빵의 조직감의 차이를 측정하기 위해 Texture Analyzer(TA-XT2i, Stable Micro System Co., Surrey, UK)를 이용하여 TPA(texture profile analysis)로 측정하였다. 시료는 제조된 찰빵의 중심부분을 $2 \times 2 \times 2$ cm의 정육면체 모양으로 자른 후 압착하여 측정하였다. 측정 조건은 Table 3과 같으며 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 찰빵의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)의 평균값을 구하였다.

Table 3. Operating condition of texture analyzer.

Classification	Qualification
Instrument	TA-XT2i(Stable Micro System Co.)
Test mode	Measure force compression
Option	Return to start
Pre-test speed	1.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Distance	50%
Calibrate probe	P/45

9) 현미 발효종을 이용한 찐빵의 관능검사

찐빵의 관능적 특성을 비교하기 위해 **조리과학과 대학(원)생 15명**을 대상으로 하여 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 물로 입안을 행구도록 하였고 1~2분 지난 후에 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가 항목은 색(color), 맛(taste), 향미(flavor), 외형(appearance), 질감(texture) 및 전체적인 선호도(overall preference)이며, 각각의 특성은 15점 line-scale로 평가하였으며, 1점은 ‘매우 좋지 않다’, 15점은 ‘매우 좋다’로 평가하였다.

제 5 절 현미 발효종을 이용한 찌빵의 저장 중 품질변화 분석

1) 찌빵의 수분함량

현미 발효종을 이용한 찌빵의 저장 기간 중 수분함량은 105℃ 상압가열 건조법을⁴²⁾ 이용하여 측정하였다.

2) 찌빵의 pH 및 적정산도

현미 발효종을 이용한 찌빵의 저장 기간 중 pH는 찌빵의 중심부분을 취하여 분쇄기(HMF-100, Hanil Electric Co., Korea)를 이용해 강으로 2분간 미세하게 분쇄하여 분말을 만들었다. 찌빵 분말 3 g을 증류수 30mL에 넣고 실온에서 30분간 교반한 다음, 3000rpm으로 30분간 원심분리 한 후 상등액을 취하여 pH meter(Accumet 925, Fisher scientific, Hanover, USA)로 측정하였다. 찌빵의 저장 기간 중 적정산도는 분쇄한 찌빵 분말 3 g을 증류수 30mL에 넣고 실온에서 30분간 교반한 다음, 3000rpm으로 30분간 원심분리하여 상등액을 삼각플라스크에 따라낸 뒤 phenolphthalein 지시약을 2~3방울 넣고, 0.1N-NaOH로 중화 적정하였다. 적정산도는 소요된 NaOH의 양으로 다음 계산식에 따라 lactic acid(mg%)로 표시하였다.

$$\text{적정산도 (mg/100g)} = \frac{V \times F \times D \times 0.009}{S} \times 100$$

V : 0.1N-NaOH 용액의 적정소비량(mL)

F : 0.1N-NaOH 용액의 역가

D : 희석배수

0.009 : lactic acid 계수 값

S : 시료채취량

42) AOAC.(1984). Official methods of analysis, 14th ed. Association of official Analytical Chemists, Washington D.C. PP.31-47.

3) 찢빵의 물성

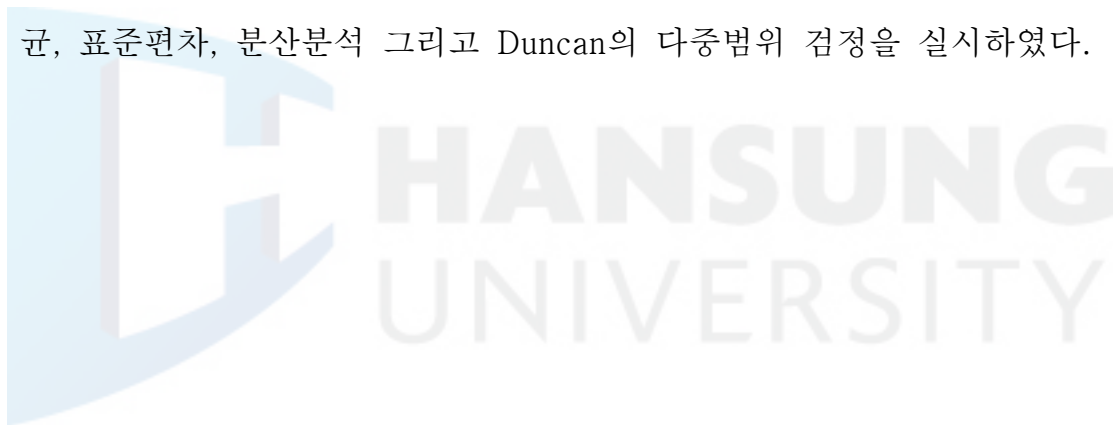
저장 중 찢빵의 물성은 Table 3. Operating condition of texture analyzer의 물성 측정과 동일한 방법으로 측정하였다.

4) 찢빵의 관능검사

저장 중 찢빵의 관능검사는 현미 발효종을 이용한 찢빵의 관능검사와 동일한 방법으로 측정하였다.

제 6 절 통계처리

본 연구의 실험결과는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 20.0 for Window, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 분석방법에서 평균, 표준편차, 분산분석 그리고 Duncan의 다중범위 검정을 실시하였다.



제 IV 장 결과 및 고찰

제 1 절 현미 액종의 품질특성

1) 현미 액종의 발효시간에 따른 pH 변화

현미 액종을 제조하는 과정은 총 72시간이 소요 되었으며, 발효력을 측정하기 위하여 12시간 마다 pH를 측정하였다. 현미 액종의 pH를 측정한 결과는 Table 4 및 Fig. 1과 같다.

현미 액종의 pH는 발효 0시간째에 7.58이었고, 12시간째에 7.04, 24시간째에 6.38, 36시간째 4.94, 48시간째 4.44, 60시간째에 3.95, 72시간째에 2.83 시간째로 나타났으며, 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 발효 0시간부터 24까지는 완만하게 감소하다가 24시간부터 36시간까지는 급격히 감소하였고, 36시간부터 72시간까지는 완만하게 감소하였으며, 발효시간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였다. Kim 등(2008)의⁴³⁾ 건포도 액종 연구와 빙동주 등(2014)의 머루 발효 액종의⁴⁴⁾ 연구는 완만하게 pH가 감소하였으며, 최상호(2012)의⁴⁵⁾ 건포도, 블루베리-쌀 천연 발효액 연구에서도 0시간부터 1일차까지는 급격히 감소하였고, 2일차부터는 완만히 감소와 배양시간이 길어질수록 pH는 감소하는 경향이 보였다. 블루베리 천연 발효액종만이 pH가 증가하고, 2일차부터 감소하여 다소 다른 경향을 나타냈으며, 처음 배양한 액종 pH의 수치는 각각 다른 수치가 나왔지만 배양시간이 경과할수록 pH는 점점 감소하는 경향이 본 연구의 pH 감소하는 경향과 일치 하였고, 블루베리 천연 발효액종만 배양시간이 증가함에 따라 꾸준히 증가하여 다소 다른 경향을 보였다.

43) Kim MY, Chun SS.(2008). op.cit. 18(1):87-94.

44) 빙동주,김원태,전순실.(2014). “머루를 이용한 Sourdough 식빵 개발” 『한국식품영양과학지』 43(12):1899.

45) 최상호.(2012). 전제논문, P.38.

Table 4. pH values change of brown rice fermented starter with fermentation time.

Fermentation time (hr)	pH
0	7.58±0.01 ^a
12	7.04±0.02 ^b
24	6.38±0.01 ^c
36	4.94±0.01 ^d
48	4.44±0.01 ^e
60	3.95±0.01 ^f
72	3.94±0.01 ^f

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

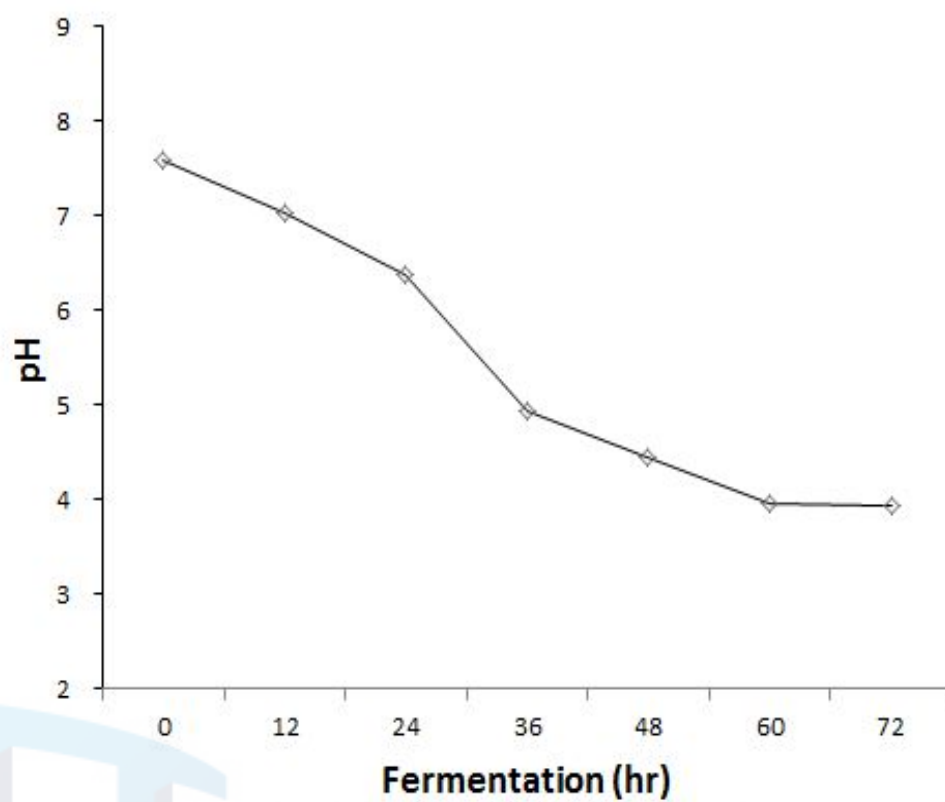


Fig. 1. pH values change of brown rice fermented starter with fermentation time.

2) 발효시간에 따른 현미 액종의 적정산도 변화

현미 액종을 제조하는 과정은 총 72시간이 소요 되었으며, 발효력을 측정하기 위하여 12시간 마다 적정산도를 측정하였다. 현미 액종의 적정산도를 측정한 결과는 Table 5 및 Fig. 2와 같다.

현미 액종의 적정산도는 발효 0시간째에 0.08이었고, 12시간째에 0.11, 24시간째에 0.14, 36시간째에 0.28, 48시간째에 0.34, 60시간째에 0.47, 72시간째에 0.51로 나타났으며, 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다.

발효 0시간부터 24시간까지는 완만하게 증가하다가 24시간부터 36시간까지는 급격히 증가하였고, 이후로도 발효시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 김숙영(2012)⁴⁶⁾ 건포도 액종, Kim 등(2008)⁴⁷⁾ 최상호(2012)⁴⁸⁾ 건포도 천연 발효액, 블루베리-쌀 천연 발효액, 쌀 발효액, 등 발효시간에 경과할수록 pH의 수치가 점점 감소하게 되었고, 그 반대로 적정산도 수치는 0시부터 1일차까지는 급격히 증가하였으며, 2일차부터는 완만히 증가하게 되었다. 블루베리 천연 발효액은 배양시간이 경과할수록 pH의 수치와 적정산도 수치가 증가하는 경향이 같이 나타났으며, 본 연구의 결과가 천연 발효액과 비슷한 경향을 가지고 있고, 각 연구의 적정산도 역시 처음 배양의 수치는 다르지만 발효시간이 지남에 따라 적정산도가 증가하는 경향이 보였다. 블루베리 천연 발효액만이 pH 수치가 다르게 나왔지만 반대로 적정산도 수치는 똑같이 증가하는 경향이 있어 본 연구의 적정산도 증가하는 경향이 비슷하다.

46) 김숙영.(2012). 전계논문, P.13.

47) Kim MY, Chun SS.(2008). op.cit, 18(1):87-94.

48) 최상호.(2012). 전계논문, P.38.

Table 5. Titratable acidity change of brown rice fermented starter with fermentation time.

Fermentation time (hr)	Titratable acidity(mg%)
0	0.08±0.02 ^g
12	0.11±0.02 ^f
24	0.14±0.02 ^e
36	0.28±0.01 ^d
48	0.34±0.02 ^c
60	0.47±0.00 ^b
72	0.51±0.02 ^a

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

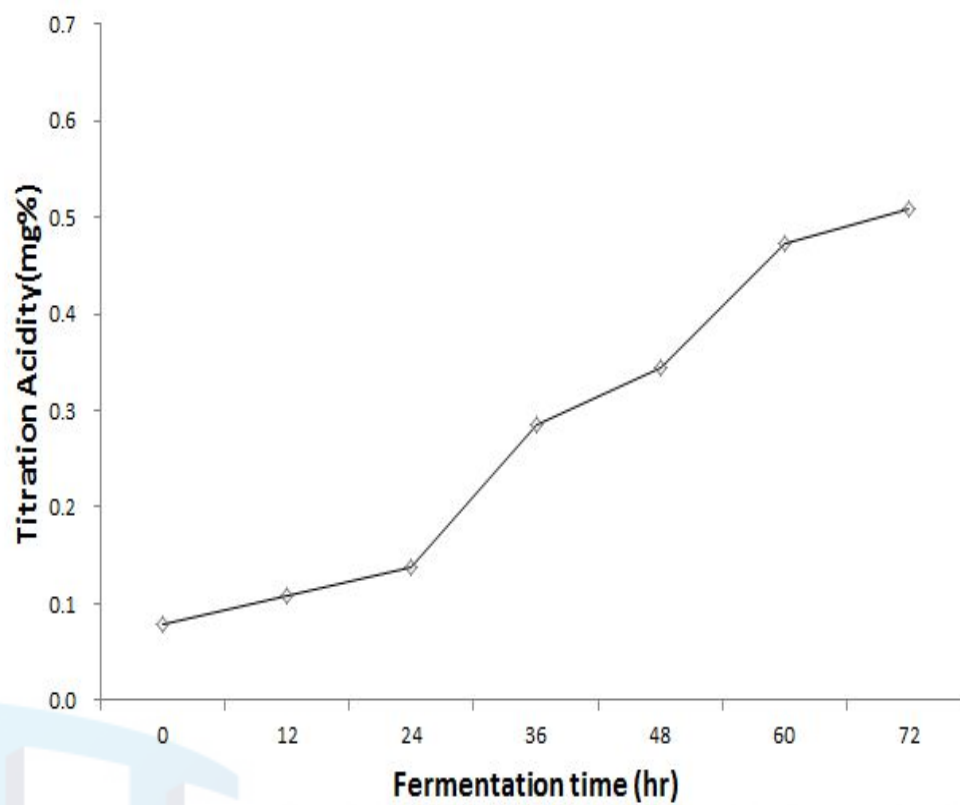


Fig. 2. Titratable acidity change of brown rice fermented starter with fermentation time.

3) 발효시간에 따른 현미 액종의 당도 변화

현미 액종을 제조하는 과정은 총 72시간이 소요 되었으며, 발효력을 측정하기 위하여 12시간 마다 당도를 측정하였다. 현미 액종의 당도를 측정한 결과는 Table 6 및 Fig. 3과 같다.

현미 액종의 당도는 발효 0시간째에 3.27°Brix이었고, 12시간째에 3.20°Brix, 24시간째에 3.17°Brix, 36시간째에 3.13°Brix, 48시간째에 3.10°Brix, 60시간째에 3.07°Brix, 72시간째에 2.83°Brix으로 나타났고, 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었으며, 발효시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. 최상호(2012)의⁴⁹⁾ 연구에서 발효액의 배양기간이 경과할수록 당도가 증가하다가, 3일차부터 점점 감소하는 경향을 보였으며, 블루베리 천연 발효액은 3일차까지는 본 연구와 같이 완만히 감소하였다. 김숙영의(2012)의 건포도 발효액,⁵⁰⁾ 빙동주 등(2014)의 버루 발효액의⁵¹⁾ 연구에서는 당도가 증가하다가, 1일차를 지나 점점 감소하는 경향이 보였다. 본 연구에서는 현미 발효액을 만들고 배양시간이 경과할수록 조금씩 감소하는 경향을 보였지만, 최상호(2012),⁵²⁾ 김숙영의(2012),⁵³⁾ 빙동주 등(2014)의⁵⁴⁾ 연구에서는 처음부터 감소가 아니라 배양시간이 증가함에 따라 당도가 증가했다가 3일차, 1일차 후에 감소하는 경향을 보였으며, Kim 등(2008)⁵⁵⁾ 발효시간이 길어짐에 따라 효모와 유산균과 같은 발효균이 증식하면서 당분을 먹이로 하여 발효작용이 활발해지며 일정시간이 지남에 따라 당을 소비하였기 때문으로 감소한다고 보고하였다.

49) 최상호.(2012). 전계논문, P.39.

50) 김숙영.(2012). 전계논문, P.13.

51) 빙동주, 김원태, 전순실.(2014). 전계논문, P.1899.

52) 최상호.(2012). 상계논문, P.39.

53) 김숙영.(2012). 상계논문, P.13.

54) 빙동주, 김원태, 전순실.(2014). 전계논문, P.1899.

55) Kim MY, Chun SS.(2008). op.cit, 18(1):87-94.

Table 6. Sugar content of brown rice fermented stater with Fermentation time.

Fermentation time (hr)	°Brix
0	3.27±0.06 ^a
12	3.20±0.00 ^{ab}
24	3.17±0.06 ^{abc}
36	3.13±0.06 ^{bc}
48	3.10±0.00 ^{bc}
60	3.07±0.06 ^c
72	2.83±0.12 ^d

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

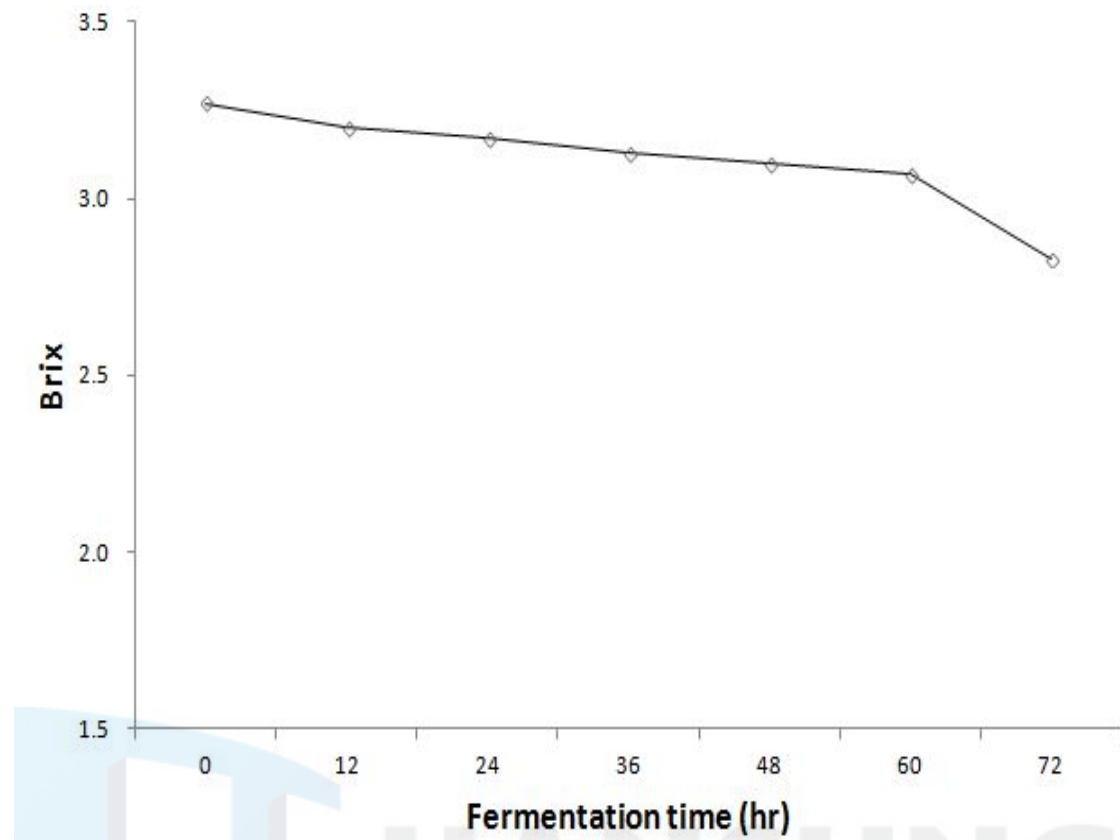


Fig. 3. Sugar content of brown rice fermented stater with Fermentation time.

제 2 절 현미 액종을 이용한 현미 발효종의 품질특성

1) 발효시간에 따른 현미 발효종의 부피 변화

현미 액종을 이용한 현미 발효종의 발효력을 측정하기 위하여 발효시간에 따른 현미 발효종의 부피를 측정한 결과는 Table 7 및 Fig. 4와 같다.

발효시간에 따른 현미 액종을 이용한 현미 발효종의 부피는 발효 0시간째에 18.80 mL이었고, 발효 12시간째에는 41.97 mL이었다. 발효 24시간째에는 35.73 mL, 36시간째에는 44.67 mL, 48시간째에는 34.47 mL, 60시간째에는 39.00 mL이었고, 발효 72시간째에는 22.37 mL이었으며, 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 1단계에서는 발효 12시간까지는 급격히 증가하다가 이후 감소하는 경향을 보였으며, 2단계와 3단계에서는 각각 48시간, 72시간까지 감소하는 경향을 보였다. 박정미 등(2013),⁵⁶⁾ 채동진 등(2011)⁵⁷⁾ 연구에서는 발효시간에 따라 증가하다가 120분, 180분 후 감소하는 경향이 있었고, 본 연구에서 24시간, 48시간 과정에 밀가루와 물을 첨가하여 부피의 변화가 증가를 하였다가 감소의 경향이 반복적으로 보였으며, 증가하였다가 감소하는 경향은 본 연구와 비슷하게 나타났다. 이러한 결과는 발효시간이 경과할수록 반죽의 산성화로 인해 sourdough starter의 발효력이 감소하였다는 Chea 등,⁵⁸⁾ Freund W.의⁵⁹⁾ 연구결과와도 유사한 결과로 발효시간이 길어짐에 따라 pH는 감소하고 적정산도는 증가하여 발효에 적합한 pH 범위를 벗어났기 때문으로 생각된다.

56) 박정미, 이혜민, 엄현주, 김상희, 송인규, 윤향식.(2013). “항균 활성이 있는 유산균을 이용한 발효빵의 제조 및 품질 특성” 「한국식품영양학회지」 26(2):203.

57) 채동진, 이광석, 장기효.(2011). "스타터로 사용한 Probiotics-효모 비율을 달리하여 제조한 Sourdough 제빵특성" 「한국식품과학회지」 43(1):48.

58) 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.

59) Freund W.(1995). Bäckerei-Konditorei Management V.: Verfahrenstechnik Brot und Kleingebäck (in German).

Table 7. Volume change of brown rice sourdough stater with fermentation time.

Fermentation time (hr)	Volume (mL)
0	18.80±0.10 ^f
12	41.97±1.55 ^b
24	35.73±0.40 ^d
36	44.67±1.89 ^a
48	34.47±0.98 ^d
60	39.00±0.50 ^c
72	22.37±0.21 ^e

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

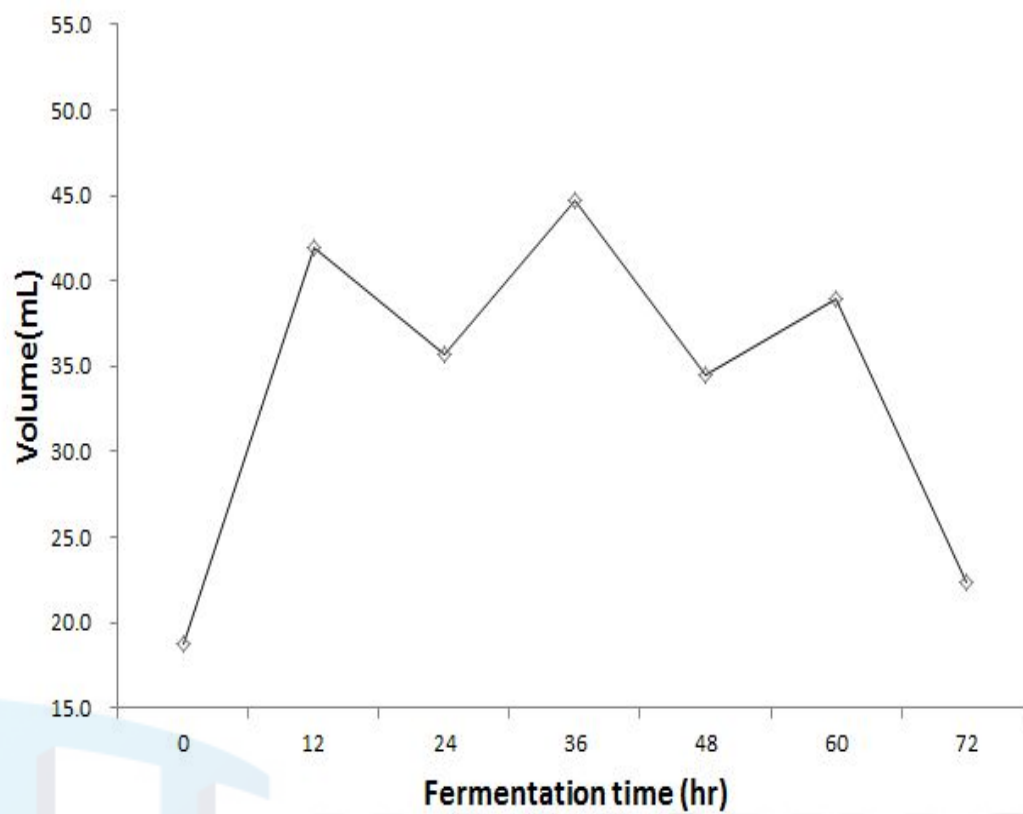


Fig. 4. Volume change of brown rice sourdough starter with fermentation time.

2) 발효시간에 따른 현미 발효종의 pH 변화

현미 액종을 이용한 현미 발효종의 발효력을 측정하기 위하여 발효시간에 따른 현미 발효종의 pH를 측정한 결과는 Table 8 및 Fig. 5와 같다.

발효시간에 따른 현미 발효종의 pH는 발효 0시간째에 5.72이었고, 발효 12시간째에는 4.08, 24시간째에는 4.01, 발효 36시간째에는 4.28, 발효 48시간째에는 4.03, 발효 60시간째에는 4.14, 발효 72시간째에는 4.02으로 나타났으며, 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 채동진 등(2011)의⁶⁰⁾ 연구에서 9시간까지 급격히 감소하였지만, 혼합 probiotics와 효모(*S. cerevisiae*)를 투입한 15시간 시점에 pH의 증가하다가 다시 감소하는 경향이 본연구의 강력 분과 물을 24시간, 48시간에 첨가로 인해 pH 증가하다가 감소하는 같은 경향이 보였다. 이경숙 등(2015),⁶¹⁾ 이재훈(2007),⁶²⁾ 홍정훈(2000)의⁶³⁾ 연구에서는 발효기간 동안 0시간부터 1일차까지 pH가 급격히 감소하고, 그 후에 완만히 감소하는 경향이 본 연구와 비슷한 경향이 나타나며, 발효종이 발효중 생성되는 물질은 ethanol, acetic, lactic acid, ethylacetate 등으로 이중에서 acetic, lactic acid 등은 pH를 낮춘다.⁶⁴⁾ 이러한 결과는 현미 발효종의 발효시간이 길어짐에 따라 sourdough 내에 존재하는 젖산균의 증식으로 인한 유기산의 생성이 증가하였기 때문으로 생각된다.

60) 채동진, 이광석, 장기효.(2011). 전계논문, PP.47-48.

61) 이경숙, 박금순.(2015). “다양한 곡류의 Sourdough를 첨가한 식빵의 품질특성” 「한국식품조리과학회지」, 31(3):268.

62) 이재훈.(2007). 전계논문, P.20.

63) 홍정훈.(2000). “보리가루에서 分離한 *Enterococcus* sp.와 *Lactobacillus* sp.를 添加한 sourdough가 보리식빵 製造 特性에 미치는 影響” 동아대학교 대학원 박사학위논문, PP. 27-28.

64) Corsetti A, Gobbetti M, Paoletti F, Russsi L, Rossi J.(1998). Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J. Food Sci.* 63:347-349.

Table 8. pH values change of brown rice sourdough stater with fermentation time.

Fermentation time (hr)	pH
0	5.72±0.04 ^a
12	4.08±0.01 ^d
24	4.01±0.01 ^e
36	4.28±0.02 ^b
48	4.03±0.00 ^e
60	4.14±0.02 ^c
72	4.02±0.01 ^e

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

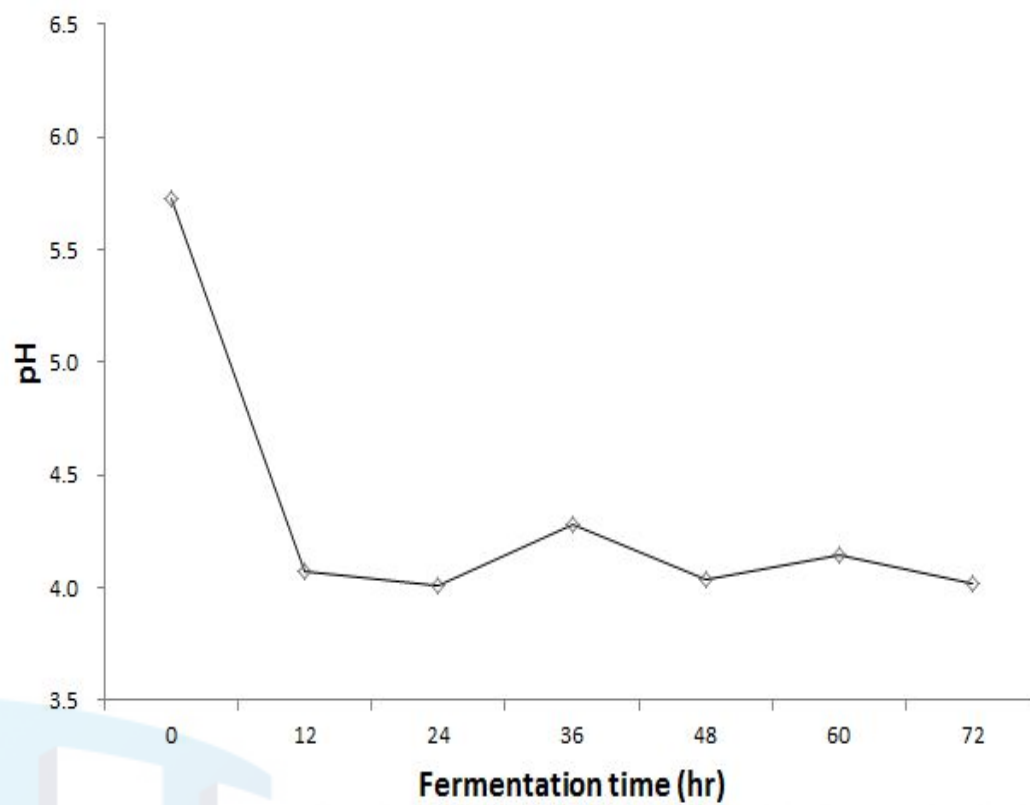


Fig. 5. pH values change of brown rice sourdough starter with fermentation time.

3) 발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도 변화

현미 액종을 이용한 현미 발효종의 발효력을 측정하기 위하여 발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도를 측정한 결과는 Table 9 및 Fig. 6과 같다.

발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도는 발효 0시간째에 0.21 mg%이었고, 발효 12시간째에는 0.85 mg%, 24시간째에는 0.92 mg%, 발효 36시간째에는 0.66 mg%, 발효 48시간째에는 0.91 mg%, 발효 60시간째에는 0.79 mg%, 발효 72시간째에는 0.92 mg%으로 나타났으며, 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 이경숙 등(2015),⁶⁵⁾ 이재훈(2007),⁶⁶⁾ 홍정훈(2000)의⁶⁷⁾ 연구에서도 1일차까지 급격히 증가하였다가 2일차부터는 꾸준히 증가하였다. 채동진 등(2011)의⁶⁸⁾ 연구에서는 15시간까지는 급격히 증가하였지만, 그후로부터 감소되었고, 혼합 probiotics와 효모(*S. cerevisiae*)을 투입한 시점에 다시 증가하는 경향이 보여 본 연구의 24시간, 48시간에 밀가루와 물을 섞는 시점에 적정 산도가 떨어지며, 36시간, 60시간부터 올라가는 시점이 본 연구와 비슷한 경향이 있었다. 발효과정의 pH 및 적정산도의 증가는 sourdough 반죽의 발효력, gluten 분해, 전분 분해 등에 영향을 준다.⁶⁹⁾

65) 이경숙, 박금순.(2015). 전계논문, 31(3):268.

66) 이재훈.(2007). 전계논문, P.20.

67) 홍정훈.(2000). 전계논문, PP.34-35.

68) 채동진, 이광석, 장기효.(2011). 전계논문, 43(1):48.

69) Corsetti A, Gobbetti M, Paoletti F, Russsi L, Rossi J.(1998). op.cit. 63:347-349.

Table 9. Titratable acidity change of brown rice sourdough stater with fermentation time.

Fermentation time (hr)	Titratable acidity(mg%)
0	0.21±0.03 ^e
12	0.85±0.02 ^b
24	0.92±0.02 ^a
36	0.66±0.02 ^d
48	0.91±0.03 ^a
60	0.79±0.03 ^c
72	0.92±0.03 ^a

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

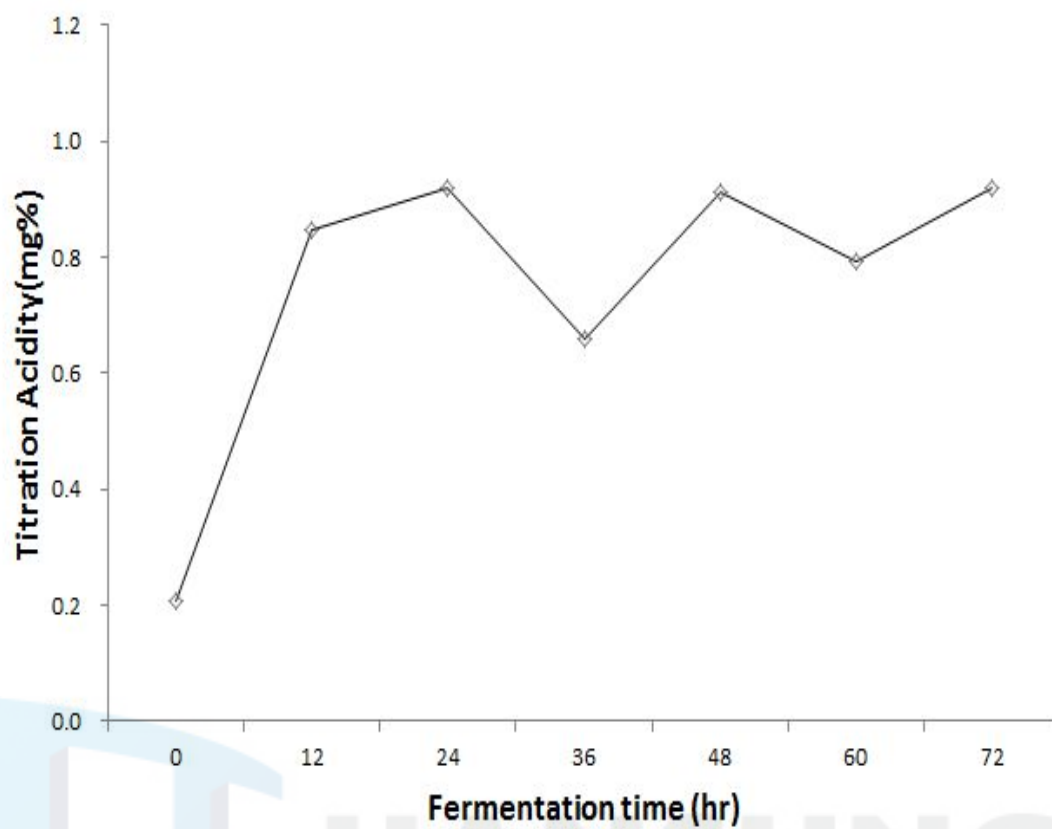


Fig. 6. Titratable acidity change of brown rice sourdough starter with fermentation time.

제 3 절 현미 발효종을 이용한 찜빵의 품질특성

1) 현미 발효종의 첨가량에 따른 찜빵 반죽의 pH 및 적정산도

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찜빵 반죽의 pH 및 적정산도를 측정한 결과는 Table 10과 같다.

대조구의 pH는 5.27이었고, A시료에서는 5.14, B시료에서는 4.94, C시료에서는 4.87, D시료에서는 4.74으로 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었고, 최동만(2007),⁷⁰⁾ 이재훈(2007)의⁷¹⁾ 연구에서도 대조구 수치가 5.90, 5.78로 가장 높아 본 연구와 비슷한 경향이 나타났다. 최상호(2012),⁷²⁾ 김숙영(2012),⁷³⁾ 김은애(2012)의⁷⁴⁾ 연구에서는 pH의 수치가 본연구의 수치와 다르게 나타났지만, 연구의 시료간의 유의한 차이는 같은 경향으로 제빵시 반죽의 pH값에 따라 발효속도와 가스 보유력이 pH 5.5부근에서는 안정적이지며, pH 5.0이하에서는 약화된다고 보고되고⁷⁵⁾ 있는 면이 각 연구의 pH수치가 서로 유의한 차이가 비슷한 경향이 나타났다.

찜빵 반죽의 적정산도를 측정한 결과, 대조구의 적정산도는 0.63 mg%이었고, A시료에서는 0.78 mg%, B시료에서는 0.93 mg%, C시료에서는 1.09 mg%, D시료에서는 0.85 mg%으로 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 이경숙 등(2015),⁷⁶⁾ 이재훈(2007)의⁷⁷⁾ 연구에서도 대조구 수치가 가장 낮게 나와 본 연구와 비슷한 경향이 나타났으며, 서로 시료간에 유의한 차이가 있었다.

70) 최동만, 정순경, 이동선.(2007). "술잎 발효액의 첨가에 의한 찜빵의 저장성 향상" 「한국 식품영양과학회지」, 36(5):618.

71) 이재훈.(2007). 전계논문, PP.53-57.

72) 최상호.(2012). 전계논문, P.56.

73) 김숙영.(2012). 전계논문, P.24.

74) 김은애.(2012). "단백분해효소와 탈지대두분말의 첨가에 따른 찜빵의 품질특성" 중앙대학교 대학원 석사학위논문, PP.18-20.

75) Kim, H. Choi, C.R. and Han K.S.(2007). Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. *J Korea Soc Food Sci Nutr.* 36(1):72-80

76) 이경숙, 박금순.(2015). 전계논문, 31(1):269-270.

77) 이재훈.(2007). 상계논문, PP.53-57.

현미 발효종의 첨가량이 증가할수록 pH는 낮아지고, 적정산도는 높아지는 경향을 보여 각 연구의 시료간의 차이점의 pH값과 적정산도 값은 다르게 나왔지만 본 연구와 비슷한 경향이 나타났다.

Table 10. pH and titratable acidity change of steamed bread dough with various levels of brown rice sourdough starter added.

Samples ¹⁾	pH	Titratable acidity(mg%)
Control	5.27±0.01 ^a	0.63±0.01 ^e
A	5.14±0.03 ^b	0.78±0.02 ^d
B	4.94±0.05 ^c	0.93±0.01 ^b
C	4.87±0.05 ^c	1.09±0.01 ^a
D	4.74±0.04 ^d	0.85±0.02 ^c

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

2) 발효시간에 따른 찰빵반죽의 부피 변화

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 찰빵을 제조하는 과정 중 발효시간에 따른 찰빵 반죽의 부피를 측정한 결과는 Table 11. 및 Fig. 7. 과 같다.

0분째 대조구의 부피는 54.87 mL, A시료에서는 54.63 mL, B시료에서는 54.10 mL, C시료에서는 52.40 mL, D시료에서는 52.43 mL이며, 발효 15분째에는 대조구에서 82.87 mL로 가장 크게 부피가 증가하였고, D시료에서 56.87 mL로 가장 적게 부피가 증가하였다. 발효 30분째까지는 모든 시료가 꾸준히 증가하였고, 발효 45분째에서 B 시료가 136.87 mL로 가장 크게 부피가 증가하는 경향을 보였으며, A시료, C시료, D시료는 발효 60분째까지 꾸준히 증가하였다. 발효 75분째에는 B시료가 166.20 mL로 가장 크게 부피가 증가하는 경향을 보였으며, D시료가 102.00 mL로 가장 적게 부피가 증가하였다. 김숙영(2012)⁷⁸⁾ 연구에서는 대조구인 0% 첨가반죽이 가장 발효가 가장 컸으며, 25% 가바쌀겨 발효종이 가장 낮게 나왔으며, 찰빵반죽은 1차 발효시간 동안의 부피는 서로의 부피 값은 다르나 서로 유의한 차이가 있었으며, 반죽의 발효는 효모와 젖산균이 발효 중 생성하는 탄산가스가 반죽을 팽창시키는 역할을 하는데⁷⁹⁾ D시료의 경우 발효 중 부피가 다른 시료에 비해 현저히 낮은 것은 현미발효종의 첨가량이 많아짐에 따라 효모와 젖산균의 생육 최적 pH에 미치지 못하였기 때문이라고 생각된다.

78) 김숙영.(2012). 전계논문, P.24.

79) Kim MY, Chun SS.(2008). Effects of Sourdough on the Quality Characteristics of Rye-Wheat Mixed Bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37(5):625-632.

Table 11. Dough volume change of steamed bread dough with fermentation time.

fermentation time (minute)	fermentation temperature (°C)	Control ¹⁾	A	B	C	D
0	27	54.87±0.60 ^{aF}	54.63±0.57 ^{aF}	54.10±0.46 ^{aF}	52.40±0.46 ^{bF}	52.43±0.31 ^{bF}
one fer	15	82.87±0.40 ^{aE}	60.07±0.50 ^{cE}	66.17±0.57 ^{bE}	60.07±0.50 ^{cE}	56.87±0.51 ^{dE}
met	30	111.57±0.49 ^{aC}	70.67±0.38 ^{dD}	99.37±0.40 ^{bD}	81.00±0.30 ^{cD}	62.13±0.57 ^{eD}
ion	45	126.27±0.25 ^{bB}	84.00±0.30 ^{dC}	136.87±0.40 ^{aB}	101.77±0.59 ^{cC}	73.37±0.51 ^{eC}
two fer	60	109.50±1.50 ^{bD}	106.70±1.81 ^{cB}	114.90±0.79 ^{aC}	113.40±1.04 ^{aB}	81.40±0.46 ^{dB}
met	75	159.30±1.08 ^{bA}	153.20±3.02 ^{cA}	166.20±1.20 ^{aA}	163.20±1.59 ^{aA}	102.00±0.60 ^{dA}
ion						

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{A-H}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{a-e}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

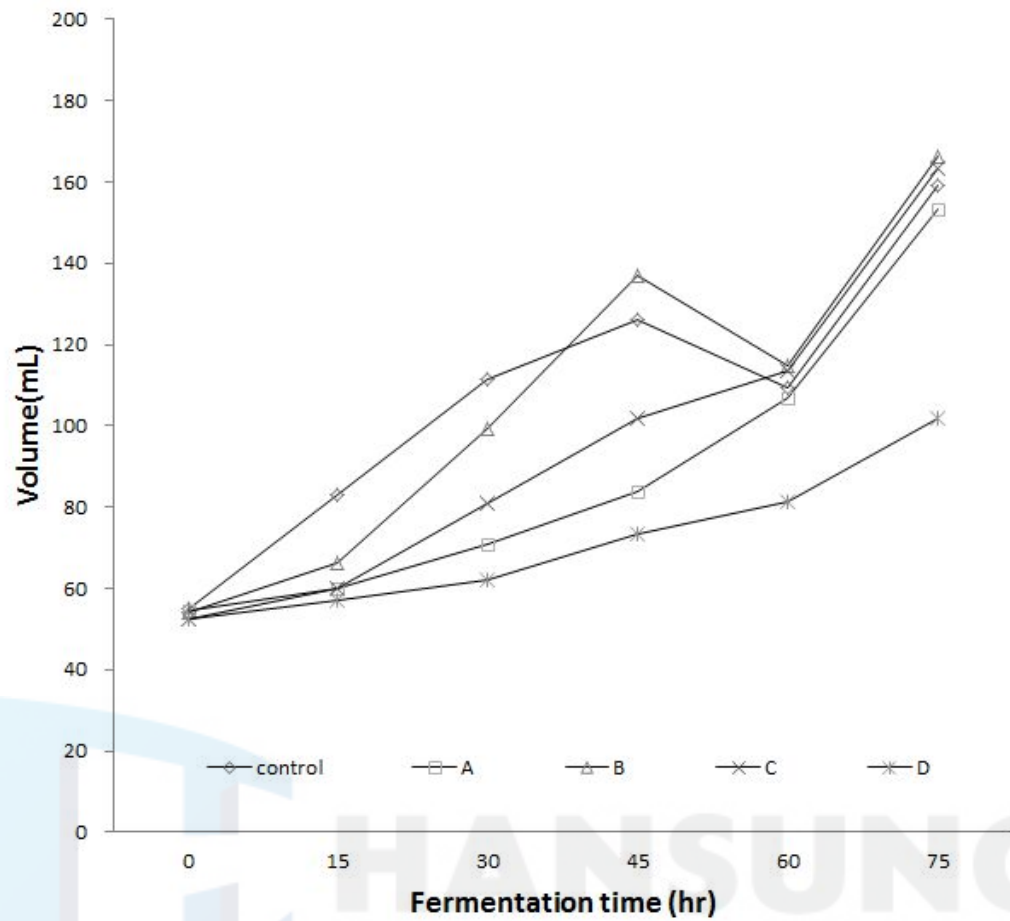


Fig. 7. Dough volume change of steamed bread dough with fermentation time.

3) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 부피 및 비용적

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 부피 및 비용적을 측정한 결과는 Table 12 같다.

찰빵의 부피는 B시료에서 205.20 mL로 가장 높았고, 그 다음으로 C시료에서 191.44 mL, 대조구에서 184.14 mL이었으며, D시료에서 167.80 mL, A시료에서 175.00 mL로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찰빵의 비용적은 B시료에서 3.34로 가장 높았고, 각각의 시료에서 발효시간에 따른 유의한 차이가 있었다. 최동만 등(2007)의⁸⁰⁾ 연구에서는 대조구, 8.3%, 11%, 18%의 술잎 발효액을 첨가한 결과 대조구가 가장 부피와 비용적이 작았으며, 18%의 술잎 발효액 첨가한 반죽 부피 및 비용적이 제일 크게 나와 본 연구의 결과 또한 유의한 차이가 있었다. 김숙영(2012)의⁸¹⁾ 연구에서는 대조구, 25%, 50%, 75%, 100%, 가바쌀겨 발효종을 첨가한 반죽에 대조구보다 작은 수치의 결과가 나왔지만 본 연구의 결과와 유의한 차이가 있었으며, 비용적이란 빵의 밀도를 나타내며 비용적이 크며 가볍고 부드러운 면이 있고, 작으면 조밀하며 딱딱한 빵임을 나타낸다.⁸²⁾

발효종을 이용한 빵의 발효에는 적정 비율의 유산균과 효모가 상호작용하여 발효에 영향을 주는데 현미발효종의 첨가량을 달리한 찰빵의 부피와 비용적을 측정한 결과, B시료의 경우 이스트만을 이용한 대조구에 비해 찰빵의 부피와 비용적이 유의적으로 높게 나타났고, D시료의 경우 현저히 낮은 부피와 비용적을 보였는데, 이는 발효종 내의 유산균과 효모 생균수와 첨가된 이스트가 찰빵의 발효에 영향을 주었기 때문이라고 생각된다.

80) 최동만, 정순경, 이동선.(2007). 전계논문, 36(5):618-619.

81) 김숙영.(2012). 전계논문, PP.25-30.

82) 김성곤, 조남지, 김영호.(1999). 「제과제빵과학」. 비엔씨월드, P.79, PP.111-112.

Table 12. Volume and specific volume of steamed bread with brown rice sourdough starter.

Samples ¹⁾	steamed bread	steamed bread
	Volume(mL)	specific volume(mL/g)
Control	184.14±0.41 ^c	3.02±0.02 ^c
A	175.00±0.48 ^d	2.86±0.06 ^d
B	205.20±0.20 ^a	3.34±0.02 ^a
C	191.44±0.38 ^b	3.11±0.02 ^b
D	167.80±2.20 ^e	2.72±0.06 ^e

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

4) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 지름 및 높이

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 지름 및 높이를 측정한 결과는 Table 13와 같다.

찰빵의 지름은 B시료에서 88.11로 가장 높았고, D시료에서 79.04로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찰빵의 높이는 대조구에서 43.83으로 가장 높았고, D시료에서 41.87로 가장 낮았고, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

김명애 등(2003)의⁸³⁾ 콩가루와 보리가루를 첨가한 찰빵의 결과에서는 콩가루 30% 수준까지, 보리가루는 10%까지 첨가해도 유의한 차이가 있지만 그 이상의 첨가는 지름과 높이가 작아지는 결과가 나오며, 김은애(2012)의⁸⁴⁾ 단백분해효소 1.5% 첨가할 경우 비체적이 가장 크기는 하였으나 높이는 다른 시료에 비해 감소하고, 지름이 커지는 결과가 나왔다.

이와 같은 결과는 Table 12의 찰빵의 부피 및 비용적에서의 결과와 동일한 경향으로 찰빵의 부피와 비용적이 클수록 찰빵의 지름과 높이가 크게 나타나는 특성을 보였다.

83) 김명애, 윤석권.(2003). “당뇨환자를 위한 콩가루와 보리가루 혼합찰빵의 품질” 「생활과학연구」, 8(-):35.

84) 김은애.(2012). 전개논문, P.21.

Table 13. Diameter and height of steamed bread with brown rice sourdough stater.

Samples ¹⁾	steamed bread Diameter	steamed bread height
Control	84.54±0.55 ^b	43.83±0.26 ^a
A	81.44±1.35 ^c	42.91±0.72 ^b
B	88.11±0.32 ^a	43.75±0.40 ^a
C	85.49±0.97 ^b	43.81±0.24 ^a
D	79.04±1.11 ^d	41.87±0.42 ^c

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

5) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 외관 및 단면구조

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 외관과 단면구조 측정 결과는 Fig. 8.과 같다.

찰빵의 외관은 Table 12의 결과와 마찬가지로 B시료의 부피가 가장 크게 나타났고, D시료의 부피가 가장 작게 나타났다.

찰빵의 단면구조를 살펴본 결과, 부피와 비용적이 가장 높게 나타난 B시료의 기공이 가장 크고 조직의 결이 일정하게 분포되어 있었다. 대조구와 A시료도 B시료와 마찬가지로 조직의 결이 일정하게 분포되어 있으나, 기공의 크기는 B시료보다 작은 것으로 나타났다. D시료에서는 기공의 크기가 가장 작고 일정하지 않은 경향을 보였는데 이는 현미 발효종의 첨가량이 많아짐에 따른 반죽의 산성화로 인해 반죽의 발효력이 낮아진 때문이라고 생각된다.

최윤희 등(2012)의⁸⁵⁾ 연구에서는 대조구에 비해 쌀가루로 제조한 SRB-2, SRB-3, SRB-4는 부품성은 좋지 않지만 기공이 균일하게 나타났으며 김은애(2012)의⁸⁶⁾ 연구에서는 0.5%, 1.0% 효소첨가군 사이에는 크게 차이가 나지 않았지만, 1.5% 효소 첨가군에서는 뚜렷하게 기공이 커진 것을 확인할 수 있었다.

85) 최윤희, 이정은, 김은미, 박신영.(2012). “활성 글루텐 및 쌀 입국 첨가에 의한 쌀 찰빵의 품질 변화” 「한국식품영양학회지」, 25(2):257-258.

86) 김은애.(2012). 전제논문, PP.33-34.

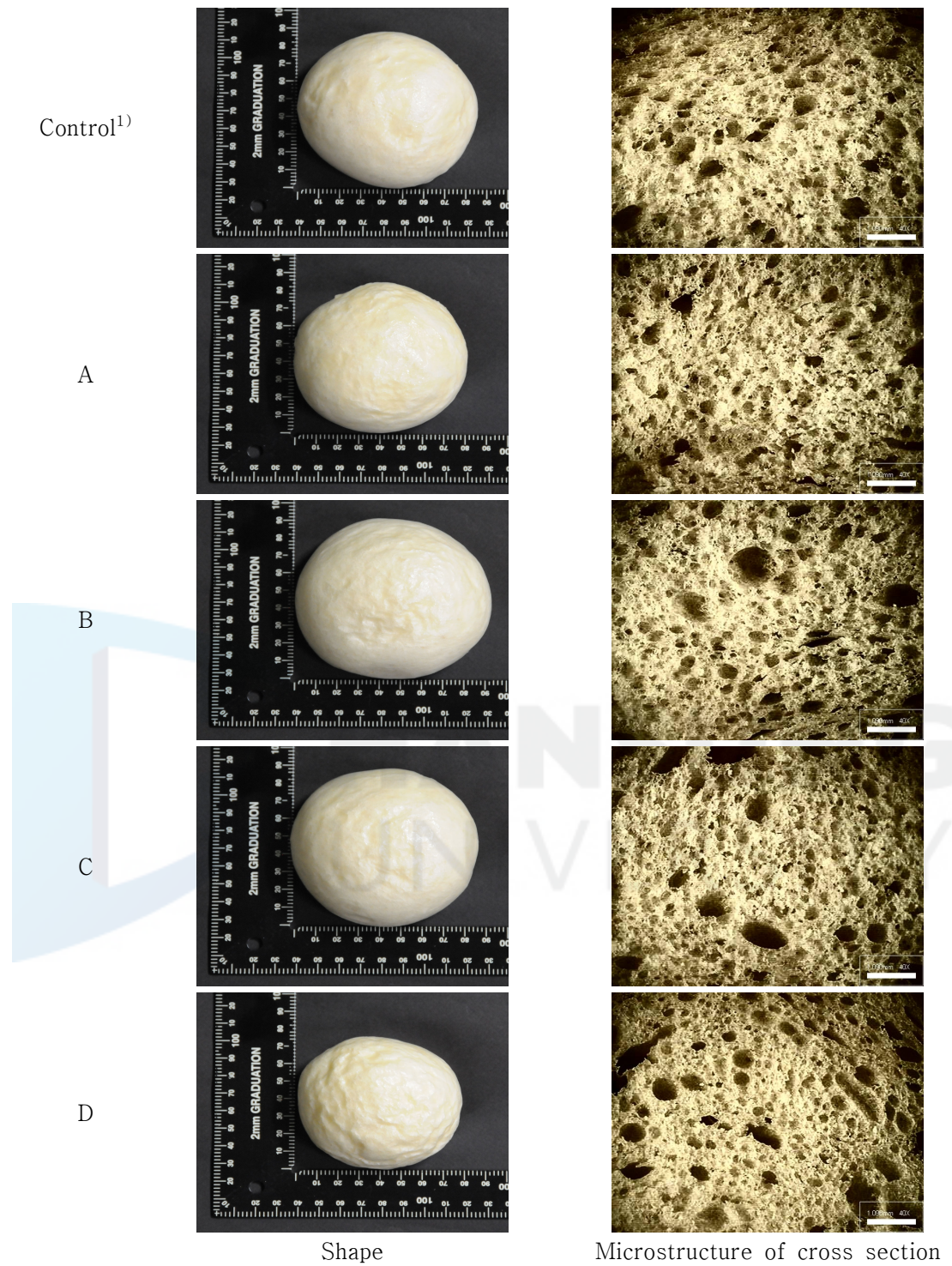


Fig. 8. Using brown rice sourdough stater steamed bread of external appearance and section structure.

¹⁾Refer to the legend Table 2.

6) 현미 발효종을 이용한 찌빵의 색도

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찌빵의 색도를 측정한 결과는 Table 14와 같다.

찌빵의 L 값은 대조구에서 71.20으로 가장 낮았고, D시료에서 76.55으로 가장 높았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찌빵의 a 값은 대조구에서 -2.45로 가장 낮았고, D시료에서 -1.49로 가장 높았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찌빵의 b 값은 B시료에서 10.32로 가장 낮았고, D시료에서 11.98으로 가장 높았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

김문용 등(2008)⁸⁷⁾ L 값은 건포도 천연 발효액 5.0%이 34.89의 값으로 a 값은 건포도 천연 발효액 10.0%이 4.58로 나왔으며 b 값이 건포도 천연 발효액 10.0%가 13.22로 가장 높게 나와 대체군들 간에 유의한 차이가 나타났다. 또한 김은애(2012)의⁸⁸⁾ 연구에서는 L 은 대조구가 72.27의 값으로 a 값은 단백질분해효소 1.5%가 8.31 값이 나왔으며, b 는 단백질분해효소 1.5%가 50.140으로 가장 높게 나왔다. 각각 L 값으로 단백질분해효소 1.5%가 70.52으로 a 값이 대조구가 7.79으로 b 값이 대조구가 48.64로 가장 낮게 나와 시료간의 유의적인 차이가 없었으며 본 연구와 김문용 등(2008)의⁸⁹⁾ 연구와 다르게 나타냈다.

현미 발효종의 첨가량에 따른 찌빵의 L 값은 대조구보다 첨가구에서 높은 경향을 보였고 첨가구에서는 찌빵의 부피와 비용적이 클수록 낮은 경향을 보였는데, 이는 찌빵의 Fig. 1의 단면구조의 결과와 마찬가지로 부피팽창에 따른 큰 기공이 L 값에 영향을 미친 것으로 생각된다. 찌빵의 a 값은 현미 발효종의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났고, b 값은 찌빵의 부피와 비용적이 클수록 낮게 나타나 L 값과 유사한 경향을 보였다.

87) 김문용, 전순실.(2008). “건포도 천연 발효액과 Sourdough를 이용한 호밀 혼합빵의 품질 특성” 「동아시아식생활학회지」, 18(1):92.

88) 김은애.(2012). 전계논문, PP.31-32.

89) 김문용, 전순실.(2008). 상계논문, 18(1):92.

Table 14. Hunter's color data of steamed bread with brown rice sourdough stater.

Samples ¹⁾	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Control	71.20±0.36 ^e	-2.45±0.32 ^c	11.39±0.67 ^b
A	75.08±0.38 ^b	-1.71±0.25 ^{ab}	11.77±0.21 ^a
B	72.57±0.19 ^d	-1.75±0.40 ^{ab}	10.32±0.21 ^d
C	73.73±0.53 ^c	-1.87±0.23 ^b	11.01±0.23 ^c
D	76.55±0.41 ^a	-1.49±0.33 ^a	11.98±0.21 ^a

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

7) 현미 발효종을 이용한 찌빵의 물성

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찌빵의 물성을 측정한 결과는 Table 15 와 같다.

찌빵의 경도는 D시료에서 0.75 kg으로 가장 높았고, B시료에서 0.34 kg으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찌빵의 탄력성은 C시료에서 0.98로 가장 높았고, D시료에서 0.94로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찌빵의 응집성은 B 시료와 C 시료가 0.55로 가장 높았고, D시료에서 0.53으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찌빵의 점착성은 D시료에서 0.40으로 가장 높았고, B시료에서 0.20으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

찌빵의 씹힘성은 D시료에서 0.37로 가장 높았고, B시료에서 0.18로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

현미 발효종을 이용한 찌빵의 물성을 측정한 결과, Table 12의 결과와 같이 찌빵의 부피와 비용적이 클수록 경도와 점착성 및 씹힘성은 감소하는 것으로 나타났다. Jeon & Kim의 선식을 첨가한 식빵에 품질특성에 관한 연구에서도⁹⁰⁾ 식빵의 높이가 가장 높은 대조구 식빵의 견고성, 점착성 및 씹힘성이 가장 낮게 나타나 본 연구와 일치하는 경향을 보였고 이는 식빵의 부피가 클수록 조직감에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었으며 또한 이재훈(2007)의⁹¹⁾ 연구에서도 경도, 응집성, 탄력성, 점착성은 비용적이 큰 제품일수록 감소하는 결과가 본 연구와 일치하였다.

90) Jeon YS, Kim MW.(2010). Quality Characteristics of White Pan Bread Added with Sunsik Powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(2):299-306.

91) 이재훈.(2007). 전계논문, PP.62-64.

Table 15. Mechanical characteristics of steamed bread with brown rice sourdough starter.

Samples ¹⁾	Hardness (kg)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Control	0.46±0.05 ^b	0.96±0.01 ^b	0.54±0.01 ^{bc}	0.25±0.03 ^b	0.24±0.02 ^b
A	0.50±0.06 ^b	0.95±0.01 ^c	0.54±0.01 ^b	0.27±0.03 ^b	0.26±0.03 ^b
B	0.34±0.02 ^c	0.97±0.01 ^b	0.55±0.01 ^a	0.20±0.03 ^c	0.18±0.01 ^c
C	0.37±0.03 ^c	0.98±0.01 ^a	0.55±0.01 ^a	0.21±0.01 ^c	0.20±0.01 ^c
D	0.75±0.07 ^a	0.94±0.00 ^d	0.53±0.01 ^c	0.40±0.04 ^a	0.37±0.03 ^a

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

8) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 관능검사

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 관능검사를 측정한 결과는 Table 16과 같다.

찰빵의 색에 대한 선호도를 측정한 결과, D시료에서 12.53으로 가장 높았고, 대조구에서 10.23으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. Table 14의 찰빵의 색도 결과에서와 같이 D시료의 *L*값이 가장 높게 나타나 백색도가 높은 것을 선호하는 패널들의 기호가 색에 대한 선호도에 영향을 미친 것으로 생각된다.

향미에 대한 선호도를 측정한 결과, B시료에서 14.22로 가장 높았고, 대조구에서 8.43으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 이스트 특유의 냄새가 나는 대조구에 비해 현미 발효종을 첨가한 시료들의 선호도가 높게 나타났고, 이스트와 현미 발효종을 혼합하여 이용한 것이 찰빵의 발효에 긍정적인 영향을 주어 향미에 대한 선호도가 높아진 것으로 생각된다.

맛에 대한 선호도를 측정한 결과에서는 B시료에서 14.21으로 가장 높았고, D시료에서 9.34으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다.

외형과 질감에 대한 선호도를 측정한 결과, B시료에서 각각 14.05, 13.66으로 가장 높았고, D시료에서 각각 9.03, 9.76으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 이와 같은 결과는 찰빵의 부피와 비용적, 물성 특성의 결과와 같이 B시료의 부피와 비용적이 가장 크게 나타나 외관에 대한 선호도가 높게 나타났고, 물성 특성 중 경도가 가장 낮게 나타나 질감에 대한 선호도가 가장 높게 나타난 것으로 생각된다.

전체적인 선호도를 측정한 결과, 향, 맛, 외형 및 질감에서 가장 높은 선호도를 나타낸 B시료에서 13.44으로 가장 높았고, 맛, 외형 및 질감 등에서 가장 낮은 선호도를 나타낸 D시료에서 9.10로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 박정미 등(2013)의⁹²⁾ 연구에서는 색, 풍미, 맛,의 결과에서 대

조구보다 발효종을 첨가한 빵이 유의적으로 우수한 결과가 본 연구와 비슷한 경향이 있으며 본 연구의 시료 D의 값이 대조구보다 낮게 나왔지만 박정미 등(2013)의 결과는 대조구보다 높게 나왔지만 발효종의 시료 중에 결과는 제일 낮게 나와 비슷한 경향이 있다.

Table 16. Sensory evaluation of steamed bread with brown rice sourdough stater.

Samples ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Appearance	Texture	Overall preference
Control	10.23±1.10 ^c	8.43±0.86 ^e	10.87±1.23 ^c	11.02±1.34 ^b	12.04±1.12 ^b	10.75±1.09 ^b
A	11.01±1.57 ^{bc}	9.60±1.08 ^d	13.74±1.10 ^a	10.39±1.47 ^b	10.68±0.98 ^c	11.27±1.28 ^b
B	11.02±1.00 ^{bc}	14.22±0.91 ^a	14.21±0.61 ^a	14.05±1.99 ^a	13.66±0.88 ^a	13.44±1.00 ^a
C	11.74±1.03 ^{ab}	13.04±1.30 ^b	12.05±1.02 ^b	13.35±1.38 ^a	13.31±1.14 ^a	12.83±1.22 ^a
D	12.53±1.51 ^a	12.09±1.26 ^c	9.34±1.02 ^d	9.03±1.09 ^c	9.76±1.00 ^d	9.10±1.08 ^c

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

92) 박정미, 이혜민, 엄현주, 김상희, 송인규, 윤향식.(2013). 전계논문, 26(2):205.

제 4 절 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 품질특성

1) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 수분함량 변화

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵을 20℃ incubator에서 5일 동안 저장하면서 수분함량의 변화를 측정한 결과는 Table 17 및 Fig. 9.과 같다.

저장 1일째에 수분함량을 측정한 결과에서는 D시료는 41.52%로 가장 높았고, A시료가 40.29%로 가장 낮았으며, 저장 2일째에서는 C시료가 40.92%로 가장 높고, A시료가 39.91%로 가장 낮게 나타났다. 저장 3일째부터 4일째까지 D시료에서 각각 40.55, 40.42%로 가장 높게 나타났고, A시료에서 각각 39.59, 39.28%로 가장 낮게 나타났다. 저장기간 동안 모든 시료의 수분함량은 감소하는 경향을 보였고, 모든 찰빵은 저장일자에서 시료에 따른 유의한 차이가 있었고, 각각의 시료에서도 저장일자에 따른 유의한 차이가 있었다.

저장 중 찰빵의 수분함량을 측정한 결과, 저장 기간 내내 B, C 및 D시료의 수분함량이 대조구와 A시료에 비해 높게 나타났는데, 이는 현미 발효종에 함유된 식이섬유의 높은 수분 보유력이 찰빵의 수분함량에 영향을 미친 때문이라고 생각된다. 김문용 등(2009)의⁹³⁾ 연구에서는 저장 4일까지는 빵 외부의 상대습도가 높아 내부로 수분 흡수가 일어나며 수분 활성도가 증가 되었다가 빵 외부가 건조되면서 상대습도가 낮아져 빵 내부의 수분이 증발되어 감소되는 결과로 사료되고, 최상호(2012)의⁹⁴⁾ 천연 발효종의 1일차 결과에서는 대조구와 비슷한 수분함량이 나왔으며 5일째에는 가장 낮은 수분함량을 보였다. 전반적으로 자광미 10%와 20%의 첨가구는 대조구보다 다소 높거나 유의적 차이가 없었으나 30%와 40%의 첨가구는 대조구보다 낮은 수분함량을 가져 본 연구와 다른 경향을 가지고 있다.

93) 김문용, 전순실.(2009). 전계논문, 25(2):174.

94) 최상호.(2012). 전계논문, PP.128-130.

Table 17. Water content change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

Samples ¹⁾	Storage period (days)				
	0	1	2	3	4
Control	41.86±0.08 ^{aA}	40.66±0.18 ^{cB}	40.53±0.24 ^{bB}	40.34±0.15 ^{aB}	39.29±0.31 ^{bC}
A	41.00±0.12 ^{dA}	40.29±0.04 ^{dB}	39.91±0.09 ^{cC}	39.59±0.37 ^{bCD}	39.28±0.18 ^{bD}
B	41.50±0.34 ^{bcA}	40.65±0.09 ^{cB}	40.61±0.16 ^{bB}	40.52±0.23 ^{aB}	40.41±0.03 ^{aB}
C	41.29±0.10 ^{cdA}	41.17±0.06 ^{bAB}	40.92±0.07 ^{aBC}	40.67±0.04 ^{aCD}	40.55±0.38 ^{aD}
D	41.76±0.11 ^{abA}	41.52±0.25 ^{aA}	40.70±0.06 ^{abB}	40.55±0.17 ^{aB}	40.42±0.29 ^{aB}

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-c}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{A-D}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

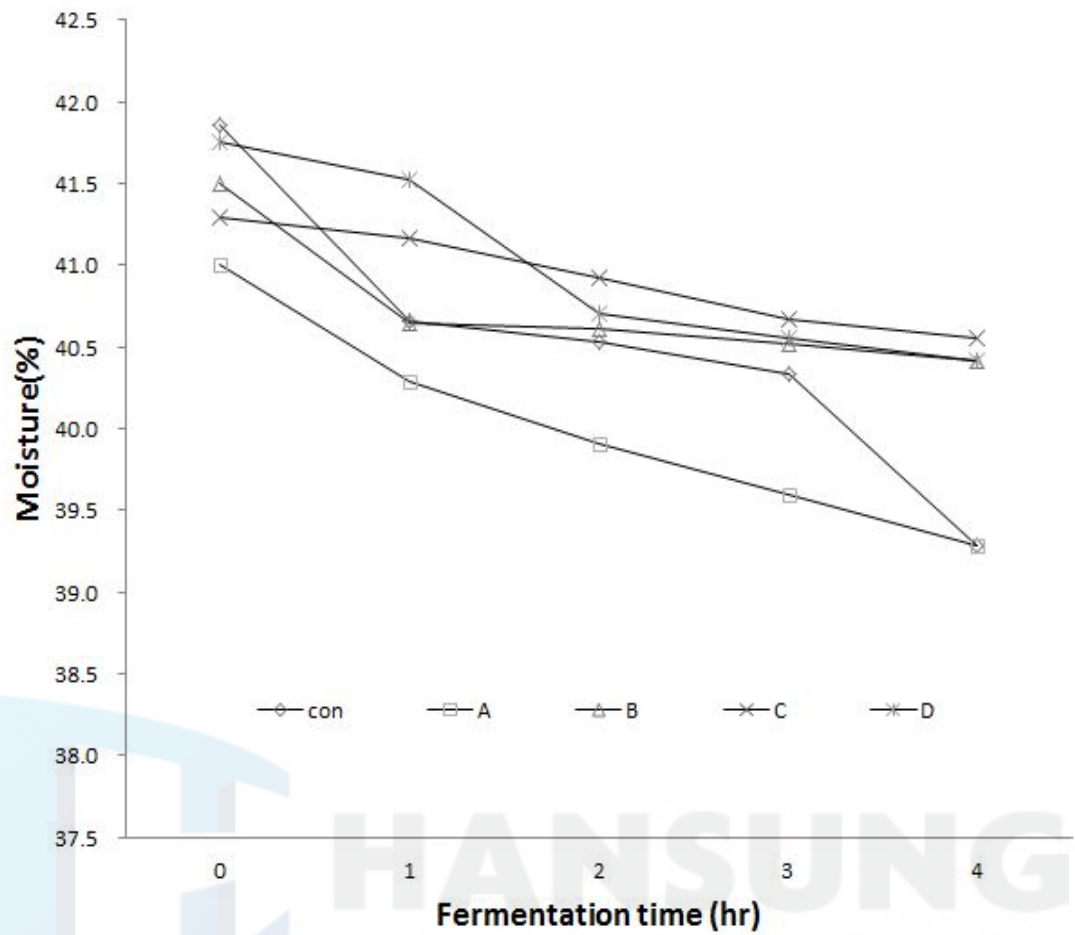


Fig. 9. Water content change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

2) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 pH 변화

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵을 20℃ incubator에서 5일 동안 저장하면서 pH의 변화를 측정한 결과는 Table 18 및 Fig. 10.과 같다.

저장 1일째에 찰빵의 pH를 측정한 결과, 대조구에서 6.21으로 가장 높았고, D시료에서 5.70으로 가장 낮았으며, 저장 2일째, 3일째는 A시료에서 각각 5.41, 5.32로 가장 높았고, 4일째에는 B시료에서 5.19로 가장 높았다. 저장 2일째는 D시료에서 5.03으로 가장 낮았고, 저장 3일째부터 4일째까지 대조구가 각각 5.00, 4.89로 가장 낮았으며, 모든 찰빵은 저장일자에서 시료에 따른 유의한 차이가 있었고, 각각의 시료에서도 저장일자에 따른 유의한 차이가 있었다.

저장기간 동안 모든 시료의 pH는 저장 1일째부터 저장 2일째까지 급격히 감소하였고, 저장 2일째부터는 완만히 감소하였으며, B, C 및 D시료의 pH가 대조구와 A시료에 비해 더 완만하게 감소하는 경향을 보여 현미 발효종 첨가량이 많을수록 더 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 최동만 등(2007)⁹⁵⁾ 연구에서는 술잎 발효액이 첨가되면서 pH가 낮아지나 2일이 지나 점점 pH값이 처음의 값까지 올라가고, 본 연구와 비슷한 경향을 가지고 있으며, 최상호(2012)⁹⁶⁾ pH값은 전반적으로 대조구가 제일 작으며, 자광미 첨가한 빵은 높게 나와 5일까지의 pH값은 커다란 변동이 없어 본 연구와 다른 성향을 가지고 있었다.

95) 최동만, 정순경, 이동선.(2007). 전계논문, 36(5):619.

96) 최상호.(2012). 전계논문, PP.128-131.

Table 18. pH value change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

Samples ¹⁾	Storage period (days)				
	0	1	2	3	4
Control	6.27±0.01 ^{aA}	6.21±0.02 ^{aB}	5.09±0.00 ^{cdC}	5.00±0.01 ^{dD}	4.89±0.01 ^{dE}
A	6.24±0.02 ^{abA}	6.20±0.02 ^{abA}	5.41±0.04 ^{aB}	5.32±0.03 ^{aC}	5.15±0.03 ^{bD}
B	6.20±0.04 ^{bcA}	6.15±0.02 ^{bcB}	5.26±0.02 ^{bC}	5.20±0.01 ^{bD}	5.19±0.01 ^{aD}
C	6.15±0.02 ^{cA}	6.14±0.01 ^{cA}	5.22±0.17 ^{bcB}	5.10±0.01 ^{cBC}	5.03±0.01 ^{cC}
D	5.99±0.04 ^{dA}	5.70±0.05 ^{dB}	5.03±0.01 ^{dC}	5.02±0.01 ^{dC}	5.02±0.00 ^{cC}

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-e}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{A-E}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

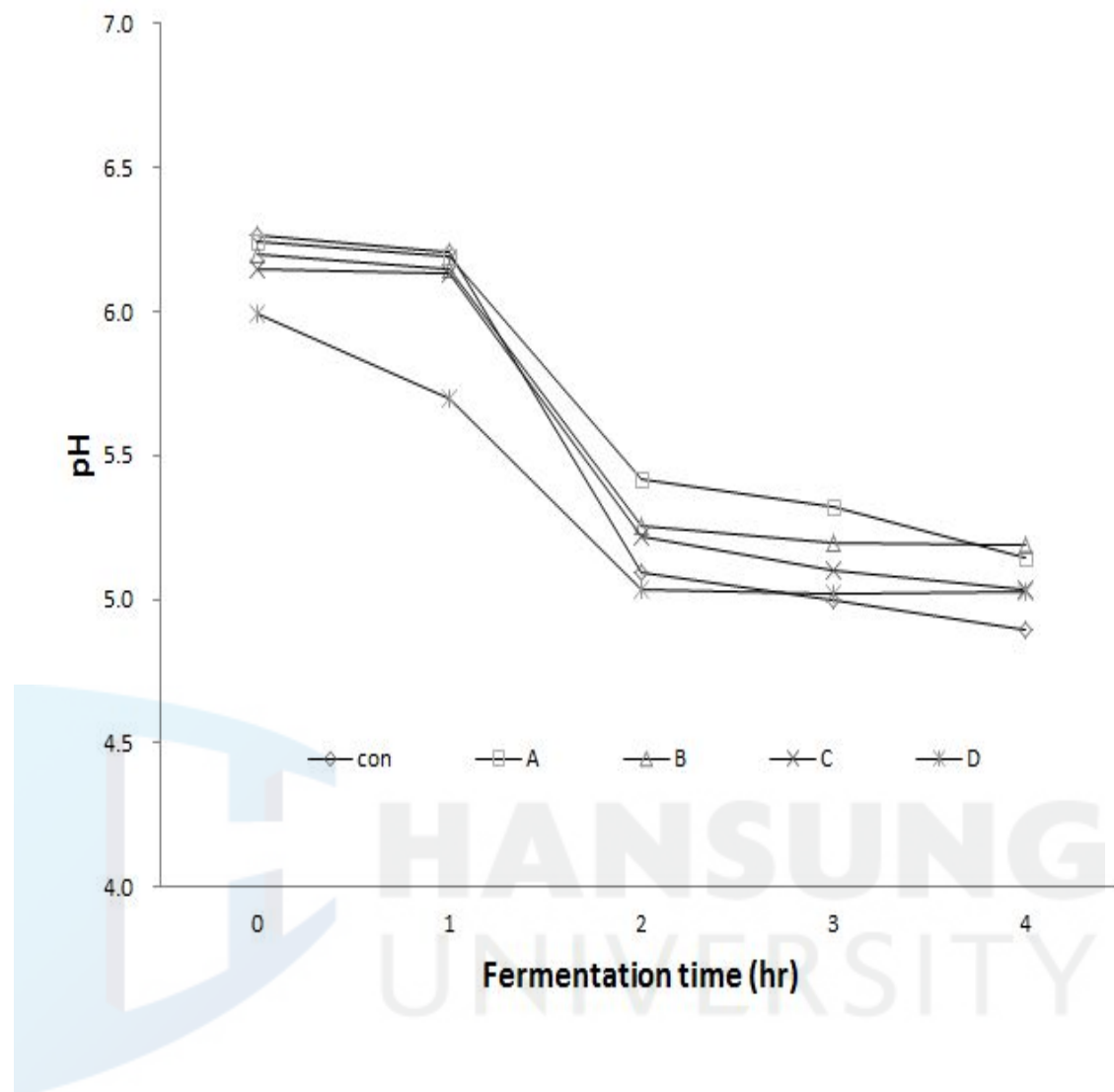


Fig. 10. pH value change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

3) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 적정산도 변화

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵을 20℃ incubator에서 5일 동안 저장하면서 적정산도의 변화를 측정한 결과는 Table 19 및 Fig. 11과 같다.

저장 1일째에 찰빵의 적정산도를 측정한 결과, B 시료, C 시료, D 시료에서 각각 0.20으로 가장 높았고, 대조구에서 0.16으로 가장 낮게 나타났다. 저장 2일째는 D시료가 0.24로 가장 높았고, A 시료, B 시료가 각각 0.20으로 가장 낮았다. 3일째, 4일째에서는 대조구가 각각 0.31, 0.48로 가장 높았고, 3일째에는 A시료가 0.21로, 4일째에는 A시료와 B시료가 각각 0.22로 가장 낮게 나타났다. 또한, 모든 찰빵은 저장일자에서 시료에 따른 유의한 차이가 있었고, 각각의 시료에서도 저장일자에 따른 유의한 차이가 있었다.

저장 1일째에 모든 시료의 적정산도는 완만하게 증가하였으나, 현미 발효종을 첨가하지 않은 대조구는 저장 기간이 길어짐에 따라 급격하게 증가하였고, 현미 발효종을 첨가한 시료들은 완만하게 증가하는 경향을 보였다. pH의 값과 적정산도의 값은 서로 반대되는 경향으로 pH값이 점점 떨어지는 반면 적정산도는 수치가 올라가는 경향이었으며, 본 연구의 적정산도 값은 천천히 증가하였지만, 대조구만이 급격히 증가하여 다른 성향을 가지고 있다. 여경숙 등(2015)의⁹⁷⁾ 연구에서는 대조구와 우리밀가루, 통밀가루, 찰보리가루, 호밀가루로 이용하여 대조구와 강력분만이 적정산도가 0.31, 0.48으로 낮게 나왔으며, 우리밀가루, 통밀가루, 찰보리가루, 호밀가루는 0.62,~0.65로 나와 높게 나왔지만 시간에 지남에 따라 본 연구와 비슷한 경향이 있었으나 대조구만이 각 시료와 비슷한 경향이 있어 본 연구와 다른 경향을 보였다.

97) 이경숙, 박금순.(2015). 전계논문, 31(3):272-273.

Table 19. Titratable acidity change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

Samples ¹⁾	Storage period (days)				
	0	1	2	3	4
Control	0.13±0.00 ^{dD}	0.16±0.01 ^{bD}	0.22±0.00 ^{bC}	0.31±0.01 ^{aB}	0.48±0.05 ^{aA}
A	0.15±0.01 ^{cD}	0.17±0.01 ^{bC}	0.20±0.01 ^{bB}	0.21±0.01 ^{cAB}	0.22±0.01 ^{bA}
B	0.18±0.00 ^{bC}	0.20±0.00 ^{aB}	0.20±0.01 ^{bB}	0.22±0.01 ^{cA}	0.22±0.01 ^{bA}
C	0.18±0.00 ^{bD}	0.20±0.01 ^{aC}	0.21±0.01 ^{bBC}	0.23±0.01 ^{bcAB}	0.25±0.02 ^{bA}
D	0.19±0.01 ^{aB}	0.20±0.01 ^{aB}	0.24±0.01 ^{aA}	0.24±0.01 ^{bA}	0.25±0.01 ^{bA}

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-e}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{A-C}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

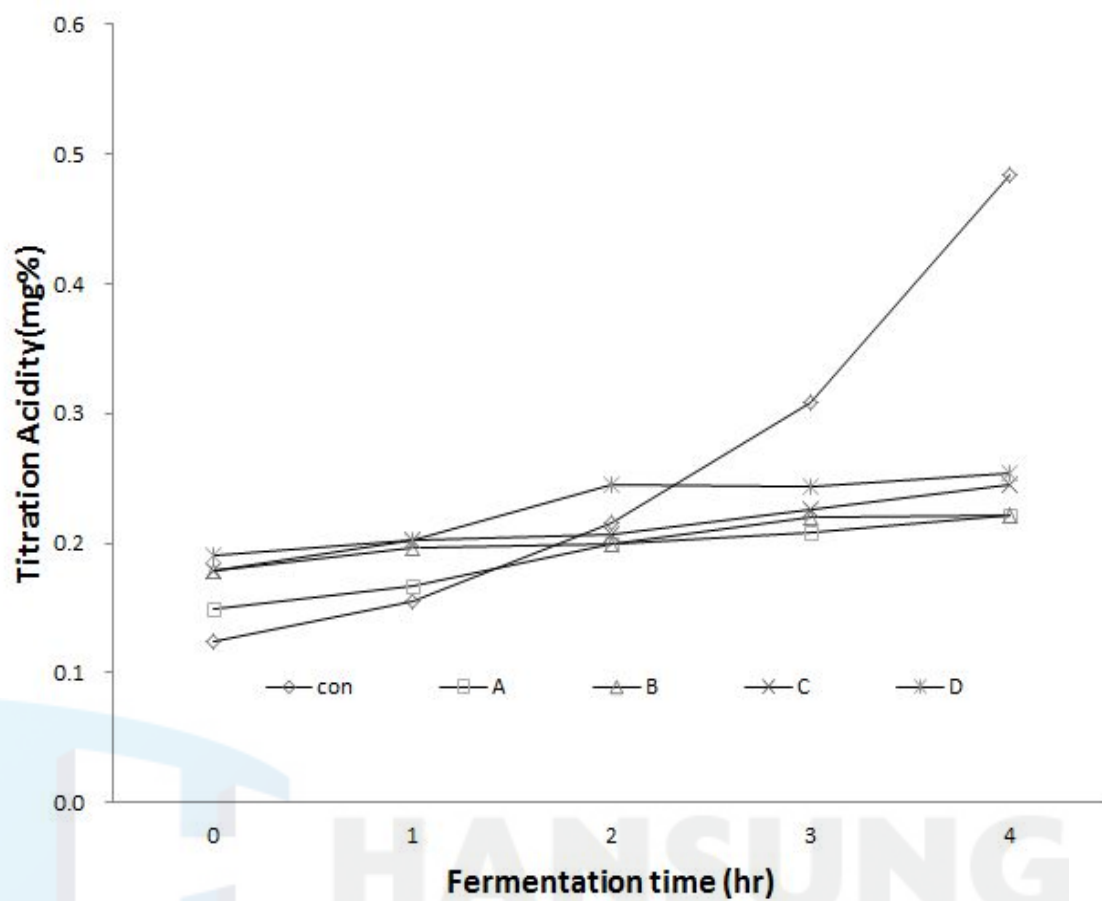


Fig. 11. Titratable acidity change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

4) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 물성 변화

현미 발효종을 제조한 다음, 설탕과 이스트, 현미 발효종의 첨가량을 달리 하여 제조한 찰빵의 저장 중 물성을 측정한 결과는 Table 20 및 Fig. 12 ~ 16. 과 같다.

저장 1일째 측정한 경도는 D시료에서 1.15 kg으로 가장 높았고, B시료에서 0.57 kg으로 가장 낮았다. 저장 2일째부터 저장 4일째까지 D시료에서 각각 1.67, 1.82, 2.27 kg으로 가장 높았고, B시료에서 각각 0.79, 0.90, 1.17 kg으로 가장 낮았으며, 저장기간에 따라 유의한 차이가 있었다.

저장 1일째에 탄력성은 B시료에서 0.95로 가장 높았고, D시료에서 0.89로 가장 낮은 것으로 나타났다. 저장 2일째, 4일째에는 B시료에서 각각 0.94, 0.93으로 가장 높았고, 3일째에는 대조구와 B시료, C시료에서 각각 0.93으로 가장 높았으며, 2일째부터 4일째까지 D시료가 각각 0.89, 0.87, 0.87로 가장 낮은 것으로 나타났다. 각각의 시료는 저장기간에 따라 탄력성이 감소하는 경향을 보였으며, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

저장 1일째에 측정한 응집성은 대조구에서 0.52로 가장 높았고, D시료가 0.46으로 가장 낮았다. 저장 2일째에 B시료에서 0.49로 가장 높았고, 저장 3일째에는 B시료, C시료에서 각각 0.47로 가장 높았으며, 저장 4일째에는 대조구가 0.46으로 가장 높게 나타났다. 저장 2일째부터 4일째까지 D시료가 각각 0.42, 0.42, 0.39로 가장 낮게 나타났으며, 저장기간에 따라 유의한 차이가 있었다. 또한, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

저장 1일째부터 4일째까지 측정한 점착성은 D시료에서 각각 0.53, 0.70, 0.76, 0.89로 가장 높았고, B시료에서 각각 0.29, 0.39, 0.43, 0.51로 가장 낮았다. 저장 기간이 길어짐에 따라 점착성은 일정하게 증가한 경향을 보였으

며, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

찜빵의 씹힘성은 저장 1일째부터 4일째까지 D시료에서 각각 0.47, 0.63, 0.66, 0.77로 가장 높았고, 저장 1일째부터 4일째까지 B시료가 각각 0.27, 0.37, 0.40, 0.48로 가장 낮았으며, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

현미 발효종을 이용한 찜빵의 물성을 저장 기간 동안 측정한 결과 저장 기간이 길어질수록 경도와 점착성, 씹힘성은 증가하고, 탄력성과 응집성은 감소하는 경향을 보였다.

저장기간 내내 경도, 점착성 및 씹힘성은 부피가 가장 높게 나타난 B시료에서 가장 낮게 나타났고, 부피가 가장 낮게 나타난 D시료에서 가장 높게 나타나 찜빵의 부피가 클수록 경도, 점착성 및 씹힘성이 낮은 경향을 보였고, 증가의 폭도 완만하게 나타났는데, 이는 현미 발효종 sourdough 첨가가 부피 및 비용적을 향상시키고 수분감소를 억제하여 노화를 지연시켜 저장 기간 중 물성 특성에 긍정적인 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다. 최상호(2012)의⁹⁸⁾ 연구에서는 쌀종, 블루베리종, 건포도종, 블루베리-쌀종을 이용한 식빵에서는 경도, 탄력성, 응집성은 본 연구와 비슷한 경향이 나타났으나, 점착성, 씹힘성은 본 연구와 다른 시료간의 증가와 감소가 있어 다른 경향이 나타났다. 이경숙 등(2015)의⁹⁹⁾ 연구에서는 경도, 탄력성, 점착성만이 본 연구와 비슷한 경향이 있었으며, 이희태(2014)의¹⁰⁰⁾ 연구는 본 연구와 모든 실험에 비슷한 경향이 보였고, 점착성과, 씹힘성은 증가량이 본 연구에 비해 다소 증가가 높게 나왔다.

98) 최상호.(2012). 전계논문, PP.136-139.

99) 이경숙, 박금순.(2015). 전계논문, 31(3):75-276.

100) 이희태.(2014). 전계논문, PP.82-83.

Table 20. Mechanical characteristics of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

Samples ¹⁾		Storage period (days)				
		0	1	2	3	4
Hard-ness (kg)	Control	0.46±0.05 ^{bD}	0.68±0.07 ^{bC}	1.08±0.08 ^{bcB}	1.14±0.10 ^{bB}	1.57±0.14 ^{cA}
	A	0.50±0.06 ^{bD}	0.74±0.02 ^{bC}	1.16±0.14 ^{bB}	1.28±0.08 ^{bB}	1.83±0.10 ^{bA}
	B	0.34±0.02 ^{cD}	0.57±0.05 ^{cC}	0.79±0.10 ^{dB}	0.90±0.10 ^{cB}	1.17±0.19 ^{dA}
	C	0.37±0.03 ^{cD}	0.69±0.07 ^{bC}	1.00±0.06 ^{cB}	1.12±0.17 ^{bB}	1.39±0.05 ^{cA}
	D	0.75±0.07 ^{aD}	1.15±0.07 ^{aC}	1.67±0.12 ^{aB}	1.82±0.16 ^{aB}	2.27±0.22 ^{aA}
Springi-ness	Control	0.96±0.01 ^{bB}	0.94±0.01 ^{aB}	0.93±0.01 ^{aB}	0.93±0.01 ^{aB}	0.92±0.01 ^{aC}
	A	0.95±0.01 ^{cA}	0.94±0.01 ^{aB}	0.93±0.01 ^{aB}	0.90±0.01 ^{bC}	0.88±0.02 ^{bC}
	B	0.97±0.01 ^{bA}	0.95±0.02 ^{aB}	0.94±0.01 ^{aBC}	0.93±0.01 ^{aC}	0.93±0.01 ^{aC}
	C	0.98±0.01 ^{aA}	0.94±0.01 ^{aB}	0.93±0.01 ^{aB}	0.93±0.01 ^{aB}	0.92±0.01 ^{aC}
	D	0.94±0.00 ^{dA}	0.89±0.01 ^{bB}	0.89±0.01 ^{bBC}	0.87±0.01 ^{cCD}	0.87±0.02 ^{bCD}
Cohes-iveness	Control	0.54±0.01 ^{bcA}	0.52±0.05 ^{aA}	0.47±0.01 ^{bB}	0.46±0.03 ^{aB}	0.46±0.01 ^{aB}
	A	0.54±0.01 ^{bA}	0.49±0.01 ^{abB}	0.47±0.02 ^{bC}	0.43±0.00 ^{bD}	0.42±0.03 ^{cD}
	B	0.55±0.01 ^{aA}	0.51±0.01 ^{aB}	0.49±0.01 ^{aB}	0.47±0.01 ^{aC}	0.44±0.02 ^{abD}
	C	0.55±0.01 ^{aA}	0.50±0.01 ^{aB}	0.47±0.01 ^{bC}	0.47±0.01 ^{aC}	0.43±0.01 ^{bcD}
	D	0.53±0.01 ^{cA}	0.46±0.00 ^{bB}	0.42±0.01 ^{cC}	0.42±0.01 ^{bC}	0.39±0.01 ^{dD}

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-e}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{A-D}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

Table 20. Texture profile analysis.

Samples ¹⁾		Storage period (days)				
		0	1	2	3	4
Gumminess	Control	0.25±0.03 ^{bD}	0.32±0.02 ^{cdC}	0.51±0.03 ^{bcB}	0.53±0.03 ^{bbB}	0.73±0.07 ^{baA}
	A	0.27±0.03 ^{bD}	0.37±0.01 ^{bc}	0.55±0.05 ^{bbB}	0.55±0.04 ^{bbB}	0.76±0.05 ^{baA}
	B	0.20±0.03 ^{cd}	0.29±0.02 ^{dc}	0.39±0.06 ^{dB}	0.43±0.04 ^{cbB}	0.51±0.06 ^{caA}
	C	0.21±0.0 ^{cd}	0.35±0.03 ^{bcC}	0.47±0.03 ^{cbB}	0.52±0.07 ^{bbB}	0.58±0.04 ^{caA}
	D	0.40±0.04 ^{ad}	0.53±0.03 ^{ac}	0.70±0.06 ^{abB}	0.76±0.08 ^{abB}	0.89±0.08 ^{aaA}
Chewiness	Control	0.24±0.02 ^{bD}	0.30±0.02 ^{cC}	0.48±0.03 ^{bcB}	0.49±0.03 ^{bbB}	0.67±0.06 ^{baA}
	A	0.26±0.03 ^{bD}	0.34±0.01 ^{bc}	0.51±0.05 ^{bbB}	0.50±0.04 ^{bbB}	0.67±0.05 ^{baA}
	B	0.18±0.01 ^{cd}	0.27±0.02 ^{dc}	0.37±0.05 ^{dB}	0.40±0.04 ^{dbB}	0.48±0.06 ^{daA}
	C	0.20±0.01 ^{cd}	0.33±0.03 ^{bcC}	0.44±0.04 ^{cbB}	0.48±0.06 ^{bbB}	0.55±0.02 ^{caA}
	D	0.37±0.03 ^{ad}	0.47±0.02 ^{ac}	0.63±0.05 ^{abB}	0.66±0.07 ^{abB}	0.77±0.07 ^{aaA}

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-e}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{A-D}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

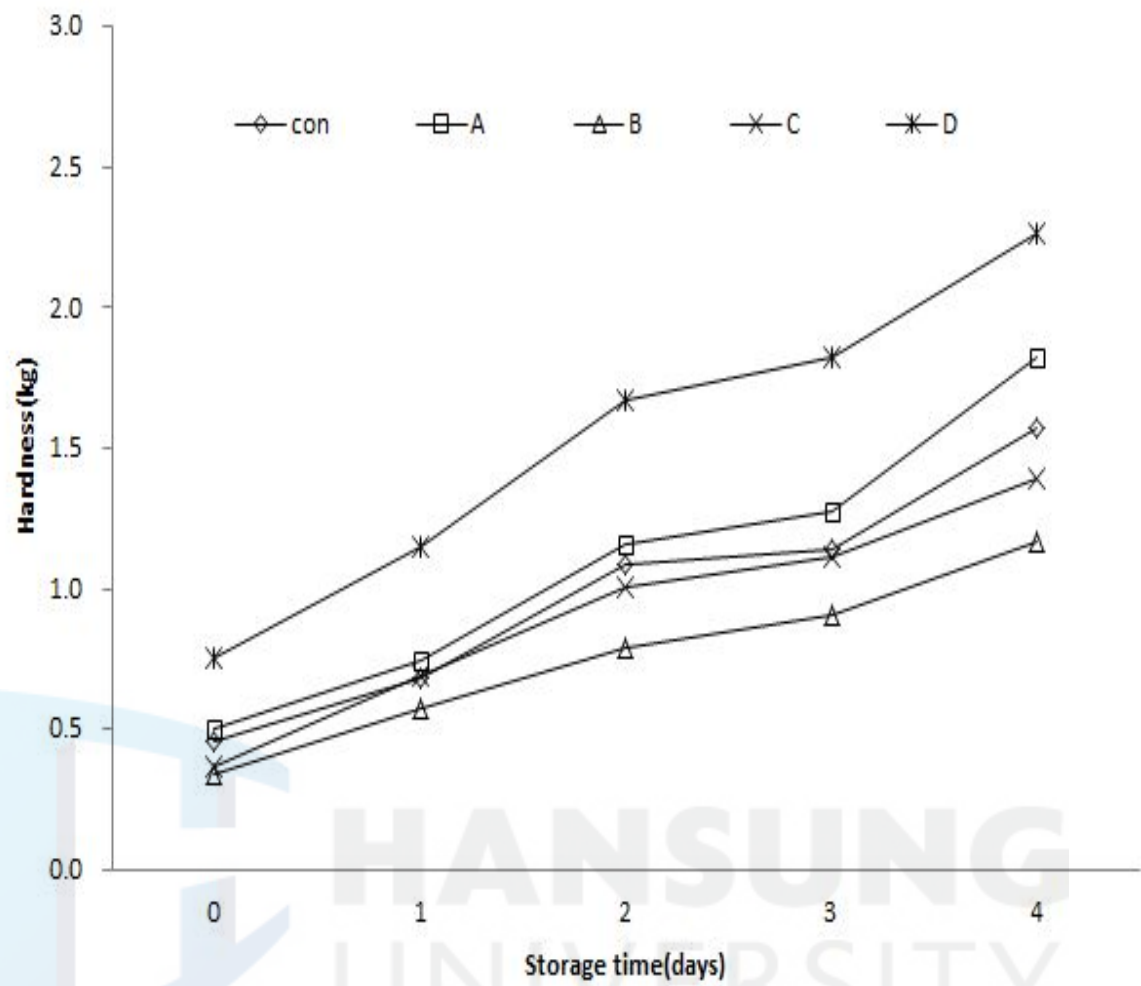


Fig. 12. Hardness change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

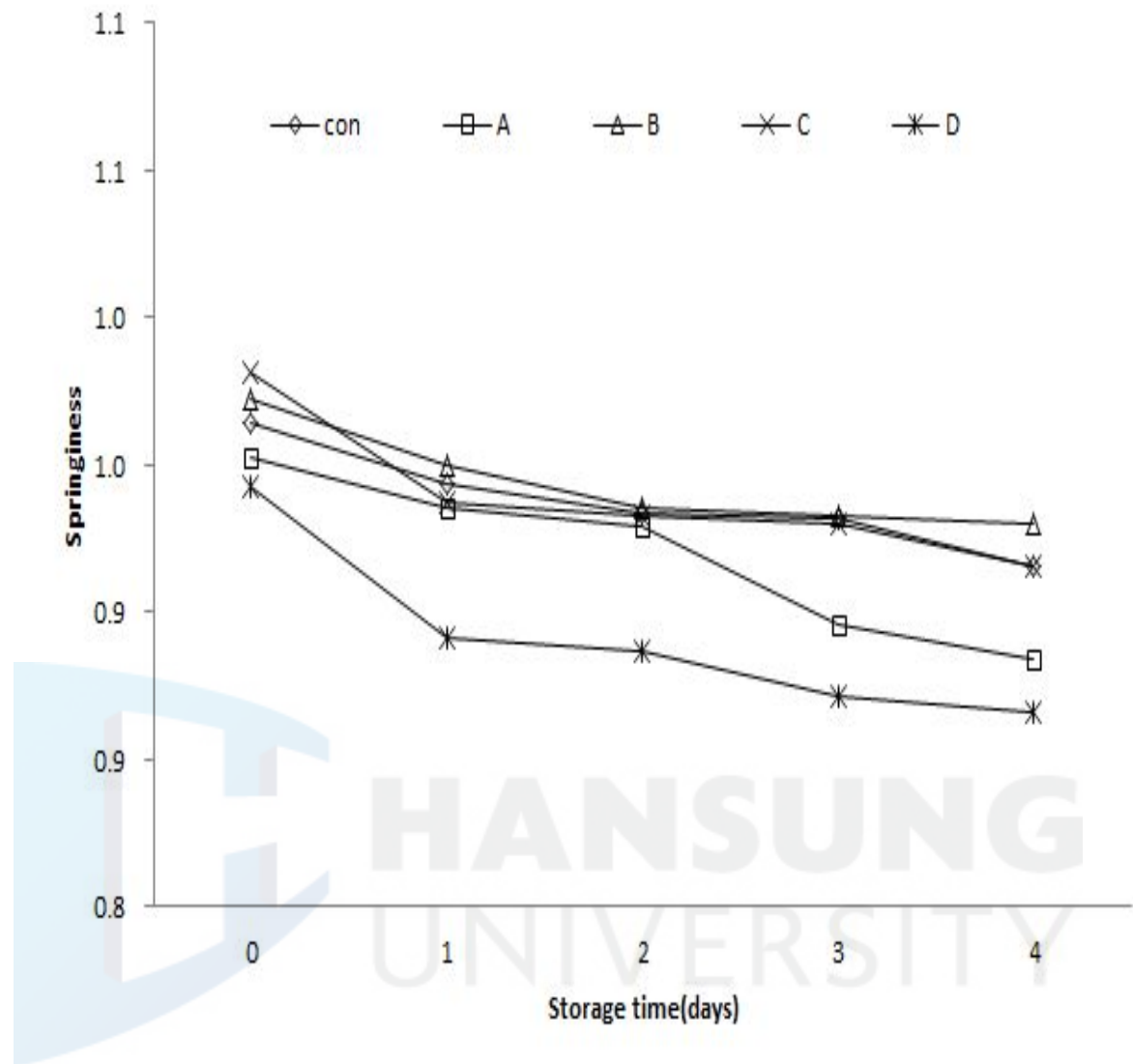


Fig. 13. Springiness of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

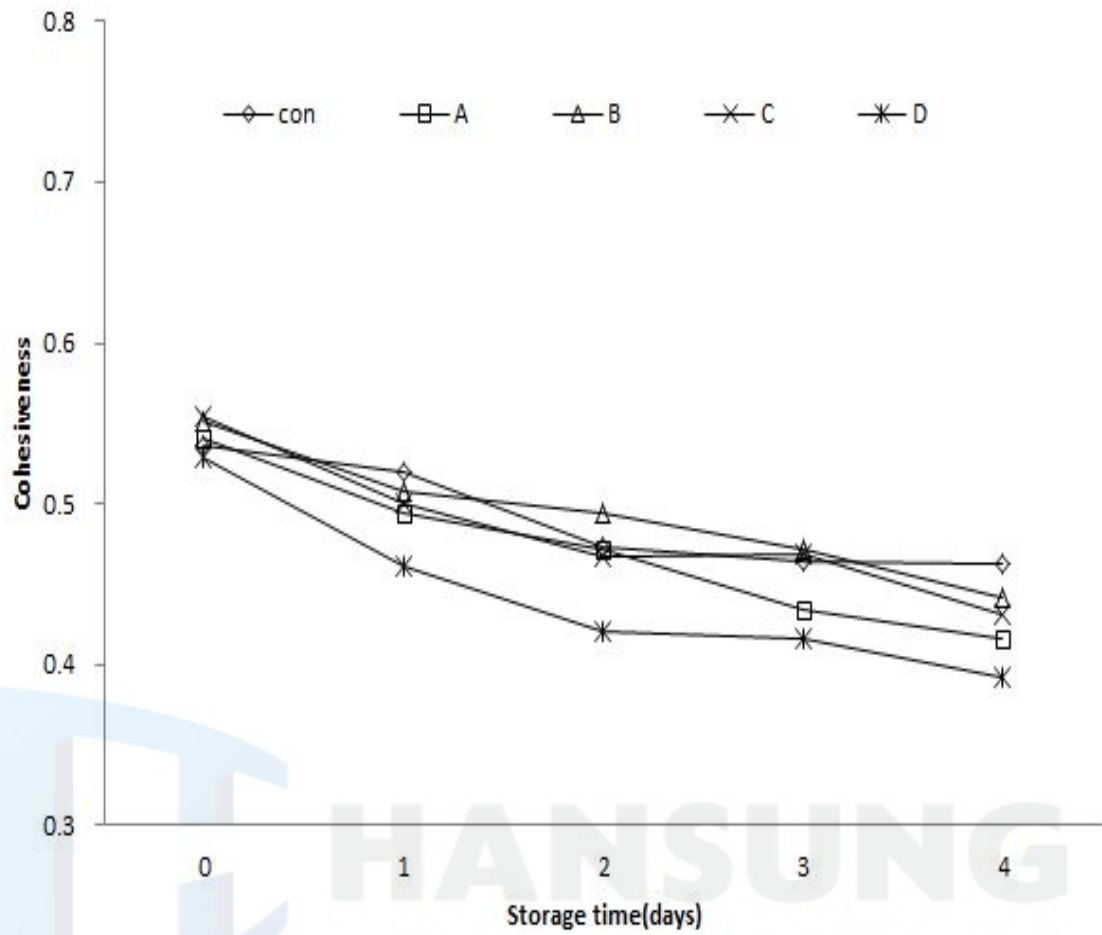


Fig. 14. Cohesiveness of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

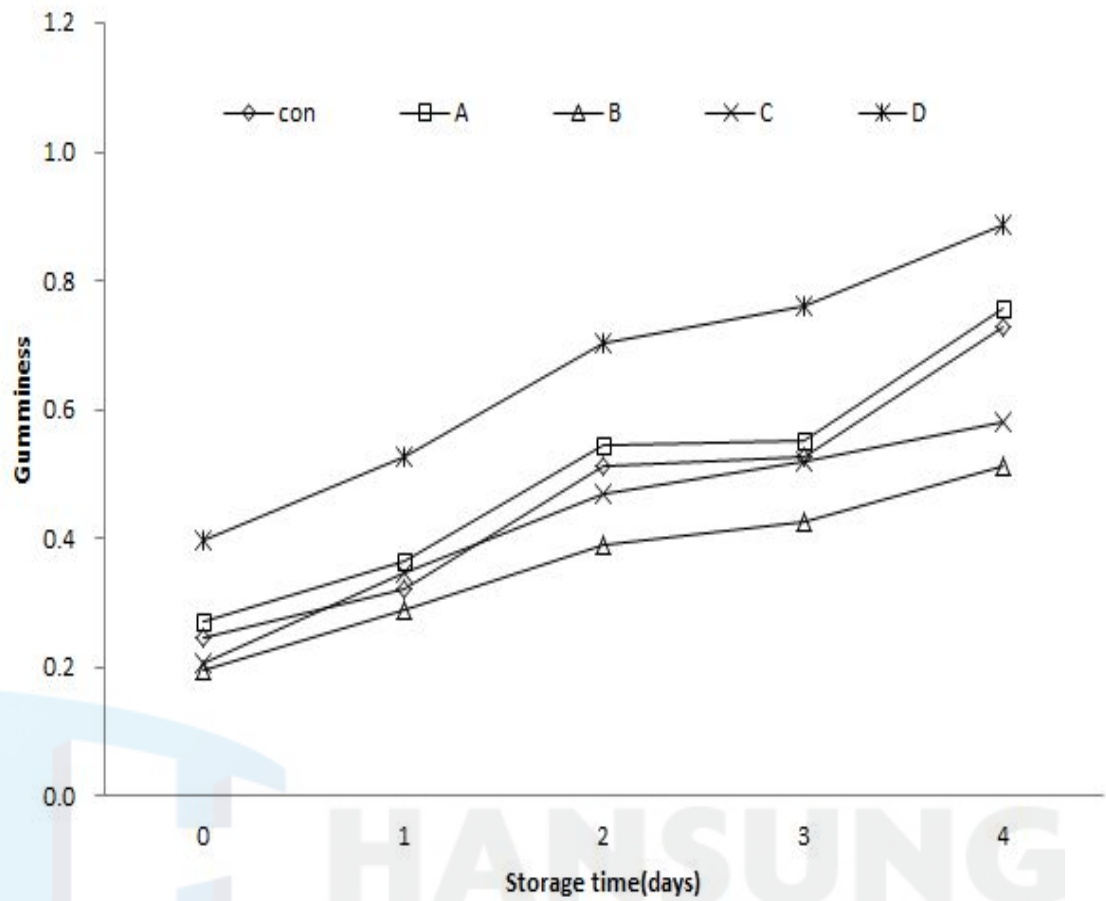


Fig. 15. Gumminess of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

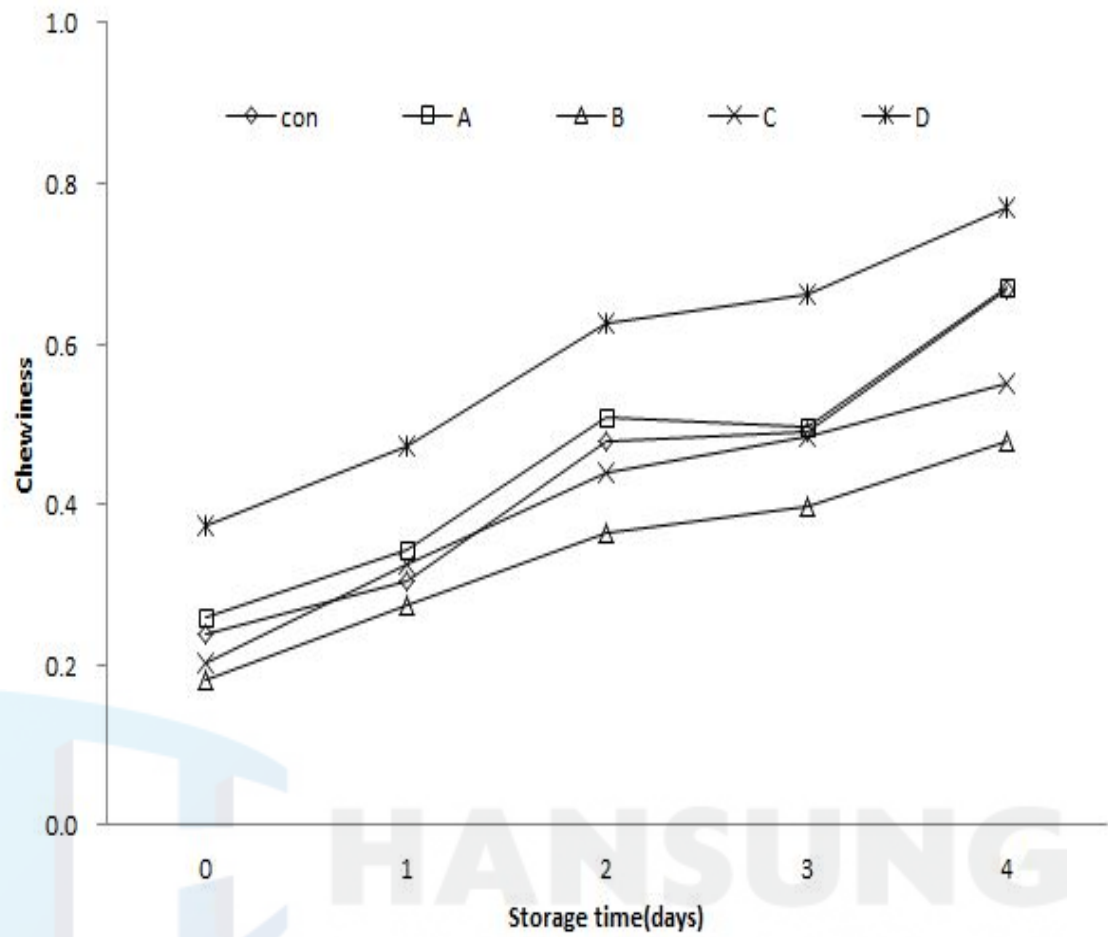


Fig. 16. Chewiness of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

5) 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 관능검사

현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 저장 중 관능검사를 측정한 결과는 Table 21 및 Fig. 17~22. 와 같다.

색에 대한 선호도를 분석한 결과, 저장 1일째부터 4일째까지 D시료에서 12.49, 12.35, 12.15, 11.95로 가장 높았고, 대조구에서 10.14, 9.93, 9.79, 9.79로 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 Table 14의 찰빵의 색도 결과에서 D시료의 L값이 가장 높게 나타난 결과와 일치하는 경향으로 색에 대한 선호도는 명도값이 높은 것을 선호하는 경향을 보였다. 각각의 저장일자에서 시료에 따른 유의한 차이가 있었으나, 모든 시료에서 저장일자에 따른 유의한 차이는 없었다.

향에 대한 선호도를 분석한 결과, 저장 1일째부터 4일째까지 B시료에서 14.44, 14.01, 13.77, 13.45로 가장 높았고, 대조구에서 8.20, 8.06, 7.92, 7.55로 가장 낮았으며, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

맛에 대한 선호도를 분석한 결과, 저장 1일째부터 4일째까지 B시료에서 14.41, 14.25, 13.98, 13.76으로 가장 높았고, D시료가 9.45, 9.02, 8.79, 8.33으로 가장 낮았으며, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

외관에 대한 선호도를 분석한 결과, 저장 1일째부터 4일째까지 B시료에서 13.97, 13.77, 13.59, 13.14로 가장 높았고, D시료가 8.80, 8.55, 8.43, 8.23으로 가장 낮았다. 각각의 저장일자에서 시료에 따른 유의한 차이가 있었으나, 모든 시료에서 저장일자에 따른 유의한 차이는 없었다.

질감에 대한 선호도를 분석한 결과, 저장 1일째부터 4일째까지 첨가한 B시료에서 13.46, 13.35, 13.05, 12.76으로 가장 높았고, D시료가 9.60, 9.43, 9.02, 8.55로 가장 낮았으며, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있

었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

저장기간 동안 전체적인 선호도를 분석한 결과, 저장 1일째부터 4일째까지 B시료에서 13.53, 13.13, 12.94, 12.55로 가장 높았고, D시료가 9.03, 8.64, 8.35, 8.07로 가장 낮았으며, 모든 시료에서 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였다. 또한, 모든 시료는 저장일자에 따라 유의한 차이가 있었고, 각각의 저장일자에서도 시료 간에 유의한 차이가 있었다.

최동만 등(2007)¹⁰¹⁾ 연구에서는 맛, 향, 식감, 외관, 전체적인 수용도도 모든 항목에서 설탕을 함유한 대조구보다 솔잎발효액 8.3%를 함유한 시료가 양호한 것으로 나타났으며, 그이상의 솔잎발효액의 첨가량이 증가되면 관능적인 특성에서는 좋은 결과가 나타나지 않았다. 최상호(2012)¹⁰²⁾ 연구에서도 비슷한 경향이 있었고, 자광미 발효종 10% 시료와 자광미 발효종 20% 시료가 가장 높았으며, 이희태(2014)¹⁰³⁾ 연구의 야콘 발효종 10% 첨가와, 김숙영(2012)¹⁰⁴⁾ 가바쌀겨 발효종 50%첨가 시료가 가장 높게 나와 본 연구와 비슷한 경향으로 본 연구의 현미 발효종 20% B시료가 가장 좋은 관능적 특성을 나타냈다.

101) 최동만, 정순경, 이동선.(2007). 전계논문, 36(5):620-621.

102) 최상호.(2012). 전계논문, PP.142-143.

103) 이희태.(2014). 전계논문, PP.113-115.

104) 김숙영.(2012). 전계논문, PP.48-49.

Table 21. Sensory evaluation change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

Samples ¹⁾		Storage period (days)				
		0	1	2	3	4
Color	Control	10.23±1.10 ^c	10.14±1.40 ^c	9.93±1.04 ^c	9.79±1.11 ^c	9.79±1.22 ^b
	A	11.01±1.57 ^{bc}	10.77±1.44 ^{bc}	10.56±1.22 ^{bc}	10.43±1.16 ^{bc}	10.16±1.17 ^b
	B	11.02±1.00 ^{bc}	10.75±1.02 ^{bc}	10.65±1.82 ^{bc}	10.45±2.01 ^{bc}	10.21±1.66 ^b
	C	11.74±1.03 ^{ab}	11.61±1.61 ^{ab}	11.39±1.68 ^{ab}	11.20±2.02 ^{ab}	10.83±1.83 ^b
	D	12.53±1.51 ^a	12.49±1.79 ^a	12.35±1.51 ^a	12.15±1.83 ^a	11.95±1.33 ^a
Flavor	Control	8.43±0.86 ^{eA}	8.20±0.85 ^{eA}	8.06±0.82 ^{eAB}	7.92±0.72 ^{eAB}	7.55±0.74 ^{eB}
	A	9.60±1.08 ^{dAB}	10.13±1.23 ^{dA}	9.33±0.87 ^{dBC}	9.03±0.95 ^{dBC}	8.68±0.98 ^{dC}
	B	14.22±0.91 ^{aA}	14.44±0.97 ^{aA}	14.01±0.87 ^{aAB}	13.77±0.87 ^{aAB}	13.45±0.85 ^{aB}
	C	13.04±1.30 ^{bA}	13.35±1.37 ^{bA}	12.97±1.31 ^{bA}	12.62±1.35 ^{bAB}	11.93±1.18 ^{bB}
	D	12.09±1.26 ^{cA}	12.34±1.28 ^{cA}	12.02±1.39 ^{cA}	11.68±1.16 ^{cAB}	10.85±1.16 ^{cB}
Taste	Control	10.87±1.23 ^{cA}	10.75±1.07 ^{cA}	10.22±1.04 ^{dAB}	9.81±0.98 ^{dBC}	9.25±0.78 ^{dC}
	A	13.74±1.10 ^{aA}	13.93±1.08 ^{aA}	13.40±1.24 ^{bAB}	13.14±1.17 ^{bAB}	12.82±0.84 ^{bB}
	B	14.21±0.61 ^{aAB}	14.41±0.58 ^{aA}	14.25±0.56 ^{aA}	13.98±0.52 ^{aAB}	13.76±0.72 ^{aB}
	C	12.05±1.02 ^{bA}	12.34±0.96 ^{bA}	12.02±0.76 ^{cA}	11.79±0.70 ^{cAB}	11.37±0.57 ^{cB}
	D	9.34±1.02 ^{dA}	9.45±0.98 ^{dA}	9.02±1.01 ^{eAB}	8.79±1.16 ^{eAB}	8.33±0.92 ^{eB}

¹⁾Refer to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-e}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{A-D}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

Samples ¹⁾		Storage period (days)				
		0	1	2	3	4
Appearance	Control	11.02±1.34 _b	10.81±1.00 ^c	10.54±1.48 ^b	10.46±1.25 ^b	10.23±1.10 ^b
	A	10.39±1.47 _b	10.15±1.40 ^c	9.93±1.27 ^b	9.64±1.50 ^b	9.45±1.71 ^b
	B	14.05±1.99 _a	13.97±1.55 ^a	13.77±1.46 ^a	13.59±1.60 ^a	13.14±2.02 ^a
	C	13.35±1.38 _a	12.97±1.44 ^b	12.99±1.83 ^a	12.57±1.81 ^a	12.33±1.42 ^a
	D	9.03±1.09 ^c	8.80±1.23 ^d	8.55±1.10 ^c	8.43±1.23 ^c	8.23±1.10 ^c
Texture	Control	12.04±1.12 _{bA}	11.74±1.15 ^{bA}	11.63±1.05 ^{bA}	11.25±1.27 ^{bAB}	10.75±1.06 ^{cB}
	A	10.68±0.98 _{cA}	10.65±0.94 ^{cA}	10.45±1.13 ^{cA}	10.25±1.00 ^{cAB}	9.64±0.91 ^{dB}
	B	13.66±0.88 _{aA}	13.46±0.85 ^{aA}	13.35±0.86 ^{aAB}	13.05±0.81 ^{aAB}	12.76±0.78 ^{aB}
	C	13.31±1.14 _{aA}	13.04±1.19 ^{aA}	12.90±1.25 ^{aAB}	12.45±1.19 ^{aAB}	12.03±1.16 ^{bB}
	D	9.76±1.00 ^d _A	9.60±0.94 ^{dA}	9.43±1.00 ^{dA}	9.02±1.01 ^{dAB}	8.55±0.94 ^{eB}
Overall preference	Control	10.75±1.09 _{bA}	10.27±1.20 ^{bAB}	10.11±1.24 ^{bAB}	9.72±0.85 ^{bB}	9.55±0.83 ^{bB}
	A	11.27±1.28 _{bA}	11.01±1.16 ^{bAB}	10.43±1.07 ^{bAB}	10.38±1.07 ^{bAB}	10.17±1.04 ^{bB}
	B	13.44±1.00 _{aA}	13.53±1.00 ^{aA}	13.13±1.00 ^{aAB}	12.94±0.80 ^{aAB}	12.55±0.94 ^{aB}
	C	12.83±1.22 _{aA}	13.04±0.75 ^{aA}	12.90±0.77 ^{aA}	12.71±0.90 ^{aAB}	12.08±0.64 ^{aB}
	D	9.10±1.08 ^c _A	9.03±0.97 ^{cAB}	8.64±0.84 ^{cABC}	8.35±0.89 ^{cBC}	8.07±0.84 ^{cC}

¹⁾Refr to the legend Table 2.

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-e}Means Duncan's multiple range test for different addition (column). ^{A-D}Means Duncan's multiple range test for storage time (row).

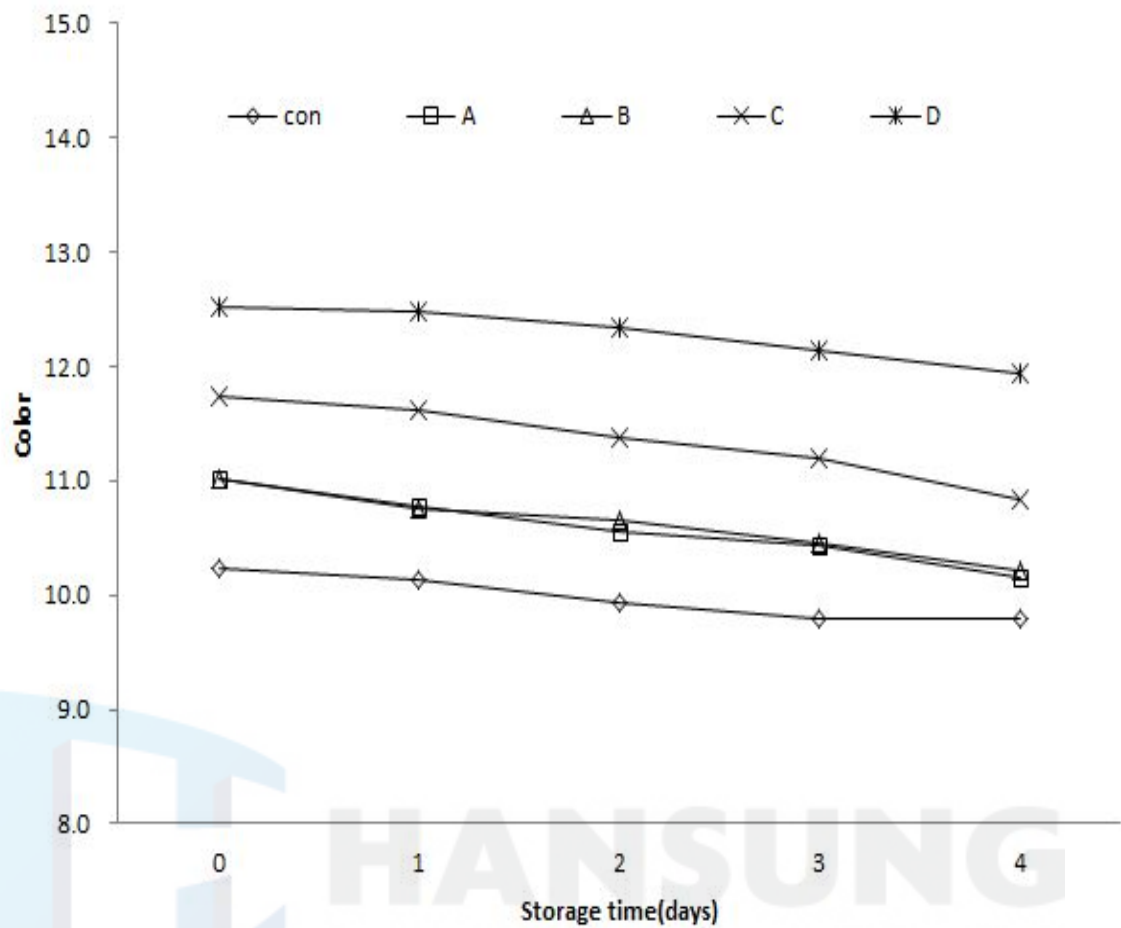


Fig. 17. Color preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

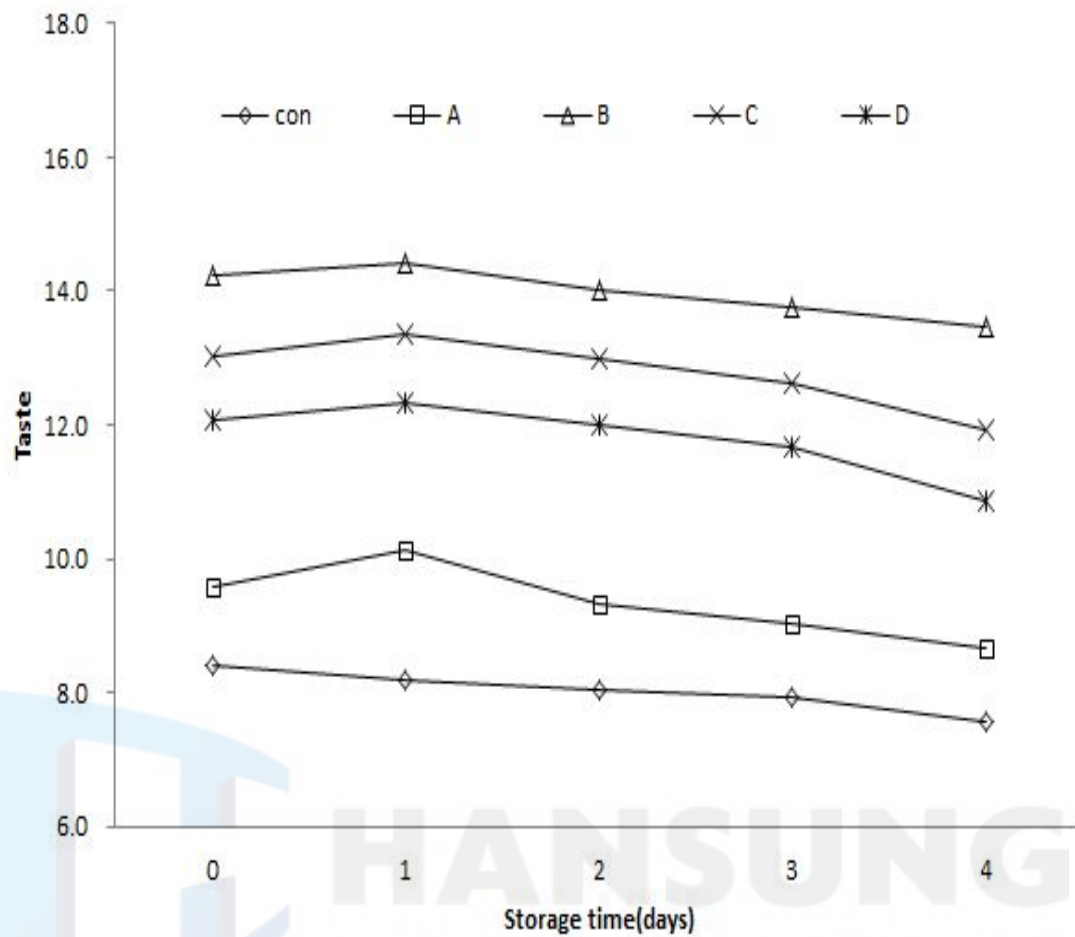


Fig. 18. Tastes preferences change of steamed bread with brown rice sourdough starter during storage.

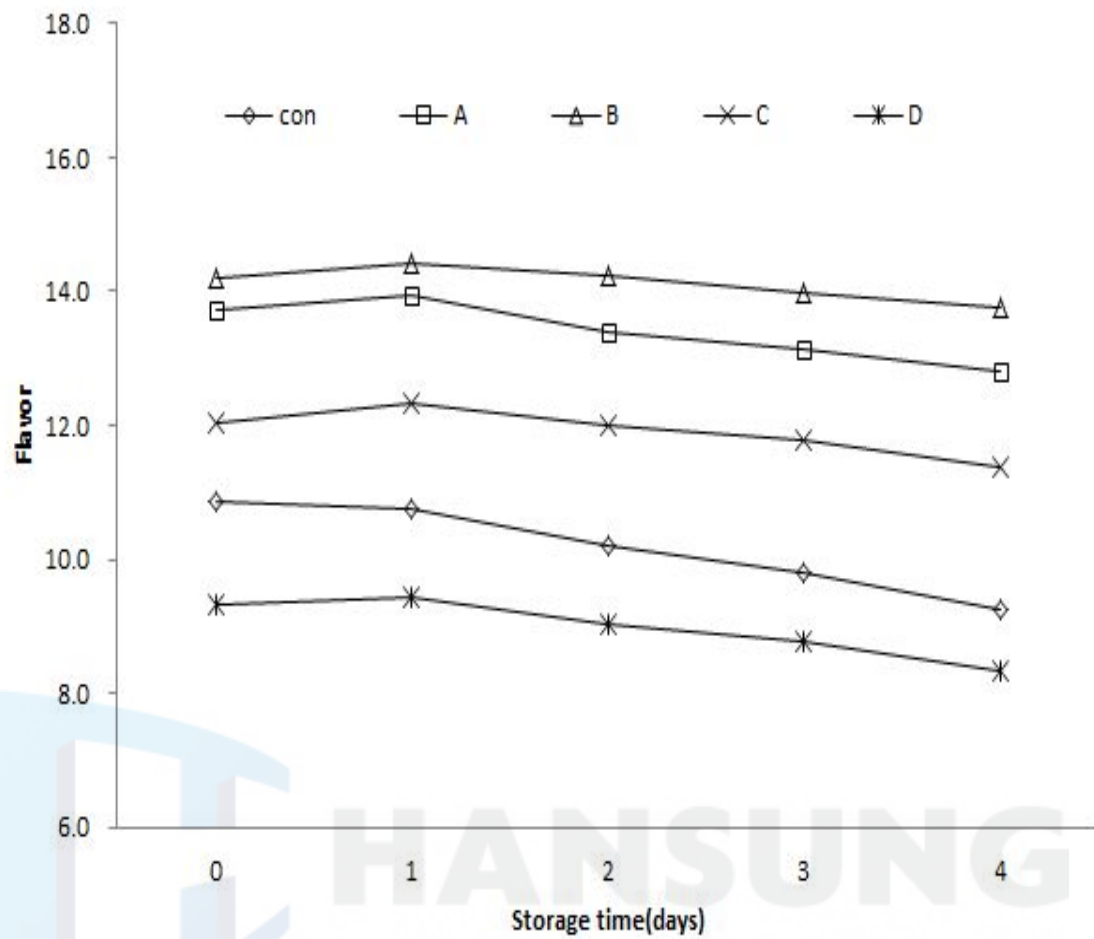


Fig. 19. Flavor preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

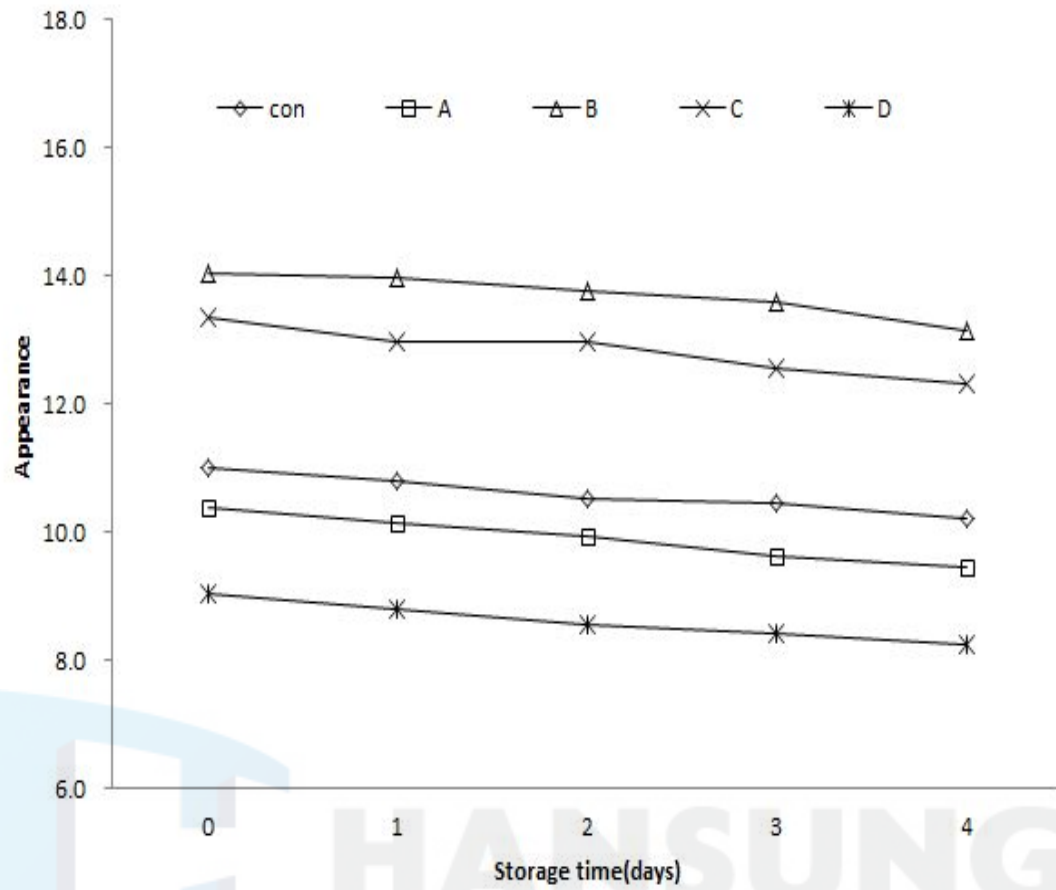


Fig. 20. Appearance preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

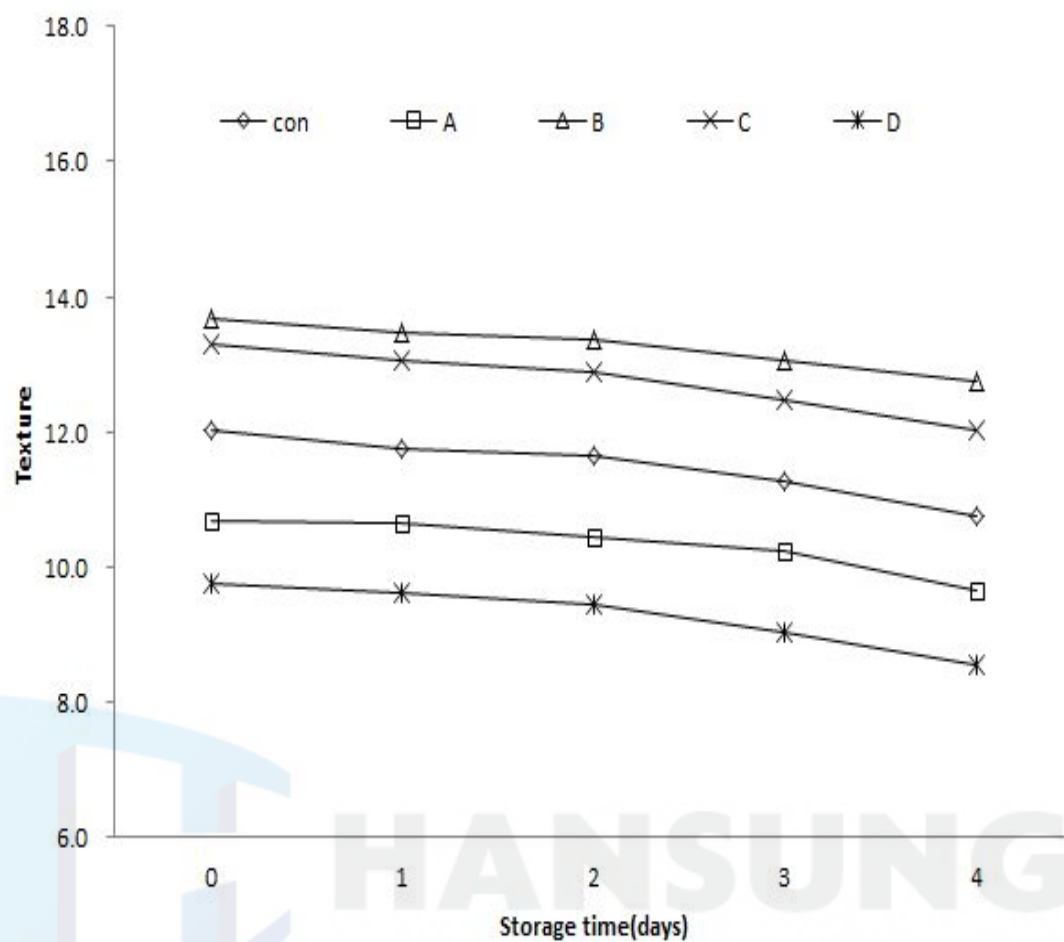


Fig. 21. Texture preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

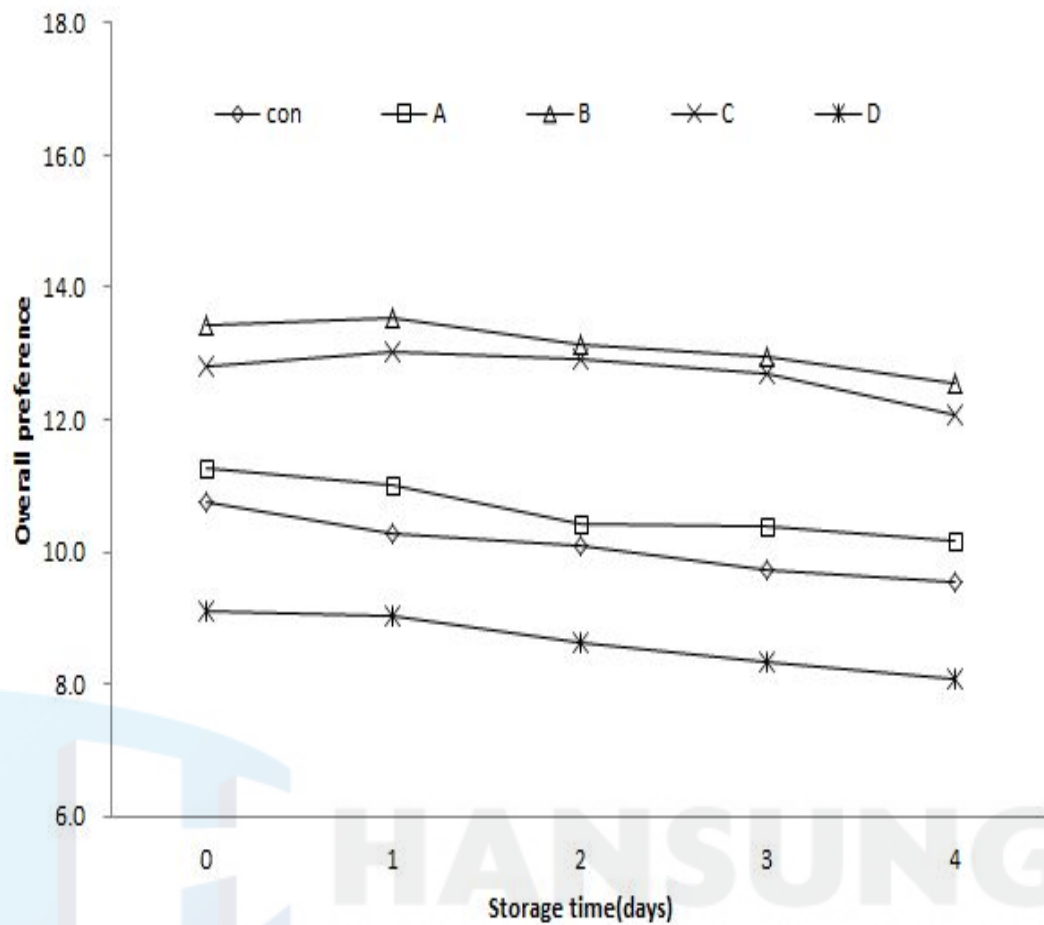


Fig. 22. Overall preferences change of steamed bread with brown rice sourdough stater during storage.

제 V 장 요약 및 결론

시대가 발전하면서 현대인의 바쁜 일상으로 인해 well-being과 건강에 대한 관심이 고조되면서 천연효모를 이용한 빵을 개발하려고 하고 있다. 우리나라의 경우에도 쌀 소비량은 점차 줄어들고 육류의 선호도가 증가하는 것을 볼 수 있으며, 쌀 소비량은 매년 줄어들어 쌀을 대체하여 편리하고 간편하게 먹을 수 있는 제품 개발을 많이 하고 있는 실정이다.

쌀보다 탄수화물이 적고 우수한 영양소가 풍부한 현미를 이용하여 액종과 발효종을 만들어 현미 발효종을 첨가한 찜빵을 실험한 결과는 다음과 같다.

현미 액종의 발효시간에 따른 pH 변화는 발효0시간부터 24시간까지 완만하게 감소하다가 24시간부터 36시간까지는 급격히 감소했고, 36시간부터 72시간까지는 완만하게 감소하는 경향 보였으며, 발효시간에 따른 현미 액종의 적정산도 변화를 살펴보면 발효 0시간부터 24시간까지는 완만하게 증가하다가 24시간부터 36시간까지는 급격히 증가하였고, 이후로도 발효시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 발효시간에 따른 현미 액종의 당도 변화의 경우에는 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었으며, 발효시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다.

현미 액종을 이용한 현미 발효종의 발효력을 측정하기 위하여 발효시간에 따른 현미 발효종의 부피를 측정한 결과 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 1단계에서는 발효 12시간까지는 급격히 증가하다가 이후 감소하는 경향을 보였고, 2단계와 3단계에서는 각각 48시간, 72시간까지 감소하는 경향을 보였다. 발효시간에 따른 현미 발효종의 pH 변화의 경우 발효시간에 따라 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다. 현미 액종을 이용한 현미 발효종의 발효력을 측정하기 위하여 발효시간에 따른 현미 발효종의 적정산도를 측정한 결과 시간이 늘어남에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다.

현미 발효종을 이용한 찜빵의 품질특성에서 현미 발효종의 첨가량에 따른

찰빵 반죽의 pH 및 적정산도를 살펴보면, 찰빵 반죽의 적정산도를 측정한 결과, 대조구의 pH 및 적정산도는 각각 5.27, 0.63 mg%이었고, 현미 발효종 10%시료에서는 각각 5.14, 0.78 mg%, 현미 발효종 20%시료에서는 각각 4.94, 0.93 mg%, 현미 발효종 30%시료에서는 각각 4.87, 1.09 mg%, 현미 발효종 40%시료에서는 각각 4.74, 0.85 mg%으로 나타났으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 현미 발효종의 첨가량을 달리하여 찰빵을 제조하는 과정에서 발효시간에 따른 찰빵 반죽의 부피를 0분부터 75분까지의 측정한 결과 부피가 증가하는 경향을 보였으며, 현미 발효종 20%시료가 166.20mL가장 크게 나왔고, 현미 발효종 40%시료가 102.00mL으로 가장 낮게 나타났다. 현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 부피 및 비용적을 측정한 결과 현미 발효종 20%시료가 가장 높게 나왔으며, 현미 발효종 40%시료가 가장 낮게 나왔다. 현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 지름 및 높이를 측정한 결과에서는 발효종 지름은 현미 발효종 20%시료가 가장 높았으며, 높이에서는 대조구가 가장 높았다. 현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 외관과 단면구조 측정한 결과는 현미 발효종 20%시료의 부피가 가장 크게 나타났고, 현미 발효종 40%시료의 부피가 가장 작게 나타났다. 현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 색도를 측정한 결과 L값은 대조구에서 가장 낮았고, 현미 발효종 40%시료에서 가장 높았으며, a값, b값은 대조구에서 가장 낮았고, 현미 발효종 40%시료에서 가장 높았다. 현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 물성을 측정한 결과에서는 경도, 점착성, 씹힘성은 현미 발효종 40%시료가 가장 높았으며, 탄력성, 응집성은 현미 발효종 30%시료가 가장 높았고, 경도, 점착성, 씹힘성은 현미 발효종 20%시료가 가장 낮았으며, 탄력성, 응집성은 현미 발효종 40%시료가 가장 낮아 빵의 부피와 비용적이 클수록 경도와 점착성 및 씹힘성은 감소하는 경향을 보였다. 현미 발효종의 첨가량을 달리하여 제조한 찰빵의 관능검사를 측정한 결과는 색에 대한 선호도는 L값이 가장 높은 현미 발효종 40%시료에서 가장

높았고, 향미, 맛, 질감, 외형 및 전체적인 선호도는 현미 발효종 20%시료에서 가장 높게 나타났다. 이스트 특유의 냄새가 나는 대조구에 비해 현미 발효종을 첨가한 시료들은 선호도가 높게 나타났고, 이스트와 현미 발효종을 혼합 사용하여 발효에 긍정적인 면에서 선호도가 높아진 것으로 생각된다.

현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 수분함량 변화를 측정한 결과는 저장기간 동안 모든 시료의 수분함량은 감소하는 경향을 보였으며, 모든 찰빵은 저장일자에서 시료에 따른 유의한 차이가 있었고, 저장 기간 내내 현미 발효종 20%, 30%의 시료 및 현미 발효종 40%시료의 수분함량이 대조구와 현미 발효종 10%시료에 비해 높게 나타났다. 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 pH 변화에서 결과 중에서는 1일째부터 저장 2일째까지 급격히 감소하였고, 저장 2일째부터는 완만히 감소하였으며, 현미 발효종 20%, 30%의 시료의 pH가 대조구와 현미 발효종 10%시료에 비해 더 완만하게 감소하는 경향을 보여 현미 발효종 첨가량이 많을수록 더 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 적정산도 변화의 결과는 저장 1일째에 모든 시료의 적정산도는 완만하게 증가하였으나, 대조구만이 저장 기간이 길어짐에 따라 급격하게 증가하였고, 현미 발효종을 첨가한 시료들은 완만하게 증가하여 pH의 값과 적정산도의 값은 서로 반대되는 경향이 나타났다. 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 물성 변화를 측정한 결과는 경도, 점착성, 씹힘성은 현미 발효종 40%시료가 가장 높았으며, 탄력성, 응집성은 현미 발효종 30%시료가 가장 높았고, 경도, 점착성, 씹힘성은 현미 발효종 20%시료가 가장 낮았으며, 탄력성, 응집성은 현미 발효종 40%시료가 가장 낮아 빵의 부피와 비용적이 클수록 경도와 점착성 및 씹힘성은 감소하는 경향을 보였다. 현미 발효종을 이용한 찰빵의 저장 중 관능검사를 측정한 결과 향, 맛, 외관, 질감에서는 현미 발효종 20%시료가 가장 높았으며, 색에서는 현미 발효종 40%시료가 가장 높았다. 전체적인 선호도 분석 결과, 저장 1일째부터 4일째까지 현미 발효종 20%시료가 가장 높았으며, 현미 발효종 40%시료가

가장 낮았다.

본 연구의 결과 현미 발효종에 함유된 식이섬유의 높은 수분 보유력으로 찰빵의 수분함량에 영향을 미치며, 현미 발효종을 첨가하여 부피 및 비용적을 향상시키고 수분 감소를 억제하여 노화를 지연시켜 긍정적인 영향을 미쳤기 때문이라 생각된다. 발효종의 첨가량에 따라 모든 시료의 유의한 차이가 있으며, 현미 발효종 20%시료 첨가한 찰빵이 향, 맛, 외향, 질감, 전체적인 선호도가 가장 높게나와 현미 발효종의 최적 첨가비율은 20%가 적당하리라 판단이 된다. 찰빵을 이용함에 있어서 베이커리뿐만 아니라 가정에서도 반듯이 믹서기와 오븐이 아니어도 간단한 도구를 이용하여 찰빵을 쉽게 만들 수 있는 장점을 부각시켜 누구나 즐겨 먹을 수 있도록, 현미 발효종을 이용한 찰빵을 연구하였으나, 연구의 데이터가 아닌 베이커리 제품으로 현미 발효종을 이용한 찰빵뿐만 아니라 더 다양한 찰빵을 연구하여 많은 소비자가 편리하고 간편하게 즐겨 찾을 수 있는 제품이 되었으면 한다.

HANSUNG
UNIVERSITY

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 고상진.(2011). 천연효모가 살아있는 건강 빵 천연발효빵. 『리스크』, p17.
- 김기주.(2003). 우수 분리발효 미생물을 이용한 sourdough 첨가 식빵의 제조법에 관한 연구. 영남대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-4.
- 김명애, 윤석권.(2003). 당뇨병자를 위한 콩가루와 보리가루 혼합편빵의 품질. 『생활과학연구』, 8(-), P.35.
- 김명희, 신말식.(2003). 제조방법을 달리하여 제조한 현미가루 첨가 식빵의 품질 특성. 『한국식품조리과학회지』, 19(2):142.
- 김문용, 전순실.(2008). 건포도 천연 발효액과 Sourdough를 이용한 호밀 혼합빵의 품질 특성. 『동아시아식생활학회지』, 18(1):92.
- 김성곤, 조남지, 김영호.(1999). 제과제빵과학. 『비엔씨월드』, P.79,PP.111-112.
- 강수진.(2005). 현미가루를 이용한 제빵의 반죽적성과 품질특성. 충남대학교 산업대학원 석사학위논문, PP.53-54.
- 김숙영.(2012). 가바쌀겨 천연발효종을 첨가한 식빵의 품질 특성에 관한연구. 영남대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-3.
- 김은애.(2012). 단백질분해효소와 탈지대두분말의 첨가에 따른 쌀편빵의 품질 특성. 중앙대학교 대학원 석사학위논문, PP.18-20.
- 김연우.(2012). 현미의 제분방법별 이화학적 특성 및 현미가래떡의 품질특성. 가천대학교 일반대학원 석사학위논문, PP.2-4.
- 김창순, 황철명, 송양순, 김혁일, 정동진, 한재흥.(2001). 한국형 찌빵 제조에 적합한 시판 밀가루 품질 및 적정 제빵 조건. 『한국식품영양과학회지』, 30(6):1120.
- 박정미, 이혜민, 엄현주, 김상희, 송인규, 윤향식.(2013). 항균 활성이 있는 유산균을 이용한 발효빵의 제조 및 품질 특성. 『한국식품영양학회지』 26(2):P.203.

- 빙동주, 김원태, 전순실.(2014). 머루를 이용한 Sourdough 식빵 개발. 『한국식품영양과학지』 43(12):1899.
- 백상봉.(1990). 건강빵류의 품질개선 월간제과제빵. 『비앤씨월드』, 26:34-45.
- 송태희, 유정희.(2009). 이해하기 쉬운 식품화학 『도서출판 효일』, P.243.
- 이경숙, 박금순.(2015). 다양한 곡류의 Sourdough를 첨가한 식빵의 품질특성. 『한국식품조리과학회지』, 31(3):268.
- 이재훈.(2007). 홍국(Red-koji)을 이용한 Sourdough Bread의 품질특성 연구. 경희대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-4.
- 이종열.(2002). 천연제빵 발효종의 개발. 건국대학교 석사학위논문, PP.1-3.
- 이희태.(2014). 야콘첨가 sourdough starter와 이를 이용한 식빵의 품질특성. 호서대학교 일반대학원 박사학위논문, P.1.
- 윤해라.(2007). 백미, 현미와 발아현미 쌀가루의 특성 및 파운드케이크 제조. 전남대학교 대학원 석사학위논문, PP.1-3.
- 월간 베이커리.(2011). 몸에 이로운 빵을 만드는 자연의 힘, 천연효모, 9월호. 『대한제과협회』, PP.26-29.
- 최동만, 정순경, 이동선.(2007). 솔잎 발효액의 첨가에 의한 찌빵의 저장성 향상. 『한국식품영양과학회지』, 36(5):618.
- 채동진, 이광석, 장기효.(2011). 스타터로 사용한 Probiotics-효모 비율을 달리하여 제조한 Sourdough 제빵특성. 『한국식품과학회지』 43(1):PP.48.
- 최상호.(2012). 천연발효액종과 자광미 혼합분을 이용한 우리밀 식빵의 품질특성. 세종대학교 대학원 박사학위논문, PP.1-3.
- 최윤희, 이정은, 김은미, 박신영.(2012). 활성 글루텐 및 쌀 입국 첨가에 의한 쌀 찌빵의 품질 변화. 『한국식품영양과학회지』, 25(2):257-258.
- 홍정훈.(2000). 보리가루에서 分離한 Enterococcus sp.와 Lactobacillus sp.를 添加한 sourdough가 보리식빵 製造 特性에 미치는 影響. 동아대학교 대학원 박사학위논문, PP. 27-28.

2. 국외문헌

AOAC.(1984). Official methods of analysis, 14th ed. Association of official Analytical Chemists, Washington D.C. PP.31-47.

AOAC.(1995). Official methods of analysis of AOAC Intl. 16th ed Method 943.02. Association of official Analytical Chemists, Arlington, VA. USA.

Bean MM.(1986). Rice flour its functional variations. *Cereal Foods World*, 31:477-481.

Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM.(1979). The experimental study of food. *Houghton Mifflin*, P.459.

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.

Cho NJ, Kim HI, Kim SK.(1999). Effects of flour brew with *Bifidobacterium bifidum* as a natural bread improver. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28:1275-1282.

Choi EJ, Kim HS.(1997). Physicochemical and gelatinization properties of glutinous rice flour and starch steeped at different conditions. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr*, 26:17-24.

Chung HC.(2008). Properties of sourdough-added bread. *Korean J Food Sci Technol*, 40:643-648.

Corsetti A, Gobbetti M, Paoletti F, Russsi L, Rossi J.(1998). Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J. Food Sci.* 63:347-349.

Freund W.(1995). Bäckerei-Konditorei Management V.: *Verfahrenstechnik Brot und Kleingebäck* (in German).

Go SJ.(2014). Nautral Fermented Bread. *Leescom*. pp. 32-33.

- Jeon YS, Kim MW.(2010). Quality Characteristics of White Pan Bread Added with Sunsik Powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(2):299–306.
- Juliano BO, Bechetel DB.(1985). The rice grain and its gross composition. In Rice Chemistry and Technology. *The American Association of Cereal Chemists*, 17–58.
- Kim, H. Choi, C.R. and Han K.S.(2007). Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. *J Korea Soc Food Sci Nutr*. 36(1):72–80
- Kim KA.(1996). Physicochemical properties of nonwaxy and waxy brown rice flour. *Korean J. Soc. Food Sci*, 12:557–561.
- Kim MY, Chun SS.(2008). 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.(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 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.
- Kwhak, S, & Jang, M.(2005). Optimization for the physical properties of steamed foam cakes prepared with single–stage method by response surface methodology. *J. Korean Soc. Food Sci. Nurt.*, 34(4):557–566.
- Lee C, Shin JS.(2002). The effect of dietary fiber content of rice on the postprandial serum glucose response in normal subject. *Korean J. Food & Nutr*, 15:173–177.
- Lee HJ, Lee HJ. Byun SM, Kim HS.(1988). Studies on the lipid content and neutral lipid composition of brown rice and milled rice. *Korean J. Food Sci. Technol*, 20: 585–593.

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.

Nagao, S.(1995). : Wheat products in East Asia. *Cereal Foods World*, 40:480–483.

Pyler.(1982). Baking Science and Technology. *Siebel Publishing Co*, 2:782.

Qarooni J.(1996). Flat Bread Technology. *Chapman & Hall*.

Ha TY.(2008). Health functional properties of rice. *Korea Food Research Institute*, 463–746:pp.22–26.



ABSTRACT

Quality Characteristics of Steamed Bread with Brown rice Sourdough starter.

Choe Dong Sun

Major in Food Service Management

Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant
Management

Graduate School of Business Administratio

Hansung University

Making steamed bread from brown rice fermented starter, this research analyzed pH, and TTA of brown rice sourdough stater was used, and volume, specific volume, chromaticity, appearances, cross structure, textural characteristics, sensory analysis, quality characteristics during storage of the steamed bread to advance its quality considering generalization and nutrition. brown rice fermented starter showed decrease in pH, increase in TTA and decrease in Brix as time passed, meaning significant difference. As for a brown rice fermented starter, it showed decrease in pH, increase in TTA as time passed, meaning significant difference depending on its fermentation time.

There was a significant difference in pH of TTA of the dough among samples depending on proportion of the sourdough in steamed bread, and sample with 20% of brown rice sourdough stater showed the biggest increase in volume of steamed bread dough following its fermentation time. As for its specific volume, sample with 20% of brown rice sourdough stater showed the highest result in diameter, and control group

was the highest in its height.

As for appearance and cross structure of the steamed bread, sample with 20% of brown rice sourdough stater showed the biggest volume, and as for chromaticity, sample with 40% of brown rice sourdough stater showed the highest value of *L*, *a*, and *b*. As for its texture characteristics, sample with 40% of brown rice sourdough stater was the highest in hardness, gumminess, chewiness, and sample with 30% of brown rice sourdough stater was the highest in springiness and cohesiveness.

As for the result of sensory analysis of steamed bread, sample with 40% of brown rice sourdough stater got the highest preference of color, and sample with 20% of brown rice sourdough stater was the best in overall preference including flavor, taste, texture and appearance.

Steamed bread with brown rice sourdough stater showed decrease in moisture content from all the samples during storage, showed decrease in pH as proportion of the sourdough increased, and accumulation in TTA, meaning opposite inclination between pH and TTA.

As for texture characteristics, sample with 40% of brown rice sourdough stater showed the highest result in hardness, gumminess, chewiness, sample with 30% of brown rice sourdough stater showed the highest result in springiness and cohesiveness, and sample with 20% of brown rice sourdough stater showed the best result in flavor, taste, appearance, and texture.

Analyzing overall preferences, therefore, sample with 20% of brown rice sourdough stater was the highest, and sample with 40% of brown rice sourdough stater was the lowest.

【Key Words】 Brown rice, Brown rice Fermented starter,
Brown rice Sourdough stater, Steamed Bread,
Quality Characteristics