

Quality and storage characteristics of frankfurter sausages with added yam (*Dioscorea japonica*) powder

Dong Hyun Jang¹, Keun Taik Lee^{2*}

¹Food Research and Development Center, Samyang Foods Co., Ltd., Wonju 220-955, Korea

²Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

마(*Dioscorea japonica*) 분말 첨가 프랑크푸르터 소시지의 품질과 저장 특성

장동현¹ · 이근택^{2*}

¹삼양식품(주) 식품연구소, ²강릉원주대학교 식품가공유통학과

Abstract

Quality changes in frankfurter sausages with yam (*Dioscorea japonica*) powder added were investigated during their storage at 10°C for six weeks. The sausage samples were prepared using four concentrations of yam powder: 0% (C), 0.5% (T1), 1.0% (T2), and 2.0% (w/w) (T3). After the addition of yam powder, the crude protein contents decreased, but the crude fat and carbohydrate contents increased. The thiobarbituric acid values during the storage of the frankfurter sausages were lower in the samples with higher yam concentrations. Over the storage period, the volatile basic nitrogen values increased with the increase in the amount of added yam. With the increase in the yam concentration, the L* and a* values tended to decrease, whereas the b* value increased. The instrumental texture analysis showed that the hardness value decreased with the increase in the yam concentration. The first indication of sensorial quality deterioration was noticed at week 4 for T3 and at week 5 for C, T1, and T2. In conclusion, the quality and shelf-life of the frankfurter sausages were not noticeably influenced by the addition of yam powder with a concentration of up to 1.0% (w/w), but the functional and health-promoting effects of yam were positively incorporated.

Key words : yam powder, frankfurter sausages, shelf-life, quality, storage

서 론

마(*Dioscorea*)의 품종은 약 600여종으로 다양하지만 그 중 일부만 식용이나 의약품용으로 47개국에서 재배되고 있다(1). 마는 감자, 카사바, 고구마 다음으로 생산량이 높은 구근과 식량 작물이며, 전 세계 생산량은 2008년 기준 약 5,200만톤 정도로 추산되는데, 그 중 서부 사하라 이남의 아프리카 지역에서 약 97%가 생산되고 있다(2). 마의 일반 성분 함량은 품종에 따라 다소 차이가 나서 수분 함량의 경우 약 55~80% 범위를 보이는데, 고품질의 약 3/4은 전분이며 나머지 성분 중에는 단백질, 무기질, Vitamin C 및 Vitamin B₁ 등이 많은데, mucin이 있어 점성이 높은 특징이 있다(3-6). 또한 마는 cortisone과 합성호르몬의 생산에 이용

되는 sapogenin steroids를 함유하여 오래전부터 의약품의 용도로 이용되어 왔다(7). 그 외에도 마는 항산화성, 자양, 소화촉진, 지사, 진해 및 거담 등의 효과가 뛰어나며, 한방에서는 허약체질을 개선하고 정력을 강화시키며 설사, 신경통, 류마티즘, 폐결핵 및 당뇨병 등을 치료하는데 효능이 있다고 알려져 있다(8-10). 최근에는 마가 콜레스테롤 저하, 대장암 예방 및 면역기능 증강에 효능이 있는 식품으로 밝혀졌다(11-14). 마는 동남아시아, 아프리카나 남미 등에서는 일상식으로 주로 사용하고 있으나, 최근에는 마의 건강기능성을 활용하고자 스프(15), 쿠키(16), 케익(17), 제빵(18), 요거트(19), 국수(20, 21), 젤리(22), 스낵(23) 등 다양한 식품에 활용하는 연구들이 진행된 바 있다.

프랑크푸르터 소시지는 분쇄한 돈육에 소금과 향신료 등을 넣고 잘 혼합한 다음 충전, 훈연 및 가열처리한 유태형 소시지이다. 최근 식품산업에서의 웰빙(wellbeing) 트렌드로 인하여 육가공업계에서도 영양적인 특성이나 건강기능

*Corresponding author. E-mail : leekt@gwnu.ac.kr
Phone : 82-33-640-2333, Fax : 82-33-647-4559

성이 강조되고 안전성과 저장성이 향상된 육제품에 대한 관심이 많아지고 있다. 따라서 국내의 천연자원 및 부산물에 함유된 다양한 기능성을 갖는 물질들을 탐색하여 이들을 육가공품의 소재로 개발하는 것은 자원의 효율적인 이용과 국민 보건증진 측면에서 의미 있는 일이라 할 수 있다. 지금까지 다양한 기능성 천연 소재들을 육가공품에 활용한 연구들이 수행되어 왔는데, 예를 들어, 새송이버섯(24), 들깨잎분말(25), 썩 분말(26), 자몽 종자 추출물(27, 28), 표고버섯가루(28), 몰로키아 분말(29), 솔잎과 녹차 추출물(30), 요구르트와 고추씨 기름(31), 김치 분말(32) 및 울금 추출물(33) 등이 첨가된 육제품의 품질 및 저장성 개선 효과가 조사된 바 있다.

그러나 아직까지 마를 이용하여 육가공품을 제조하거나 저장 중 품질 특성의 변화와 기능성을 조사한 연구는 매우 제한적인 편이다. Park 등(34)은 마 분말의 메탄올 추출액을 다양한 농도(0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0%)로 첨가한 소시지를 제조한 후 4°C에서 12일간 저장하면서 항산화성, 아질산염 소거능 및 여러가지 품질 특성의 변화를 조사하였다. Tan 등(35)은 수분활성도가 약 0.95 정도의 반건조 중국소시지에 5, 10, 15%의 돼지 등지방을 생마로 대체한 후 저장 중 품질 특성을 조사하였다. Huang과 Kuo(36)는 마 분말을 1.5와 3.0%를 각각 첨가한 반건조 중국소시지의 저장 중 화학적 성분 조성과 지방 산패도의 영향을 살펴본 바 있다. 그러나 아직까지 국내외적으로 마 분말을 유향형 육가공제품에 첨가하여 저장 중 품질 특성을 조사한 연구는 파악되지 않고 있다. 따라서 본 연구는 국내에서 가장 대표적 유향형 육가공제품 중 하나인 프랑크푸르터 소시지에 마 분말을 0.5, 1.0 및 2.0%를 각각 첨가한 후 6주간 냉장저장하며 이화학적 및 관능학적 품질 특성 변화를 조사함으로써 프랑크푸르터 소시지에 대한 최적의 마 분말 첨가 농도를 파악하고자 수행되었다.

재료 및 방법

마 분말의 제조

본 실험에 사용된 마 분말은 경상북도 안동시 북후면에 서 생산된 참마(*Dioscorea japonica*)를 동일 지역 가공공장(북안동농협산약가공장)에서 제조하였다. 즉, 원료 마는 1차 세척에서 3 kg 수압으로 5분간 탈피 및 세척을 하였고 2차 세척에서는 물과 브러쉬로 모든 이물을 깨끗이 제거하였다. 선별과정에서 이물질 검사 및 부적합 마를 선별한 다음, 두께 3~5 mm로 슬라이스한 후 수분함량이 5% 미만 이 될 때까지 65°C에서 18시간 건조하였다. 건조된 마는 모래알 크기로 1차 파쇄한 뒤 고운 분말이 되도록 다시 2차 파쇄한 후 바이브레이터에서 200 mesh 스크린을 통과시켰다. 바이브레이터에서 걸러진 큰 입자들은 2차 파쇄

공정에 재투입하였다. 완성된 마 분말은 자외선을 조사하여 살균하고 자석을 통과시켜 금속을 검출한 다음 polyamide/polyethylene(PA/PE) 파우치에 함기포장하였다.

소시지 시료의 제조

본 실험에 사용된 프랑크푸르터 소시지는 육가공업체(S-Food Co., Anseong, Korea)에서 Table 1의 배합비에 따라 제조하였다. 원료육은 국내산 돼지의 냉장 후지 부위로서 과도한 지방과 결체조직을 제거한 후 사용하였다. 돈육과 등지방은 5 mm hole plate가 장착된 chopper(PM-114L, Mainca, Berkshire, UK)를 이용하여 분쇄하였다. 이러한 원료육과 지방 및 부재료를 silent cutter(SEY K60 AC8, Seydelmann, Stuttgart, Germany)에 넣고 유향시킨 후 충전기(Stuffer VF-80, Handtmann, Aalen, Germany)를 이용하여 직경 26 mm 돈장에 80 g씩 충전하였다. 충전이 완료된 프랑크푸르터 소시지는 열처리기계(Smoke house, Vortron, Beloit, WI, USA)에 넣고 발색 55°C/20분, 건조 60°C/15분, 훈연 60°C/20분, 가열 75°C/40분, 건조 70°C/5분 및 냉수 샤워의 공정을 거친 다음 5°C 냉장고에서 하룻밤동안 냉각하였다. 냉각이 끝난 프랑크푸르터 소시지는 PA/PE 진공포장재(oxygen transmission rate; 48 mL/m²·day·atm, water vapor transmission rate; 8 g/m²·day)에 넣고 진공포장기(Sky, Hypervac, Hwasung, Korea)로 포장하였다.

Table 1. Formulation of frankfurter sausage containing yam powder

Ingredients	Treatments ³⁾			
	C	T1	T2	T3
Pork	62.67	62.17	61.67	60.67
Pork back fat	19	19	19	19
Ice	15	15	15	15
Salt	1.34	1.34	1.34	1.34
Sodium nitrite	0.01	0.01	0.01	0.01
Sodium tripolyphosphate	0.19	0.19	0.19	0.19
Sodium ascorbate	0.05	0.05	0.05	0.05
Sugar	0.48	0.48	0.48	0.48
MSG ¹⁾	0.10	0.10	0.10	0.10
Crushed garlic	0.48	0.48	0.48	0.48
Seasoning ²⁾	0.68	0.68	0.68	0.68
Yam powder	0	0.5	1	2

¹⁾ Monosodium L-glutamate.

²⁾ 1805 Paroma Wuerstchen Delikatess.

³⁾ C (Control), T1 (Yam powder 0.5%), T2 (Yam powder 1.0%), T3 (Yam powder 2.0%).

시료의 처리 및 방법

진공포장된 시료들은 아이스박스(ICDC-260, Olivo,

France)에 담가 강릉원주대학교 식품포장학 실험실로 운송하였다. 제조업체에서 실험실까지 운송시간은 약 3시간이었으며 이 과정 중 아이스박스 내부의 온도를 data logger (TR-72, TandD, Matsumoto, Japan)를 이용해 측정 한 결과 4~5°C로 유지된 것으로 확인되었다. 시료들은 10±1°C에서 총 6주 동안 저장하면서 1주 간격으로 실험을 진행하였다. 시험구는 마 분말을 첨가하지 않은 대조구 C, 그리고 마 분말을 0.5, 1, 2%씩 각각 첨가한 처리구를 T1, T2, T3로 설정하였다.

일반성분 분석

마 분말과 프랑크푸르터 소시지 시료의 수분, 조단백질, 조지방과 조회분 함량 분석은 AOAC법(37)에 따라 실시하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 그리고 회분은 직접회화법으로 각각 분석하였다. 한편 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조단백질, 조지방과 조회분 함량을 제하는 방법으로 계산하였다.

수분활성도(Aw) 측정

시료를 가로, 세로 각각 1 mm 크기로 잘게 자른 뒤 10 g을 취하여 수분활성도 측정 컵에 약 2/3 가량 채워 head space를 남긴 상태로 실온에서 10분간 방치한 다음 수분활성도 측정기(Aqua Lab CX-2, Decagon Device Inc., Pullman, WA, USA)를 이용하여 측정하였다.

pH 측정

pH는 소시지 시료 10 g을 90 mL의 증류수에 넣어 분쇄기(T 18 Ultra-Turrax, IKA, Werke, Germany)를 이용하여 분쇄한 후 pH meter(SG2-ELK, Mettler Toledo Co., Ltd., Zürich, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

Thiobarbituric acid(TBA) 측정

TBA값은 Witte의 방법(38)으로 실시하였다. 시료 20 g에 20% TCA(trichloroacetic acid) 50 mL를 넣고 균질기(T18 Ultra-Turrax, IKA-Werke GmbH, Staufen, Germany)를 이용하여 90초간 균질화한 것을 100 mL volumetric flask로 옮겨 증류수를 이용하여 100 mL로 정용하였다. 정용한 용액 중 50 mL를 취해 Whatman No. 1 filter paper를 사용하여 여과한 다음 여과액 5 mL에 0.005 M TBA용액 5 mL를 가하여 vortex mixer(Vortex-Genie 2, Scientific Industries Inc., Bohemia, NY, USA)를 이용하여 잘 섞어준 용액을 시험액으로 하였다. 제조한 시험액을 암소에서 15시간 방치 후 spectrophotometer(V-550, Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 530 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 이 측정값에 환산계수 5.2를 곱하여 TBA 값(mg malonaldehyde (MA)/kg meat)으로 산출하였다.

Volatile basic nitrogen(VBN) 측정

VBN값은 Conway 미량확산법(39)에 따라 소시지 시료 10 g에 증류수 80 mL를 가하여 30분간 침출한 후 20% TCA 10 mL를 가하여 10분간 방치한 다음 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과한 액을 100 mL volumetric flask로 옮기고 증류수를 이용하여 정용한 액을 시험액으로 하였다. 또한 봉산 1 g에 ethyl alcohol 20 mL를 가하여 용해시킨 용액에 0.2% methyl red와 0.1% bromocresol green을 1:3의 비율로 섞은 후 0.01 N NaOH를 한 두 방울 가하여 청색으로 만든 용액 1 mL를 가한 다음 100 mL volumetric flask로 옮기고 증류수를 이용하여 정용하였다. Conway unit의 외실과 내실에 시험액과 봉산흡수제를 각각 1 mL씩 넣은 다음 뚜껑과의 접촉부위에 glycerin을 바르고 뚜껑을 닫은 다음 50% K₂CO₃ 1 mL를 외실에 주입하고 즉시 밀폐시키고 나서 용기를 수평으로 교반한 후 37°C로 유지된 인큐베이터(BI-1000, Jeio-tech, Seoul, Korea)에서 80분간 방치하였다. 그리고 automatic burette(HWA-1620507, Vitlab, Grossostheim, Germany)을 사용하여 0.01N H₂SO₄로 적정 한 값을 아래 식에 대입하여 VBN 값(mg%)으로 계산하였다.

$$\text{VBN value (mg\%)} = [0.14 \times (A_s - A_b) \times 100] / 0.1$$

A_s : 시료의 적정 값

A_b : 공시료의 적정 값

색도 측정

색은 L*값 98.59, a*값 0.09와 b*값 -0.37인 백색 표준 plate를 사용하여 calibration한 다음 소시지 시료를 1 cm 두께로 자른 뒤 직경 5 mm aperture, 2° observer가 부착된 colormeter(JS-555, Color Techno System Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 Hunter L*(lightness), a*(redness)와 b*(yellowness) 값을 측정하였다.

경도(hardness) 측정

시료의 경도는 adaptor No. 34를 장착한 rheometer (Compac-100II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 시료는 높이 10 mm의 원통형으로 잘라 준비하였고 기기의 측정 속도는 60 mm/min로 설정하였다.

관능검사

관능검사는 소시지의 품질 및 저장 중 변패 특성에 대하여 사전에 교육 및 훈련된 10명의 강릉원주대학교 교수 및 학생으로 구성된 패널들에 의해 실시되었다. 패널들은 사전에 프랑크푸르터 소시지의 변패 시 발생하는 변화 특성 및 신선한 제품과 저장이 6주 된 제품을 놓고 차이를 느끼고 식별하는 훈련을 받았다. 냉장저장 되었던 프랑크푸르터 소시지는 뚜껑이 있는 일회용 aluminum tray에 담아 60°C로

유지된 전기오븐(EOB-261T, Hanssem, Ansan, Korea)에 30분간 방치 후 꺼내어 10분간 실온에 방치한 다음 1,200 lux의 삼파장조명 아래에서 관능평가되었다. 또한 관능검사에 제시된 시료들은 색, 이취, 조직감과 향미 등의 항목에 대해 매우 우수(9점), 우수(7점), 보통(5점), 미흡(3점), 매우 미흡(1점)의 9점 척도법으로 평가되었다.

통계분석

모든 측정값들은 통계분석 프로그램인 SPSS(Ver. 14.0) program(40)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분

Table 2에서 보는 바와 같이 마 분말의 일반성분 분석 결과 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물의 함량은 각각 5.43, 11.25, 0.76, 6.48 및 76.08%로 나타났다. Huang과 Kuo(36)의 연구에서 사용된 마 분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물의 함량은 각각 9.98, 1.04, 0.32, 3.95 및 84.71%로서 본 연구에 사용된 마 분말 재료보다 수분과 탄수화물 함량이 높은 반면 단백질과 회분 함량이 크게 낮은 차이를 보였다. 마 분말의 일반성분 함량은 마 종류와 건조 및 가공방법 등 다양한 요인에 따라 상이할 수 있다.

한편, 마 분말 첨가량의 차이에 따른 프랑크푸르트 소시지의 일반성분 분석 결과, 수분 함량은 대조구(C), 마 분말 0.5%(T1), 1.0%(T2)와 2.0%(T3) 첨가구에서 각각 63.38, 62.83, 62.54와 62.45%로 마 분말 첨가량이 높아질수록 수분함량이 낮아지는 경향은 보였지만 유의적인 차이는 인정되지 않았다($p > 0.05$). 조단백질은 C, T1, T2와 T3에서 각각 19.54, 18.87, 18.41과 18.15%로 C에서 모든 마 분말 첨가구

에 비해 유의적으로 높았는데($p < 0.05$), 처리구 사이에는 유의적인 차이가 확인되지 않았다($p > 0.05$). 조지방은 C, T1, T2와 T3에서 각각 13.34, 13.41, 14.11과 14.35%로 C와 T1에서 T2와 T3보다 유의적으로 낮았는데($p < 0.05$), 마 분말 첨가량이 많을수록 조지방 함량이 높아지는 경향을 보였다. 조회분은 C, T1, T2와 T3에서 각각 2.28, 2.31, 2.38과 2.42%로 마 분말의 첨가에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그리고 탄수화물 함량은 C, T1, T2, T3에서 1.46, 2.58, 2.56과 2.63%로 마 분말 첨가로 유의적으로 증가하였으나($p < 0.05$), 첨가량에 따른 유의적인 차이는 확인되지 않았다($p > 0.05$).

Jung 등(25)의 연구 결과를 살펴보면 깻잎 분말을 0.3% 첨가한 돈육 소시지는 깻잎 분말을 첨가하지 않은 돈육 소시지 보다 조단백질 함량이 낮게 나타나 본 연구 결과와 상이하였으나 조지방 함량은 높게 나타나 본 연구 결과와 유사하였다. 또한 Han 등(26)은 썩 분말을 2%와 5% 첨가한 소시지의 일반성분 분석 결과 썩 분말을 첨가하지 않은 소시지에 비해 수분 함량이 유의적으로 낮게 측정되었으나 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 시료 간 차이가 없다고 하였다. 그리고 Son 등(28)은 자몽종자추출물, 젖산나트륨, 표고버섯가루를 첨가한 저지방 소시지의 수분과 조지방 함량이 대조구와 비교하여 유의적 차이가 없다고 하였다. 이와 같이 소시지에 첨가된 물질의 종류와 그 양에 따라 일반성분 분석 결과는 서로 상이하게 나타나는 것으로 보고되었다. 그러나 본 연구에서는 마 분말의 단백질과 지방 함량이 11.25%와 0.76%인데 반하여 마 분말이 첨가되지 않은 소시지는 19.54%와 13.34%로 분석된 것에 비추어 볼 때 마 분말을 첨가함에 따라 상대적으로 소시지의 단백질 함량은 감소하고 지방은 증가하는 경향을 보인 것으로 추측된다.

수분활성도(Aw)

마 분말 첨가량의 차이와 저장 기간에 따른 프랑크푸르트 소시지의 수분활성도 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 수분활성도는 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 0.963 ~ 0.971의 범위였다. T2에서의 수분활성도 값은 T3에 비하여 낮게 측정되었지만, 기타 시료 간 차이는 확인되지 않았다($p > 0.05$). 저장 3주후부터 6주까지 조사된 모든 시료들에서의 수분활성도는 0.972 ~ 0.975의 범위였는데 시료들 간 유의적 차이는 확인되지 않았다($p > 0.05$). 저장 기간 중 수분활성도의 변화 양상을 살펴 본 결과 저장 기간이 연장될수록 수분활성도가 다소 증가하는 경향을 나타내었으나 그 차이는 저장 초기와 후기 사이 C, T1, T2, T3구에서 각각 0.008, 0.005, 0.01, 0.002 정도로 미미한 편이었다. 이러한 이유는 시료에 사용된 진공포장재의 수증기 차단성이 높아 저장기간 중 수분 손실이 거의 일어나지 않았기 때문으로 판단되었다.

Table 2. Proximate composition of yam powder and frankfurter sausages containing different amounts of yam powder

Proximate composition	Yam powder	Sausages ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Moisture	5.43	63.38	62.83	62.54	62.45
Crude protein	11.25	19.54 ^A	18.87 ^B	18.41 ^B	18.15 ^B
Crude fat	0.76	13.34 ^B	13.41 ^B	14.11 ^A	14.35 ^A
Crude ash	6.48	2.28	2.31	2.38	2.42
Carbohydrate	76.08	1.46 ^B	2.58 ^A	2.56 ^A	2.63 ^A

^{A-B)} Means with different letters among the different treatments of sausages differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ C (Control), T1 (Yam powder 0.5%), T2 (Yam powder 1.0%), T3 (Yam powder 2.0%).

한편 Tan 등(35)은 돼지 지방을 대체하여 5, 10, 15%의 생마를 첨가한 중국소시지에서 수분활성도는 0.964~0.966의 범위로서 0.953인 대조구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다고 보고하여 본 연구 결과와 다소 상이하였다. 이는 Tan 등(35)의 연구에서는 수분함량이 약 7.7%인 돼지 등지방 대신 수분함량이 약 70% 수준인 생마를 첨가함에 따라 제품 내 수분함량이 증가된 것에 기인한 것으로 판단

Table 3. Changes in water activity, pH, thiobarbituric acid(TBA), and volatile basic nitrogen(VBN) of frankfurter sausages containing different amounts of yam powder during chilled storage at 10°C

Storage time (weeks)	Treatments ¹⁾	Aw	pH	TBA (mg MA/kg)	VBN (mg%)
0	C	^{AB} 0.967±0.003 ^c	^D 6.17±0.01 ^d	^A 0.12±0.00 ^g	^A 4.2±1.1 ^d
	T1	^{AB} 0.967±0.001 ^{ab}	^C 6.22±0.01 ^c	^A 0.11±0.06 ^e	^{AB} 2.8±1.1 ^d
	T2	^B 0.963±0.002 ^c	^B 6.24±0.00 ^c	^A 0.10±0.00 ^f	^B 1.8±0.7 ^e
	T3	^A 0.971±0.002 ^{bc}	^A 6.26±0.00 ^c	^A 0.14±0.00 ^c	^B 1.4±1.1 ^e
1	C	^B 0.971±0.002 ^b	^B 6.25±0.01 ^c	^B 0.15±0.01 ^f	^B 7.7±1.8 ^c
	T1	^A 0.973±0.001 ^a	^B 6.25±0.01 ^b	^A 0.24±0.02 ^d	^B 8.1±2.9 ^c
	T2	^B 0.970±0.001 ^b	^B 6.25±0.00 ^b	^A 0.22±0.01 ^e	^{AB} 10.5±2.7 ^d
	T3	^B 0.969±0.001 ^b	^A 6.29±0.00 ^b	^A 0.23±0.00 ^c	^A 13.7±0.7 ^d
2	C	^B 0.967±0.002 ^c	^C 6.30±0.01 ^a	^B 0.41±0.00 ^c	^B 20.0±3.5 ^b
	T1	^A 0.970±0.001 ^b	^B 6.32±0.00 ^a	^B 0.41±0.01 ^d	^{AB} 21.0±4.4 ^b
	T2	^A 0.970±0.002 ^b	^A 6.34±0.00 ^a	^B 0.40±0.05 ^d	^{AB} 21.7±5.2 ^c
	T3	^A 0.969±0.001 ^c	^B 6.33±0.01 ^a	^A 0.46±0.06 ^b	^A 29.4±7.3 ^c
3	C	^A 0.973±0.002 ^{ab}	^B 6.27±0.01 ^b	^A 0.54±0.02 ^d	^B 22.4±3.2 ^a
	T1	^A 0.973±0.001 ^a	^C 6.16±0.01 ^d	^B 0.50±0.01 ^c	^B 24.9±2.1 ^a
	T2	^A 0.972±0.001 ^b	^C 6.18±0.00 ^d	^B 0.48±0.01 ^c	^B 25.6±1.3 ^b
	T3	^A 0.972±0.001 ^{ab}	^A 6.32±0.01 ^a	^A 0.54±0.04 ^a	^A 31.2±2.4 ^b
4	C	^A 0.973±0.002 ^{ab}	^B 6.00±0.01 ^e	^A 0.61±0.00 ^c	^B 24.5±2.7 ^a
	T1	^A 0.972±0.002 ^{ab}	^A 6.06±0.01 ^e	^B 0.60±0.01 ^b	^B 28.4±3.1 ^a
	T2	^A 0.974±0.002 ^a	^A 6.05±0.01 ^e	^B 0.56±0.00 ^b	^B 27.0±3.5 ^b
	T3	^A 0.973±0.001 ^a	^C 5.96±0.0 ^d	^B 0.56±0.00 ^a	^A 33.6±1.1 ^b
5	C	^A 0.974±0.001 ^a	^C 5.75±0.01 ^f	^A 0.63±0.00 ^b	^B 37.1±1.8 ^a
	T1	^A 0.973±0.001 ^a	^A 5.83±0.01 ^f	^B 0.61±0.00 ^b	^B 40.6±2.0 ^a
	T2	^A 0.972±0.001 ^a	^A 5.82±0.01 ^f	^B 0.60±0.00 ^a	^B 43.1±1.8 ^b
	T3	^A 0.972±0.002 ^{ab}	^B 5.78±0.01 ^e	^C 0.57±0.00 ^a	^A 48.0±3.1 ^b
6	C	^A 0.975±0.001 ^a	^A 5.35±0.00 ^g	^A 0.68±0.00 ^a	^C 40.3±1.3 ^a
	T1	^A 0.972±0.002 ^a	^A 5.36±0.00 ^g	^B 0.66±0.00 ^a	^B 44.5±1.8 ^a
	T2	^A 0.973±0.001 ^a	^B 5.26±0.01 ^g	^C 0.63±0.00 ^a	^B 50.4±2.6 ^a
	T3	^A 0.973±0.001 ^a	^C 5.25±0.01 ^f	^D 0.61±0.01 ^a	^A 58.8±4.1 ^a

^{A-D)} Means with different letters among the different treatments differ significantly ($p < 0.05$).

^{a-e)} Means with different letters among the different storage time differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ C (Control), T1 (Yam powder 0.5%), T2 (Yam powder 1.0%), T3 (Yam powder 2.0%).

되었다. 또한 마 분말 첨가 중국식 소시지를 대상으로 연구한 Huang과 Kuo(36)는 대조구에서는 0.886이었으나 1.5%와 3.0%를 첨가한 시료들에서는 각각 0.901과 0.906로 다소 증가하였다고 보고한 바 있다. 이에 반하여 본 연구에서는 Tan 등(35)의 연구와 달리 수분함량이 약 5% 수준인 마를 분말의 형태로 돈육의 0.5, 1, 2%를 대체 첨가하였고 Tan(35)이나 Huang과 Kuo(36)에서는 반건조 소시지를 대상으로 한 것과 달리 유화형 소시지이었기 때문에 마 분말 첨가에 의하여 수분활성도가 크게 변화하지 않았던 것으로 판단되었다.

pH

소시지의 pH는 제품의 보존성 측면에서 매우 중요하고 색과 풍미의 변화에 직접적인 관련이 있다(40). Table 3에서 보는 바와 같이 pH 값은 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 각각 6.17, 6.22, 6.24와 6.26으로 측정되어 마 분말의 첨가량이 증가될수록 유의적으로 증가되었다($p < 0.05$). pH 값은 저장 2주차에 C, T1, T2와 T3에서 각각 6.30, 6.32, 6.34와 6.33으로 나타났다. 이후 pH 값은 점차 감소하여 저장 6주차에는 C, T1, T2와 T3에서 각각 5.35, 5.36, 5.26과 5.25로 나타났다. 마 소시지에서의 pH 값이 저장기간이 길어짐에 따라 낮아진 것은 Langlois와 Kemp(41)가 보고한 바와 같이 진공포장 내 주종균인 유산균의 성장에 따라 젖산 및 기타 유기산이 증가하였기 때문으로 판단되었다.

TBA 값

지방산패도의 지표로 사용되는 TBA 값은 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 각각 0.12, 0.11, 0.10과 0.14 mg MA/kg으로 나타났고, 저장 기간이 연장됨에 따라 점차 증가하여 저장 6주차에는 C, T1, T2와 T3에서 각각 0.68, 0.66, 0.63과 0.61 mg MA/kg으로 나타났다(Table 3). 시료별 TBA 값은 저장 3주차까지는 일관적 경향을 나타내지 않았으나, 저장 4주 후 부터는 C구에 비하여 마가 첨가된 T1, T2 및 T3에서의 TBA 값이 유의적으로 낮게 나타났고 또한 마 첨가량이 높아질수록 저장 중 TBA 증가폭이 낮은 경향을 보였다($p < 0.05$). Tan 등(35)과 Huang과 Kuo(36)도 중국소시지에 생마 또는 마 분말을 첨가한 결과 첨가량이 증가할수록 저장 중 TBA 값이 낮게 나타났다고 보고하였다. 이러한 이유는 마의 지방 산패 억제 효과(44) 때문인 것으로 판단되었다. 마의 항산화 효과는 discorin이라는 저장 단백질(45), 페놀 성분(46), 토코페롤이나 아스코르빈산(35, 36)에 의한 것으로 확인된 바 있다.

Brewer 등(42)에 따르면 육제품에서의 TBA 값의 증가는 지방분해 효소와 미생물 성장 시 생성되는 대사 분해 산물 때문이라고 하였다. 한편 Nam과 Ahn(43)은 TBA 값이 1 mg MA/kg 이상으로 증가할 경우 산패취가 감지되기 시작한다고 보고하였다. 본 연구에서 조사된 모든 시료에서의

TBA 값은 1 mg/kg 이하로 유지된 점에 비추어 지방산패에 의한 품질 문제는 발생되지 않은 것으로 판단되었다. 이는 시료들이 산소차단성 포장재에 진공포장 후 냉장 저장되어 산소의 유입이 상대적으로 낮아 지방산화가 지연되었기 때문으로 판단되었다.

VCN 값

단백질 분해 지표로서 사용되는 VCN 값은 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 각각 4.2, 2.8, 1.8 및 1.4 mg%로 C에서 T1, T2와 T3보다 높게 나타났다(Table 3). VCN 값은 저장 기간이 연장될수록 모든 시료에서 점차 증가하는 경향을 보였는데, 저장 2주차 C, T1, T2와 T3에서의 VCN 값은 22.4, 24.9, 25.6과 31.2 mg%로 T3 시료에서의 VCN 값이 다른 시료보다 크게 증가한 것을 확인할 수 있었다($p<0.05$). 이러한 경향은 저장 후기까지 이어져 저장 6주차 C, T1, T2와 T3에서의 VCN 값은 40.2, 44.4, 50.4과 58.8 mg%로 측정되었다. 이와 같이 진공포장된 육제품에서 저장기간이 연장될수록 VCN 값이 증가하는 것은 Choi와 Chin(47) 및 Lee와 Lee(48)의 연구에서도 확인된 바 있다. 이는 육제품의 저장 중 미생물의 증식에 의하여 단백질이 분해되면서 유리아미노산, 핵산류, 아민류, 암모니아, 크레아틴 등 비단백태 질소화합물의 농도가 높아짐에 기인하며, 이에 따라 이상취를 야기한다고 알려졌다(30,47,48). 한편 저장기간이 연장됨에 따라 마 분말의 첨가량이 높은 처리구에서의 VCN 값이 높게 나타나는 경향을 보였는데, 이는 Tan 등(35)의 연구 결과와 유사하였다.

색 도

마 분말 첨가량의 차이와 저장 기간에 따른 프랑크푸르터 소시지에서의 L^* , a^* , b^* 값의 변화를 조사한 결과는 Table 4와 같다. Pietrasik(49)에 따르면 소시지의 색은 지방함량, 가수량과 첨가된 유색 원부재료에 의하여 영향을 받는다고 하였다. 명도를 나타내는 L^* 값은 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 각각 70.9, 70.3, 70.1과 69.2로 측정되어 마 분말의 첨가량이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 생마 또는 마 분말을 첨가한 중국식 소시지의 색을 조사한 Tan 등(35)과 Huang과 Kuo(36)의 연구에서도 유사하게 관찰되었다. 한편 처리구별 저장 기간에 따른 L^* 값의 변화를 살펴본 결과, 저장 기간 중 미미한 증감 경향이 보이긴 했으나 저장 0, 4, 6주차 측정치를 기준으로 판단해 보면 모든 시료들에서의 L^* 값은 저장기간에 따른 영향이 유의적으로 나타나지 않았다($p<0.05$). 이와 관련하여 Candogan와 Kolsarici(50)은 카라기난을 첨가한 프랑크푸르터 소시지에서 본 연구 결과와 유사한 경향을 확인한 반면, Zang 등(51)은 sage를 첨가한 중국식 소시지에서 오히려 저장 중 L^* 값이 감소하였다고 하였다. 이러한 차이는 제품의 종류, 첨가물의 양이나 조성 또는 포장방법 등 다양한 요인에

영향을 받는 것으로 판단되었다.

한편 적색도를 나타내는 a^* 값은 원료육과 기타 원부재료의 종류와 양, 포장방법 및 지방산화도 등 다양한 요인에 의하여 영향을 받는다고 알려져 있다(35, 50-52). a^* 값은 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 각각 9.5, 9.5, 9.2와 9.1로 각각 측정되어 C와 T1이 T2와 T3에서보다 유의적으로 높게 나타나($p<0.05$), 마 분말의 첨가가 a^* 값을 낮추는 데 영향을 미친 것으로 추측되었다. 생마 또는 마 분말을 첨가한 중국식 소시지의 경우 마 첨가량이 높아질수록 a^* 값은

Table 4. Changes in color parameters (L^* , a^* and b^*) of frankfurter sausages containing different amounts of yam powder during chilled storage at 10°C

Storage time (weeks)	Treatments ¹⁾	Color parameters		
		L^*	a^*	b^*
0	C	^A 70.9±0.6 ^c	^A 9.5±0.2 ^c	^D 10.6±0.2 ^e
	T1	^B 70.3±0.4 ^c	^A 9.5±0.2 ^{bc}	^C 10.8±0.2 ^e
	T2	^B 70.1±0.2 ^{abc}	^B 9.2±0.2 ^b	^B 10.9±0.1 ^d
	T3	^C 69.2±0.6 ^{ab}	^B 9.1±0.3 ^{cd}	^A 11.2±0.2 ^e
1	C	^A 70.9±0.6 ^c	^A 9.5±0.3 ^c	^C 10.9±0.2 ^{cd}
	T1	^A 70.9±0.9 ^{bc}	^A 9.5±0.4 ^{bc}	^B 11.2±0.3 ^b
	T2	^B 69.9±0.8 ^c	^B 9.3±0.2 ^{ab}	^B 11.3±0.2 ^{bc}
	T3	^C 69.0±0.8 ^b	^B 9.3±0.3 ^{bc}	^A 11.5±0.3 ^b
2	C	^A 72.5±1.0 ^a	^A 9.7±0.3 ^b	^B 11.0±0.2 ^d
	T1	^B 71.7±0.9 ^a	^B 9.7±0.5 ^{ab}	^B 11.4±0.3 ^a
	T2	^C 70.6±0.8 ^{ab}	^C 9.3±0.3 ^a	^B 11.3±0.1 ^{abc}
	T3	^D 69.3±0.8 ^{ab}	^D 9.4±0.4 ^{abcd}	^A 11.7±0.3 ^{ab}
3	C	^A 71.8±1.1 ^b	^B 9.8±0.4 ^b	^B 11.3±0.3 ^b
	T1	^{AB} 71.2±0.9 ^b	^A 10.0±0.3 ^a	^A 11.8±0.5 ^b
	T2	^B 70.7±1.2 ^a	^A B9.5±0.4 ^a	^B 11.4±0.3 ^a
	T3	^C 69.0±0.8 ^b	^C 9.1±0.3 ^{abc}	^A 11.7±0.2 ^{ab}
4	C	^A 71.1±0.4 ^c	^A 9.7±0.2 ^b	^C 10.8±0.1 ^d
	T1	^{BC} 70.4±0.7 ^c	^B 9.4±0.3 ^c	^B 11.4±0.3 ^b
	T2	^{BC} 70.0±0.8 ^{bc}	^B 9.3±0.2 ^b	^B 11.4±0.2 ^{ab}
	T3	^C 69.8±0.7 ^a	^B 9.4±0.4 ^{ab}	^A 11.6±0.3 ^b
5	C	^A 71.8±0.9 ^b	^{AB} 9.8±0.3 ^b	^B 11.2±0.3 ^b
	T1	^B 70.8±1.0 ^{bc}	^A 9.9±0.6 ^a	^B 11.4±0.5 ^b
	T2	^B 70.6±1.0 ^{ab}	^C 9.4±0.3 ^{ab}	^B 11.3±0.2 ^{abc}
	T3	^C 69.4±0.8 ^{ab}	^{BC} 9.5±0.4 ^a	^A 11.7±0.2 ^{ab}
6	C	^A 71.1±0.4 ^c	^A 9.4±0.3 ^c	^C 11.0±0.2 ^e
	T1	^B 70.4±0.7 ^c	^A 9.6±0.3 ^{bc}	^B 11.4±0.3 ^b
	T2	^{AB} 70.7±1.0 ^a	^A 9.5±0.3 ^a	^B 11.2±0.2 ^e
	T3	^C 68.8±0.6 ^b	^B 9.0±0.2 ^d	^A 11.8±0.2 ^a

^{A-C} Means with different letters among the different treatments differ significantly ($p<0.05$).

^{a-d)} Means with different letters among the different storage time differ significantly ($p<0.05$).

¹⁾ C (Control), T1 (Yam powder 0.5%), T2 (Yam powder 1.0%), T3 (Yam powder 2.0%).

감소하였다고 하여(35,36) 본 연구 결과를 뒷받침하였다. 저장 기간에 따른 a^* 값은 C에서 저장 초기 9.5이었고 저장 1주차에서 5주차까지 각각 9.5에서 9.8로 다소 증가하였다가 6주차에는 다시 9.4로 감소하는 경향을 보였는데 다른 마 첨가구들에서도 이와 비슷한 경향이 나타났다. 이는 제품이 진공 포장되어 산소의 유입이 최소한으로 유지되었으며, 마에 함유된 다양한 항산화 성분들로 인하여 육의 적색도에 가장 크게 기여하는 미오글로빈의 산화가 5주차까지 억제되었기 때문이라고 판단되었다.

황색도를 나타내는 b^* 값은 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 각각 10.6, 10.8, 10.9와 11.2로 측정되어 마 분말의 첨가량이 증가될수록 유의적으로 높게 나타났으며($p < 0.05$), 마 첨가에 따른 저장 중 b^* 값의 차이는 시료 간 유사하게 유지되는 경향을 보였다. 이와 같이 마 첨가에 따른 프랑크푸르트 소시지에서의 b^* 값의 증가 현상은 생마 또는 마 분말을 첨가한 중국식 소시지에서도 유사하게 관찰되었다(35,36). 이는 마 분말의 제조과정 중 가열 건조에 따라 마이라드 반응이 일어나 황색도가 증가되었고 이로 인하여 마 분말 첨가량이 많은 처리구에서의 b^* 값이 증가한 것으로 판단되었다.

한편 저장 기간에 따른 b^* 값의 변화 추세를 살펴 본 결과 C 시료에서는 저장 초기 10.6이었으나 저장 3주째에는 11.3까지 증가하였다가 이후 6주 후에는 다시 11.0 수준으로 낮아지는 등, 저장 기간에 따른 일관된 증감 경향이 보이지 않았다. 그 반면 T1, T2, T3의 마 분말 첨가 처리군에서의 b^* 값은 저장 초기 10.8, 10.9, 11.2이었다가 저장 1주 후 11.2, 11.3, 11.5의 수준으로 다소 증가하여 저장 후기까지 유의적인 변화가 관찰되지 않았다. 각종 육제품의 저장 중 b^* 값의 변화를 살펴보면 lactate와 카라기난을 첨가한 소시지 제품에서는 증가한 반면(47,50), 각종 curcumin, β -carotene, paprika, betanine 등 천연색소를 첨가한 제품에서는 변화가 없었다고 보고되는 등(52) 제품의 종류, 첨가되는 부재료, 포장형태, 성분 조성 및 저장조건 등 다양한 요인에 의하여 영향을 받는 것으로 사료되었다.

경도

마 분말 첨가량의 차이와 저장기간에 따른 프랑크푸르트 소시지의 물성 지표로서 경도 변화를 조사한 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 시료의 경도는 저장 초기 C, T1, T2와 T3에서 각각 1324.4, 1147.6, 1093.9와 964.1 g/cm^2 로 C에서 가장 높았고 T1과 T2에서는 비슷한 수준이었으나, T3에서는 가장 낮게 측정되어, 마 분말 첨가량이 많을수록 프랑크푸르트 소시지의 경도가 낮아진 것을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 이와 같은 경향은 C, T1, T2 및 T3에서 경도가 1104.6~1414.6 g/cm^2 의 범위로 저장 6주차까지 유사한 경향이였다. 본 연구 결과는 귀리 섬유를 1~3% 첨가한 볼로나 소시지에서 대조군에 비해 경도가 낮아졌다는 Steenblock 등(53)의 결과와 유사하나, 반대로 썩 분말을 2% 혹은 5%

처리한 소시지에서의 경도값이 더 높게 측정되었다는 보고(54)와는 상반되는 결과였다. 이는 육제품의 경도가 기본적으로 사용된 지방과 수분의 함량, 원료육의 상태, 제품의 종류 또는 형태 등 제품 자체의 다양한 요인에 의하여 영향을 받을 뿐 아니라 첨가된 소재의 수분흡수력과 팽윤력 등에도 크게 좌우되기 때문으로 판단되었다.

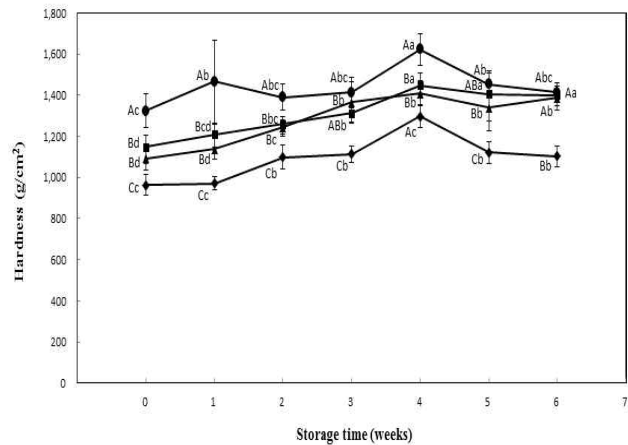


Fig. 1. Changes in hardness of frankfurter sausages containing different amounts of yam powder during chilled storage at 10°C.

^{A-C} Means with different letters among the different treatments differ significantly ($p < 0.05$).
^{A-d} Means with different letters among the different storage time differ significantly ($p < 0.05$).

●; control (C), ■; 0.5% yam powder (T1), ▲; 1.0% yam powder (T2), ◆; 2.0% yam powder (T3).

관능검사

마 분말의 첨가량과 저장 기간에 따른 관능평가 결과는 Table 5와 같다. 색과 조직감에 대한 관능적인 평가는 저장 초기 C, T1, T2에 비하여 T3에서 유의적으로 낮게 나타났으나($p < 0.05$), 이취와 향미 항목에서는 시료들 간에 차이가 확인되지 않았다. 모든 관능학적 품질은 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었는데, T3은 저장 4주차에 조직감, 이취와 향미에서 각각 4.1, 4.8과 3.8로 나타나 조사 시료들 중 가장 먼저 상품성의 한계치인 5.0 미만으로 측정되었다. 저장 4주차에 C, T1, T2 시료들 간에 색, 조직감 및 이취 항목에서 품질적 차이는 확인되지 않았다($p < 0.05$).

한편 저장 5주 후 C는 이취와 향미에서 각각 4.6과 4.2로 나타났고, T1은 향미 항목에서만 4.6으로 나타났으며, T2는 조직감, 이취와 향미에서 각각 4.3, 4.3과 3.9로 나타났다. 마 소시지의 관능학적 상품성의 한계치를 5.0으로 기준할 때 T3은 저장 3주까지, 그리고 C, T1과 T2는 저장 4주까지 상품성을 유지할 수 있는 것으로 판단되었다. 이와 같은 관능학적 결과를 종합적으로 판단하면 마 분말을 2% 첨가한 시료는 대조군과 마 분말을 0.5%나 1% 첨가한 시료들에 비하여 무엇보다도 향미와 조직감이 열등해지고 이취의 발생에 의한 품질 저하에 의하여 상대적으로 저장수명이 단축되는 것으로 판단되었다.

Table 5. Changes in the sensory attributes (color, texture, off-odor, flavor) of frankfurter sausages containing different amounts of yam powder during chilled storage at 10°C

Storage time (weeks)	Treatments ¹⁾	Sensory attributes			
		Color	Texture	Off-odor	Flavour
0	C	^A 9.0±0.0 ^a	^A 9.0±0.0 ^a	^A 9.0±0.0 ^a	^A 9.0±0.2 ^a
	T1	^A 9.0±0.0 ^a	^A 9.0±0.0 ^a	^A 9.0±0.2 ^a	^A 9.0±0.5 ^a
	T2	^A 9.0±0.0 ^a	^A 8.9±0.2 ^a	^A 9.0±0.0 ^a	^A 9.0±0.0 ^a
	T3	^B 8.8±0.3 ^a	^B 8.8±0.3 ^a	^A 9.0±0.0 ^a	^A 9.0±0.0 ^a
2	C	^A 8.1±0.7 ^b	^A 7.9±0.6 ^b	^A 7.8±1.2 ^b	^A 7.8±0.6 ^b
	T1	^A 8.0±0.7 ^b	^A 7.7±0.7 ^b	^A 7.7±0.8 ^b	^A 7.8±0.7 ^b
	T2	^A 7.9±0.8 ^b	^A 7.6±0.7 ^b	^A 7.8±0.7 ^b	^A 7.8±0.7 ^b
	T3	^A 7.6±0.9 ^{bc}	^A 7.3±0.8 ^b	^A 7.4±1.0 ^b	^A 7.4±0.7 ^b
4	C	^A 6.5±1.1 ^{cd}	^A 5.1±1.1 ^d	^A 5.9±0.9 ^c	^A 5.1±0.8 ^d
	T1	^A 6.4±1.1 ^{cd}	^A 5.7±1.1 ^d	^A 5.8±0.8 ^d	^A 5.8±1.0 ^d
	T2	^A 6.4±1.1 ^{cd}	^A 5.6±0.9 ^d	^A 5.9±0.7 ^d	^A 5.8±1.0 ^d
	T3	^A 6.4±1.3 ^{de}	^B 4.1±1.1 ^d	^B 4.8±1.1 ^d	^B 3.8±0.8 ^d
5	C	^A 6.0±1.1 ^{de}	^A 5.1±0.9 ^{de}	^A 4.6±1.1 ^d	^A 4.2±1.1 ^d
	T1	^A 5.8±1.1 ^{de}	^A 5.1±0.8 ^{de}	^A 5.2±1.2 ^d	^A 4.6±1.1 ^e
	T2	^A 5.8±1.3 ^{de}	^{AB} 4.3±1.1 ^e	^{AB} 4.3±1.6 ^e	^A 3.9±1.4 ^e
	T3	^A 6.0±1.2 ^e	^B 4.4±0.7 ^d	^B 3.3±1.2 ^e	^B 2.9±0.8 ^d
6	C	^A 5.3±1.3 ^e	^A 4.4±1.1 ^e	^A 4.4±0.7 ^d	^A 4.3±1.1 ^d
	T1	^A 5.2±1.4 ^e	^A 4.4±1.2 ^e	^A 4.4±0.6 ^e	^A 4.4±0.8 ^e
	T2	^A 5.0±1.4 ^e	^A 4.1±0.8 ^e	^B 3.7±0.7 ^e	^{AB} 3.7±0.9 ^d
	T3	^A 4.8±1.5 ^f	^A 4.2±0.8 ^d	^C 2.6±0.9 ^e	^B 3.1±0.9 ^f

^{A-C)} Means with different letters among the different treatments differ significantly ($p < 0.05$).

^{A-f)} Means with different letters among the different storage time differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ C (Control), T1 (Yam powder 0.5%), T2 (Yam powder 1.0%), T3 (Yam powder 2.0%).

요약

마 분말 0.5, 1.0과 2.0%를 첨가한 프랑크푸르터 소시지를 제조하여 진공포장한 후 10°C에서 6주간 저장하며 품질 특성의 변화를 조사하였다. 일반성분은 마 첨가량이 높아질수록 수분, 조단백질 함량은 감소하였고, 조지방과 회분의 함량은 증가하는 경향을 보였으나 마 첨가량 자체가 낮았던 관계로 그 차이는 미미한 편이었다. 마 첨가량 차이에 의한 수분활성도 값은 저장 3주 후 부터는 유의적 차이가 없었다. pH는 저장 후기로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. TBA 값은 저장기간이 길어짐에 따라 증가 하였는데 마 분말의 첨가량이 많을수록 천천히 증가하였다. VBN 값은 저장기간이 연장될수록 모든 처리구에서 증가하는 경향이 나타났는데, 마 분말의 첨가량이 많을수록 더 크게 증가하였다. 마 첨가 수준이 높아짐에 따라 L* 값과 a* 값은 감소하

고, b* 값은 증가되는 경향을 보였다. 기계적 경도 측정치는 마 첨가량이 높아질수록 유의적으로 감소하였다. 관능학적 품질 평가에 따르면 T3는 3주, 그리고 C, T1, T2는 4주까지 상품성이 유지되는 것으로 판단되었다. 결론적으로 마 분말은 1.0%까지 프랑크푸르터 소시지에 첨가하여도 물리화학적 품질 및 저장성에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 논문은 경북청정약용작물클러스터사업단에서 지원해 주신 연구비로 수행된 것이므로 이에 감사드립니다. 아울러 본 실험에 사용된 제품을 제조하기 위한 시설과 재료 등을 제공하여 주신 (주) S-Food에 감사드립니다.

References

- Anon (2010) Yam. International Institute of Tropical Agriculture. http://old.iita.org/cms/details/research_summary.aspx?articleid=268&zonedid=63, accessed 31. March 2014
- Siqueira MVB (2011) Yam: a neglected and underutilized crop in Brazil. *Hortic Brasileira*, 29, 16-20
- Afoakwa EO, Sefa-Dedeh S (2001) Effect of replacing pork backfat with yams (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage *Food Chem*, 75, 85-91
- Bonire JJ, Jail NSN, Lori JA (1991) Iron, nickel, copper, zinc and cadmium content of two cultivars of white yam (*Dioscorea rotundata*) and their source soils. *J Sci Food Agric*, 57, 431-435
- Ka OU (1985) The chemical composition of yam tubers. In: *Advances in Yam Research*, Osuji G (Editor), Anambra State University Press, Enugu, Nigeria, p 51-74
- Bhandari MR, Kasai T, Kawabata J (2003) Iron, nickel, copper, zinc and cadmium content of two cultivars of white yam (*Dioscorea rotundata*) and their source soils *Food Chem*, 82, 619-623
- Karnick CR (1969) *Dioscorea* (yams) - The food of the slaves, with potentials for newer drugs: A review. *Pharmaceutical Biology*, 9, 1372-1391
- Kwon JB, Kim MS, Sohn HY (2010) Evaluation of antimicrobial, antioxidant, and antithrombin activities of the Rhizome of various *Dioscorea* species. *Korean J Food Preserv*, 17, 391-397
- Lee SC, Tsai CC, Chen JC, Lin JG, Lin CC, Hu ML,

- Lu S (2002) Effects of Chinese yam on hepatonephrotoxicity of acetaminophen in rats. *Acta Pharmacol Sin*, 23, 503-506
10. Araghiniknam M, Chung S, Nelson-White T, Eskelson C, Watson RR (1996) Antioxidative activity of dioscorea and dehydroepiandrosterone (DHEA) in older humans. *J Life Sci*, 59, 147-157
 11. Miyazawa M, Shimamura H, Nakamura S, Kameoka H (1996) Antimutagenic activity of (+)- β -eudesmol and paeonol from *Dioscorea japonica*. *J Agric Food Chem*, 44, 1647-1650
 12. Chen HL, Wang CH, Chang CT, Wang TC (2003) Effects of Taiwanese yam (*Dioscorea japonica* Thunb var. pseudojaponica Yamamoto) on upper gut function and lipid metabolism in Balb/c mice. *Nutrition*, 19, 646-651
 13. Kwon CS, Son IS, Shim HY, Kwu IS, Chung, KM (1999) Effects of yam on lowering cholesterol level and its mechanism. *Korean J Food Nutr*, 32, 637-643
 14. Lee IS, Chung SY, Shim CS, Koo SJ (1995) Effect of replacing pork backfat with yams (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage. *Korean J Food Sci Technol*, 11, 351-355
 15. Oh YS (2007) Quality characteristics of snow crab cream soup with Yam and potato as a thicken agents. *Korean J Culinary Res*, 13, 112-118
 16. Joo NM, Lee SM, Jeong HS, Park SH, Song YH, Shin JH, Jung AH (2008) Optimization of cookie preparation by addition of yam powder. *Korean J Food Preserv*, 15, 49-57
 17. Oh SC, Nam HY, Cho JS (2002) Quality properties and sensory characteristics of sponge cakes as affected by additions of *dioscorea japonica* flour. *Korean J Food Cookery Sci*, 18, 445-451
 18. Yi SY, Kim CS (2001) Effects of added yam powders on the quality characteristics of yeast leavened pan breads made from imported wheat flour and Korean wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 30, 56-63
 19. Kim SH, Lee SY, Palanivel G, Kwak HS (2011) Effect of *Dioscorea opposita* Thunb. (yam) supplementation on physicochemical and sensory characteristics of yogurt. *J Dairy Sci*, 94, 1705-1712
 20. Ahn JW, Yoon JY (2008) Quality characteristics of noodles added with *Dioscorea japonica* powder. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 528-533
 21. Lia PH, Huang CC, Yang MY, Wang CCR (2012) Textural and sensory properties of salted noodles containing purple yam flour. *Food Res Int*, 47, 223-228
 22. Moon JN, Lee SW, Moon HK, Yoon SJ, Lee WY, Lee S, Kim GY (2011) Quality characteristics of Chunma (*Gastrodia elata* Blume) jelly with added *Gastrodia elata* Blume concentrate. *Korean J Food Cookery Sci*, 27, 545-556
 23. Shin SR (2004) Changes on the components of yam snack by processing methods. *Korean J Food Preserv*, 11, 516-521
 24. Jin SK, Kim IS, Kim DH, Jeong KJ, Moon SS (2006) Effect of pleurotus eryngii and meat particle size on sausage quality. *Korean J Food Sci An*, 26, 343-348
 25. Jung IC, Kang SJ, Kim JK, Hyon JS, Kim MS, Moon YH (2003) Effects of addition of perilla leaf powder and carcass grade on the quality and palatability of pork sausages. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32, 350-355
 26. Han KH, Choi IS, Lee CH (2006) The physicochemical and storage characteristics of sausage added mugwort powder. *Korean J Food Sci An*, 26, 356-361
 27. Chin KB, Kim WY, Kim KH (2005) Physicochemical and textural properties, and antimicrobial effects of low-fat comminuted sausages manufactured with grapefruit seed extract. *Korean J Food Sci An*, 25, 141-148
 28. Son HS, Bang JW, Lee HC, Kim KH, Chin KB (2009) Product quality and shelf-life of low-fat sausages manufactured with *Lentinus edodes* powder, grapefruit seed extracts, and sodium lactates alone or in combination. *Korean J Food Sci An*, 29, 99-107
 29. Hwang Bo MH, Kim HJ, Jeong YJ, Jeon SK, Park KS, Lee IS (2009) Effects of *Corchorus olitorius* powder on the quality characteristics of emulsion type sausage. *Korean J Food Cookery Sci*, 25, 445-451
 30. Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG (2002) Developments of functional sausage using plant extracts from pine needle and green tea. *Korean J Food Sci An*, 22, 20-29
 31. Chae YS, Lee KS, Kim HJ, Hong CK (1996) Quality characteristics of emulsion type sausage containing yoghurt and capsicum oil. *Korean J Food Sci An*, 16, 229-234
 32. Lee MA, Han DJ, Choi JH, Choi YS, Kim HY, Jeong JY, Paik HD, Kim CJ (2008) Effect of hot air dried *Kimchi* powder on the quality characteristics of low-fat sausages. *Korean J Food Sci An*, 28, 146-153
 33. Kim IS, Jin SK, Park KH, Jeong KJ, Kim DH, Yang MR, Chung YS (2007) Quality characteristics of low-fat sausage containing curcumin extract during cold storage.

- Korean J Food Sci An, 27, 255-262
34. Park JI, Seo TS, Jang ER (2012) Effect of dried yam extracts on sausage quality during cold storage. Korean J Food Sci An, 32, 820-827
 35. Tan FJ, Liao FY, Jhan YJ, Liu DC (2007) Effect of replacing pork backfat with yams (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage. J Food Eng, 79, 858-863
 36. Huang CL, Kuo CC (2001) Effect of *dioscorea alata* levels and precooking on chemical composition and lipid stability of chinese style sausages. Taiwanese J Agric Chem Food Sci, 39, 195-203
 37. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA
 38. Witte VC, Krause GF, Bailey ME (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J Food Sci, 35, 582-590
 39. Conway EJ (1958) Microdiffusion analysis and volumetric error. The MacMillian Co., NY, USA, p 303
 40. SPSS (2005) SPSS 14.0 for Windows Evaluation Version. SPSS Inc., Chicago, IL, USA
 41. Langlois BE, Kemp JD (1974) Microflora of fresh and dry-cured hams and affected by fresh ham storage. J Animal Sci, 38, 525-530
 42. Brewer MS, Ikins WG, Harbers CAZ (1992) TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. J Food Sci, 57, 558-563
 43. Nam K, Ahn D (2003) Double-packaging is effective in reducing lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw turkey meat. Poultry Sci, 82, 1468-1474.
 44. Farombi EO, Britton G, Emerole GO (2000) Evaluation of the antioxidant activity and partial characterization of extracts from browned yam flour diet. Food Res Int, 33, 493-499
 45. Hou W. C, Lee MH, Chen HJ, Liang WL, Han CH, Liu YW, Lin YH (2001). Antioxidant activities of dioscorin, the storage protein of yam (*Dioscorea batatas* Decne) tuber. J Agric Food Chem, 49, 4956-4960
 46. Bhandari MR, Kawabata J (2004) Organic acid, phenolic content and antioxidant activity of wild yam (*Dioscorea spp.*) tubers of Nepal. J Food Chem, 88, 163-168
 47. Choi SH, Chin KB (2003) Evaluation of sodium lactate as a replacement for conventional chemical preservatives in comminuted sausages inoculated with *Listeria monocytogenes*. Meat Sci, 65, 531-537
 48. Lee JP, Lee KT (2005) Changes in quality characteristics of vacuum-shrink packaged Bierschinken after stuffing in fibrous casing during chilled storage. Korean J Food Sci An, 25, 121-126
 49. Pietrasik Z (1999) Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. Meat Sci, 51, 17-25
 50. Candogan K, Kolsarici N (2003) Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. Meat Sci, 64, 207-214
 51. Zhang L, Lin YH, Leng XJ, Huang M, Zhou GH (2013) Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage. Meat Sci, 95, 145-150
 52. Bloukas JG, Arvanitoyannis, IS, Siopi AA (1999) Effect of natural colourants and nitrites on colour attributes of frankfurters. Meat Sci, 52, 257-265
 53. Steenblock RL, Sebranek JG, Olson DG, Love JA (2001) The effects of oat fiber on the properties of light bologna and fat free frankfurters. J Food Sci, 66, 1409-1415
 54. Han KH, Choi IS, Lee CH (2006) The physicochemical and storage characteristics of sausage added mugwort powder. Korean J Food Sci An, 26, 356-361