

석사학위논문

호로파 가루를 첨가한 유기농
밀가루 식빵의 제빵 적성 및
항산화능 평가

2019년

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

염 유 진

석사학위논문
지도교수 허진

호로파 가루를 첨가한 유기농
밀가루 식빵의 제빵 적성 및
항산화능 평가

Evaluation of Baking Properties and Antioxidant
Ability of Bread made of Organic Wheat Flour
Containing Fenugreek Powder

2018년 12월 일

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

염 유 진

석사학위논문
지도교수 허진

호로파 가루를 첨가한 유기농
밀가루 식빵의 제빵 적성 및
항산화능 평가

Evaluation of Baking Properties and Antioxidant
Ability of Bread made of Organic Wheat Flour
Containing Fenugreek Powder

위 논문을 경영학 석사학위 논문으로
제출함

2018년 12월 일

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

염 유 진

염유진의 경영학 석사학위 논문을 인준함

2018년 12월 일

심사위원장 _____(인)

심사위원 _____(인)

심사위원 _____(인)

국 문 초 록

호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 제빵 적성 및 향산화능 평가

한 성 대 학 교 경 영 대 학 원
호 텔 관 광 외 식 경 영 학 과
외 식 경 영 전 공
염 유 진

본 연구에서는 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 제빵 적성 및 향산화능 평가를 연구하였다. 호로파는 중동 지역에서 자라나는 콩과의 식용 가능한 식물로 오래전부터 약초로 사용되어 왔으며, 방광과 신장 등의 치료제로 사용하였다. 우리나라에서는 주로 한약재로 사용되고 있으며, 호로파를 이용한 건강 기능성 식품으로 적용할 수 있는지 알아보기 위해서 다음과 같이 실험을 진행하였다.

호로파 가루를 0, 3, 6, 9, 12%로 첨가를 달리하여 분말 형태로 빵을 제조하였고, 식빵의 pH는 전체적으로 유의하게 증가하는 결과를 나타내었다. 식빵 반죽의 발효시간에 따라 부피 변화를 측정한 결과에서는 반죽 직후를 제외한 모든 발효시간에서 시료 간의 유의한 차이를 보였다. 그중 호로파 가루 6% 첨가구가 발효시간이 길어질수록 발효력이 증가하는 결과를 나타냈다. 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 무게는 유의적으로 증가하였고 부피, 비용적, 굽기 손실률은 무게와는 다르게 감소하는 결과를 보였다. 외관과

미세구조는 색상이 어두워지는 경향을 보였으며, 기공 또한 일정하지 않았다. 식빵의 색도 측정 결과에서는 L(백색도) 값은 감소하였고, a(적색도) 값은 증가하였으며, b(황색도) 값도 미미하게 증가하였다. 식빵의 경도, 점착성, 씹힘성은 유의적으로 증가한 반면에 탄력성은 대조구와는 큰 차이가 없었다. 수분함량은 호로파 가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 결과를 보였다. 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 일반 미생물의 억제 효과가 있었으며, 진균류(곰팡이, 효모) 발생 억제 능력 측정 결과에서는 대조구에 비하여 6일 정도 발생을 억제시키는 것으로 나타났다. 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 대조구보다 DPPH 자유 라디칼 소거능이 증가하므로 높은 항산화성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 또한 천연물 분석을 실시한 결과 항균·항산화성과 관련된 주요 검출량은 총 25종으로 나타났으며, 관능 평가에서 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 색, 향, 맛, 외형, 질감, 전체적인 선호도에서는 낮은 결과를 보였다. 그중 6%의 선호도가 가장 높은 선호도를 보였으며, 대조구와는 큰 차이가 없었다. 따라서 호로파 가루를 첨가함으로써 식빵의 저장성 및 항산화성에 효과가 있는 것으로 확인되었으며, 빵의 저장성을 개선하고, 다양한 기능성 건강식품으로써 활용 가능할 것으로 사료된다.

【주요어】 호로파, 호로파 가루, 유기농밀가루, 식빵, 제빵 적성, 항산화성

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 연구의 이론적 배경	4
제 1 절 호로파에 관한 고찰	4
1) 호로파의 특징 및 효능	4
2) 호로파에 관한 선행연구	5
제 2 절 식빵에 관한 고찰	6
1) 우리밀의 현황 및 특징	6
2) 식빵	7
3) 식빵에 관한 선행연구	8
제 3 절 향산화기능에 관한 고찰	9
1) 향산화능의 개념	9
2) 향산화능, 항균 측정방법	10
3) 향산화능에 관한 선행연구	11
제 3 장 실험재료 및 방법	12
제 1 절 실험재료	12
제 2 절 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵 제조 및 품질특성 ..	12
1) 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 제조	12
2) 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 품질특성 분석방법	

.....	14
3) 유기농 밀가루 식빵 반죽의 pH 측정	14
4) 식빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 측정	14
5) 식빵 반죽의 1차 발효 후 pH 측정	14
6) 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실률 측정	15
7) 식빵 굽기 후 pH측정	15
8) 식빵의 외관 및 미세구조 측정	16
9) 식빵의 색도 측정	16
10) 식빵의 물성 측정	16
11) 식빵의 수분함량 측정	17
12) 식빵의 관능검사 측정	17
13) 식빵의 항균, 항산화 측정	18
14) 통계분석	21

제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 품질특성	22
1) 식빵 반죽의 pH 측정 결과	22
2) 호로파 가루 식빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 변화	25
3) 호로파 가루 식빵 반죽의 1차 발효 후 pH 측정 결과	28
4) 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실률 측정 결과	31
5) 식빵 굽기 후 pH 측정 결과	35
6) 식빵의 외관 및 미세구조 측정 결과	38
7) 식빵의 색도 측정 결과	40
8) 식빵의 물성 변화	45
9) 식빵의 수분함량 측정 결과	53
10) 식빵의 관능검사 측정결과	56
11) 식빵의 항균, 항산화성 측정 결과.....	59

제 5 장 요약 및 결론	72
참고문헌	76
부 록	95
ABSTRACT	96

표 목 차

[Table 1] Formula of white bread with Fenugreek seed powder	13
[Table 2] Operating condition of texture analyzer for bread	17
[Table 3] pH of bread dough using Fenugreek seed powder	23
[Table 4] Changes in volume of bread dough using Fenugreek seed powder during fermentation	26
[Table 5] pH of bread dough using Fenugreek seed powder after 1s fermentation	29
[Table 6] Weight, volume, specific volume and baking loss of bread using Fenugreek seed powder	33
[Table 7] pH of bread using Fenugreek seed powder after baking	36
[Table 8] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed Powder(crumb)	41
[Table 9] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed Powder(crust)	43
[Table 10] Changes in texture characteristics of bread using Fenugreek seed powder	47
[Table 11] Changes in Moisture content of bread using Fenugreek seed powder	54
[Table 12] Sensory evaluation of bread using Fenugreek seed powder	57
[Table 13] Total plate count (log CFU/g) in the Horppa added Bread during storage	60
[Table 14] Total fungi count (log CFU/g) in the Horppa added Bread during storage	63
[Table 15] DPPH antioxidant activity of Horppa	65
[Table 16] Major antimicrobial antioxidants of Horppa using UPLC-Q-TOF-MS/MS (ES-)	68

[Table 17] Major antimicrobial antioxidants of Horppa using
UPLC-Q-TOF-MS/MS (ES+) 70

그림 목 차

[Fig. 1] pH of bread dough using Fenugreek seed powder	24
[Fig. 2] Changes in volume of bread dough using Fenugreek seed powder during fermentation	27
[Fig. 3] pH of bread dough using Fenugreek seed powder after 1st fermentation	30
[Fig. 4] Volume of bread dough using Fenugreek seed powder	34
[Fig. 5] Specific volume of bread dough using Fenugreek seed powder	34
[Fig. 6] Baking loss of bread dough using Fenugreek seed powder	35
[Fig. 7] pH of bread using Fenugreek seed powder after baking	37
[Fig. 8] Shape and cross section image of bread using Fenugreek seed powder	39
[Fig. 9] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed Powder(crumb)	42
[Fig. 10] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed Powder(crust)	44
[Fig. 11] Changes in hardness of bread using Fenugreek seed powder	48
[Fig. 12] Changes in springness of bread using Fenugreek seed powder	49
[Fig. 13] Changes in cohesiveness of bread using Fenugreek seed powder	50
[Fig. 14] Changes in gumminess of bread using Fenugreek seed powder	51
[Fig. 15] Changes in chewiness of bread using Fenugreek seed powder	52
[Fig. 16] Changes in Moisture content of bread using Fenugreek seed powder	55

[Fig. 17] Sensory evaluation of bread using Fenugreek seed powder	58
[Fig. 18] Number of microorganisms during storage at room temperature of Horopa added bread	61
[Fig. 19] Number of fungi (yeast, mold) during storage at room temperature of Horopa added bread	64
[Fig. 20] DPPH Antioxidant Crystal Model for Horppa	65
[Fig. 21] Horppa ES- UV_Mass Chromatogram	69
[Fig. 22] Horppa ES+ UV_Mass Chromatogram	71

제 1 장 서 론

최근 급속도로 발전한 경제 발전으로 인한 소득의 증가와 서구화된 현대인들의 식생활 패턴은 밥보다 빵을 먹는 사람들이 증가하고 있는 상황이다(임채숙, 2014). 그에 따라 과거의 양과 맛에 충족시킨다는 개념을 떠나 식품의 영양학적인 부분과 건강 기능 증진과 다양한 맛에 식품 욕구도가 증가함으로 그러한 상황을 충족시키기 위한 방향으로 변화하고 있는 추세이다(Chang KH, 2008; Lee JR, 2004). 예전에는 식 후에 간식이나 입가심으로 먹던 베이커리 제품들을 이젠 주식 개념으로 섭취하는 소비자들이 늘어나는 경향이 두드러지며, 건강을 위한 재료들을 활용한 베이커리 제품들이 연이어 출시되고 있다(임세정, 2013). 또한 체중조절, 식습관 개선, 암, 당뇨병, 심장병 등을 예방하기 위한 제품의 개발이 활발하게 이루어지고 있다(이상아, 2011).

소비시장에서도 경쟁우위를 선점하기 위해 유기농 재료와 건강 기능성 재료를 첨가한 웰빙 제품을 구입하길 원하는 소비자들의 기대에 따른 건강, 기능성, 영양상의 요구를 기반으로 판매를 하는 것을 전략으로 갖추는 것이 중요하게 되었다(이윤희, 2010). 이러한 건강 기능성의 제품의 기본이 되는 유기농 재료에는 밀가루, 호박가루, 쌀가루, 호밀가루, 고구마, 호박, 녹차, 설탕, 계란 등 다양하게 있으며, 알레르기, 아토피, 환경오염과 스트레스성 질환 성인병 등으로 시달리는 현대인들에게 유기농 재료로 만든 식품은 많은 관심과 주목을 받고 있으며, 이러한 현상은 국민 건강을 생각하는 측면에서 바람직한 일이다. 또한 베이커리 업체의 불황 현상을 타개하는 방법으로 유기농 재료와 기능성 재료를 이용하는 방법은 긍정적으로 평가할 수 있다(월간 Patisserie, 2004). 따라서 유기농 밀가루와 기능성 재료를 이용해 만든 유기농 제품의 개발과 연구의 전문성을 최대한 증대시켜야 한다(이윤희, 2010).

바쁜 현대인들은 바쁘게 돌아가는 시대상에 반영하여 빵은 식사대용으로 훌륭히 자리매김하고 있다. 이런 현상에 발맞추어 단맛이 적고 다른 단과자 빵과 케이크 등과 달리 여러 기능성 재료와도 조화 또한 훌륭한 식빵이 주

목받고 있다(이영림, 2008). 제빵 류 중 가장 많이 소비되는 제품은 식빵으로(Lee HJ, 2009) 다양한 형태로 개발하여 섭취할 수 있다. 그에 따른 제품으로 샌드위치, 토스트 등 여러 형태의 제품으로 만들 수 있다. 베이커리 업체도 이러한 소비자들의 건강 지향적 요구에 부응하여 영양학적으로 우수하고 기능성 성분이 첨가된 높은 품질의 제품을 생산하기 위해 끊임없는 노력을 하고 있다(Lee WK 외, 2012). 현재 제과점마다 식빵의 종류와 다양성이 개발되었고, 전체적인 매출의 비중을 차지하는 상황이며 이러한 변화를 보여주는 예가 디저트 전문점과의 차별화를 둔 식빵 전문점의 증가로 마니아도 늘면서 이러한 빵 문화가 새롭게 발전하고 있으며(월간베이커리, 2011), 적은 품종의 빵을 당일 생산 판매 일부 품목을 특화 시키는 방식으로 식빵 전문점이 큰 인기를 끌며 틈새시장을 공략하고 있다(김수아, 2015). 이러한 기능성 재료를 첨가한 식빵 전문점은 다양한 연구와 개발로 많은 소비자들의 기호도를 충족시키기 위한 연구를 지속하고 있다(고은숙, 2008).

기능성 제품을 첨가한 식빵의 선행 연구로는 송화가루 첨가가 우리 밀 식빵의 품질특성에 미치는 영향(Lee HS 외, 2001), 천연발효액종과 자광미 혼합분을 이용한 우리밀 식빵의 품질특성(최상호, 2012), 외송첨가에 따른 식빵의 품질특성(김병돈, 2011), 손바닥선인장 열매를 첨가한 식빵의 품질특성(문경옥, 2011), 한라봉 추출물의 생리 활성과 한라봉 분말을 대체한 식빵의 품질특성(빙동주, 2012) 등이 있다. 하지만 현재 다양한 기능으로 주목받고 있는 기능성 제품인 호로파에 관한 연구 사례는 미비한 실정이다.

호로파(Fenugreek, *Trigonella foenum-graecum* L.)는 콩과의 식물로 남쪽의 변방 무의 씨라고 불리기도 한다(신동원 외, 1999). 주로 늦여름에 씨가 완전히 익은 다음 전초를 배어 씨를 털어 잡질을 없애고 햇볕에 말리어 채취한다. 형태는 동그스름한 능형이며 길이는 3~5mm 너비는 2~3mm이고 겉은 갈색과 황갈색이며 약간의 윤기가 난다. 양옆은 홈이 양쪽으로 한 줄씩 있고 끝에는 배근이 뾰족하게 나와 있으며 그 옆에 제점이 반점으로 나타난다. 복용 방법으로는 그대로 술에 담갔다가 찌거나 볶아서 사용한다(최수찬 외, 2018). 동의보감에서는 주로 신체가 허약한 것을 낫게 하는 요긴한 약이다. 신체가 허약하여 배와 옆구리가 창만한 증상과 얼굴빛이 검고 푸른 증상

도 효험이 있다고 한다. 또한 복숭아씨와 같이 복용하면 방광의 통증에 탁월한 효능이 있으며(성환길 외, 2017), 최근에는 호로파의 씨앗 분말은 산화스트레스 및 염증을 약화시켜 알츠하이머병의 개선(Prema A 외, 2017)에도 도움이 된다고 보고된 바 있다. 씨앗에서 폴리페놀과 플라보노이드의 항산화성(Dixit P 외, 2005) 외에도 항균성(항곰팡이) 펩타이드를 가지고 있다고(Oddepally R 외, 2015) 보고된 바 있고, 호로파의 잎은 항균 및 항산화(Premanath R 외, 2011) 작용 등이 있다고 알려져 있다.

호로파의 씨앗에는 성질이 따뜻하고 맛은 쓰지만 독이 없고 신장의 허랭함을 낮게 하는데 도움을 준다(성환길 외, 2017). 호로파에는 수용성 식이섬유가 많고 사포닌의 일종 성분인 디오스티닌 이라는 성분이 굉장히 풍부하여 암의 원인의 예방에 도움이 되고 콜레스테롤 흡수를 방해하여 배출에도 도움이 되며 식이조절에 도움을 주는 세로토닌의 원료인 트립토판도 풍부하고 혈당을 낮추는 트리코넬린 성분도 함유하고 있다. 또한 호로파를 이용한 항산화에 대한 연구도 이루어지고 있다(KBS2비타민, 2016). 호로파에 대한 연구는 약리학적 효과의 연구가 주로 이루어지고 있으며, 이를 반영하듯 한 의학적 자료와 사용방법 등이 대부분이고 음식으로의 섭취 방법은 알려진 바가 미비한 실정이다. 하지만 호로파를 식품으로써의 감각적인 품질 향상을 위한 향신료로 전 세계적으로 사용되고 있다. 또한 전통적인 Ayurveda 민간요법과 항 당뇨병, 항암제, 면역 활동과 같은 의약적 특성(Hannan JMA 외, 2007), (Sethi G 외, 2018)으로도 잘 알려져 있고, 의약적 가치 외에도 식품의 안정제, 유허제와 같은 식품 제조 및 기능성 화장품 기능의 일부로도 사용된다(Premanath R 외, 2011).

따라서 소비자들의 건강 기능성 식품을 요구하는 소비심리에 부응하여 본 연구에서는 호로파 가루를 첨가한 기능성 식빵 제품을 개발함으로써 소비자들의 건강을 증진시키고 인체의 유용하고 다양한 성분을 공급하고자 한다. 또한 첨가 비율의 다양한 적용 단계를 나누어 가장 좋은 배합과 첨가 비율로 가장 섭취하기 좋은 상태의 제품의 형태로 간편하고 다양하게 섭취할 수 있는 기초 자료를 제시하고자 한다.

제 2 장 연구의 이론적 배경

제 1 절 호로파에 관한 고찰

1) 호로파의 특징 및 효능

호로파 胡蘆巴 (*Trigonella foenum-graecum* L)는 콩과의 식물인 호로파의 여문 씨를 말린 것으로, 예로부터 약초로 사용되었으며(윤진아, 2007), 지중해, 중국, 에티오피아 등 전 지역에 퍼져있다. 주요 재배 지역은 프랑스 남부, 터키, 북아프리카, 인도, 중국 등이며, 포기 전체에 향이 있으며 종자에는 강한 향이 있다. 한해살이 초본으로 높이는 10~50cm 정도이고, 수직의 긴 붉은 뿌리가 있다. 작은 잎의 길이는 1~3cm 정도이며, 꽃의 길이는 0.8~1.8cm 정도이고 화병은 거의 없다. 과실은 완두콩과 비슷한 2.5~10cm 정도의 길이이고 폭은 0.1~1cm 정도이다(정동효, 2007). 호로파는 성질이 따뜻하고 독이 없어서(성환길 외, 2017), 대부분은 한약재로 이용되고 있고 요즘 들어 주로 식품과 향신료, 의약품 등으로도 사용되고 있으며, 혈당을 저하시키는 작용이 있어 기능성 식품 소재로서 각광을 받고 있다(장인환, 2003).

호로파는 여문 씨를 말린 것을 이용하는데 신양허로 허리와 무릎이 시리고 아픈데 한사로 인한 배 아픔, 위경련, 산증, 각기, 방광마비로 오줌을 누지 못하는데 쓰이고, 씨를 간장약, 구풍약, 콩팥과 방광의 질병을 치료하는 약으로 쓰이며 요즘에 와서 steroid sapogenin을 얻어 호르몬 합성 원료로 쓰기 위한 연구가 진행되고 있다(윤진아, 2007). Yadav 등(2004), Annida와 Princ(2004)의 연구에 의하면, 호로파 씨와 잎에서 당뇨 쥐의 혈당을 감소시켰다는 결과를 보였다. 호로파는 알칼로이드, 단백질, 지방 등 약 40여 가지의 성분을 함유하고 있으며(Duru 등, 2013), 예로부터 방광과 신장 등을 치료하는데 사용되었다. 하지만 최근에는 남성의 정력증진 및 몸속의 혈당과 인슐린의 균형 유지와 체중 조절에도 효과가 있는 연구결과가 나타나고 있

다(Kassem 등, 2006; Aswar 등, 2010).

2) 호로파에 관한 선행연구

호로파의 주를 이루는 연구로는 약리학적 효능에 입각한 연구가 대부분이다.

호로파 추출물의 Peroxynitrite 제거 및 염증 촉진 인자 제어 효과 연구(이철호, 2006)에서 호로파는 ONOO⁻를 효과적으로 소거하고 염증 인자 단백질의 발현을 억제하여 노화 및 노인성 질환의 조절 약물로 작용할 가능성이 있다고 하였다.

호로파와 야관문 복합추출물이 과산화수소로 산화적 스트레스가 가해진 TM3 세포의 테스토스테론 합성에 미치는 영향(이경수 외, 2016) 연구에서는 YHM 투여가 생체 내에서도 감소된 테스토스테론의 분비를 다시 회복시킬 수 있음을 시사함으로써, 테스토스테론 감소로 인해 야기되는 남성 갱년기의 증상 완화에 도움이 될 수 있을 것으로 결과가 나타났다.

호로파와 야관문 복합추출물의 남성 갱년기 개선에 관한 연구(이경수 외, 2015)에서 야관문, 호로파 복합추출인 YHM이 남성 갱년기 증상의 완화에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 흰쥐에게 YHM 을 4주간 투여한 후, testosterone, SHBG, PSA, 근육량, 체지방, 혈중 지방, 운동수행능력, 정자수, 간 독성 등에 미치는 영향을 조사 하였다. 결과적으로 YHM의 투여는 남성갱년기에 나타나는 여러 가지 지표들을 개선하는 것으로 나타났고, 이를 활용하여 남성 갱년기 개선에 도움을 줄 수 있는 건강 기능 보조 식품 소재로 개발할 수 있을 것으로 나타났다.

식품 발효 중 기능성 물질의 생전 환 및 기능성 변화(지 현 외, 2005)연구에서 호로파 사포닌을 다양한 식용 미생물로 발효시켰을 때는 생물 전환이 일어나지 않았지만, 조효소로 미생물을 반응시켰을 때 당쇄가 가수분해되었다.(Fig.4). 사용한 미생물들 중에는 Bifodobacterium sp. Int57의 활성도가 매우 높게 나타났다. Int57에 대한 호로파 사포닌의 전환체는 α -glucosidase, α -amylase의 저해 능을 측정해본 결과로는 사포닌의 전환체를 0.1 mg/ml

농도에서 α -glucosidase, α -amylase의 저해 능력은 전환하기 전의 사포닌보다 높게 나왔다. 이에 따른 결과로서 미생물에 의한 호로파의 전환된 사포닌은 혈당을 낮춰주는 능력이 증가될 것으로 보이는 결과가 나타났다.

제 2 절 식빵에 관한 고찰

1) 우리밀의 현황 및 특징

우리 밀은 백제와 신라의 유적에서 발견될 정도로 역사가 오래된 작물이다. 예전 주식 외에 특식과 별식을 만들어 먹을 때만 주로 쓰여 왔던 귀한 작물이었다(Han JH, 2010).

또한 우리 밀은 쌀이 부족하던 시대에 우리나라의 식량조달에 큰 기여를 하였으며 다양한 제품들로 쌀을 주식으로 하는 우리나라에 쌀 다음으로 다양하게 소비가 많은 작물로서 제2의 식량이라 불리고 있었으나(Park NK, 1999), 값싼 외국산 밀이 도입되면서 우리 밀은 생산성과 수익성 부족으로 정부의 수매 중단으로 인해 급격히 생산이 감소하여 1000톤의 생산에 그치고 말았으나 1991년에 시작된 우리 밀 살리기 운동이 시작되면서 계약재배와 수매가 이루어지며 우리 밀의 생산량이 증가하여 2009년에는 약 5.5배 증가하였다(Han JH, 2010).

우리 밀은 값싼 수입밀과 달리 가을에 파종하고 겨울에 성장하며 늦은 봄과 여름에 수확하기 때문에 재배할 시 농약을 거의 사용하지 않는다. 그리고 고유의 맛과 향이 있으며(Lee, et al., 1997), 다른 곡물에는 없는 글루텐이 많아 가공에 용이하고(신현태, 2006), 향기를 좌우하는 성분인 카르보닐 화합물, 벤젠, 에스테르, 알코올류로 그 함량은 수입밀보다 높고 이용 가치 높은 성분이 함유되어 있다(Lee, et al., 1997).

이러한 장점이 많은 우리 밀은 현재 많은 가공식품의 개발과 연구로 우리에게 더욱 친숙하게 다가오고 있으며 최근에는 우리 밀로 만든 제과제빵을 전문으로 취급하는 베이커리 가게들이 증가하는 추세이며 우리나라의 땅에서 자라난 우리 밀은 수입밀과 달리 친환경적인 웰빙 트렌드에도 잘 부합하며

소비자들에게 인기를 끌고 있다(김범안, 2016).

2) 식빵

식빵의 시작은 영국이라고 할 수 있다. 영국은 식민지가 많았기에 좋은 밀가루를 풍부하게 수입할 수 있었고, 운반 기술의 부족으로 산업 혁명 당시 장기 보관을 위해 계란 및 유지류 등을 첨가하는 현재의 모습으로 발달하게 되었다.

우유, 유지, 당의 첨가가 거의 없는 린 타입(lean type)과 첨가가 많은 리치 타입(rich type)이 있고(Choi JM 2017), 식빵의 원조 국가라 불리는 일본의 영향을 많이 받았다. 식빵은 일본어의 ‘쇼쿠팡’이라는 단어라는 자체에 역사가 포함되어 있듯이 일본의 빵 문화는 그대로 한국에 전파되고 알려졌다(Park CI 2017). 식빵의 넓은 의미는 식사에 등장하는 빵이고, 주식으로 먹는 빵이다. 빵 적인 해석에서 주식으로 먹는 빵은 국제적으로 백색 식빵으로 미국계의 풀먼 식빵(pullman bread), 롤(roll), 번스류(buns), 원루프 타입(one-loaf type)까지 여러 분류들의 빵들이 있다. 식빵의 주원료인 밀가루, 소금, 물, 이스트 등을 필요에 따라 유지, 우유, 당류 그 외에 여러 부재료와 식품 첨가물 등을 배합하여 혼합한 발효시킨 생지를 구워낸 것으로 당 함량이 낮은 빵이라 말할 수 있고, 구울 때 팬을 나누어 생지를 넣는데 굽는 이 팬들의 밑 부분은 모양이 거의 대부분 사각이다. 다시 설명하자면 식빵의 조건은 당분이 밀가루의 10% 이하 주식의 하얀 빵, 각 형태의 팬에 구운 것으로써 이런 세 가지 조건에 충족하는 빵이라고 할 수 있다. 추가로 식빵은 뚜껑을 덮지 않은 산형 식빵과 뚜껑을 덮고 구운 풀먼 식빵으로 분류될 수 있다.(Shin GM 1999)

식빵은 전 세계 빵집에서 다양한 형태로 구워지고 가정용 주방과 대형 제과점 등에서 유사한 스타일로 생산되어 만들어지고 있다.

대형 빵 공장에서 구워지는 식빵은 가정에서 쉽게 따라 만들기 어렵지만 홈 베이킹으로 빵을 만드는 사람들의 활동은 꾸준히 활발해지고 있다. 동네의 작은 빵집들은 현장 기술자들에 의해 여러 형태로 다양한 빵들이 생산된다

(Bock JE et al 2016). 요즘에는 한국에서도 식빵만 전문으로 파는 가게들이 생기고 있고, 이러한 현상들이 식빵의 전성기를 맞게 하였다. 과거의 다양한 노동력이 요구되던 전통 제과점은 대형 프랜차이즈 제과점에 많은 위협을 받게 되었다. 하지만 제빵 기술자들이 단일 품목만 취급하게 되면서 비용 절감과 개성을 살릴 수 있는 식빵 전문점 등이 크게 성장하고 있으며, 이를 통해 개인적 자유를 누리려는 제빵사들의 새로운 가치관이 반영되기도 한다.(Park CI 2017).

3) 식빵에 관한 선행연구

건강에 도움이 되는 부재료를 첨가하여 제조한 식빵의 선행연구를 보면 송화가루 첨가가 우리 밀 식빵의 품질특성에 미치는 영향(Lee HS 외, 2001) 연구에서는 송화첨가량이 증가할수록 수용도가 다소 낮아지는 경향이었으나, 송화 1% 첨가구는 수용도를 크게 손상하지 않으면서 색채, 입안에서의 촉감, break 및 외관에서 대조구보다 높은 점수를 받았다고 나타났다. 천연발효액종과 자광미 혼합분을 이용한 우리 밀 식빵의 품질특성(최상호, 2012)에서는 이화학적, 기계적 및 관능적 특성에서 자광미 10%와 20% 첨가구가 대조구보다 품질특성이 우수하며 자광미를 첨가하여 우리 밀 식빵 제조 시 자광미의 최적 첨가 비율은 20%까지가 적당하였다고 나타났다.

한라봉 추출물의 생리 활성과 한라봉 분말을 대체한 식빵의 품질특성(빙동주, 2012)에서 한라봉 분말을 열수 및 에탄올에 각각 추출하여 항산화 활성을 검증하고 품질특성 및 기호도 검사를 실시하여 한라봉 분말의 기능성 식품소재로의 활용 가능성을 확인하였고, 식빵 제조 시 2~4% 첨가가 적절할 것으로 나타났다. 들깨와 깻잎을 첨가한 식빵의 품질특성(지정란, 2012)에서는 들깻잎 동결건조 분말, 들깨가루는 항산화성과 기능성 및 다양한 생리 활성 기능을 가지고 있으며, 항균활성이 좋은 것으로 나타났다.

와송 첨가에 따른 식빵의 품질특성에 관한 연구(김병돈, 2011)에서 와송

열수 추출물 첨가 식빵의 전자공여능과 폴리페놀 함량은 외송 열수 추출물 첨가에 의해 증가했으며, 첨가량이 증가할수록 함께 증가하였다. 손바닥선인장 열매를 첨가한 식빵의 품질특성(문경옥, 2011)에서 선인장 열매가루 첨가로 식빵의 급여가 당뇨의 증상을 완화시키는 효과를 보였으며, 결명자 식이섬유가 쌀 첨가 식빵의 제품 특성에 미치는 영향(Hae TY 외, 2003)에서는 조직 감에 대한 관능검사 결과 결명자 식이섬유 첨가구의 종합인 기호도는 대조구에 비하여 유의적 차이가 없었으며 결명자 수용성 식이섬유는 쌀 첨가 식빵의 조직감 등 품질을 증진시킬 뿐 아니라 식이섬유 강화 측면에서도 좋은 소재인 것으로 나타났다.

제 3 절 항산화능에 관한 고찰

1) 항산화능의 개념

항산화란 산화를 억제한다는 뜻을 가지고 있다. 사람의 호흡을 통해 들어온 산소는 인체에 이로운 작용도 하지만 이 과정에서 인체에 해로운 다른 물질인 유리라디칼이 생성된다(pmg 지식엔진연구소, 2018).

유리라디칼은 인체의 건강한 세포를 공격하여 이러한 과정이 거치는 동안 세포의 구조와 기능이 저하된다(Phillal & Phillal, 2002). 또한 세포 손상이 유리라디칼에 의한 노화 퇴행성 질환 면역기능 저하 등의 주요 원인이 된다(David et al., 2000).

유리라디칼이란 홀수 전자 또는 짝을 짓지 않는 전자와 연관되어 있는 화학적 물질로 불안정하며 매우 높은 반응성을 통해 중성화된다(Phillal & Phillal, 2002).

인체는 기관, 세포를 보호하기 위한 세밀한 보호 시스템이 있는데 이것은 유리라디칼로부터 내인성 또는 외인성 유리라디칼을 안정화 시키거나 불활성화 활성산소의 공격을 예방한다. 그에 따라 항산화제(antioxidant)는 인체의 건강을 유지하기 위해 필수적인 물질이다(Fleiahauer et al., 2001). 이러한

항산화 물질이 포함된 건강 기능성 성분인 폴리페놀은 모든 고등 식물체에 함유되어 있으며 식물의 잎과 꽃, 열매 등에 색을 부여하는 물질로 항산화성을 지닌 건강 기능성 성분으로 종류가 굉장히 다양하며(Liu et al., 2009), 이러한 폴리페놀류(polyphenol)의 일반적인 구조는 최소 2개의 페놀링을 보유하고 있으며 각각의 페놀링(phenol ring)에는 최소한 한 개의 수상기를 갖고 있는 구조이다(Pandino et al., 2011).

2) 항산화능, 항균 측정방법

식품의 항산화능을 측정하는 방법은 다양하며, 그중 가장 보편적으로 사용되는 방법으로는 DPPH법(2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl)으로, 시약의 약자를 의미한다. DPPH의 시약은 어두운 보라색의 분말 시약으로 안정한 유리라디칼 분자인데 3가지 결정구조를 가지고 있으며(Kiers et al., 1976), DPPH가 환원되는 정도를 측정하고 시료의 항산화능을 평가할 수 있다.

DPPH의 라디칼이 환원되면 시료의 색은 짙은 보라색에서 옅은 황색으로 변한다. 구조에 따라서 다른 온도에 녹는점(128~137°C) 가지고 있으며, 다른 라디칼을 잡는 트랩(trap)으로 작용하여, DPPH의 환원 정도를 측정하여 시료의 항산화 정도를 측정할 수 있다(Kiers et al., 1976).

항균에서 일반 미생물 세균수 측정은 식품공전 식품의 기준 및 규격 시험방법(2018)으로 표준평판배양법(Aerobic Plate Count)이 있다. 표준평판배양법은 시료를 peptone수가 들어있는 무균(stomacher bag)에 넣고 1분 동안 균질화 시킨 후 펩톤 물을 이용하여 연속 배수로 희석하고, 희석된 샘플을 표준한천평판배지(PCA)를 이용하여 도말하였고, 배양은 34~36°C에서 46~50시간 동안 배양한 후 생성된 붉은 집락수를 계산하여 TPC의 샘플(log CFU/g)당 콜로니 형성 단위의 로그 수로서 나타내는 방법이다. 그리고 진균류(곰팡이, 효모) 측정 방법은 표준평판배양법에 배지는 PCA가 아닌 PDA(potato dextrose agar medium) 배지를 사용하여 25°C에서 5일간 배양한 후 발생한 집락수를 계산하여 평균집락수에 희석배수를 곱하여 진균수로 계산한 방법이 있다.

3) 항산화능에 관한 선행연구

항산화능 선행연구 자료로는 침출 조건에 따라 보리잎차와 녹차의 항산화능에 관한 연구(장재희, 2006) 중에서 녹차의 DPPH 라디칼의 소거능이 매우 뛰어남을 알 수 있다고 보고 하였고, 캐모마일, 녹차, 세이지 분말의 섭취가 노령 흰쥐에게 항산화능이 미치는 영향(정세원, 2003)에서 캐모마일과 녹차의 섭취 시 혈장과 간의 지질과 산화가 모두 다 유의적으로 억제되었고, 항산화 증진의 효과가 체내에 크다고 보고 하였다. 녹차 감잎의 전분과 추출물이 노령 쥐의 항산화능과 지방 대사에 미치는 영향(김성경, 2001)에서 녹차와 감잎이 체내 지질 과산화를 억제하는데 효과적으로 작용한다고 보고하였으며, 홍삼과 몇몇 천연물의 항산화능에 관한 연구(임종채, 1996)에서는 녹차의 추출액은 지질과 산화에 대한 항산화 효과가 특히 높이 나타난다는 보고 등과 더불어 여러 선행 연구가 있다.

제 3 장 실험재료 및 방법

제 1 절 실험재료

본 실험에서 사용한 재료로는 유기농 강력분((주)맥션), 골든 쇼트닝(큐원, (주)삼양사, Incheon, Korea), 설탕(하얀설탕, CJ제일제당, Seoul, Korea), 소금(꽃소금, CJ제일제당, Seoul, Korea), 탈지분유(Seoul Milk Co., Seoul, Korea), 이스트(Saf Instant Yeast Red, Societe Industrielle Lesaffre, Marcq en baroeul, France), 호로파 가루(인도)는 NUC power mixer로 같은 것을 60mesh 채로 내린 후 사용하였으며 시중에서 구입하여 사용하였다.

제 2 절 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵 제조 및 품질특성

1) 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 제조

호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 배합은 Table 1과 같다. 식빵의 반죽은 모든 재료들을 각각의 비율로 혼합하여 반죽기(A200C-2261, Hobart Co., Tianjin, China)로 1단으로 1분, 2단으로 2분 동안 반죽 후 쇼트닝을 첨가한 다음 2단으로 7분, 3단으로 2분 동안 믹싱하여 반죽을 완성하였다. 반죽 후 1차 발효는 온도 27°C, 습도 75%의 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Korea)에서 60분간 1차 발효하였고, 1차 발효 후 반죽을 180g씩 분할하고 둥글리기 하여, 20분간 중간 발효한 후 반죽을 성형해서 식빵 팬(윗면 21.5cm × 9.5cm, 높이 9cm)에 한 개당 3개씩 넣고 온도 35°C, 습도 85%로 30분 동안 2차 발효하였다. 2차 발효한 반죽을 윗불 180°C, 아랫불 190°C로 예열된 전기오븐 (FDO-7104B, Dae Yung Bakery machinery Co., Seoul, Korea)에서 30분 동안 구웠고, 구운 식빵은

실온에서 1시간 방 냉한 후에 식빵의 품질특성을 분석하였다.

[Table 1] Formula of white bread with Fenugreek seed powder.

Samples	Fenugreek seed powder (%)				
	0	3	6	9	12
Wheat flour	1500.0	1455.0	1410.0	1365.0	1320.0
Fenugreek seed powder	0	45.0	90.0	135.0	180.0
Water	960.0	960.0	960.0	960.0	960.0
Yeast	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Sugar	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
Milk powder	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
Salt	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
Shortening	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0

CON : Wheat flour 1500g , Fenugreek seed powder 0g

WG-3 : Wheat flour 1455g , Fenugreek seed powder 45g

WG-6 : Wheat flour 1410g , Fenugreek seed powder 90g

WG-9 : Wheat flour 1365g , Fenugreek seed powder 135g

WG-12 : Wheat flour 1320g , Fenugreek seed powder 180g

2) 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 품질특성 분석방법

호로파 가루를 5, 10, 15, 20%로 하여 진행한 예비실험을 통해 호로파 가루의 첨가량을 3, 6, 9, 12%로 하였고, 대조구(0%)와 품질특성을 비교하였다. 식빵은 1)의 방법으로 제조하였으며, 실온에서 1시간 방 냉한 후에 식빵의 품질특성을 분석하였다.

3) 유기농 밀가루 식빵 반죽의 pH 측정

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵 반죽의 pH 측정은 AOAC 법에 따라 증류수 100mL와 반죽 10g씩을 균질기(AM-7, Nihonseiki Kaisha Co., Tokyo, Japan)에서 10,000rpm으로 1분간 균질화하여 혼탁액을 실온에서 30분간 방치하고, 상등액만 pH meter (Starter2100, Ohaus Co., Kyoto, Japan)로 측정하였다.

4) 식빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 측정

호로파 가루 첨가량과 식빵 반죽의 발효시간에 따라 부피 변화 측정은 200mL 메스실린더에 반죽 50g을 넣어 식빵 반죽의 발효 조건과 동일한 조건에서 발효하여 반죽의 높이 변화를 측정하였다. 1차 발효의 조건은 온도 27°C, 습도 75%이며 60분 동안 발효하였고 2차 발효의 조건은 온도 35°C, 습도 85%이며 30분간 발효하였다. 반죽의 높이 변화를 측정하여 부피(mL)로 나타내었다.

5) 식빵 반죽의 1차 발효 후 pH 측정

호로파 가루의 첨가량에 따라서 식빵 반죽의 발효시간에 따른 pH 측정은 100mL 증류수에 10g의 반죽을 섞어 혼탁액을 30분 동안 실온에서 방치

하여 pH meter (Starter2100, Ohaus Co., Kyoto, Japan)로 측정했다.

6) 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실률 측정

호로파 가루를 첨가한 식빵의 무게는 180g의 반죽 3개를 식빵 팬에 넣어 구운 후 실온에서 1시간 방 냉한 후에 측정하였다.

호로파 가루를 첨가한 식빵의 부피는 Campbell의 종자 치환법으로 좁쌀을 이용하여 측정하였다. 측정 용기에 좁쌀을 가득 담은 후 윗면을 평평하게 깎아낸 다음 떨어놓고 용기에 식빵과 좁쌀을 함께 채워 윗면을 깎아내 남은 좁쌀의 부피를 메스실린더에 옮겨 담아 측정하여 식빵의 부피를 측정하였다.

비용적은 식빵 무게의 대한 식빵 부피의 비(mL/g)으로 측정하여 표시하였다.

$$\text{비용적(mL/g)} = \frac{\text{빵의 부피 (mL)}}{\text{빵의 중량 (g)}} \times 100$$

굽기 손실률은 반죽 무게와 식빵 무게의 차이로 굽는 동안에 손실된 무게의 비율을 구한 것으로 계산하였다.

$$\text{굽기 손실률} = \frac{\text{반죽무게} - \text{식빵무게}}{\text{반죽무게}} \times 100$$

7) 식빵 굽기 후 pH 측정

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 굽기 후 pH 측정은 100mL 증류수에 10g의 식빵을 균질기 (AM-7, Nihonseiki Kaisha Co., Tokyo, Japan)에서 10,000rpm로 3분 동안 균질화하여 혼탁액을 실온에서 30분간 방치하고 상등액만을 취해 pH meter (Starter2100, Ohaus Co., Kyoto, Japan)로 측정했다.

8) 식빵의 외관 및 미세구조 측정

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 외관 측정은 디지털 카메라 (EOS 60D, Canon Co., Tokyo, Japan)로 촬영하였으며, 미세구조 측정으로는 현미경(ITPLUS 5.0 EGVM-452M, Video Micro Scope System, EG TECH Co., Seoul, Korea)으로 촬영했다.

9) 식빵의 색도 측정

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 색도 측정은 색차계 (CR-20, Konica Minota Co., Tokyo, Japan)를 사용하였으며, Hunter's value L (백색도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정했다.

10) 식빵의 물성 측정

호로파 가루 식빵의 물성 측정으로는 Texture Analyzer(TAXT PLUS), Stable Micro System Co. Ltd., Surrey, UK)를 이용하여 TPA(texture profile analysis)로 측정했고, 10mm의 두께로 자른 식빵을 두 장 포개어 측정하였다. 측정 조건은 Table 2와 같으며, 측정된 후에 얻어진 force-distance curve로부터 식빵의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 5회 반복하여 측정해 평균값을 구하였다.

[Table 2] Operating condition of texture analyzer for bread.

Classification	Qualification
Instrument	TAXT PLUS(Stable Micro System Co., Surrey, UK)
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/36

11) 식빵의 수분함량 측정

수분함량 측정으로는 식빵 1g을 취한 다음 적외선 수분측정기(ML-50, A&D Co., Tokyo, Japan)를 이용해 3회 반복하여 측정한 후에 평균값을 구하였다.

12) 식빵의 관능검사 측정

호로파 가루를 첨가한 식빵의 관능적인 특성 비교를 위해서 호텔조리전공 대학생, 조교 15명을 대상으로 하여 각각의 시료를 먹은 후 바로 입안을 물로 헹구어 다른 시료들을 평가할 수 있도록 하였다. 관능검사의 평가 항목으로는 색(Color), 향미(Flavor), 맛(Taste), 외형(Appearance), 질감(Texture), 전체적인 선호도(Overall Preference)로 각 특성은 15점 line-scale로 평

가하였다. 1점은 ‘매우 좋지 않음’, 15점은 ‘매우 좋음’으로 평가를 진행하였다.

13) 식빵의 항균, 항산화 측정

호로파 분말의 항균·항산화성을 살펴보기 위하여 UPLC-Q-TOF-MS/MS 및 DPPH(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, C₁₈H₁₂N₅O₆) 자유 라디칼 소거 활성을 측정하였다. 호로파 첨가 수준별(12%, 30%) 항균·항산화성이 식빵의 저장 기간 중 미생물 발생 억제에 미치는 영향을 확인하기 위하여 일반미생물 실험과 진균류(곰팡이, 효모) 실험을 병행하였다.

13-1) 일반미생물 측정

일반미생물 세균수 측정을 위하여 CON(대조구)와 호로파 가루 12% 첨가구, 호로파 가루 30% 첨가구를 상온에 보관하여 측정하였으며, 총 플레이트 수 (TPC, Total Plate Counts)는 제품 제조 이후 1일차부터 23일차까지 3일 간격으로 8회에 걸쳐 측정되었다. 각 회차별 3반복 측정을 하였다. 시험구의 일반 세균 수의 측정은 식품공전 식품의 기준 및 규격 시험방법(2018) 표준평판배양법(Aerobic Plate Count)에 의하여 실시하였다. 시료 25 g에 1% peptone수 225 mL가 들어있는 무균 stomacher bag에 넣었다. 1분 동안 균질화시킨 후, 펩톤 물을 사용하여 연속 배수로 희석하여 사용하였다. 희석된 샘플 약 1 mL를 표준천평판배지(PCA)을 이용하여 도말하였다. 배양은 35±1°C에서 48±2시간 배양한 후 생성된 붉은 집락수를 계산하여 TPC의 샘플 (log CFU/g)당 콜로니 형성 단위의 로그 수로서 나타내었다. 3회 반복하여 측정하였으며 배양한 후에 나타나는 colony수를 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다. 식품 안전을 보장하기 위한 정량적 한계치는 10⁶ log CFU/g으로 하였으며 해당 실험구의 총 세균 수가 10⁷ 이상을 벗어난 경우 중단하였다.

13-2) 진균류(곰팡이, 효모) 측정

호로파 가루 무첨가 식빵(대조구) 및 첨가 식빵(시험구)의 진균류의 측정은 식품공전 식품의 기준 및 규격 시험방법(2018) 표준 평판법에 준하여 시험하였다. 배지는 포테이토 텍스트로오즈 한천배지(배지 12)를 이용하여 25°C에서 5일 동안 배양한 후에 발생한 집락수를 계산하였고, 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 진균 수로 계산하였다.

13-3) DPPH(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) 자유 라디칼 소거 활성

호로파 가루와 호로파 가루 첨가 식빵에 대하여 항산화성을 측정하였다. 천연물 항산화 측정에 광범위하게 사용되고 있는 DPPH 항산화 활성 측정을 하였다. Blois(1958)의 방법을 응용하여 Choi and Shin(2015)와 Kim(2018)의 방법을 정량적 환산화 획득에 사용하였다. ACL(수용성 물질의 항산화 능력) units은 아스코르브 산(Ascorbic acid, Vit. C), 토코페롤(α -Tocopherol, Vit. E)을 사용하여 nM 단위로 측정하였다.

95% 에탄올 중 0.1 mM DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, C₁₈H₁₂N₅O₆) 5mL를 각 10배 희석한 시료 1 mL에 넣었다. 혼합물을 마이크로센트리 튜브에 넣고 5분 동안 격렬하게 진탕 한 이후, 어두운 곳에서 30분 동안 실온에서 배양하였다. 그 후, 혼합물을 나일론 주사기 필터 (0.45 μ m)로 여과하였다. 그 흡광도는 파장 517 nm에서 측정되었다. DPPH 라디칼 소거 활성은 다음 방정식을 사용하여 계산되었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = \{1 - (\text{흡광도 샘플} / \text{흡광도 제어})\} \times 100$$

13-4) 천연물 분석

호로파에 함유되어 있는 항균·항산화 미량성분을 보다 정밀하게 조사하기 위하여 천연물에 대한 미량 성분을 측정하였다. Zunli at al.(2016)과 Ui-Jin Bae at al.(2018)의 방법을 응용하여 UPLC-Q-TOF-MS/MS를 천연물을 분석을 하였다.

천연물의 구성 요소는 HPLC 시스템(Agilent, Santa Clara, CA, USA)과 M G C18 칼럼(4.6mm × 250mm, 5 μ m, Shiseido Co., Tokyo, Japan)을 사용하였다.

이동상은 물(A)과 아세트 니트릴(B) 중의 0.1% 아세트산으로 구성되었으며, 프로그램(A:B)의 70:30, 20:80, 70:30으로 하였다. 유속은 1 mL/min, 주입 부피는 10 μ l, 컬럼 온도는 35 $^{\circ}$ C로 유지하였다. 신호는 254 nm와 322 nm에서 검출하였다. HPLC 분석 표준물질은 Sigma-Aldrich(St Louis, MO, USA)로 하였다. HPLC 시스템에 주입된 1.03~32.9 ppb 범위의 농도 (상관 계수 0.999)에서 각 표준의 희석액을 사용하여 결정하였다.

불균형 대사체 분석은 초 고성능 액체 크로마토그래피 (UPLC) 시스템 (Waters UNIFI, USA)을 사용하여 수행되었다. 컬럼 온도는 40 $^{\circ}$ C에서 유속이 0.5mL/min인 UPLC HSS T3 컬럼 (100mm × 2.1mm, 1.8 μ m, Waters)을 사용하여 수행하였다. 이동상은 용매 A(DW 중 0.1 % 포름산) 및 용매 B (아세트 니트릴 중 0.1 % 포름산)을 사용하였다.

각 시료의 적재량은 5 μ L이다. 컬럼에서 용리된 대사산물은 양(+이온 및 음(-)이온 모드에서 고해상도 탠덤 질량분석기(SYNAPT G2 Si HDMS QTOF, Waters)로 검출되었다.

모든 이온은 20-40eV를 사용하여 단편화되었다. 모든 단편에 대한 정보를 수집했으며 시간은 0.2초였다. 데이터 수집 프로세스에서 실시간 신호 품질 보정을 위해 LE 신호가 매 3초마다 획득되었다. 정확한 질량 획득을 위해, 양이온([M+H]⁺ = 556.2771)과 음이온 ([M-H]⁻ = 554.2615) 이온을 모니터링하기 위해 잠금 스프레이 인터페이스에 의해 잠금 질량으로 10 μ L/min의 유속에서 수행하였다.

양(+이온) 모드인 경우 모세관 전압과 콘 전압은 각각 2kV와 40V로 설정하였다. 음(-이온) 모드인 경우, 각각 1kV 및 40V로 설정하였다. 질량 분석 데이터를 수집은 Centroid MSE 모드를 사용하였다. 기본 스캔은 50~1,200 Da 범위이며, 스캔 시간은 0.2초이다.

데이터 수집 및 분석은 Waters 소프트웨어(UNIFI V1.71)를 사용하여 제어했으며, MS 및 MS/MS 모드의 스캔 범위는 각각 50~1,200 m/z이다.

14) 통계분석

본 연구의 모든 실험 결과는 3회 이상 반복하여 측정하였고, 데이터 분석은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, ver. 21.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용해서 '평균 \pm 표준편차'를 계산하였다. 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 Student's *t*-test, 일원 배치 분산분석(one way ANOVA)으로 분석하였고, 단순 회귀분석을 통해서 시료의 관능특성과 품질 차이 사이의 correlation coefficient를 산출하였다. 일원배치분산분석 후의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료 간의 유의적 차이를 검증하였다.

제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절 호로파 가루를 첨가한 유기농 밀가루 식빵의 품질특성

1) 식빵 반죽의 pH 측정 결과

pH(potential hydrogen ion)란 어떠한 물질의 산성 혹은 알칼리성의 강도에 대한 정도를 측정한 것으로, 용액에 존재하는 수소(H⁺)이온의 수로 대변되며 수소 이온이 많을수록 산성이 강하고 pH의 숫자는 적어진다. 또한 수산기(OH⁻) 이온이 많을수록 알칼리성이 강하고 pH 숫자는 커진다고 하였다(이광석, 1997). 빵의 품질에 있어서 pH는 착색도에 영향을 미치며, pH가 감소할수록 aminocarbonyl 반응이 용이하여 색이 열린다고 보며, 또한 pH가 감소할수록 CO₂ 발생량이 증가하여 Baking 후, 빵의 부피는 증가하고 무게는 감소하는 원인이 된다(김영수, 2002).

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵 반죽의 pH 측정 결과는 호로파 가루 9~12% 첨가구에서 5.22값으로 높게 나타났으며, 6% 첨가구 pH 값과 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$). 호로파 가루 3% 첨가구와 (CON)대조구에서는 pH의 값이 5.11~5.13의 범위로 유의적으로 낮은 결과를 보였다($p < 0.05$). 이는 빵 반죽의 보통 pH 4~6의 범위와 비슷하여 color, 부피, 무게에 변화가 없을 것으로 판단된다.

위와 같은 결과는 꾸지 뽕잎 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성(김은지 외, 2016)에서 대조구의 경우 pH가 5.49, 5% 첨가구에서 5.79로 꾸지 뽕잎 분말을 첨가할수록 반죽의 pH가 점차 높아지는 실험 결과와 유사한 결과를 나타냈으며, 우엉 분말을 첨가한 식빵의 품질특성(태미화 외, 2015), 브로콜리 분말을 첨가한 식빵 품질 및 향산화 특성(이선호, 2015), 새송이버섯 분말을 첨가한 식빵의 발효 특성(이지연 외, 2009) 연구에서도 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

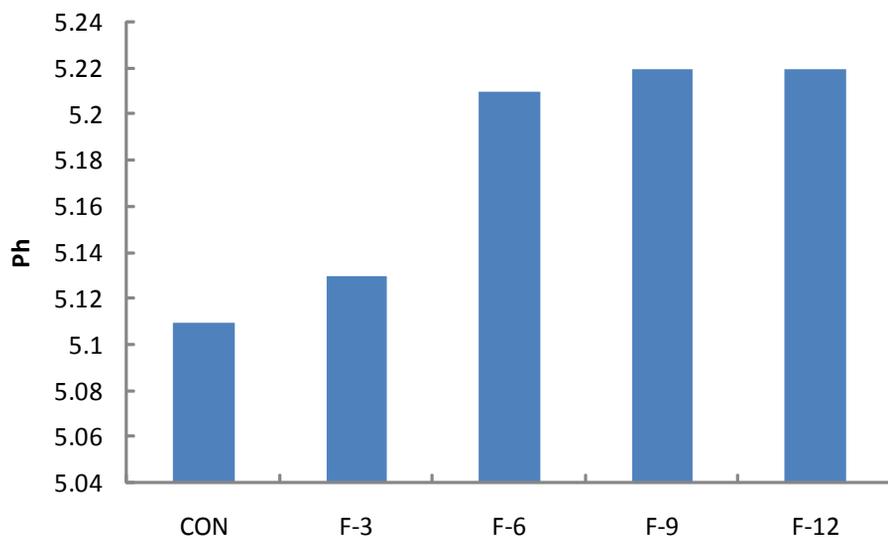
[Table 3] pH of bread dough using Fenugreek seed powder.

Samples	PH
CON	5.11 ± 0.01 ^{1)b2)}
F-3	5.13 ± 0.02 ^b
F-6	5.21 ± 0.00 ^a
F-9	5.22 ± 0.00 ^a
F-12	5.22 ± 0.00 ^a
F-value	106.218 ^{***}

*** $P < 0,001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

²⁾Mean ± SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0,05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 1] pH of bread dough using Fenugreek seed powder.

2) 호로파 가루 식빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 변화

빵의 부피는 밀가루의 품질, 글루텐의 형성, 글루텐의 함량에 따라 영향을 받는다고 하였다(Kim SK et, al. 1978).

호로파 가루 식빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 변화를 측정한 결과 Table 4 및 Fig. 2와 같았다. 반죽 직후의 식빵 반죽의 부피는 48.33~51.33mL이었으며, 시료 간의 유의한 차이는 없었다($p < 0.05$). 발효 30분째에는 호로파 가루 6% 첨가구 반죽의 부피가 127.67mL로 가장 높았고, 발효 60분째에는 호로파 가루 6% 첨가구의 반죽 부피가 148.00mL로 가장 높게 나타났다. 발효 90분째에는 호로파 가루 6% 첨가구가 63.33 mL로 가장 높았으며, 120분째에도 호로파 가루 6% 첨가구가 142.6mL로 가장 높게 나타났다. 발효 0분을 제외한 모든 발효시간에서 시료 간의 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 동일한 시료에서도 발효시간에 따라서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 호로파 가루 6% 첨가구의 반죽이 발효 초기부터 높은 발효력을 보였으며, 발효시간이 길어질수록 발효력이 증가하는 결과를 보였다. 반면, 최상호(2011)의 들깨잎 분말을 첨가한 식빵 반죽의 레올로지 및 품질 특성 연구에서 들깨잎 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피가 감소하는 경향을 보였으며, 이러한 결과는 식이 섬유소가 식빵의 글루텐 함량을 상대적으로 적게 하여 부피가 작아지는 것으로 나타났으며, 본 연구와 대조적인 결과를 나타내었다.

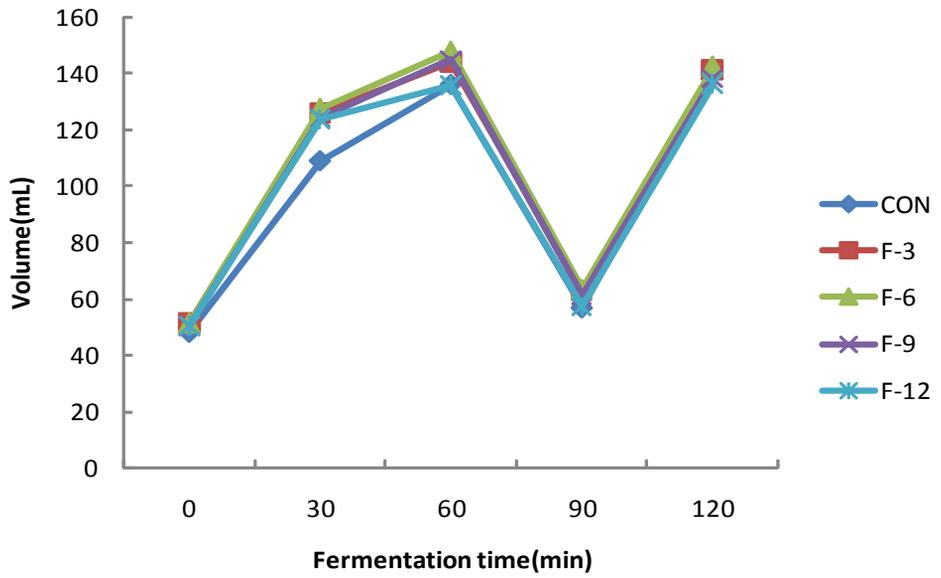
[Table 4] Changes in volume of bread dough using Fenugreek seed powder during fermentation.

Fermentation time (hr)	Starter(%)					F-value
	0	3	6	9	12	
0	48.33±0.58 ^{1(CZ)}	51.33±0.58 ^E	51.33±0.58 ^E	50.33±0.58 ^D	50.33±0.58 ^D	.000 ^{***}
1 st Fermentation						
30	109.00±1.00 ^{dC}	126.00±2.00 ^{abB}	127.67±0.5 ^{8C}	124.33±0.58 ^{bcC}	123.67±1.54 ^{cB}	.000 ^{***}
60	136.00±3.61 ^{bB}	144.33±3.06 ^{aA}	148.00±2.00 ^{aA}	145.00±1.00 ^{aA}	135.67±0.58 ^{bA}	.000 ^{***}
2 nd Fermentation						
90	57.00±1.00 ^{bD}	62.67±1.53 ^{aC}	63.33±2.08 ^{aD}	61.33±1.53 ^{aD}	57.33±0.58 ^{bC}	.001 ^{***}
120	140.67±1.15 ^{abA}	141.33±1.15 ^{abA}	142.67±0.58 ^{ab}	138.67±3.06 ^{bcB}	136.33±1.53 ^{dA}	.009 ^{***}
F-value	1,694.930 ^{***}	1,726.519 ^{***}	3,368.964 ^{***}	2,249.087 ^{***}	5,976.429 ^{***}	

*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

²⁾Mean ± SD with different superscript are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-c}Means Duncan's multiple range test for different addition(row). ^{A-E}Means Duncan's multiple range test for fermentation time(column).



[Fig. 2] Changes in volume of bread dough using Fenugreek seed powder during fermentation.

3) 호로파 가루 식빵 반죽의 1차 발효 후 pH 측정 결과

반죽의 pH는 제빵 시 이스트의 발효 속도에 영향을 미치며, pH는 첨가된 영양원의 종류, 물, 원료의 성분, 삼투압 등에 의해 영향을 받는다고 하였다(Moon SW et, al. 2008). 그리고 이스트의 생육조건으로는 pH 5.0 정도이고, 발효가 진행되면서 pH는 저하되며, 발효 시 pH 저하 정도는 원료 단백질의 완충작용에 의해 영향을 받는다고 보고되었다(Magoffin CD et, al. 1974). 또한 제빵 시 반죽의 발효 속도, 탄산가스 보유력은 pH 5.5에서는 안정적이지만, pH 5.0 이하에서는 효모의 작용이 떨어져서 가스 보유력이 약화된다고 하였다(Magoffin CD et, al. 1974).

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵 반죽의 1차 발효 후 pH 측정 결과는 Table 5., Fig 3. 과 같았다. pH는 CON(대조구)가 5.04로 가장 낮았고, F-3~F-12(호로파 첨가구)들은 5.06~5.18이었으며, 호로파 첨가량이 증가할수록 미미하게 증가하는 결과를 보였다. 이는 호로파 가루의 pH가 1차 발효 후 식빵 반죽의 pH에 영향을 준 것으로 사료된다. 이러한 결과는 명월초 분말을 이용한 식빵의 품질특성(신유진, 2018)에서 1차 발효 후 pH 측정 결과는 CON(대조구), 3%, 6%, 9%, 12%가 각각 5.29, 5.46, 5.39, 5.29, 5.47로 CON(대조구)와 첨가구 사이에 유의한 차이를 보였으며($P < 0.05$), 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

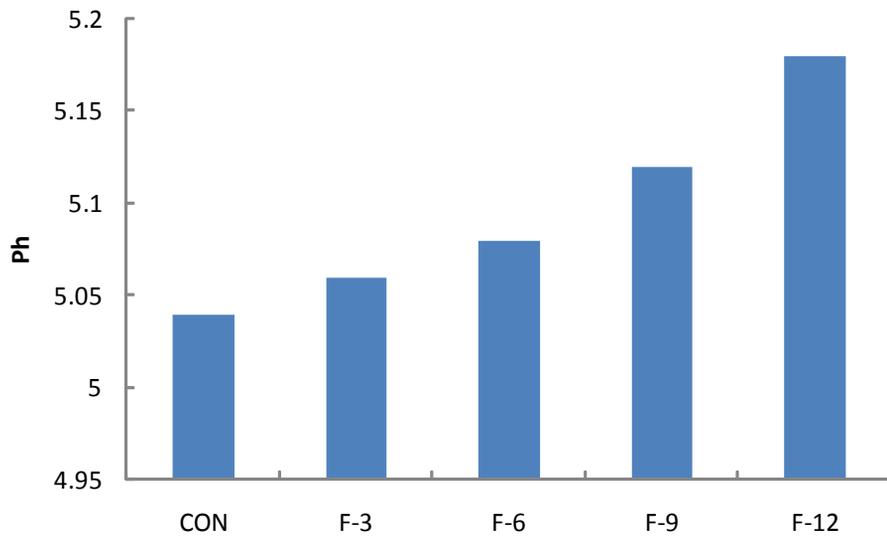
[Table 5] pH of bread dough using Fenugreek seed powder after 1st fermentation.

Samples	PH
CON	5.04 ± 0.01 ^{1)d2)}
F-3	5.06 ± 0.01 ^{cd}
F-6	5.08 ± 0.02 ^c
F-9	5.12 ± 0.02 ^b
F-12	5.18 ± 0.01 ^a
F-value	46.922 ^{***}

*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

²⁾Mean ± SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 3] pH of bread dough using Fenugreek seed powder after 1st fermentation.

4) 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실률 측정 결과

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률의 측정 결과는 Table 6., Fig 4., Fig 5., Fig 6. 과 같았다.

무게는 CON(대조구)가 495.33g으로 가장 낮았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 496.17~500.17g이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 미미하게 증가하였다. 이는 오븐 내의 고온에 의한 수분의 증발, 탄산가스 증발, 알코올 휘발의 영향으로 좌우되며 호로파 가루 첨가에 따른 수분 증발 및 발효 부족의 억제에 의해 무게가 증가한 것으로 판단된다.

부피는 CON(대조구)가 1821.00mL로 가장 높았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 1587.67~1781.00mL이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 결과를 보였고($p<0.05$), 이는 호로파 가루에 함유되어 있는 식이섬유의 보수력에 의해 무게 증가, 글루텐 형성 방해, 이산화탄소 발생의 약화 등으로 부피 형성의 감소에 영향을 주는 것으로 판단된다. 양배추를 이용한 식빵의 품질특성에 관한 연구(신솔, 2018)에서도 빵의 부피는 빵의 품질을 결정하는 주요 요소 중 하나로 부피는 탄산가스 함유량, 글루텐의 질과 양에 따라 결정된다고 보고하였다. 한라봉 분말을 첨가한 식빵의 제빵 특성(빙동주 외, 2013) 연구에서도 부피는 감소하고 무게는 증가하는 결과를 나타내었으며, 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

비용적은 CON(대조구)가 3.68mL/g로 가장 높았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 3.17~3.59mL/g이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 결과를 보였다($p<0.05$). 제품의 비용적은 글루텐의 발달 정도와 단백질의 양과 질, 제빵 반죽에 첨가되는 부재료의 종류와 양에 의해 영향을 받는다고 김영애(2005)는 보고하였다.

굽기 손실률은 CON(대조구)가 8.27%로 가장 높았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 7.38~8.12%이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 결과를 보였다($p<0.05$). 이는 호로파 첨가에 따른 식빵 반죽의 부피 감소, 오븐열과 반응하는 표면적이 적어 굽는 과정 중에 수분

증발 또한 적어져서 굽기 손실률이 낮아진 것으로 판단된다.

굽기 손실률은 휘발성 물질과 빵을 구울 때 열에 의한 수분 증발 등의 영향을 받는다고 보고하였다(Hong SY 등 2008).

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 무게와 부피, 비용적 및 굽기 손실률의 측정 결과를 종합하면, 첨가량이 증가할수록 부피, 비용적, 굽기 손실률은 감소하였고 무게는 증가하였다. (이순목 외, 2011)의 자색 고구마 분말을 첨가한 식빵의 무게, 부피, 굽기 손실 품질특성과 유사한 연구결과를 보였다.

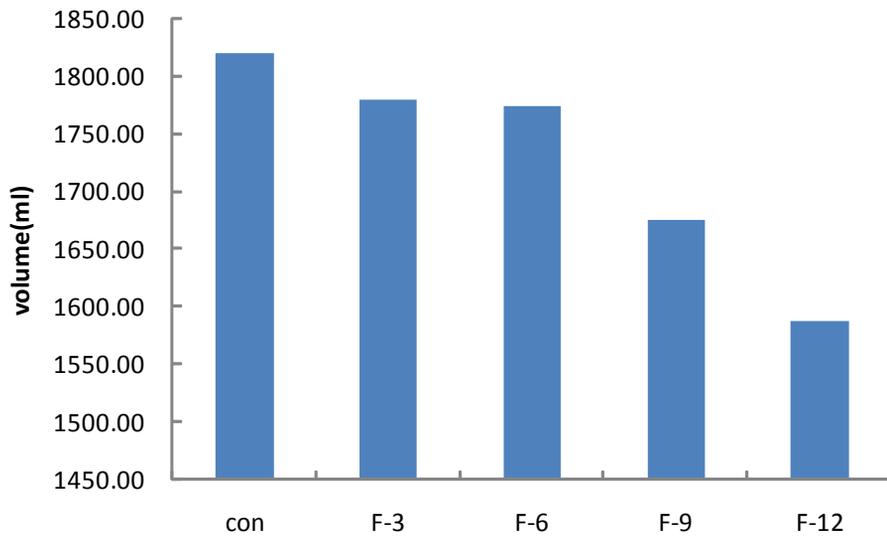
[Table 6] Weight, volume, specific volume and baking loss of bread using Fenugreek seed powder.

Samples	Weight(g)	Volume(mL)	Specific volume(mL/g)	Baking Loss (%)
CON	495.33±0.58 ^{1)c2)}	1821.00±24.06 ^a	3.68±0.05 ^{1)a2)}	8.27±0.10 ^{1)a2)}
F-3	496.17±0.29 ^{bc}	1781.00±14.73 ^b	3.59±0.03 ^b	8.12±0.05 ^{ab}
F-6	496.67±0.58 ^{bc}	1774.33±23.54 ^b	3.57±0.04 ^b	8.02±0.11 ^{ab}
F-9	497.50±0.50 ^b	1676.33±20.60 ^c	3.37±0.04 ^c	7.87±0.09 ^b
F-12	500.17±1.76 ^a	1587.67±16.86 ^d	3.17±0.02 ^d	7.38±0.33 ^c
F-value	12.602 ^{***}	65.507 ^{***}	82.642 ^{***}	12.501 ^{***}

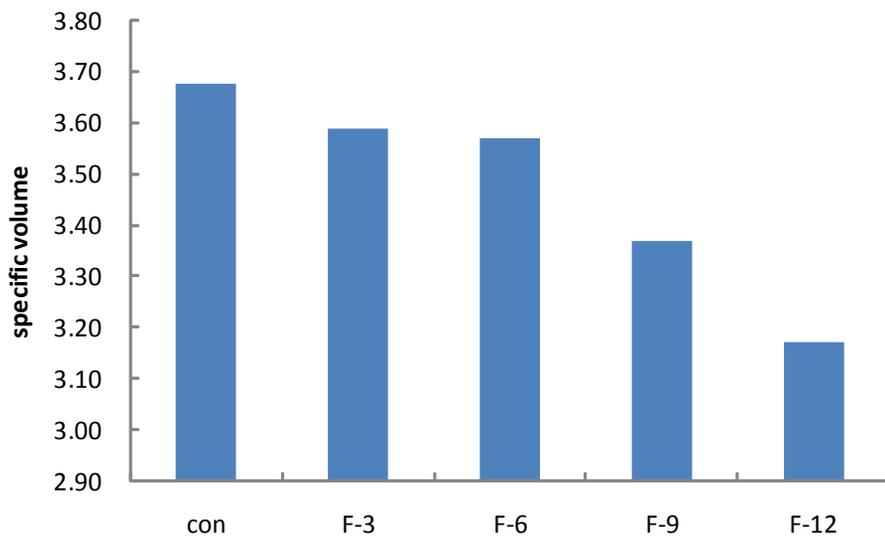
*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean±SD.

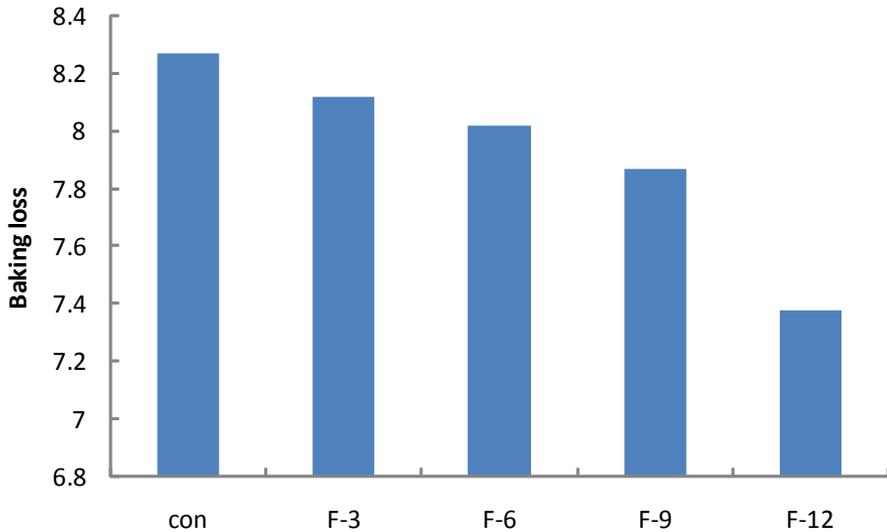
²⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 4] Volume of bread dough using Fenugreek seed powder.



[Fig. 5] Specific volume of bread dough using Fenugreek seed powder.



[Fig. 6] Baking loss of bread dough using Fenugreek seed powder.

5) 식빵 굽기 후 pH 측정 결과

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 굽기 후 pH 측정은 Table 7., Fig 7. 과 같았다.

굽기 후 pH는 호로파 가루 12% 첨가구가 5.33으로 가장 높았고, 호로파 가루 3% 첨가구가 5.23으로 가장 낮은 값을 나타냈으며, 시료 간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 호로파 가루의 첨가량이 증가할수록 pH가 높아지는 결과를 보였다. 일반적으로 반죽의 pH는 단백질의 용해성과 효모의 발효작용에 의해 영향을 받으며, 반죽 부피와 빵의 품질에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 또한 Bae JH 등 (2001)은 반죽의 pH가 높으면 가스 안정성이 크며, pH가 낮으면 가스의 발생량이 많아 팽창력은 증가하나 안정성이 떨어진다고 보고하였다.

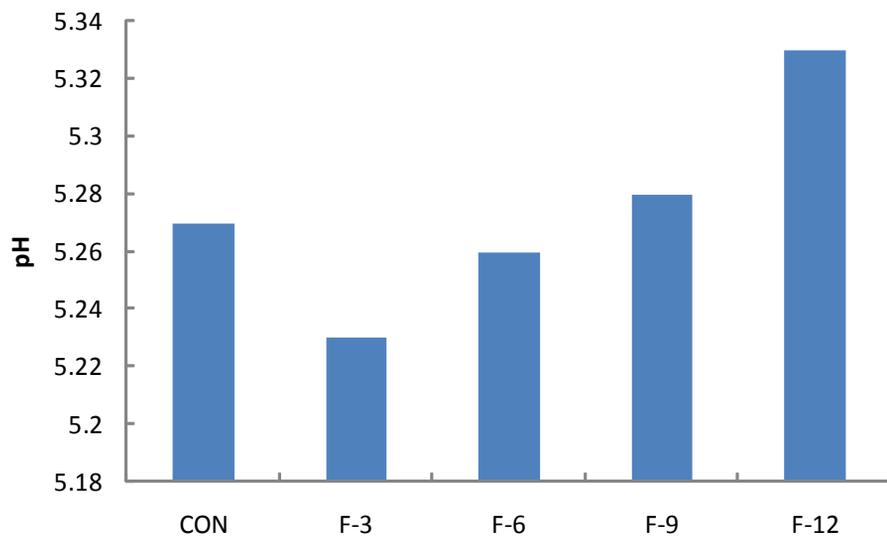
[Table 7] pH of bread using Fenugreek seed powder after baking.

Samples	PH (%)
CON	5.27±0.01 ^{1)bc2)}
F-3	5.23±0.00 ^d
F-6	5.26±0.00 ^c
F-9	5.28±0.00 ^b
F-12	5.33±0.01 ^a
F-value	41.227 ^{***}

*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean±SD.

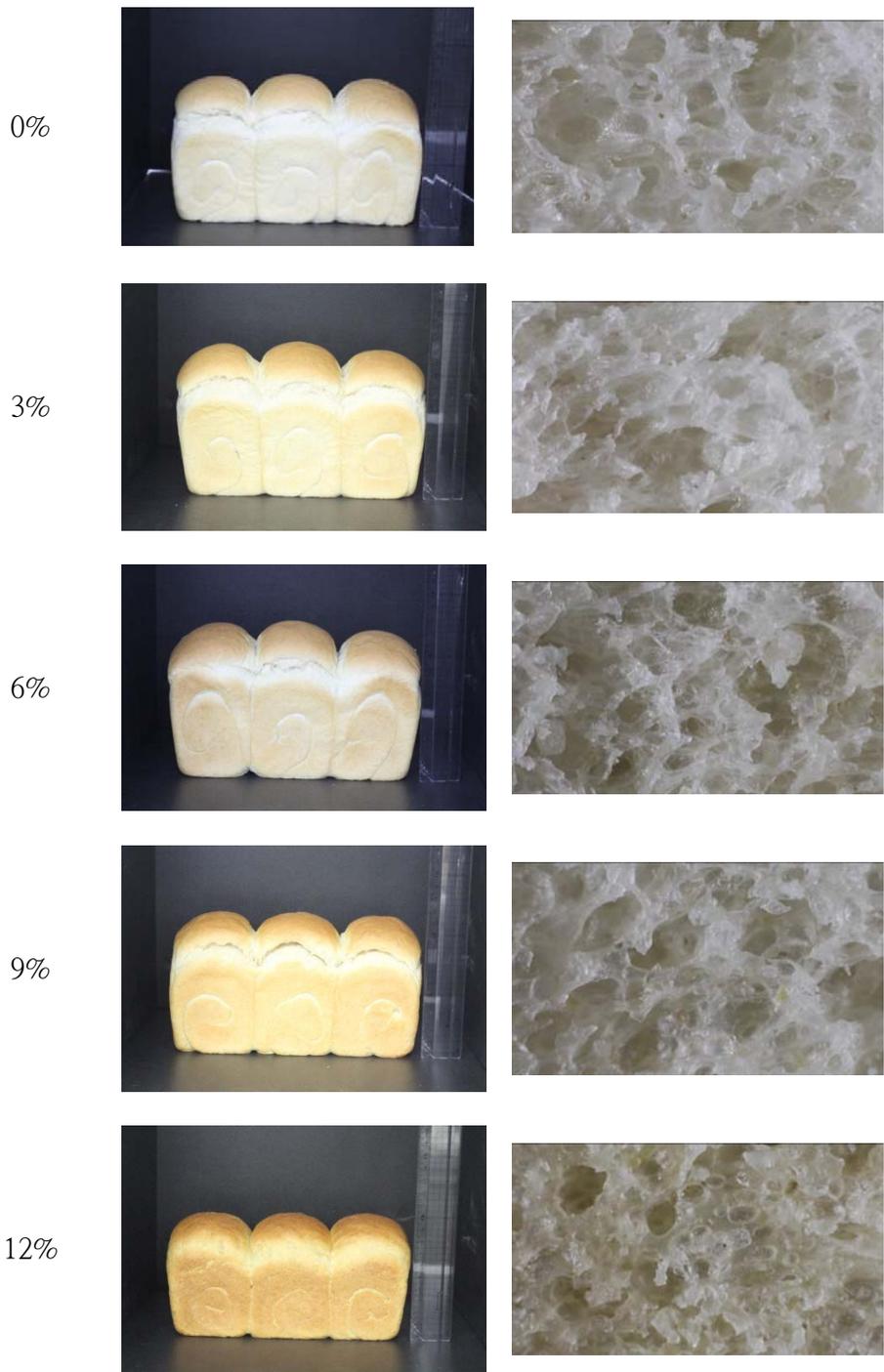
²⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 7] pH of bread using Fenugreek seed powder after baking.

6) 식빵의 외관 및 미세구조 측정 결과

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 외관 및 미세구조 측정 결과는 Fig 8. 과 같았다. 외관을 관찰한 결과, CON(대조구)와 호로파 가루 3% 첨가구, 6% 첨가구의 부피가 가장 컸으며 그다음으로 9% 첨가구가 작았고, 12% 첨가구가 가장 작았으며, 시료 간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 또한, 외관으로 보았을 때에도 CON(대조구)의 색상이 가장 밝았고, 그 다음으로 호로파 가루 3% 첨가구, 6% 첨가구, 9% 첨가구 순서로 어두워졌고 12% 첨가구가 가장 어두웠으며, 시료 간의 미미하게 차이를 보였다. 이는 호로파 가루의 flavonoid 류 색소가 식빵의 색상에 영향을 준 것으로 판단되며, 파프리카 분말을 첨가한 식빵의 품질특성(최순남 외, 2012), 청국장 가루를 첨가한 식빵의 품질특성(문성원 외, 2008), 썩부쟁이 분말 첨가 식빵의 품질 특성(김용주 외, 2016)과 유사한 연구결과를 보였다. 미세구조를 관찰한 결과, CON(대조구)와 호로파 가루 3% 첨가구, 6% 첨가구에서는 기공들이 일정한 조직의 결을 따라서 나있는 모습을 관찰할 수 있었으며, 9% 첨가구, 12% 첨가구 순서로 기공들이 작아지고 조직의 결을 따라서 일정하게 나있는 것이 아니라 통일성 없이 자리하고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 부피는 작아지면 기공의 크기도 작아지고 조직이 일정하지 못하다는 결과를 보였다.



[Fig. 8] Shape and cross section image of bread using Fenugreek seed powder.

7) 식빵의 색도 측정 결과

식빵의 색도는 첨가물질 본래의 색, 당 함량과 종류, pH 및 온도 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Shin GM 외, 2008).

호로파 가루에 따른 식빵(Crumb)의 색도 측정 결과에서는 Table 8., Fig 9. 와 같았다. 호로파 가루에 따른 식빵의 L(백색도) 값은 CON(대조구)가 77.20으로 가장 높았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 70.93~76.63이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$).

a(적색도) 값은 CON(대조구)가 0.07로 가장 낮았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 0.50~1.07이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

b(황색도) 값은 CON(대조구)가 14.37으로 가장 낮았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 14.83~21.30이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

호로파 가루에 따른 식빵(Crust)의 색도 측정 결과에서는 Table 9., Fig 10. 과 같다. 호로파 가루에 따른 식빵의 L(백색도) 값은 CON(대조구)가 63.07로 가장 높았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 44.97~52.83이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 결과를 나타냈다($p < 0.05$).

a(적색도) 값은 CON(대조구)가 13.97로 가장 낮았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 16.07~17.27이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 결과를 보였다($p < 0.05$).

b(황색도) 값은 CON(대조구)가 35.40으로 가장 높았고, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 27.47~32.73이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 결과를 나타냈다($p < 0.05$). 이는 호로파 가루의 flavonoid 류 색소가 색도에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 신안섬초(시금치) 분말을 대체한 식빵의 품질특성(고상희 외, 2013), 신선초 가루를 첨가한 식빵의 품질특성(최옥자 외, 1999), 스피루리나를 첨가한 식빵의

품질 특성(강선희 외, 2011), 스테비아 잎 분말을 첨가한 식빵의 품질특성 (최순남 외, 2014)과 유사한 결과를 보였다.

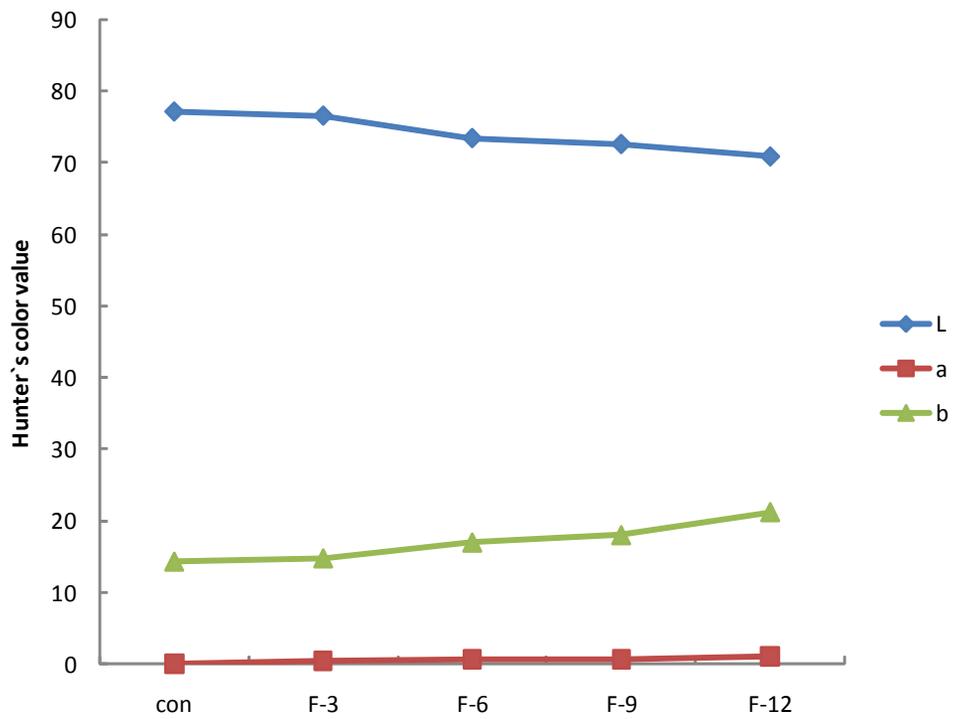
[Table 8] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed powder(crumb).

Samples	L	a	b
CON	77.20±0.90 ^{1)a2)}	0.07±0.06 ^c	14.37±0.47 ^d
F-3	76.63±0.40 ^a	0.50±0.10 ^b	14.83±0.60 ^d
F-6	73.50±0.44 ^b	0.67±0.12 ^b	17.03±0.45 ^c
F-9	72.67±0.38 ^b	0.70±0.26 ^{ab}	18.07±0.47 ^b
F-12	70.93±0.45 ^c	1.07±0.35 ^a	21.30±0.10 ^a
F-value	70.610 ^{***}	8.977 ^{***}	114.280 ^{***}

*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

²⁾Mean ± SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 9] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed powder(crumb).

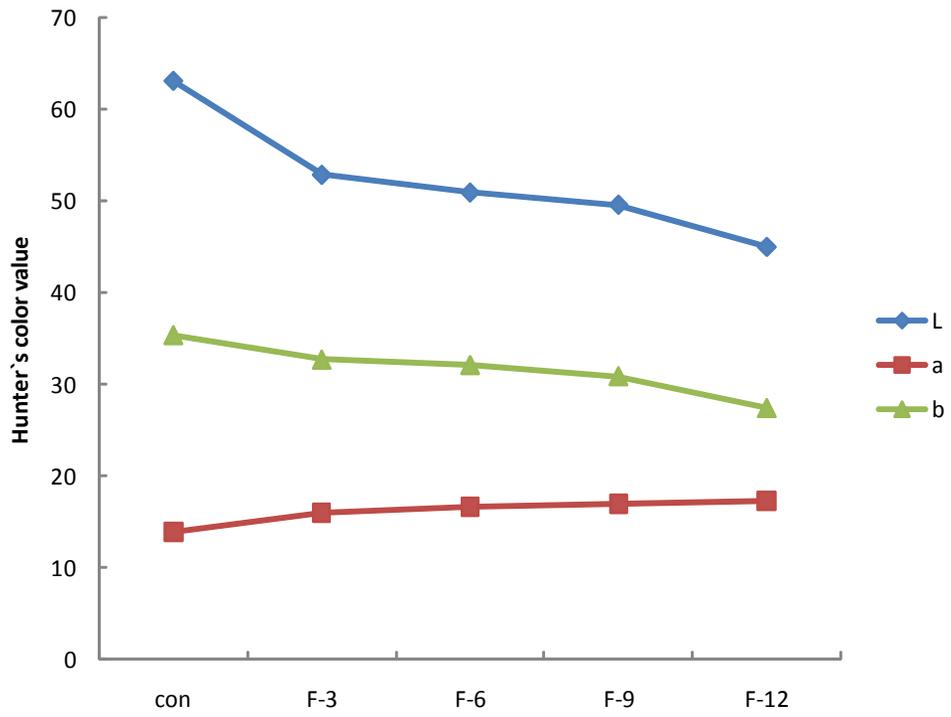
[Table 9] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed powder(crust).

Samples	L	a	b
CON	63.07 ± 1.53 ^{1)a2)}	13.97 ± 0.65 ^c	35.40 ± 0.78 ^a
F-3	52.83 ± 0.60 ^b	16.07 ± 0.15 ^b	32.73 ± 0.31 ^b
F-6	50.90 ± 0.17 ^c	16.57 ± 0.49 ^{ab}	32.13 ± 0.31 ^b
F-9	49.57 ± 0.57 ^c	16.93 ± 0.21 ^a	30.93 ± 0.21 ^c
F-12	44.97 ± 0.78 ^d	17.27 ± 0.25 ^a	27.47 ± 0.68 ^d
F-value	180.210 ^{***}	32.044 ^{***}	96.240 ^{***}

*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

²⁾Mean ± SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 10] Hunter's color value of bread using Fenugreek seed powder (crust).

8) 식빵의 물성 변화

호로파 가루 첨가량에 따른 식빵의 물성 변화를 측정한 결과는 Table 10., Fig. 11~15. 와 같다.

경도는 12%가 0.37kg으로 가장 높았고, 9%, 6%, 3% 순으로 낮았으며, CON(대조구)에서 0.27kg으로 가장 낮았다. 식빵의 경도는 호로파 가루의 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며, Kim EJ와 Kim SM (1988)은 빵의 경도에 영향을 주는 요인에는 수분함량, 기공의 발달, 부피 등이 있는데 기공이 잘 발달될수록 부피가 크고, 견고성이 낮다고 보고하였다. 호로파 가루 첨가량에 따른 노화억제를 위한 호로파 가루의 첨가량은 Table 11., Fig. 16.의 수분함량이 높은 3%, 6% 이내가 적정할 것으로 생각된다.

탄력성을 측정한 결과, CON(대조구)가 0.95로 낮게 나타났고, 3%, 6%, 9%, 12% 첨가구에서 0.96으로 미미하게 높은 결과를 보였다. 식빵의 탄력성은 호로파 가루의 첨가량이 증가할수록 CON(대조구)와 모든 시료에서 거의 같은 경향을 보였으며, 시료 간의 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$).

응집성은 3% 첨가구가 0.88으로 높은 결과를 나타내었고, 6% 첨가구가 0.84로 낮은 결과를 보였으며, 시료 간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

점착성은 CON(대조구)에서는 0.23으로 가장 낮았고, 3%, 6%, 9% 순으로 높았으며, 12% 첨가구에서는 0.33로 가장 높았다. 점착성은 호로파 가루의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 시료들 간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

씹힘성은 CON(대조구)에서 0.22로 가장 낮았고, 12% 첨가구에서 0.31으로 가장 높았으며, 시료 간의 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

식빵의 물성 변화를 살펴 본 결과에서는 호로파 가루의 첨가량에 따라 경도 및 점착성, 씹힘성이 증가하는 경향을 보였고, 호로파 가루의 12% 이내의 첨가는 노화 지연에 효과가 있는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 솔잎 발효액이 식빵의 품질특성에 미치는 영향에 대한 연구(최동만, 2006)에서 솔잎 발효액을 첨가한 식빵의 수분활성도 감소 폭이 적었고, 솔잎 발효액의 첨

가량이 증가할수록 경도의 증가폭이 완만하게 나타나 솔잎발효액의 수분 보유력이 저장에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고한 Choi 등(2015)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 또한 Han 등(2010)은 수분함량의 증가폭 값이 가장 크게 나타난 청보리를 첨가한 식빵(한지원, 외 2006)의 경도가 CON(대조구)보다 더 서서히 증가하여 청보리의 첨가가 노화를 지연시켰다고 보고하였으며 첨가한 재료의 특성과 빵의 노화가 밀접한 관계가 있음을 확인할 수 있었다.

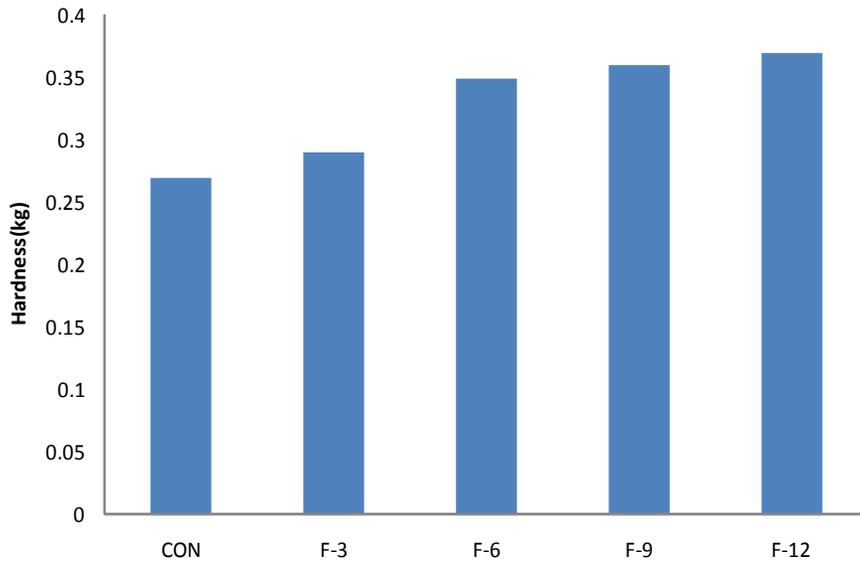
[Table 10] Changes in texture characteristics of bread using Fenugreek seed powder.

Storage	0	3	6	9	12	F-value
Hardness (kg)	0.27±0.01 ^{1)d2)}	0.29±0.00 ^c	0.35±0.01 ^b	0.36±0.01 ^b	0.37±0.01 ^a	113.979 ^{***}
Springiness	0.95±0.02 ^a	0.96±0.00 ^a	0.96±0.01 ^a	0.96±0.00 ^a	0.96±0.01 ^a	0.891 ^{***}
Cohesiveness	0.86±0.02 ^{ab}	0.88±0.01 ^a	0.84±0.01 ^b	0.86±0.03 ^{ab}	0.87±0.04 ^{ab}	1.913 ^{***}
Gumminess	0.23±0.01 ^c	0.25±0.01 ^c	0.29±0.01 ^b	0.31±0.02 ^{ab}	0.33±0.02 ^a	37.299 ^{***}
Chewiness	0.22±0.01 ^c	0.24±0.01 ^c	0.28±0.01 ^b	0.29±0.02 ^{ab}	0.31±0.03 ^a	32.368 ^{***}

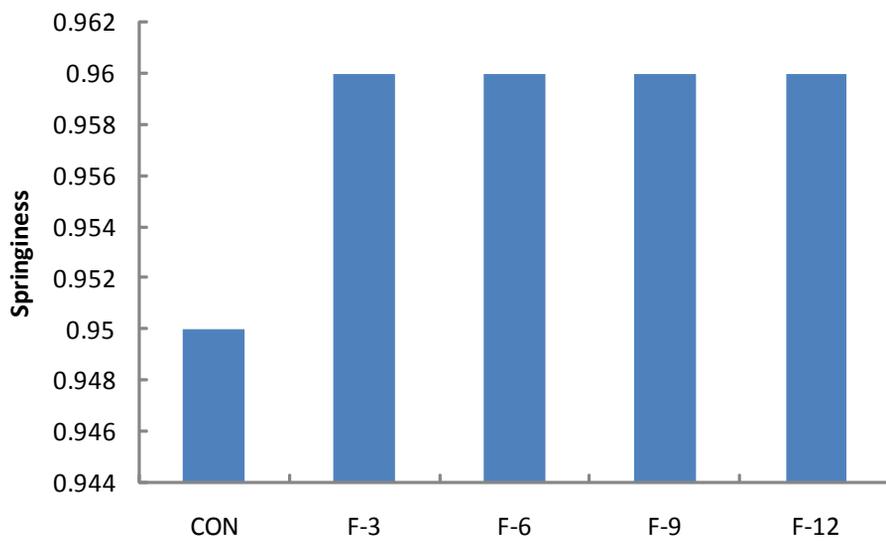
*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

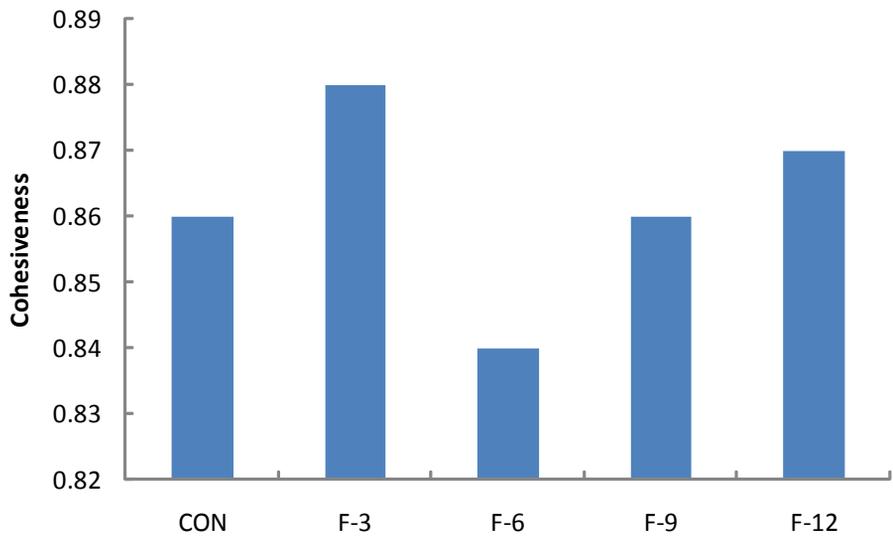
²⁾Mean ± SD with different superscript are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. ^{a-d}Means Duncan's multiple range test for different addition(row).



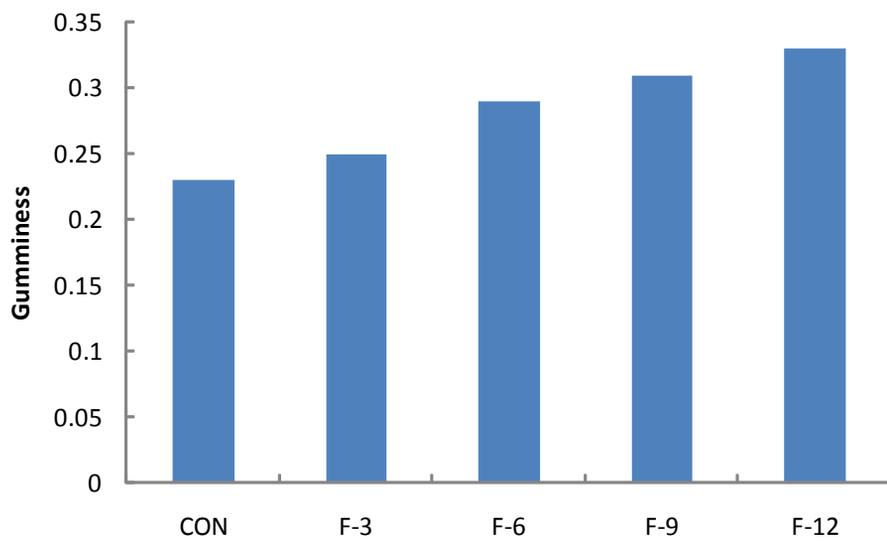
[Fig. 11] Changes in hardness of bread using Fenugreek seed powder.



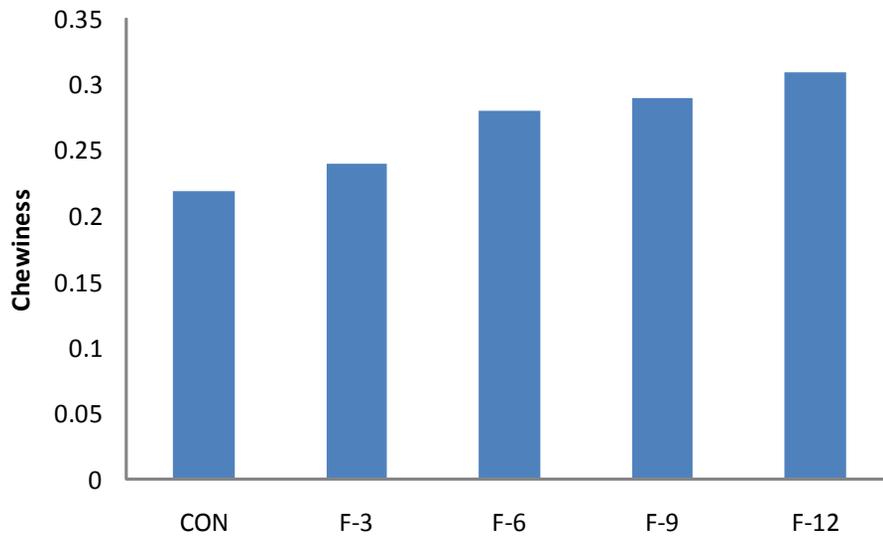
[Fig. 12] Changes in springness of bread using Fenugreek seed powder.



[Fig. 13] Changes in cohesiveness of bread using Fenugreek seed powder.



[Fig. 14] Changes in gumminess of bread using Fenugreek seed powder.



[Fig. 15] Changes in chewiness of bread using Fenugreek seed powder.

9) 식빵의 수분함량 측정 결과

호로파 가루의 첨가량에 따른 식빵의 수분함량 측정 결과는 Table 10., Fig 11. 과 같았다. 수분함량은 CON(대조구)가 35.70%로 가장 낮았으며, 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 39.13~41.38%이었으며, 호로파 가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 결과를 나타냈다($p < 0.05$). 이는 호로파 가루 첨가에 따른 식빵 반죽의 부피 감소 및 오븐열과 반응하는 표면적이 적어서 굽는 과정 중 수분 증발이 낮아 식빵 crumb의 수분함량이 높은 것으로 판단된다. 또한 Maleki M 등(1980), 김혜영(1998)은 빵에 수분함량이 많을수록 노화가 느리다고 보고하였다. 이와 같이 빵에서 수분 보유 효과는 노화와 관련이 있으며 빵의 노화는 먼저 수분 손실에서 시작되기 때문에 저장 기간 동안 제품의 수분 보유력이 높으면 노화 지연 효과가 클 것으로 생각된다. (염경훈, 2009)의 보리잎차 분말 대체와 Hemicellulase 첨가가 식빵의 품질에 미치는 영향에서는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 수분함량이 증가하는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 보수력이 높은 보리잎차 분말의 식이섬유가 영향을 미친 것으로 사료된다.

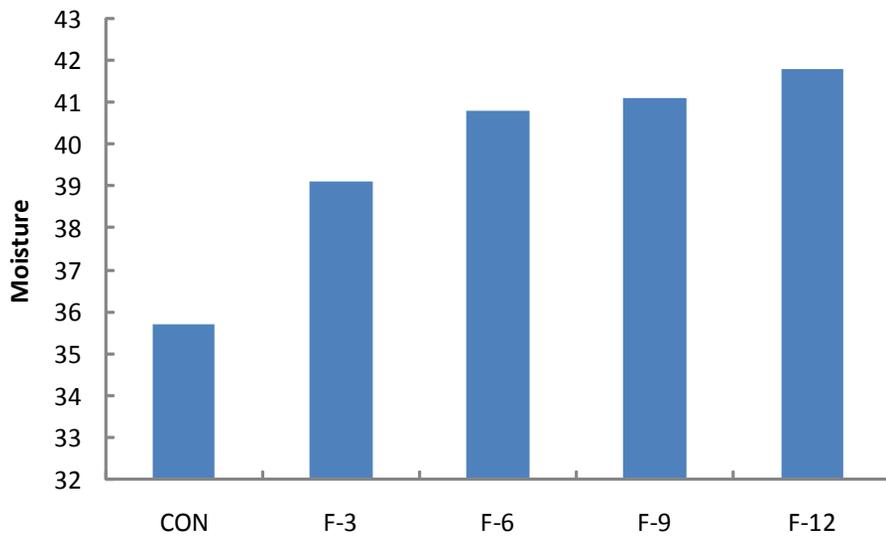
[Table 11] Changes in Moisture content of bread using Fenugreek seed powder.

Samples	Moisture
CON	35.70 ± 1.75 ^{1)c2)}
F-3	39.13 ± 0.64 ^b
F-6	40.83 ± 0.40 ^a
F-9	41.13 ± 0.64 ^a
F-12	41.83 ± 0.21 ^a
F-value	22.123 ^{***}

*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

²⁾Mean ± SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 16] Changes in Moisture content of bread using Fenugreek seed powder.

10) 식빵의 관능검사 측정 결과

호로파 가루를 첨가한 식빵의 관능검사 측정 결과에서는 Table 12., Fig 17. 과 같았다.

색(Color) 항목에서는 호로파 가루 3% 첨가구와 6% 첨가구가 11.10%로 가장 점수가 높았으며, 그다음으로 CON(대조구)가 10.40%이고 9% 첨가구가 9.50%이며, 12% 첨가구가 8.10%으로 가장 낮았고, 시료 간의 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 호로파 가루가 3%와 6% 첨가된 식빵의 색이 먹음직스러운 색을 띠기 때문에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

향(Flavor) 항목에서는 6% 첨가구가 11.50%로 가장 높았고, 그 다음으로 3% 첨가구가 10.90%, 9% 첨가구가 10.60%, CON(대조구)가 10.00%이고 12% 첨가구가 9.30%로 가장 낮았으며, 시료 간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

맛(Taste) 항목에서는 6% 첨가구가 11.20%로 가장 높았고, 그다음으로 3% 첨가구가 11.00%, 12% 첨가구가 7.20%로 가장 낮았으며, 시료 간의 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

외형(Appearance) 항목에서는 6% 첨가구가 12.00%로 가장 높았으며, 그 다음으로 3% 첨가구가 11.60%이고 12% 첨가구가 8.20%으로 가장 낮았고, 시료 간의 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

질감(Texture) 항목에서는 3% 첨가구 11.50%와 CON(대조구) 11.40%가 같이 가장 높았고 그다음으로 6% 첨가구가 11.30%, 12% 첨가구가 7.60%로 가장 낮았으며, 시료 간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

전체적인 선호도(Overall Preference) 항목에서는 6% 첨가구가 11.40%로 가장 높았으며 그다음으로 3% 첨가구가 11.00%, 12% 첨가구가 7.90%으로 가장 낮았고, 시료 간의 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 외형(Appearance), 전체적인 선호도(Overall Preference) 항목에서 6% 첨가구의 선호도가 가장 높았으며 12% 첨가구의 선호도가 가장 낮았음을 알 수 있다. 즉, 호로파 가루의 첨가량이 6%

인 식빵의 색, 향, 맛, 외형 항목에서 가장 높은 선호도를 얻었고, 전체적인 선호도에서도 높았다. 그리고, 6% 첨가구와 CON(대조구) 사이에서 큰 차이가 없었다. 반면에, 12% 첨가한 식빵이 모든 항목에서 낮은 선호도를 얻었다.

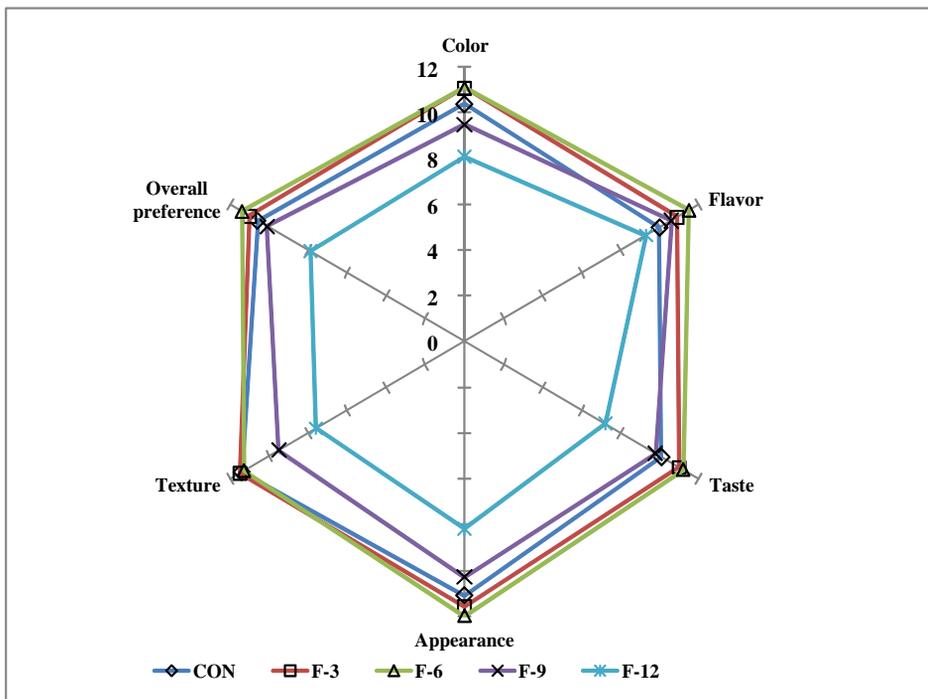
[Table 12] Seosory evaluation of bread using Fenugreek seed powder.

Starter (%)	Color	Flavor	Taste	Appearance	Texture	Overall preference
Con	10.40±2.07 ^a	10.00±2.21 ^a	10.10±2.47 ^a	11.10±1.45 ^a	11.40±2.22 ^a	10.60±1.51 ^a
F-3	11.10±1.45 ^a	10.90±1.20 ^a	11.00±1.25 ^a	11.60±1.65 ^a	11.50±1.58 ^a	11.00±1.25 ^a
F-6	11.10±0.74 ^a	11.50±1.08 ^a	11.20±1.14 ^a	12.00±1.05 ^a	11.30±1.56 ^a	11.40±1.17 ^a
F-9	9.50±1.78 ^{ab}	10.60±2.22 ^a	9.80±2.53 ^a	10.30±2.54 ^a	9.50±2.84 ^{ab}	10.10±2.33 ^a
F-12	8.10±2.47 ^b	9.30±3.47 ^a	7.20±2.57 ^b	8.20±2.97 ^b	7.60±2.55 ^b	7.90±2.77 ^b
F-value	4.970 ^{***}	1.459 ^{***}	5.822 ^{***}	5.322 ^{***}	5.920 ^{***}	5.153 ^{***}

*** $P < 0.001$.

¹⁾All values are mean ± SD.

²⁾Mean ± SD with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



[Fig. 17] Sensory evaluation of bread using Fenugreek seed powder.

11) 식빵의 항균, 항산화성 측정 결과

11-1) 호로파를 첨가한 식빵의 일반미생물 발생 억제 능력 측정결과

호로파를 첨가한 식빵의 항균·항산화성이 저장 기간 중(during storage) 일반미생물(Total plate count) 억제에 미치는 영향은 PCA(표준한천평판배지) 분석을 하였으며 결과는 Table 13., Fig 19. 와 같았다.

CON(대조구) 및 호로파 가루 12% 첨가구, 호로파 가루 30% 첨가구에서 저장 기간 10일차까지는 2.46, 2.59, 2.46 log CFU/g로 호로파를 첨가한 식빵이 미생물 발생을 억제하는 영향에 대하여 명확히 구분되지 않았으나($P < 0.05$), 저장 기간 13일 이후부터 호로파 가루 첨가구가 CON(대조구)에 비하여 현격한 미생물 억제를 하였다. 저장 23일차에는 7.89, 4.87, 3.83 log CFU/g로 장시간 보관 시 억제 효과가 확인하였다($P < 0.001$).

결과적으로 호로파 가루 12%, 호로파 가루 30%를 첨가한 식빵 시험구 모두 일반미생물(Total plate count)의 억제 효과가 있었으며, 첨가 수준이 높아질수록 그 효과가 높아 용량 의존적인 억제 효과가 있는 것으로 나타났다.

[Table 13] Total plate count (log CFU/g) in the Horppa added Bread during storage

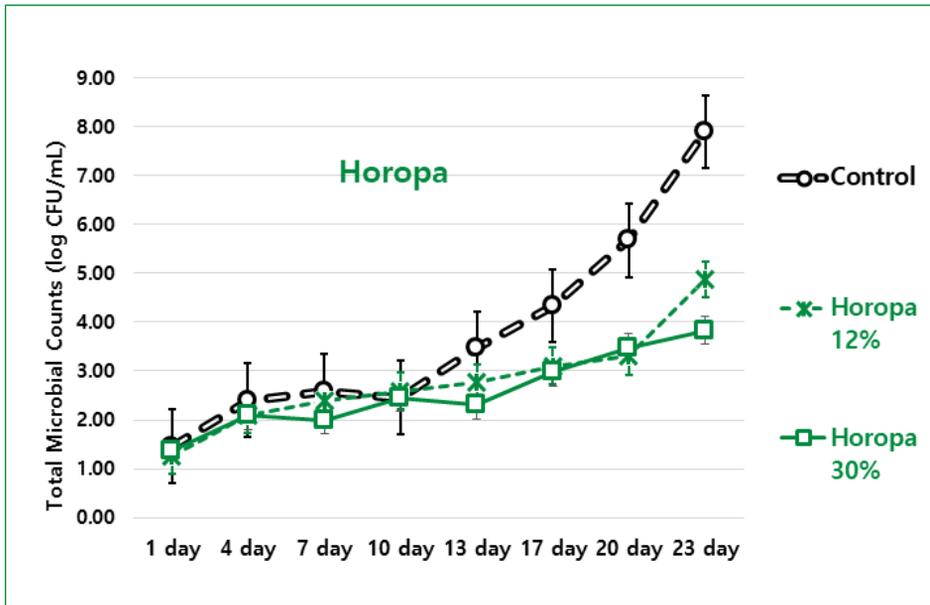
Storage	Treatment			SEM	<i>p</i> value [§]
	CON	Horoppa 12%	Horoppa 30%		
1day	1.46 ^f	1.26 ^f	1.36 ^g	0.058	0.425
4day	2.40 ^e	2.10 ^e	2.10 ^{ef}	0.071	0.125
7day	2.59 ^{eA}	2.39 ^{deAB}	2.00 ^{fB}	0.107	0.039
10day	2.46 ^e	2.59 ^d	2.46 ^d	0.046	0.452
13day	3.48 ^{dA}	2.77 ^{cdB}	2.30 ^{deC}	0.179	0.001
17day	4.34 ^{cA}	3.10 ^{bcB}	2.98 ^{cB}	0.220	<.0001
20day	5.68 ^{bA}	3.30 ^{bB}	3.48 ^{Bb}	0.386	<.0001
23day	7.89 ^{aA}	4.87 ^{aB}	3.83 ^{aC}	0.616	<.0001
SEM	0.414 ^a	0.208	0.162		
<i>p</i> value [¥]	<.0001	<.0001	<.0001		

SEM: Standard error of means.

CON: Control of Organic Powerful Flour 100%; Horoppa 12%: Organic Powerful Flour 88%, Horoppa 12%; Horoppa 30%: Organic Powerful Flour 70%, Horoppa 30%

§ the result of treatment effect; ¥ the result of storage effect;

ABC the result(treatment) of Dunnett's t test for multiple comparison versus control at confidence level 0.05; abc the result(storage) of Duncan's test for multiple comparison at confidence level 0.05



[Fig. 18] Number of microorganisms during storage at room temperature of Horopa added bread

11-2) 호로파를 첨가한 식빵의 진균류(곰팡이, 효모) 발생 억제 능력 측정결과

호로파 가루를 첨가한 식빵의 항균·항산화성이 저장 기간 중(during storage) 진균류(곰팡이, 효모) 발생 억제에 미치는 영향 분석을 위하여 PDA(potato dextrose agar medium) 배지를 활용한 진균류 검사(Total fungi count)를 실시하였으며, 호로파 가루를 첨가한 식빵의 진균류 발생 억제에 미치는 영향은 Table 14, Fig 19. 와 같았다.

CON(대조구) 및 호로파 가루 12% 첨가구, 호로파 가루 30% 첨가구에서 저장 기간 10일차 까지는 3.28, 4.39, 0.00 log CFU/g로 호로파 가루 첨가가 곰팡이를 억제하는지에 대하여 명확하지 않았으나($P < 0.0001$), 저장 기간 13일, 17일, 20일차에는 호로파 가루 첨가가 진균류 발생 억제에 영향을 미쳤다($P < 0.001$).

저장 기간 13일차에 4.51, 3.71, 0.00 log CFU/g로 호로파 가루 첨가구에서 억제 효과가 있었으나, 저장 17일차에는 6.16, 6.50, 5.04 log CFU/g로 호로파 가루 12% 첨가 수준에 대한 효과가 없었다. 따라서 호로파 가루 첨가 수준이 30%가 되어야 진균류 억제에 효과가 있으며($P < 0.001$), CON(대조구)에 비하여 곰팡이 발생 시점을 약 6일 정도 발생을 억제시키는 것으로 나타났다.

[Table 14] Total fungi count (log CFU/g) in the Horppa added Bread during storage

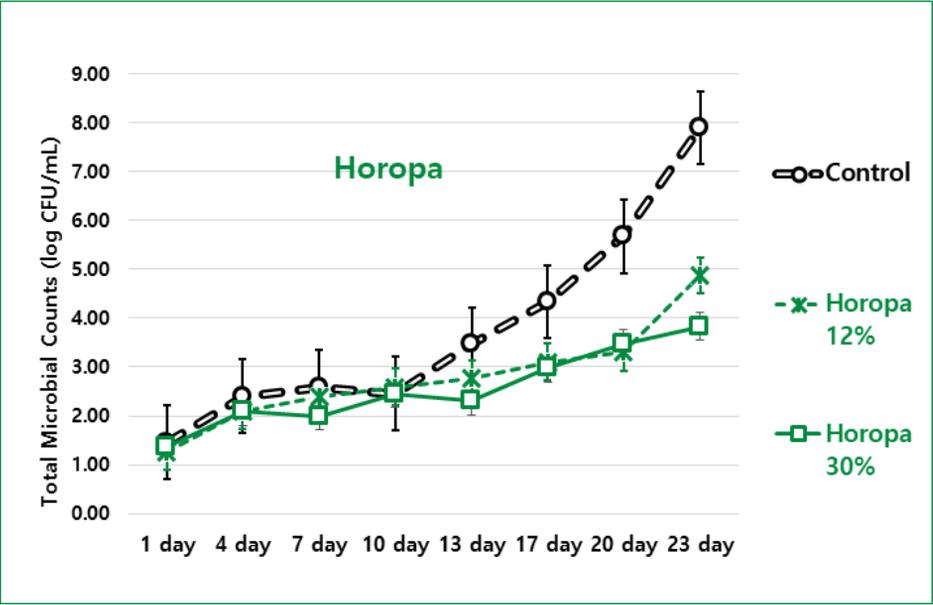
Storage	Treatment			SEM	<i>p</i> value [§]
	CON	Horppa 12%	Horppa 30%		
1day	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^c	0.000	–
4day	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^c	0.000	–
7day	0.00 ^{eB}	1.00 ^{dA}	0.00 ^{cB}	0.167	<.0001
10day	3.28 ^{dB}	4.39 ^{bA}	0.00 ^{cC}	0.661	<.0001
13day	4.51 ^{cA}	3.71 ^{cB}	0.00 ^{cC}	0.696	<.0001
17day	6.16 ^{bB}	6.50 ^{aA}	5.04 ^{bC}	0.224	<.0001
20day	6.49 ^{aA}	6.50 ^{aA}	5.69 ^{aC}	0.138	0.0001
SEM	0.607	0.591	0.543		
<i>p</i> value [¥]	<.0001	<.0001	<.0001		

SEM: Standard error of means.

CON: Control of Organic Powerful Flour 100%; Horppa 12%: Organic Powerful Flour 88%, Horppa 12%; Horppa 30%: Organic Powerful Flour 70%, Horppa 30%

§ the result of treatment effect; ¥ the result of storage effect;

ABC the result(treatment) of Dunnett's t test for multiple comparison versus control at confidence level 0.05; abc the result(storage) of Duncan's test for multiple comparison at confidence level 0.05



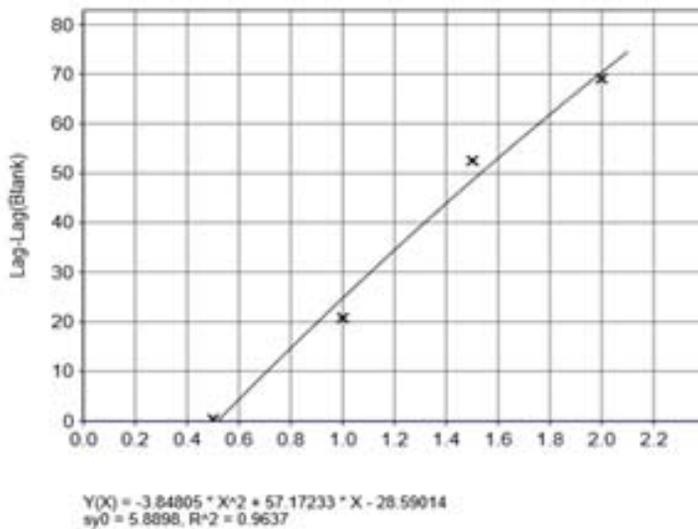
[Fig. 19] Number of fungi (yeast, mold) during storage at room temperature of Horopa added bread

11-3) DPPH(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) 자유 라디칼 소거 활성

호로파 가루와 호로파 가루 첨가 식빵의 천연물 항산화 측정을 DPPH 항산화 활성 측정을 정량적 환산가 산정에 사용하였다. 호로파의 정량적 항산화 값을 측정을 위하여 Choi & Shin(2015)의 실험 법을 사용하였다. CON(대조구)와 호로파 첨가군 모두 0.44 mg/1g 이하였으며, 호로파 가루에 대한 DPPH(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, C₁₈H₁₂N₅O₆) 자유 라디칼 소거 활성 값은 1.13 mg/1g이 측정되었다(Table 15, Fig 20).

[Table 15] DPPH antioxidant activity of Horopa

Sample	nmol	Dilution factor	mmol/L	mg/L	mg/5mL	mg/1g
CON	0.495	10	0.495	87.12	0.44	0.44
Horopa 12%	0.499	10	0.499	87.82	0.44	0.44
Horopa 30%	0.502	10	0.501	88.35	0.44	0.44
Horopa powde	1.279	10	1.279	225.10	1.13	1.13



[Fig. 20] DPPH Antioxidant Crystal Model for Horopa

11-4) 호로파의 천연물 분석 결과

호로파에 함유되어 있는 천연 항균·항산화 미량성분을 보다 정밀하게 조사하기 위하여 천연물 분석을 실시한 결과 Horopa ES-에서 1,428개의 천연물질, ES+에서 1,263개의 천연물질이 조사되었다. 항균·항산화성과 관련된 주요 검출량은 총 25종 이었으며, ES-는 Table 16., Fig 21과 같으며, ES+는 Table 17., Fig 22와 같다.

호로파 분말에 함유되어 있는 주요 항균·항산화 천연물질은

- ①(25S)-5 β -Spirostan-3 β -ol-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-[β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 4)]- β -D-galactopyranoside,
- ②14-Hydroxy sprengerinin C,
- ③25(S)-Ruscogenin-1-O-[β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 2)][β -D-xylopyranosyl(1 \rightarrow 3)]- β -D-fucopyranoside,
- ④Acacetin-7-O-(6"-O-acetyl)- β -D-glucopyranoside, Apiin,
- ⑤⑥⑦Atroposide E, G, H,
- ⑧Genistin_1,
- ⑨Isoescin III a,
- ⑩⑪⑫Macrostemonoside F, H, K,
- ⑬Methyl ganoderenate D,
- ⑭Neotigogenin-3-O- β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 2)-[β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 3)]- β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 4)- β -D-galactopyranoside,
- ⑮Pennogenin-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 4)-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 4)-[α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)]- β -D-glucopyranoside,
- ⑯Polyphyllin G,
- ⑰Protogracillin,
- ⑱Prunose II,
- ⑲⑳Soyacerebroside II, I_1,
- ㉑Terrestrosin F,

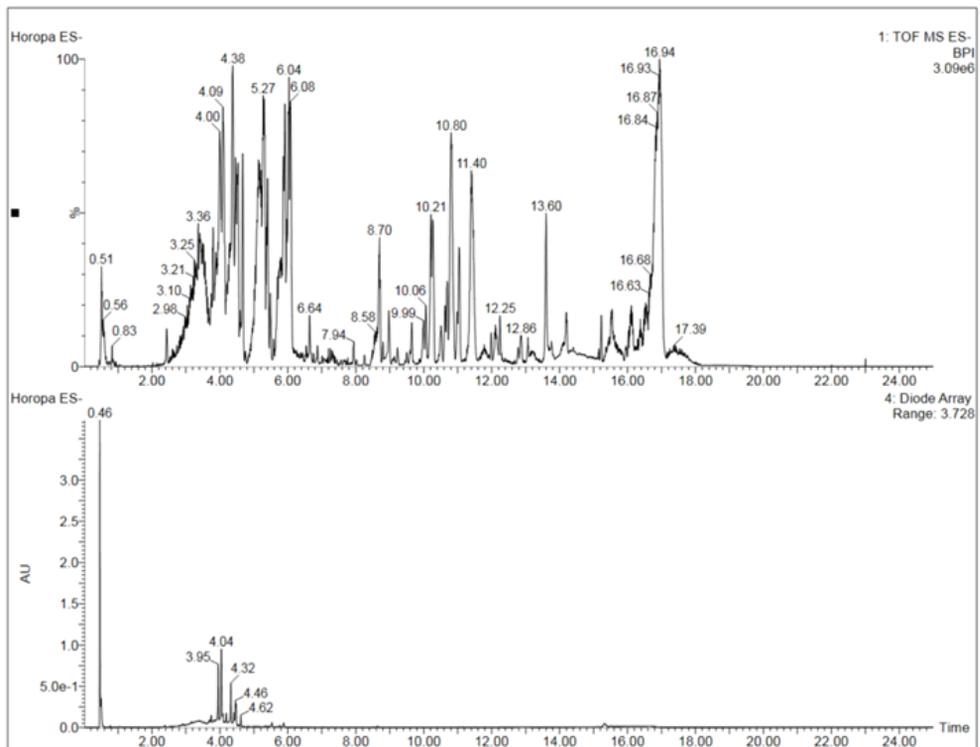
②③Timosaponin B-2, E2,

④Trigoneoside I 등 24종이며, 항균·항산화성과 관련된 천연물질의 총 감지된량은 87,644,191 counts (ES-: 56,234,027ES, ES+: 31,410,164)가 검출되었다.

결과적으로 호로파의 다양하고 풍부한 항산화·항균 천연물질은 Fig 18 및 Fig 19의 식빵 저장 기간 중 총 미생물 및 진균류(곰팡이, 효모)의 억제에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 총 감지된량이 높을수록 제어에 효과적이었다.

[Table 16] Major antimicrobial antioxidants of Horopa using UPLC-Q-TOF-MS/MS (ES-)

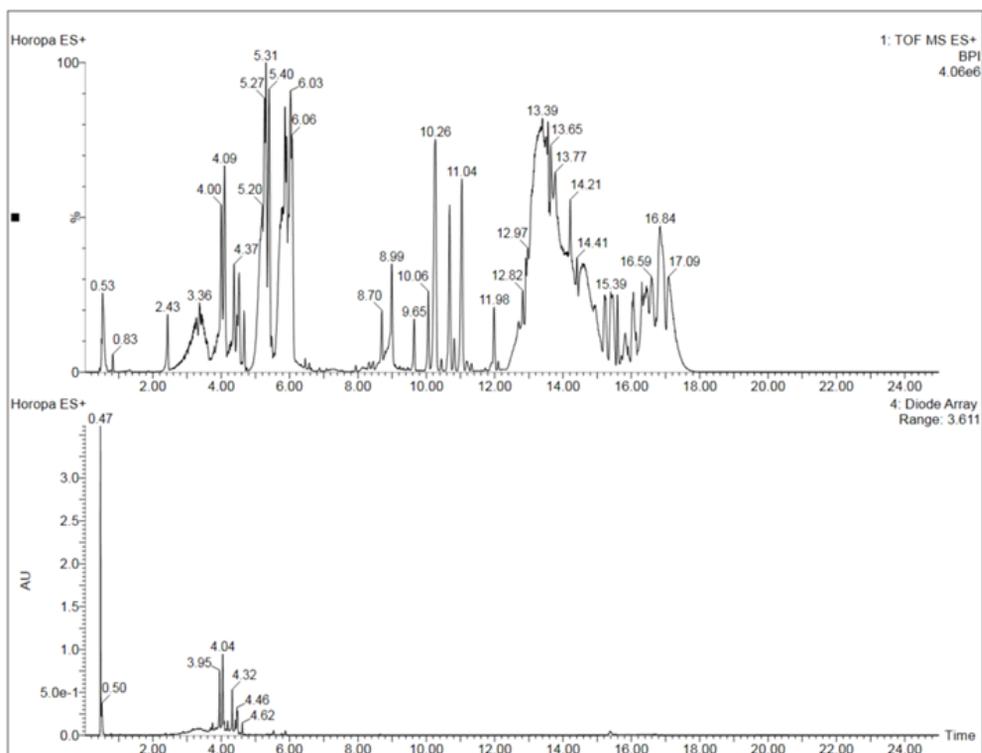
Horopa ES-	Component name	Observed neutral mass (Da)	Detector counts (Intensity)	Main functions	Journal
Horopa ES-	Acacetin-7-O-(6"-O-acetyl)- β -D-glucopyranoside	488.1327	1,970,796	Antioxidants	Lee at al. (2002)
Horopa ES-	Acacetin-7-O-(6"-O-acetyl)- β -D-glucopyranoside	488.1325	1,779,887	Antioxidants	Nguyen at al. (2006)
Horopa ES-	Apiin	564.1492	2,445,468	Antioxidants	Song & Cheng (2015)
Horopa ES-	Apiin	564.1489	2,208,667	Antioxidants	Sathishkumar at al. (2018)
Horopa ES-	Apiin	564.1483	1,465,198	Antioxidants	Zhang at al. (2014)
Horopa ES-	Apiin	564.1484	1,979,307	Antimicrobial	Mencherini at al. (2010)
Horopa ES-	Atroposide E	902.4892	4,041,146	Antimicrobial	Sajeli Begum (2010)
Horopa ES-	Atroposide G	1048.546	4,026,976	Antimicrobial	Lattserds (1997)
Horopa ES-	Atroposide G	1048.5475	4,622,652	Antimicrobial	Lattserds (1997)
Horopa ES-	Genistin_1	432.1061	1,302,894	Antimicrobial, Anticancer	Sakamoto at al. (2016)
Horopa ES-	Isoescsin III a	1114.5551	2,023,271	Antimicrobial	Patlolla & Rao (2015)
Horopa ES-	Macrostemonside H	948.4946	3,104,945	Antimicrobial	Zhi-Hong at al. (2016)
Horopa ES-	Macrostemonside H	948.4944	140,415	Antimicrobial	Peng & Yao (1996)
Horopa ES-	Macrostemonside K	950.5086	2,632,200	Antimicrobial	Zhi-Hong at al. (2016)
Horopa ES-	Methyl ganoderenate D	526.291	2,912,276	Antimicrobial	
Horopa ES-	Neotigogenin-3-O- β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 2)-[β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 3)]- β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 4)- β -D-galactopyranoside	1064.5409	1,419,753	Antimicrobial	Chen at al. (2010)
Horopa ES-	Protogracillin	1064.5414	1,545,606	Antimicrobial	Zhanga at al. (2016)
Horopa ES-	Prunose II	656.1949	1,058,073	Antimicrobial	Mitani at al. (2018)
Horopa ES-	Soyacerebroside II	713.5436	1,078,486	Antimicrobial	Chiu at al. (2016)
Horopa ES-	Soyacerebroside I_1	713.5436	1,078,486	Antioxidants	Jung at al. (2004)
Horopa ES-	Terrestrosin F	936.4945	2,632,001	Antimicrobial	Bedir & Khan (2000)
Horopa ES-	Timosaponin B-2	920.4986	3,015,469	Antimicrobial	Yang at al. (2017)
Horopa ES-	Timosaponin E2	950.5073	1,457,570	Antioxidants	Jiang at al. (2014)
Horopa ES-	Trigoneoside I a	906.4836	6,292,485	Antimicrobial	Murakami at al. (2000)
	Total amount		56,234,027		



[Fig. 21] Horopa ES- UV_Mass Chromatogram

[Table 17] Major antimicrobial antioxidants of Horopa using UPLC-Q-TOF-MS/MS (ES+)

Horopa ES+	Component name	Observed neutral mass(Da)	Detector counts (Intensity)	Main functions	Journal
Horopa ES+	(25S)-5 β -Spirostan-3 β -ol-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-[β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 4)]- β -D-galactopyranoside	886.4942	4,521,483	Antimicrobial	Li at al. (2006)
Horopa ES+	(25S)-5 β -Spirostan-3 β -ol-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)-[β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 4)]- β -D-galactopyranoside	886.4917	2,342,164	Antimicrobial	Yanala at al. (2016)
Horopa ES+	14-Hydroxy sprengerinin C	870.4627	1,440,009	Antimicrobial	Ying at al. (2016)
Horopa ES+	25(S)-Ruscogenin-1-O-[β -D-glucopyranosyl(1 \rightarrow 2)][β -D-xylopyranosyl(1 \rightarrow 3)]- β -D-fucopyranoside	870.4633	1,600,637	Antimicrobial	Nicolaus (2016)
Horopa ES+	Apiin	564.1481	1,736,444	Antioxidants	Song & D Cheng (2015)
Horopa ES+	Apiin	564.1483	1,386,988	Antioxidants	Zhang at al. (2014)
Horopa ES+	Apiin	564.1484	1,280,483	Antioxidants	이은경 등 (2016)
Horopa ES+	Atroposide E	902.4888	4,423,426	Antimicrobial	Sajeli Begum (2010)
Horopa ES+	Atroposide G	1048.545	1,854,574	Antimicrobial	Lattserds at al. (1997)
Horopa ES+	Atroposide H	1046.5319	2,480,985	Antimicrobial	Sajeli Begum (2010)
Horopa ES+	Atroposide H	1046.5325	1,459,563	Antimicrobial	Joseph et al. (2013)
Horopa ES+	Macrostemonoside F	902.4882	944,802	Antimicrobial	Zhi-Hong at al. (2016)
Horopa ES+	Pennogenin-3-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 4)-O- α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 4)-[α -L-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)]- β -D-glucopyranoside	1030.5371	1,049,491	Antioxidants	Zhang at al. (2010)
Horopa ES+	Polyphyllin G	1048.5452	2,927,229	Antimicrobial	Cai at al. (2018)
Horopa ES+	Trigoneoside I a	906.4838	1,107,244	Antimicrobial	Murakami at al. (2000)
Horopa ES+	Trigoneoside I a	906.4835	854,642	Anti-oxidant, Antimicrobial	Mitra at al. (2016)
	Total amount of antimicrobial antioxidants		31,410,164		



[Fig. 22] Horopa ES+ UV_Mass Chromatogram

제 5 장 요약 및 결론

본 연구에서는 최근 건강을 선호하고 유기농 재료와 건강 기능적인 식품을 찾는 소비자층의 증가로 이러한 요구를 충족시키기 위해 호로파 가루를 첨가하여 식빵 제품을 만들었으며, 이에 따른 연구로 천연물 성분 에 대한 분석과 첨가 수준별 항균·항산화성의 분석을 통하여, 베이커리의 기능성 및 식품 안전성을 검토하였고, 또한 호로파 가루를 첨가한 식빵 반죽, 발효, 굽기 후의 pH, 발효시간에 따른 반죽의 부피 변화, 식빵의 무게, 비용적, 부피 및 굽기 손실률, 식빵의 미세구조 및 외관, 식빵의 색도와 물성 변화, 식빵의 수분함량과 관능검사 등을 실시하였으며, 호로파 가루를 첨가한 식빵의 제빵 적성 및 항산화능 평가에 관하여 다음과 같이 결론을 도출하였다.

호로파 가루를 첨가한 식빵 반죽, 발효, 굽기 후 pH 측정 결과, 반죽의 pH는 시료 간의 유의한 차이가 있었으며, 1차 발효 후 pH에서는 CON(대조구)와 호로파 가루 3% 첨가구의 값이 5.06으로 가장 낮은 값을 나타내며 유의한 차이를 보였다. 굽기 후 pH는 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 pH가 높아지는 결과를 보였으며, 시료 간의 유의한 차이를 보였다.

식빵 반죽의 발효시간에 따른 부피 변화를 측정한 결과로는 반죽 직후를 제외한 모든 발효시간에서 시료 간의 유의한 차이를 보였고, 동일한 시료에서도 발효시간에 따라 유의한 차이가 있었다. 호로파 가루 6% 첨가구가 발효 초기부터 높은 발효력을 보였으며, 발효시간이 길어질수록 발효력이 증가하는 결과를 보였다.

식빵의 무게를 측정한 결과는 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 496.17~500.17g이었으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 식빵의 부피를 측정한 결과는 호로파 가루 3% 첨가구는 1781.00mL로 나타났고, 호로파 가루 12% 첨가구는 1587.67mL로 낮았으며, 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다.

호로파 가루 첨가량이 증가할수록 부피, 비용적, 굽기 손실률은 감소하였고 무게는 증가하는 결과를 보였으며, 외관은 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하고, 색상이 어두워지는 경향을 보였고, 미세구조는 CON(대조구), 호로파 가루 3% 첨가구와 6% 첨가구는 기공이 크고 세포벽이 얇으며, 내상이 균일하고 색상이 밝았으며, 호로파 9% 첨가구와 12% 첨가구는 기공이 작고 세포벽이 두꺼우며 내상이 불균일하고 색상이 어두웠으며, 시료들 간에 유의적인 차이가 있었다.

식빵(Crumb)의 백색도는 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 적색도와 황색도는 유의적으로 증가하였으며, 식빵(Crust)의 백색도와 황색도는 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 적색도는 유의적으로 증가하였다.

식빵의 경도, 점착성, 씹힘성은 호로파 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 탄력성은 시료들 간에 유의적인 차이가 없었고, 응집성은 호로파 가루 3% 첨가구가 0.88로 높았고, 호로파 가루 6% 첨가구는 0.84로 낮은 값을 나타냈다.

식빵의 수분함량 측정 결과는 CON(대조구)가 35.70%로 낮게 나타났고 호로파 가루 3~12% 첨가구들은 39.13~41.38%이었으며, 호로파 가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다.

관능검사 측정 결과에서는 식빵의 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 외형(Appearance), 질감(Texture), 전체적인 선호도(Overall Preference)에서 6% 첨가구의 선호도가 가장 높았으며, 12% 첨가한 식빵은 모든 항목에서 낮은 선호도를 얻었다. 반면에 6% 첨가구와 CON(대조구) 사이에는 큰 차이가 없었다.

호로파를 첨가한 식빵의 일반미생물 발생 억제 능력 측정 결과는 호로파 가루 12%, 30%를 첨가한 식빵 시험구 모두 일반미생물(Total plate count)의 억제 효과가 있었으며, 첨가 수준이 높아질수록 그 효과가 높아 용량의존적인 억제 효과가 있는 것으로 나타났다.

진균류(곰팡이, 효모) 발생 억제 능력 측정 결과는 저장 기간 13일차에 4.51, 3.71, 0.00 log CFU/g로 호로파 가루 첨가구에서 억제 효과가 있었으

나, 저장 17일차에는 6.16, 6.50, 5.04 log CFU/g로 호로파 가루 12%첨가 수준에 대한 효과가 없었다. 따라서 호로파 가루 첨가 수준이 30%가 되어야 진균류 억제에 효과가 있으며, CON(대조구)에 비하여 곰팡이 발생 시점을 약 6일 정도 발생을 억제시키는 것으로 나타났다.

DPPH(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) 자유 라디칼 소거 활성 결과는 CON(대조구)와 호로파 첨가군 모두 0.44 mg/1g 이하였으며, 호로파 가루에 대한 DPPH 자유라디칼 소거 활성 값은 1.13 mg/1g이 측정되었다.

호로파에 함유되어 있는 천연 항균·항산화 미량성분을 보다 정밀하게 조사하기 위하여 천연물 분석을 실시한 결과 Horopa ES-에서 1,428개의 천연물질, ES+에서 1,263개의 천연물질이 조사되었다. 항균·항산화성과 관련된 주요 검출량은 총 25종 이었으며, 호로파의 항산화·항균 천연물질은 저장 기간 중 총 미생물 및 진균류(곰팡이, 효모)의 억제에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 총 감지된 양이 높을수록 제어에 효과적이었다.

이와 같이 식빵에 호로파 가루를 첨가한 결과 건강 기능성의 향상과 항산화 기능이 강화된 식빵을 제조할 수 있었으며, 호로파를 이용한 기타 식품 분야의 적용 가능성도 확인할 수 있었다. 또한 호로파를 첨가한 식빵의 관능 검사 및 선호도 등을 고려하였을 때 호로파 가루를 3~6% 첨가하는 것이 가장 적당할 것으로 사료된다.

이전부터 호로파는 기능성 식품의 목적보단 약초나 질병의 치료 목적이 많았고 최근까지도 식품 첨가의 목적을 둔 연구는 미비한 수준이었다. 하지만 근래에 들어 슈퍼푸드에 관한 소비자들의 관심이 높아지며 호로파를 이용한 기능성 식품의 다양한 노력들이 이루어지고 있다. 또한 식빵의 첨가 재료로 사용함으로써 좀 더 소비자들에게 친숙하게 다가갈 수 있고, 아침식사 대용 및 간편한 식사로 사용하기 적합하다. 호로파를 식빵에 첨가하면 특유의 향과 씹싸름한 맛이 인상적이고, 식빵을 제외한 조리 음식으로서의 가능성은 향신료적인 면에서 뛰어나며, 호로파를 이용한 식품으로는 요거트, 샐러드 및 육류 요리에 잡내를 제거하는데 적합하다고 판단된다. 이렇게 다양한 방식으로 접할 수 있는 호로파는 건강 기능성의 향상과 항산화 기능이 뛰어나며, 이러한 장점을 지닌 호로파 가루를 첨가한 식빵을 자주 접한다면

소비자의 건강기능적인 면과 더불어 다양한 효능을 줄 수 있다는 점에서 그
가치는 높다고 판단된다.

참고문헌

1. 국내문헌

- 김수아. (2015). 『동네 빵집의 반란, 단품종으로 승부』. 서울: 한국경제 기사.
- 김영수. (2002). “식빵의 품질특성에 미치는 첨습의 영향”. 동의대학교 대학원 석사학위논문.
- 고은숙. (2008). “대두분 및 청국장분의 첨가가 제빵의 품질 특성에 미치는 영향”. 강릉원주대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 김범안. (2016). “뽕잎분말 첨가 우리밀빵 품질특성 규명”. 광주여자대학교 일반대학원 석사학위논문.
- 김병돈. (2011). “와송첨가에 따른 식빵의 품질특성에 관한 연구”. 대구가톨릭대학교 보건과학대학원 석사학위논문.
- 김성경. (2001). “감잎, 녹차의 건분 및 추출물이 노령쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향”. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 김은지, 주형욱. (2016). “꾸지뽕잎 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성”. 『한국조리학회지』, 22(7), 173-186.
- 김용주, 정지숙, 김은하, 손병길, 고근배. (2016). “썩부쟁이 분말 첨가 식빵의 품질 특성”. 『한국식품영양과학회지』, 45(1), 91-99.

- 고상희, 빙동주, 전순실. (2013). “신안 섬초(시금치) 분말을 대체한 식빵의 품질특성”. 『한국식품영양과학회지』, 42(5), 766-773.
- 강선희, 이지연, 김효진, 김혜란, 유보람, 김민지, 양기현, 심은경, 김미리. (2011). “스피루리나를 첨가한 식빵의 품질 특성”. 『동아시아식생활학회지』, 21(1), 31-37.
- 김영애. (2005). “구기자 분말의 첨가가 옐로우 레이어 케이크의 품질특성에 미치는 영향”. 『한국식품영양학회지』, 34(3), 403-407.
- 김혜영. (1998). “밀가루 이외의 가루제품을 이용한 제빵 특성 및 제법”. 『한국 식품영양학회지』, 11(3), 30-43.
- 문성원, 박성혜. (2008). “청국장가루를 첨가한 식빵의 품질특성”. 『한국 식품영양학회지』, 37(5), 633-639.
- 문경옥. (2011). “손바닥 선인장 열매를 첨가한 식빵의 품질특성 및 Streptozotocin으로 유도된 당뇨성 흰쥐에 대한 항산화 활성”. 경성대학교 대학원 박사학위논문.
- 빙동주. (2012). “한라봉 추출물의 생리활성과 한라봉 분말을 대체한 식빵의 품질특성”. 순천대학교 대학원 석사학위논문.
- 박찬일. (2017). 『식빵의 역사』. 서울: 경향신문.
- 빙동주, 전순실. (2013). “한라봉 분말을 첨가한 식빵의 제빵 특성과 소비자 검사”. 『한국식품영양과학회지』, 42(2), 306-312.

- 신솔. (2018). “양배추를 이용한 식빵의 품질특성에 관한 연구”. 경희대학교 경영대학원 석사학위논문.
- 신유진. (2018). “명월초 분말을 이용한 식빵의 품질특성”. 한성대학교 경영대학원 석사학위논문.
- 식품의약품안전처. (2018). 『식품의 기준 및 규격』. 제7 일반시험법.
- 신길만. (1999). 『제빵이론실기』. 신광출판사. p.172.
- 신현태. (2006). “우리밀 유통구조 개선에 관한 연구”. 조선대학교 경영대학원 석사학위논문.
- 성환길, 이용호. (2017). 『동의보감 신 약초민간요법』. 푸른행복 출판사. p.207.
- 신동원, 김남길, 여인석. (1999). 『한권으로 읽는 동의보감』. 들녘 출판사. p.918.
- 임채숙. (2014). 『빵집 이름 ‘숨은 의미 찾기’ 베이커리브랜드, 스토리를 만들다』. 경기신문.
- 임세정. (2013). 『우유 넣고 설탕 빼고....건강한 빵 인기』. 국민일보 쿠키뉴스.
- 이상아. (2011). “도토리 가루를 첨가한 수제비와 베이커리 제품 (식빵, 옐로우 레이어 케이크)의 품질특성”. 세종대학교 대학원 박사학위논문.

이윤희. (2010). “개인소비가치에 따른 베이커리 유기농제품의 태도 및 관심도가 구매 후 만족도에 미치는 영향”. 경기대학교 대학원 박사학위논문.

월간 Patisserie. (2004). 9월호. p.49.

이영림. (2008). “건강빵 제품유형에 관한 조사와 제품구매 시 소비자의 기대 요인”. 성신여자대학교 문화산업대학원 석사학위논문.

월간베이커리. (2011). 『2011제과제빵 트렌드10, 빵 전문점러시(Rush)』. pp.58-59.

윤진아. (2007). “손바닥선인장 복합물이 I형 및 II형 당뇨 유발동물의 혈당과 지질대사에 미치는 효과”. 고려대학교 대학원 박사학위논문.

이철호. (2006). “葫蘆巴추출물의 Peroxynitrite 제거 및 염증 촉진 인자 제어효과”. 동국대학교 대학원 박사학위논문.

이경수, 이은경, 서윤희, 최수영. (2016). “호로파와 야관문 복합추출물이 과산화수소로 산화적 스트레스가 가해진 TM3 세포의 테스토스테론 합성에 미치는 영향”. 『한국응용생명화학회지』, 59(4), 305-311.

이경수, 이은경, 김신연, 김태환, 김현표. (2015). “호로파와 야관문 복합추출물의 남성갱년기 개선에 관한연구”. 『한국식품과학회지』, 47(4), 492-498.

임종채. (1996). “홍삼을 비롯한 몇몇 천연물의 항산화능에 관한 연구”. 전남대학교 대학원 박사학위논문.

- 이선호. (2015). “브로콜리 분말을 첨가한 식빵품질 및 항산화 특성”. 『한국 식품 조리과학회지』, 31(5), 614-622.
- 이광석. (1997). 『제과제빵론』. 경희대학교 출판부. pp.107-108.
- 이지연, 이경애, 곽은정. (2009). “새송이버섯 분말을 첨가한 식빵의 발효특성”. 『한국식품영양과학회지』, 38(6), 757-765.
- 이순목, 박금순. (2011). “자색고구마 첨가 식빵의 품질특성”. 『한국 식품조리과학회지』, 27(4), 1-16.
- 염경훈. (2009). “보리잎차 분말 대체와 Hemicellulase 첨가가 식빵의 품질에 미치는 영향”. 순천대학교 대학원 석사학위논문.
- 정동효. (2007). 『건강기능식품 정보사전』. 신일북스 출판사. p.772.
- 장인환. (2003). “농수산자원으로부터 발향소재 및 생리활성 소재의 생산을 위한 생물전환 및 분리정제에 관한 연구”. 호서대학교 대학원 석사학위논문.
- 지현, 위혜정, 황인경, 박경례, 최은경, 지근억. (2005). “식품 발효중 기능성 물질의 생전환 및 기능성 변화”. 『한국식품조리과학회지』, 15, 9-14.
- 지정란. (2012). “들깨와 들깨잎을 첨가한 식빵의 품질특성에 관한 연구”. 세종대학교 대학원 박사학위논문
- 장재희. (2006). “침출 조건에 따른 보리잎차와 녹차의 항산화능에 관한 연구”. 부경대학교 대학원 석사학위논문.

- 정세원. (2003). “캐모마일, 세이지, 녹차 건분의 섭취가 노령흰쥐의 항산화 능에 미치는 영향”. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 최상호. (2012). “천연발효액종과 자광미 혼합분을 이용한 우리밀 식빵의 품질특성”. 세종대학교 대학원 박사학위논문.
- 최수찬, 김완규. (2018). 『처방이 있는 동의 본초 한약 보감』. 지식서관. p.62.
- 최지민. (2017). 『빵순이들의 기본 아이템 ‘식빵’, 국가에서 지정한 식빵의 종류 있다.』
<http://www.sisunnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=61286>
- 최상호. (2012). “천연발효액종과 자광미 혼합분을 이용한 우리밀 식빵의 품질특성”. 세종대학교 경영대학원 박사학위논문.
- 최상호. (2011). “들깨잎 분말을 첨가한 식빵반죽의 레올로지 및 품질 특성에 관한 연구”. 『한국조리학회지』, 17(3), 172-180.
- 최순남, 김현정, 정남용. (2012). “파프리카 분말을 첨가한 식빵의 품질특성”. 『한국식품조리과학회지』, 28(6), 839-846.
- 최옥자, 김용두, 강성구, 정현숙, 고무석, 이홍철. (1999). “신선초가루를 첨가한 식빵의 품질특성”. 『한국식품영양과학회지』, 28(1), 118-125.
- 최순남, 주미경, 정남용. (2014). “스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 품질특성”. 『한국식품조리과학회지』, 30(4), 419-427.

최동만. (2006). “솔잎발효액을 첨가한 제빵의 품질특성”. 경남대학교 산업대학원 석사학위논문.

KBS2 비타민 625회. (2016.4.14).

<http://search.kbs.co.kr/?keyword=%EB%B9%84%ED%83%80%EB%AF%BC%20625%ED%9A%8C>

태미화, 김경희, 육홍선. (2015). “우영 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성”. 『한국식품영양과학회지』, 44(12), 1826-1831.

pmg 지식엔진연구소. (2018).

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=5663934&cid=43667&categoryId=43667>

한지원, 유정선, 신유미, 김진, 노미영, 류자옥, 김미리. (2006). “청보리 첨가 식빵의 저장 중 품질특성”. 『충남생활과학회지』, 19(1), 56-63.

2. 국외문헌

- Annida, B. and P. S. M. Princ. (2004). Supplementation of fenugreek leaves lower lipid profile in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Med. Food.* 7, 153–156.
- Aswar U, Bodhankar SL, Mohan V, Thakurdesai PA. (2010). Effect of furostanol glycosides from *Trigonella foenum graecum* on the reproductive system of male albino rats. *Phytother Res*, 24, 1482–1488.
- A. Sajeli Begum. (2010). *Hyoscyamus niger* Linn. Seeds: A Review, *Res. J. Seed Sci.*, 3(4), 210–217.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. (2001). Qualities of bread added with Korean persimmons (*Diospyros kaki* L. folium) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 30, 882–887.
- Blois, MS. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 29, 1199–1200.
- Bock JE, Wrigley CW, Walker CE. (2016). Bakeries: the source of our unique wheat-based food, bread. In *Encyclopedia of food grains 2nd ed.* Oxford, UK, 335–342.
- Bedir E, and Khan IA. (2000). New Steroidal Glycosides from the Fruits of *Tribulus terrestris*, *J. Nat. Prod.*, 63(12), 1699–1701.

- Chang KH, Byun gI, Park SH, Kang WW. (2008). Dough properties and bread qualities of wheat flour supplemented with rice bran. *Korean J Food preserve*, 209–213.
- Choi, MH. and Shin, HJ. (2015). Anti-oxidative and Anti-melnoogenesis Effects of Buleberry Extract. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol*, 13, 261–266.
- Cai X, Guo L, Pei F, Chang X, and Zhang R. (2018). Polyphyllin Gexhibits antimicrobial activity and exerts anticancer effects on human oral cancer OECM-1 cells by triggering G2/M cell cycle arrest by inactivating cdc25C-cdc2, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 644(15), 93–99.
- Chen H, Ou, W., Wang, G., Wang, N., Zhang, L., and Yao, X. (2010). New steroidal glycosides isolated as CD40L inhibitor of activated platelets. *Molecules*, 15(7), 4589–4598.
- Chiu CP, Liu SC, Tang CH, Chan Y, El-Shazly M, Lee CL, Du YC, Wu TY, Chang FR, and Wu YC. (2016). Anti-inflammatory Cerebrosides from Cultivated *Cordyceps militaris*. *J. Agric. Food Chem*, 64(7), 1540–1548.
- David, G.B., Erik, E.A., Rohini, S., Alfins, S. (2000). Antioxidant enzyme expression and ROS damage in prostatic intraepithelia neoplasia and cancer. *Cancer*, 89, 124–134.

- Duru M, Erdoğan Z, Duru A, Kucukgul A, Duzguner V, Kaya DA, Şahin A. (2013). Effect of seed powder of a herbal legume fenugreek (*Trigonella foenum graceum* L.) on growth performance, body components, digestive parts, and blood parameters of broiler chicks. *Pakistan J Zool*, 45, 1007–1014.
- Dixit, P., Ghaskadbi, S., Mohan, H., and P.A. Devasagayam, T. (2005). Antioxidant properties of germinated fenugreek seeds. *Phytotherapy Research*, 19(11), 977–983.
- Fleischauer, A.T., Olson, S.H., Mignone, L., Simonse, N., Caputo, TA. and Harlap, S. (2001). Dietary antioxidants supplements and risk of epithelial ovarian cancer. *Nutrition and Cancer*, 40(2), 92–98.
- Hannan, JMA., Ali, L., Rokeya, B., Khaleque, J., Akhter, M., Flatt, P.R., and Abdel-Wahab, Y.H.A. (2007). Soluble dietary fibre fraction of *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seed improves glucose homeostasis in animal models of type 1 and type 2 diabetes by delaying carbohydrate digestion and absorption, and enhancing insulin action, *British Journal of Nutrition*, 97(3), 514–521.
- Han JH, Jeong HK. (2010). Factor expanding consumption of domestic wheat processed products. *Korean J Agric Manage Policy* 37(3), 573–589.

- Hae TY, Kim SH, Cho IJ and Lee HY. (2003). Effect of dietary fiber purified from cassia tora on the quality characteristics of the bread with rice flour. *Korean J. Sci. Food Sci. Technol*, 35(4), 598–603.
- Hong SY, Shin GM. (2008). Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food and Nutr*, 21, 485–491.
- Jung MJ, Kang SS, Jung HA, Kim GJ, and Choi JS. (2004). Isolation of flavonoids and a cerebroside from the stem bark of *Albizia julibrissin*. *Arch Pharm Res*, 27(6), 593–599.
- Joseph J, Joseph L, and George M. (2013). Antiepileptic Activity of some Medicinal Plants of Solanaceae Family–A Review, *World Journal of Pharmaceutical research*, 5(8), 353–367.
- Jiang SH, Shang L, Xue LX, Ding W, Chen S, Ma RF, Huang JF, and Xiong K. (2014). The effect and underlying mechanism of Timosaponin B-II on RGC-5 necroptosis induced by hydrogen peroxide. *BMC Complementary and Alternative Medicine*.
- Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, Marston PE. (1978). Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. *Korean J Food Sci. Technol*, 10(3), 247–251.
- Kim EJ, Kim SM. (1988). Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol*, 30(3), 542–547.

- Kim, YA. (2018). Effects of Minimal Meat Processing Methods Added with Traditional Fermented Sauces on the Quality Characteristics and Food Safety of Processed Meat Products, Doctoral Thesis, Chonbuk National University. Department of Animal Science.
- Kiers, C.T. De Boer JL, Olthof R, Spek, A.L. (1976). The crystal structure a 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) modification. *Acta Crystallographica Section B Structural Crystallography and Crystal Chemistry*, 32, 2297.
- Kassem A, Al-Aghbari A, AL-Habori M, Al-Mamary M. (2006). Evaluation of the potential antifertility effect of fenugreek seeds in male and female rabbits. *Contraception*, 73, 301–306.
- Lee JR, Um YH. (2004). A study of attitude toward healthy menu. *Korean J Food preserv*, 10, 16–29.
- Lee HJ, Jung SI, Hwang YI. (2009). Characteristics and preservation of the plain bread added with onion juice. *J. Life Sci.* 19, 781–786.
- Lee WK, Kim SH, Choi CS, Cho SM. (2012). Study on the quality properties of hardtack added with acorn jelly powder and acorn ethanol extract. *J. Korean Soc. Food Sci, Nutr*, 41, 376–382.
- Lattserds NV, Vasilenko YK, Frolova LM, and Kintya PK. (1997). Hypolipidemic properties of atroposides, *Pharmaceutical chemistry Journal*, 31(1), 17–18.

- Lee SC, Ha JW. (1997). Chemical Characteristics of Domestic and Imported Wheat Flour. the journal of the basic sciences research institute. vol.11.
- Lee HS, Park JR, Chun SS. (2001). Effect of pine pollen powder on the quality of white bread prepared with korean domestic wheat flour. Korean J. Food and Nutr, 14(4), 339-345.
- Liu, L. Laura, T. Liang, X. Ye, H. Zeng, X. (2009). Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of kudingcha made from Ilex kudingcha C.J. Tseng. Food Chemistry, 112, 35-41.
- Lee JY, Chang EJ, Kim HJ, Park JH, and Choi SW. (2002). Antioxidative flavonoids from leaves of *Carthamus tinctorius*. Arch Pharm Res, 25(3), 313-319.
- Li Y, Zhang Y, Guo T, Guan H, Hao Y, and Yu B. (2006). Synthesis of the cytotoxic gitogenin 3β -O-[2-O-(α -L-rhamnopyranosyl)- β -D-galactopyranoside] and its Congeners, Synthesis.
- Moon SW, Park SH. (2008). Quality characteristics of white pan bread with chungkukjang powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 37, 633-639.
- Magoffin CD, Hosney RC. (1974). A review of fermentation. Baker's Digest 48, 22-29.

- Mencherini T, Cau A, Bianco G, Loggia D, Aquino RP, and Autore G. (2010). An extract of *Apium graveolens* var. dulce leaves, structure of the major constituent, apiin, and its anti-inflammatory properties, *Journal of pharmacy and pharmacology*, 59(6), 891–897.
- M. Maleki, R. C. Hoseney, P. J. Mattern. (1980). Effects of loaf volume, moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem*, 57(2), 138–140.
- Murakami T, Kishi A, Matsuda H, and Yoshikawa M. (2000). Medicinal Foodstuffs. XVII. Fenugreek Seed, (3), Structures of New Furostanol-Type Steroid Saponins, Trigoneosides Xa, Xb, XIb, XIIa, XIIb, and XIIIa, from the Seeds of Egyptian *Trigonella foenum-graecum* L., *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 48(7), 994–1000.
- Mitra A, Talukdar AD, Choudhury MD, Nath D, and Ningthoujam SS. (2016). Combating Diabetes Mellitus and Associated Oxidative Stress with Indigenous Medicinal Plants. *Phytotherapy in the Management of Diabetes and Hypertension*(Chapter 2), 2, 72–91.
- Nguyen MTT, Awale S, Tezuka Y, Ueda J, Tran QL, and Kadota S. (2006). Xanthine oxidase inhibitors from the flowers of *Chrysanthemum sinense*, *Planta Med*, 72, 46–51.
- Nicolaus C. (2016). Untersuchungen zu den wundheilungsfördernden Eigenschaften von *Calendula*-Extrakten sowie zu den

entzündungshemmenden Eigenschaften von Matricin, der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, zur Erlangung des Doktorgrades.

- Oddepally, R., and Guruprasad, L. (2015). Isolation, purification, and characterization of a stable defensin-like antifungal peptide from *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seeds. *Biochemistry (Moscow)*, 80(3), 332–342.
- Prema, A., Justin Thenmozhi, A., Manivasagam, T., Mohamed Essa, M., and Guillemin, GJ. (2017). Fenugreek Seed Powder Attenuated Aluminum Chloride-Induced Tau Pathology, Oxidative Stress, and Inflammation in a Rat Model of Alzheimer's Disease, *Journal of Alzheimer's Disease*.
- Premanath, R., Sudisha, J., Lakshmi Devi, N., and Aradhya, SM. (2011). Antibacterial and Anti-oxidant Activities of Fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) Leaves, *Research Journal of Medicinal Plants*, 5(6), 695–705.
- Park NK, Lee SY, Hur HS, Jeong HS, Lee MY, Chung MJ. (1999). Variation of physico-chemical and milling characteristics in some wheat varieties. *Korean J Bread*, 31(2), 160–167.
- Patlolla JMR, Rao CV. (2015). Anti-inflammatory and Anti-cancer Properties of β -Escin, a Triterpene Saponin, *Current Pharmacology Reports*, 1(3), 170–178.

- Peng J, Yao X. (1996). 19 New Steroidal Saponins from Allium Plants Isolation, Structural Elucidation and Effect on Blood Coagulability, (pp.511–526), Saponins Used in Traditional and Modern Medicine Edited by Waller and Yamasaki, Plenum Press, New York.
- Phillai, C.K. & Phillai, K.S. (2002). Antioxidants in health. Indian Journal of Physiology and Pharmacology, 46, 1–5.
- Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G., Williamson, G. (2011). Phenolic acids and flavonoids in leaf and floral stem of cultivated and wild *Cynara cardunculus* L. genotypes. Food Chemistry, 126, 417–422.
- Song L, Cheng D. (2015). The Synthesis Strategy of Apiin and its Analogues. Zhejiang Chemical Industry.
- Sathishkumar P, Gu FL, Zhan Q, Palvannan T, and Yusoff ARM. (2018). Flavonoids mediated 'Green'nanomaterials: A novel nanomedicine system to treat various diseases – Current trends and future perspective. Materials Letters, 210(1), 26–30.
- Sakamoto S, Yusakul G, Pongkitwitoon B, Tanaka H, and Morimoto S. (2016). Colloidal gold-based indirect competitive immunochromatographic assay for rapid detection of bioactive isoflavone glycosides daidzin and genistin in soy products, Food Chemistry, 194(1), 191–195.

- Sethi, G., Shanmugam, M., Warriar, S., Merarchi, M., Arfuso, F., Kumar, A.P., and Bishayee, A. (2018). Pro-Apoptotic and Anti-Cancer Properties of Diosgenin: A Comprehensive and Critical Review, *Nutrients*, 10(5), 645.
- Shin GM, Kim DY. (2008). Quality characteristics of white pan bread by Angelica gigas nakai powder. *Korean J Food Preserv*, 15(4),497-504.
- Takahiko Mitani, Kana Ota, Nobuya Inaba, Kunihiro Kishida, Hajime A. Koyama. (2018). Antimicrobial Activity of the Phenolic Compounds of Prunus mume against Enterobacteria, *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 41(2), 208-212.
- Ui-Jin Bae, Eun-Soo Jung, Su-Jin Jung, Soo-Wan Chae, and Byung-Hyun Park. (2018). Mulberry leaf extract displays antidiabetic activity in db/db mice via Akt and AMP-activated protein kinase phosphorylation. *Food Nutr Res*, 62, 1473.
- Yanala SR, Sathyanarayana D, and Kannan K. (2016). A Recent Phytochemical Review-Fruits of Tribulus terrestris Linn. *J. Pharm. Sci and Res*, 8(3), 132-140.
- Yadav, U. C. S., K. Moorthy and N. Z. Baquer. (2004). Effects of sodium-orthovanadate and Trigonella foenum-graecum seeds on hepatic and renal lipogenic enzymes and lipid profile during alloxan diabetes. *J. Biosci*, 29, 81-91.

- Yang B, Liu Z, Wang Q, and Xia P. (2017). Chemical interaction between *Lilium brownii* and *Rhizoma Anemarrhenae*, the herbal constituents of Baihe Zhimu decoction, by liquid chromatography coupled to hybrid triple quadrupole linear ion trap mass spectrometer. *Biomedical Chromatography*.
- Ying LIU, Wei CAI, Ning LI, LIU Si-yi, WANG Zi-jian, LIU Zhen-qing, ZHANG Jia-yu, and ZHAO Bao-sheng. (2016). Rapid characterization of constituents absorbed into blood after oral administration of steroidal saponins from *Radix Ophiopogonis* using UHPLC-LTQ-Orbitrap MS coupled with higher energy collision induced dissociation[J]. *Acta Pharm Sin*, 51(11), 1751-1758.
- YAO Zhi-Hong, QIN Zi-Fei, DAI Yi, and YAO Xin-Sheng. (2016). Phytochemistry and pharmacology of *Allii Macrostemonis Bulbus*, a traditional Chinese medicine: Review, *Chinese Journal of Natural Medicines*, 14(7), 481-498.
- Zunli KeYing YangSi TanZhiqin Zhou. (2016). Characterization of Polymethoxylated Flavonoids in the Peels of Chinese Wild Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) by UPLC-Q-TOF-MS/MS. *Food Analytical Methods*. Volume, 10(5), 1328-1338.
- Zhang XL, Guo YS, Wang CH, Li GQ, Xu JJ, Chung HY, Ye WC, Li YL, and Wang GC. (2014). Phenolic compounds from *Origanum vulgare* and their antioxidant and antiviral activities. *Food chemistry*, 152(1), 300-306.

Zhang Yi, Yu Hai-Yang, Chao Li-Ping, Qu Lu, Ruan Jing-Ya, Liu Yan-Xia, Dong Yong-Zhe, Han Li-Feng, and Wang Tao. (2016). Anti-inflammatory steroids from the rhizomes of *Dioscorea septemloba* Thunb, *Steroids*, 112, 95-102.

Zhang JY, Wang YZ, Zhao YL, Yang SB, Zuo ZT, Yang MQ, Yang TM, and Jin H. (2010). Phytochemicals and bioactivities of *Paris* species; Reviews. *Journa of Asian Natural Products Research*, 13(7), 670-681.

ABSTRACT

Evaluation of Baking Properties and Antioxidant Ability of Bread made of Organic Wheat Flour Containing Fenugreek Powder

Yeom Yu-Jin

Major in Food Service Management

Dept. of Hotel, Tourism and
Restaurant Management

Graduate School of Business
Administration

Hansung University

The purpose of this study was to investigate baking properties and antioxidant ability of organic wheat bread with fenugreek powder added. The fenugreek has been used as a medicinal herb for a long time, as an edible leguminous plant in Middle East. Also, it's been used to treat bladder and kidney. In Korea, it's often used as the medical herb and thus, an experiment was carried out in order to examine the applicability of fenugreek for the functional foods.

The fenugreek powder was added at 0, 3, 6, 9 and 12% to make breads and also, pH of the breads significantly increased generally. The results of volume measurement depending on the fermentation time of bread dough showed significant difference between samples in all fermentations.

on times except the time immediately after making dough. Especially, when the 6% of fenugreek powder was added, the fermentation power increased as much as the fermentation time increased. The more the fenugreek powder was added, the more weight significantly. But the volume, specific volume and baking loss rate decreased unlike the weight. The appearance and fine structure were likely to become darkened, while the holes were not consistent. In the chromaticity measurement, L(Whiteness Index) decreased and a(Red Index) increased while b(Yellow Index) slightly increased. The hardness, gumminess, chewiness of the bread significantly increased, while there was no big difference in the springiness between the control group. The moisture content was likely to increase significantly, if more fenugreek powder was added. There was inhibitory effect on general microorganism, if more fenugreek powder was added. When the inhibition of true fungi such as mold and yeast was measured, it's discovered that it could inhibit growth for about 6 days, compared to the control group. The more fenugreek powder was added, DPPH radical scavenging activity increased more than the control group, resulting in high antioxidant ability. In addition, the results of natural substance analysis showed that there were 25 types in the major detectable amount related with anti-bacterial effect and antioxidant ability. According to the sensory evaluation, the color, smell, taste, appearance, texture and preference showed low scores, if the more fenugreek powder was added. Among them, 6% of fenugreek powder showed highest preference and there was no big difference with the control group. Therefore, it's confirmed that shelf-life of the bread and antioxidant ability successfully increased by adding the fenugreek powder. And it's expected to see that this fenugreek powder can be applied to increase shelf-life of the bread and utilized as various health foods.

【Key Words】 Fenugreek, Fenugreek powder, Organic wheat flour,
Bread, Baking properties, Antioxidant ability