

## 노니 열매가루 첨가가 돈육 패티의 냉장저장 중 이화학적 품질에 미치는 영향

이경숙<sup>1\*</sup> · 이시형<sup>2</sup> · 최영준<sup>3</sup> · 심동욱<sup>4</sup> · 이경수<sup>5</sup> · 최강원<sup>1</sup> · 정인철<sup>6</sup>

<sup>1</sup>대구공업대학교 호텔외식조리계열 조교수, <sup>2</sup>대구공업대학교 호텔외식조리계열 겸임교수,

<sup>3</sup>대구공업대학교 호텔외식조리계열 부교수, <sup>4</sup>롯데시그니엘호텔 조리장,

<sup>5</sup>영남이공대학교 식음료조리계열 교수, <sup>6</sup>대구공업대학교 호텔외식조리계열 교수

## Effects of Noni (*Morinda citrifolia* L.) Fruit Powder on Physicochemical Properties of Pork Patty during Cold Storage

Kyoung-Sook Lee<sup>1\*</sup>, Si-Hyung Lee<sup>2</sup>, Young-Joon Choi<sup>3</sup>, Dong-Wook Sim<sup>4</sup>, Kyung-Soo Lee<sup>5</sup>, Gang-Won Choi<sup>1</sup> and In-Chul Jung<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Republic of Korea

<sup>2</sup>Adjunct Professor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Republic of Korea

<sup>3</sup>Associate Professor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Republic of Korea

<sup>4</sup>Chef of Cuisine, Lotte Signel Hotel, Seoul 05551, Republic of Korea

<sup>5</sup>Professor, Division of Food Beverage and Culinary Arts, Youngnam University College, Daegu 42415, Republic of Korea

<sup>6</sup>Professor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Republic of Korea

### ABSTRACT

This study examined the effects of noni (*Morinda citrifolia* L.) fruit powder on the physicochemical properties of pork patty during cold storage. Four samples were collected and grouped as follows: S0 (control, without noni fruit powder), S1 with 0.5% noni fruit powder, S2 with 1.0 noni fruit powder, and S3 with 1.5% noni fruit powder. The water holding capacity, cooking loss, color, pH, volatile basic nitrogen (VBN) content, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity were determined for the pork patty as the physicochemical properties. The water holding capacity of S0 was significantly higher than that of S2 and S3 on day 7. The cooking losses of S0 and S1 were significantly lower than those of S2 and S3 on day 7. The L-value decreased according to the increased amount of the noni fruit powder during cold storage. The a-value decreased during storage, and S1 was highest on day 10. The b-value was not changed during storage days and increased according to the increased amount of the noni fruit powder. The pH decreased, and S3 was lowest during storage days. The VBN content and TBARS increased, and S0 was highest during storage days. The DPPH radical scavenging activity decreased, and S3 was highest during storage days. These results suggest that noni fruit powder can be used as a natural antioxidant to retard lipid and myoglobin oxidation in pork patty during cold storage.

**Key words:** antioxidant, noni fruit powder, physicochemical properties, pork patty

### 서론

경제 성장과 평균 수명의 연장으로 건강한 삶에 대한 소비자들의 관심이 증대되면서 노화 억제, 질병 예방 등의 효과가 있는 천연의 식물 재료를 사용한 기능성 육류 제품이 관심을 끌고 있다. 그 중에서 노니(*Morinda citrifolia* L.)는 약리작용이 있어서 폴리네시아인들에게, 2000년 이상 민간 요법으로 사용되어 왔다(Yang J 등 2010). 노니에는 iridoid, alkaloid, lignan, anthraquinone, scopoletin, morindin 등 약

200여 종의 생리학적 화합물이 함유되어 있어서 항산화, 항균, 항암, 항염증, 면역 강화 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Assi RA 등 2017; Zhang C 등 2020). 현재 우리나라에서도 노니를 의약품 원료 및 건강기능식품으로 사용하고 있다(Kim JM 등 2020).

돈육 패티는 지방함량이 낮은 등심이나 후지 부위를 세절하고, 지방을 첨가하여 부가가치를 높인 육제품으로서 소시지, 프레스햄, 미트볼, 떡갈비 등과 함께 분쇄 육제품에 속한다(Choi GW & Lee JW 2016). 그러나 분쇄 육제품은 부분육보다 산화가 빠르게 진행된다. 분쇄과정은 여러 가지 산화효소 방출, 금속화합물, 헤모글로빈, 수분, 자외선 등의 산화촉

\* Corresponding author : Kyoung-Sook Lee, Tel: +82-53-560-3853, Fax: +82-53-560-3859, E-mail: lks0028@naver.com

진체의 노출, 표면적 확대, 마찰열, 다공질 구조 형성 등으로 지질산화와 미생물 성장을 촉진할 수 있다(Pogorzelska E 등 2018; Prommachart R 등 2020). 지질의 산화는 맛, 색깔, 조직감과 같은 관능특성을 저하시키고, 지용성 비타민과 불포화지방산을 파괴하여 영양적 품질이 저하되며, 세포독성과 유전독성을 유발할 수 있는 malondialdehyde, 4-hydroxy-2-nonenal 등의 위해물질을 발생시킨다(Burri SCM 등 2020; Bellucci ERB 등 2021). 지질의 산화는 합성산화방지제의 첨가로 억제할 수 있으며, 육제품에는 일반적으로 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT)이 사용되고 있다(Falowo AB 등 2014). 독성물질에 관한 연구에서 합성산화방지제는 설정된 한계치보다 많이 사용할 경우, 인체에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 독성으로서는 DNA 손상과 돌연변이를 일으켜 암을 유발할 수 있으며, 지질 및 혈중 콜레스테롤 수치를 증가시키고, 비타민 D와 같은 중요한 화합물을 파괴하여 두드러기 및 습진성 피부염을 유발할 수 있다(Ribeiro JS 등 2019). 이러한 문제점으로 인하여 소비자들은 인체에 위해가 없는 것으로 알려진 식물성 천연물질의 사용을 요구하고 있으며, 식물에 함유된 페놀화합물이 육제품의 저장기간 연장과 품질 향상에 기여하는 것으로 알려져 있다(Mancini S 등 2015). 그 중에서 노니는 천연항산화제인 비타민 C와 폴리페놀물질을 함유하고 있지만(Assi RA 등 2017; Zhang C 등 2020), 육제품에 첨가물로 사용한 경우는 노니 플레이를 첨가한 우육 패티의 색깔 향상(Tapp WN 등 2012), 노니 분말을 첨가한 분쇄 돈육의 이화학적 특성 및 항산화 활성(Lee SH 등 2020) 등의 연구뿐이다. 따라서 본 연구는 돈육 패티 제조과정에 노니 열매가루를 첨가하고 냉장저장하면서 이화학적 특성 및 항산화 활성의 변화를 실험하고, 기능성 육제품의 제조 가능성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 돈육 패티 제조

본 실험에 사용한 노니 열매가루(Starfoods Co., Hanoi, Vietnam)는 베트남 현지 대형마트에서 구입하였다. 돼지고기(국내산)는 뒷다리를, 지방은 등지방을 제조 당일 도축한 것을 식육전문매장에서 구입하여 이용하였다. 뒷다리 부위의 결체조직과 과도하게 붙어있는 지방은 제거하고, 등지방과 함께 3 mm(IS-12S, Ilshin Machine Co., Daegu, Korea)로 분쇄하였다. 배합비율은 Table 1과 같이 전체 중량에 대하여 분쇄 뒷다리 68.5%, 분쇄 지방 20%, 정제염 1.5%에 대조군(S)은 쇠빙(crushed ice) 10%, S1은 쇠빙 9.5%와 노니 열매가루 0.5%, S2는 쇠빙 9.0%와 노니 열매가루 1.0%, 그리고 S3는 쇠빙 8.5%와 노니 열매가루 1.5%를 혼합기(SP-800, Spar

**Table 1. Formulation of ground pork mixed with noni fruit powder**

Ingredients(%)	Pork patty			
	S0	S1	S2	S3
Pork loin	68.5	68.5	68.5	68.5
Pork fat	20.0	20.0	20.0	20.0
Crushed ice	10.0	9.5	9.0	8.5
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5
Noni fruit powder	0.0	0.5	1.0	1.5
Total	100	100	100	100

S0: ground pork meat without noni fruit powder, S1: ground pork meat with 0.5% noni fruit powder, S2: ground pork meat with 1.0% noni fruit powder, S3: ground pork meat with 1.5% noni fruit powder.

Food Machinery MFG Co., Taichung, Taiwan)에 넣고 10분간 혼합하였다. 쇠빙은 혼합 과정에서 발생하는 마찰열을 줄여 육의 온도가 10℃가 넘지 않도록 하기 위하여 사용하였다. 제조한 돈육 패티는 4℃에서 48시간 숙성시킨 후 10일 동안 저장하면서 실험하였다.

### 2. 시약

본 실험에 사용한 perchloric acid, BHT, TBA, DPPH 시약은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA), K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>는 덕산화학(Ansan, Korea), 붕산흡수제는 삼천화학(Pyungtaek, Korea), NaOH는 동양화학(Seoul, Korea) 제품을 구입하여 이용하였다.

### 3. 보수력 및 조리감량 측정

보수력 측정은 planimeter(X-plan, Ushikata 360d, Worth Point Co., Atlanta, GA, USA)를 이용하여 여과지 위에 나타난 수분의 면적에 대한 육의 면적의 백분율로 나타내었다(Hoffman K 등 1982). 조리감량은 200℃로 예열된 가스오븐(RFO-900, Rinnai Co., Inchon, Korea)에서 15분 동안 가열하고, 실온에서 30분 동안 냉각시킨 후 가열 전후 무게를 백분율로 나타내었다.

### 4. 색도 측정

색도는 색도계(CR-400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(L-value), 적색도(a-value), 황색도(b-value)로 나타내었다. 표준 백색판의 L-, a- 및 b-value는 각각 94.16, -1.28 및 3.93이었다.

## 5. pH 측정

pH는 돈육 패티 10 g을 증류수 40 mL와 함께 균질화(IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany)하고, pH meter(MP 220, Mettler Toledo Co., Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였다.

## 6. VBN 함량 측정

VBN(volatile basic nitrogen) 함량은 식품공전(KFDA 2009)에 수록된 미량확산법으로 측정하였다. 돈육 패티 2 g을 증류수 16 mL와 perchloric acid 2 mL에 넣어 함께 균질화(IKA Labortechnik Co.)하고 원심분리하여 얻어진 상층액을 시료 용액으로 하였다. 시료 용액 1 mL와 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL를 함께 conway dish 외실에 넣고, 내실에는 봉산흡수제 1 mL를 넣은 후 37°C에서 80분 동안 방치한 다음 0.01 N NaOH로 적정하고 VBN 함량을 계산하였다.

## 7. TBARS 측정

TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances) 측정은 돈육 패티 2 g, perchloric acid, BHT를 함께 균질화(IKA Labortechnik Co.)하고, 여과한 여액을 TBA 시약과 혼합하여 531 nm에서 흡광도(UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 측정하였다(Buege JA & Aust SD 1978).

## 8. DPPH Radical Scavenging Activity 측정

DPPH 라디칼 소거 활성은 Blois MS(1958)의 방법에 의하

여 돈육 패티 5 g과 0.01 M phosphate buffer 20 mL를 함께 균질화(IKA Labortechnik Co.)하고 원심분리하여 얻어진 여액을 시료 용액으로 하였다. 시료 용액 4 mL와 DPPH 1 mL를 함께 혼합하여 30분 동안 실온에 방치하고, 520 nm에서 흡광도(UV-1800, Shimadzu Co.)를 측정하였다(A1). 공시험(A0)은 증류수로 공시험 대비 시료에 의하여 감소된 흡광도의 %를 DPPH 라디칼 소거 활성( $[A0-A1] / A0 \times 100$ )으로 나타내었다.

## 9. 통계분석

본 연구의 결과는 SPSS Statistics(ver 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)로 평균과 표준편차를 구하였다. 유의성 검증은 분산분석(ANOVA) 후 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중범위검증으로 유의차( $p<0.05$ )를 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 돈육 패티의 보수력 및 조리감량 변화

보수력은 물리적인 힘이 가해지거나 가공 중 근육 내의 수분을 유지하는 능력으로서 육제품의 다즙성, 연도, 조직감 등 물리적 관능성에 영향을 미치며, 조리감량은 보수력과 반대의 결과를 나타낸다(Cornet SHV 등 2021). 냉장 저장한 돈육 패티의 보수력 및 조리감량에 대한 결과는 Table 2와 같다. 보수력의 경우, 대조군인 S0와 노니 열매가루를 0.5% 첨가한 S1은 저장 7일째 가장 높았으며( $p<0.05$ ), 노니 열매가

Table 2. Changes in water holding capacity and cooking los of pork patty with noni fruit powder during cold storage

Pork patty	Storage day			
	1	4	7	10
Water holding capacity (%)				
S0	85.13±1.11 <sup>Ab</sup>	86.59±1.87 <sup>Ab</sup>	89.61±1.54 <sup>Aa</sup>	86.24±2.01 <sup>Ab</sup>
S1	86.39±1.76 <sup>Ab</sup>	85.55±1.52 <sup>Ab</sup>	88.16±1.12 <sup>ABa</sup>	85.51±1.67 <sup>Ab</sup>
S2	86.09±2.09 <sup>Aa</sup>	85.12±1.45 <sup>Aa</sup>	86.37±1.76 <sup>Ba</sup>	84.88±1.38 <sup>Aa</sup>
S3	85.64±1.48 <sup>Aa</sup>	86.65±2.04 <sup>Aa</sup>	85.95±1.66 <sup>Ba</sup>	84.79±1.45 <sup>Aa</sup>
Cooking loss (%)				
S0	26.70±0.54 <sup>Aa</sup>	26.43±1.25 <sup>Aa</sup>	23.41±1.54 <sup>Bb</sup>	27.22±0.63 <sup>Aa</sup>
S1	26.16±0.62 <sup>Aab</sup>	25.78±0.76 <sup>Ab</sup>	23.95±0.22 <sup>Bc</sup>	27.95±0.93 <sup>Aa</sup>
S2	26.83±0.49 <sup>Aa</sup>	27.71±1.84 <sup>Aa</sup>	26.02±0.36 <sup>Aa</sup>	26.79±1.05 <sup>Aa</sup>
S3	27.19±1.56 <sup>Aa</sup>	27.60±1.65 <sup>Aa</sup>	26.45±0.18 <sup>Aa</sup>	27.24±0.88 <sup>Aa</sup>

S0: ground pork meat without noni fruit powder, S1: ground pork meat with 0.5% noni fruit powder, S2: ground pork meat with 1.0% noni fruit powder, S3: ground pork meat with 1.5% noni fruit powder.

Results are expressed as Mean±S.D. Means with a different letter in same column (<sup>A, B</sup>) and row (<sup>a, b</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

루 1.0%와 1.5% 첨가한 S2와 S3는 저장 중 유의한 변화가 없었다. 돈육 패티들 사이에는 냉장 7일째 S0가 다른 돈육 패티들에 비하여 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 조리감량의 경우 S0와 S1은 저장 7일째 가장 낮았으며( $p<0.05$ ), S2와 S3는 저장 중 유의한 변화가 없었다. 저장 중 돈육 패티들 사이에는 S0와 S1이 S2와 S3보다 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 보수력은 단백질 변성이 진행되거나 pH가 낮아지면 감소하고, 조리감량은 보수력과 반대로 높아진다(Choi GW & Lee JW 2016; Qian S 등 2020). 본 연구의 결과에서 대조군의 보수력이 높고, 조리감량이 낮은 것은 노니 열매가루에 함유된 유기산과 아스코르빈산(West BJ 등 2011)에 의한 pH 저하로 단백질이 변성되어 나타난 결과이다. Sim DW(2019)는 감껍질 가루, Choi GW & Lee JW(2016)는 포도껍질 가루를 첨가한 돈육 제품의 pH 저하로 단백질이 변성된다고 하였다.

## 2. 돈육 패티의 색도 변화

냉장 저장 중 돈육 패티의 표면색도 변화는 Table 3과 같다. 명도(L-value)는 저장 중 노니 열매가루 첨가량의 증가에 따라 감소하였다( $p<0.05$ ). 적색도(a-value)는 저장 7일까지

노니 열매가루 첨가량이 많은 돈육 패티에서 낮았지만, 저장 10일째는 노니 열매가루 0.5% 첨가한 S1이 가장 높았다( $p<0.05$ ). 그리고 모든 돈육 패티가 저장기간이 경과하면서 적색도는 유의하게 낮아졌으며, 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 감소폭은 적었다( $p<0.05$ ). 황색도(b-value)는 저장 중 노니 열매가루 첨가량이 많은 돈육 패티에서 높게 유지되었으며, 저장기간에 따른 변화는 없었다. 식물의 추출물이나 분말을 첨가할 경우 식물이 가지고 있는 고유의 색깔이 식품에 착색되어 제품의 색깔이 다르게 나타난다(Candogan K 2002). 본 연구에서 노니 열매가루 첨가량에 따라 저장 중 돈육 패티들 사이에 색깔의 차이가 있는 것은 노니 열매에 함유되어 있는 적황색 계열의 alizarin(Deng S 등 2009)이 명도와 적색도를 낮게 하고, 황색도를 높게 한 것으로 판단된다. 그리고 저장기간이 경과함에 따라 모든 돈육 패티에서 적색도가 낮아지는 것은 산화에 의하여 적색의 myoglobin이 변성되어 암갈색의 metmyoglobin을 형성하기 때문이고(Pogorzelska E 등 2018), 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 적색도의 감소폭이 적은 것은 노니 열매에 함유된 항산화 물질(Tapp WN 등 2012)이 산화를 억제하여 나타난 결과로 판단된다. 이러한

**Table 3. Changes in surface color of pork patty with noni fruit powder during cold storage**

Pork patty	Storage day			
	1	4	7	10
<b>L-value (lightness)</b>				
S0	66.63±1.11 <sup>Ab</sup>	65.84±0.88 <sup>Ab</sup>	65.51±0.95 <sup>Ab</sup>	68.70±1.02 <sup>Aa</sup>
S1	64.17±0.87 <sup>Aa</sup>	62.70±1.02 <sup>Bbc</sup>	62.11±0.42 <sup>Bc</sup>	63.96±0.78 <sup>Bab</sup>
S2	61.09±0.46 <sup>Ba</sup>	59.77±0.95 <sup>Cab</sup>	60.24±0.10 <sup>Ca</sup>	59.30±0.55 <sup>Cb</sup>
S3	56.21±0.28 <sup>Cab</sup>	56.80±0.36 <sup>Da</sup>	55.80±0.28 <sup>Db</sup>	57.10±0.62 <sup>Da</sup>
<b>a-value (redness)</b>				
S0	10.38±0.49 <sup>Aa</sup>	9.33±0.32 <sup>Ab</sup>	8.03±0.12 <sup>Ac</sup>	6.08±0.30 <sup>Bd</sup>
S1	8.50±0.22 <sup>Ba</sup>	7.85±0.08 <sup>Bb</sup>	7.94±0.15 <sup>Ab</sup>	6.99±0.72 <sup>Ac</sup>
S2	8.56±0.34 <sup>Ba</sup>	7.75±0.12 <sup>Bb</sup>	6.51±0.26 <sup>Bc</sup>	6.53±0.33 <sup>ABc</sup>
S3	7.97±0.42 <sup>Ba</sup>	7.66±0.15 <sup>Ba</sup>	6.61±0.18 <sup>Bb</sup>	6.83±0.27 <sup>ABb</sup>
<b>b-value (yellowness)</b>				
S0	12.52±0.33 <sup>Ca</sup>	12.51±0.28 <sup>Ca</sup>	12.46±0.14 <sup>Ba</sup>	12.22±0.30 <sup>Ba</sup>
S1	14.60±0.40 <sup>Ba</sup>	14.09±0.34 <sup>Ba</sup>	15.76±0.29 <sup>Aa</sup>	15.13±0.42 <sup>Aa</sup>
S2	16.42±0.94 <sup>Aa</sup>	15.97±0.18 <sup>Aa</sup>	15.55±0.89 <sup>Aa</sup>	15.83±0.38 <sup>Aa</sup>
S3	16.56±0.69 <sup>Aa</sup>	16.40±0.42 <sup>Aa</sup>	15.74±0.28 <sup>Aa</sup>	15.93±0.40 <sup>Aa</sup>

S0: ground pork meat without noni fruit powder, S1: ground pork meat with 0.5% noni fruit powder, S2: ground pork meat with 1.0% noni fruit powder, S3: ground pork meat with 1.5% noni fruit powder.

Results are expressed as Mean±S.D. Means with a different letter in same column (<sup>A~D</sup>) and row (<sup>a~d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

결과는 포도껍질 가루 첨가(Choi GW & Lee JW 2016), 흑미 추출물 첨가(Prommachart R 등 2020)한 육제품의 저장 중 적색도 감소폭이 적었다는 결과와 유사하였다.

### 3. 돈육 패티의 pH 변화

돈육 패티의 pH는 Fig. 1과 같다. 저장 중 pH는 대조군이 가장 높았으며, 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 pH는 낮았다( $p < 0.05$ ). 그리고 모든 돈육 패티들이 저장기간의 경과에 따라 pH는 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ). 대조군보다 노니 열매가루 첨가군의 pH가 낮은 것은 노니 열매에 함유된 유기산과 아스코르빈산(West BJ 등 2011; Hwang HJ 등 2019)이 영향을 미쳤으며, 이러한 결과는 감껍질 가루를 첨가한 분쇄돈육(Lee KS 등 2020), 자색 고구마 추출 색소를 첨가한 소시지(Lee NR 2020)의 pH가 대조군보다 낮았다는 결과와 유사한 경향이었다. 그리고 Wang 등(2018)은 저장 중 육제품의 pH가 낮아지는 것은 젖산균의 증식과 사후 대사과정에서 생성된 젖산이 축적되어 나타난 결과라고 하였다.

### 4. 돈육 패티의 VBN 함량 변화

돈육 패티의 휘발성 염기질소(VBN) 함량 변화는 Fig. 2와 같다. 저장 7일까지는 돈육 패티들 사이에 VBN 함량의 차이가 없었으나 저장 10일째 S0가 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 저장 중의 변화는 7일까지 변화가 없다가 모든 돈육 패티가 저장 10일째 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 육제품은 저장 중 부패

가 진행되면 미생물과 효소의 작용으로 암모니아, 디메틸아민, 트리메틸아민과 같은 VBN 함량이 증가되기 때문에 VBN 함량을 육제품의 신선도 지표 중의 하나로 이용하고 있다(Cai J 등 2011; Li Y 등 2019). 본 연구에서 저장 10일 후 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 VBN 함량이 낮은 것은 노니 열매에 함유된 페놀화합물(Pawlus AD & Kinghorn AD 2007)의 항균작용(Assi RA 등 2017)에 기인한 것으로 판단된다. 우리나라는 식육의 신선도로서 VBN 함량을 20 mg% 이하로 규정하고 있는데(KFDA 2009), 본 연구에서는 모든 돈육 패티가 허용한계를 유지하고 있었다.

### 5. 돈육 패티의 TBARS 및 DPPH 라디칼 소거활성 변화

지질의 산화는 지방함량이 높은 육제품의 품질 저하 지표로 이용되고 있으며, TBARS 분석은 지질 산화의 중간 생성물질인 malondialdehyde를 측정한다(Sujiwo J 등 2018). 그리고 DPPH 라디칼 소거활성은 DPPH 라디칼에 대한 전자공여 활성도를 평가함으로써 육제품의 항산화력을 측정하는 것으로서 DPPH 라디칼 소거활성이 높으면 TBARS가 낮은 것으로 보고되고 있다(Nuutila AM 등 2003). 돈육 패티의 냉장저장 중 TBARS 및 DPPH 라디칼 소거활성 변화는 Fig. 3 및 4와 같다. 저장기간 동안 TBARS는 S0가 가장 높았고, 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 낮아지는 경향이었다( $p < 0.05$ ). 그리고 저장기간이 경과하면서 모든 돈육 패티의 TBARS는 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). DPPH 라디칼 소거활성은 저

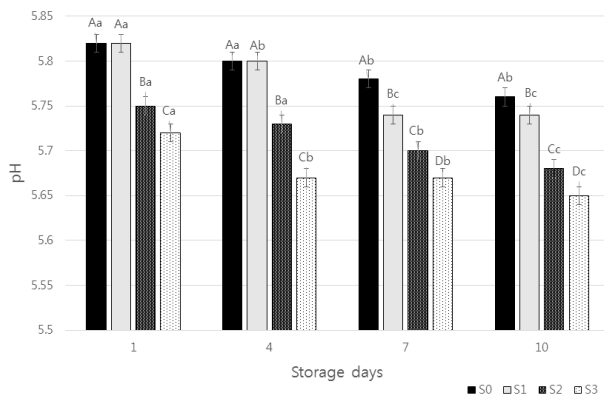


Fig. 1. Changes in pH value of pork patty with noni fruit powder during cold storage.

Bar charts with different letters show significant differences among the samples at each storage day (A~D) or storage days (a~c) in each sample ( $p < 0.05$ ).

S0: ground pork meat without noni fruit powder, S1: ground pork meat with 0.5% noni fruit powder, S2: ground pork meat with 1.0% noni fruit powder, S3: ground pork meat with 1.5% noni fruit powder.

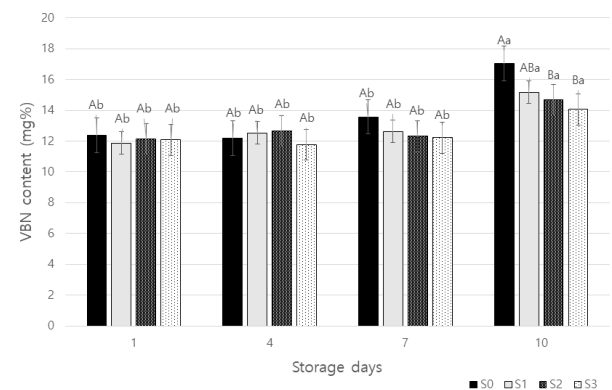
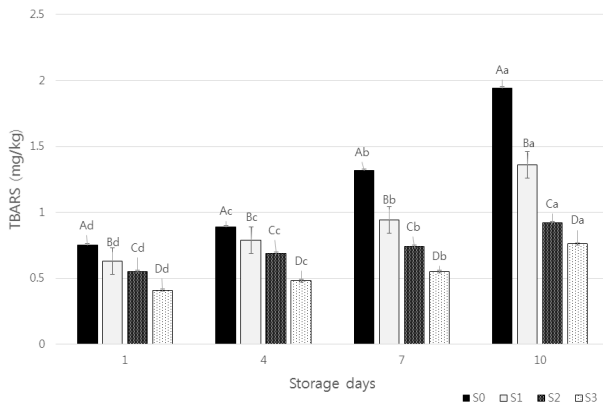


Fig. 2. Changes in VBN content (mg%) of pork patty with noni fruit powder during cold storage.

Bar charts with different letters show significant differences among the samples at each storage day (A, B) or storage days (a, b) in each sample ( $p < 0.05$ ).

S0: ground pork meat without noni fruit powder, S1: ground pork meat with 0.5% noni fruit powder, S2: ground pork meat with 1.0% noni fruit powder, S3: ground pork meat with 1.5% noni fruit powder.



**Fig. 3. Changes in TBARS (mg/kg of sample) value of pork patty with noni fruit powder during cold storage.**

Bar charts with different letters show significant differences among the samples at each storage day (A~D) or storage days (a~d) in each sample ( $p < 0.05$ ).

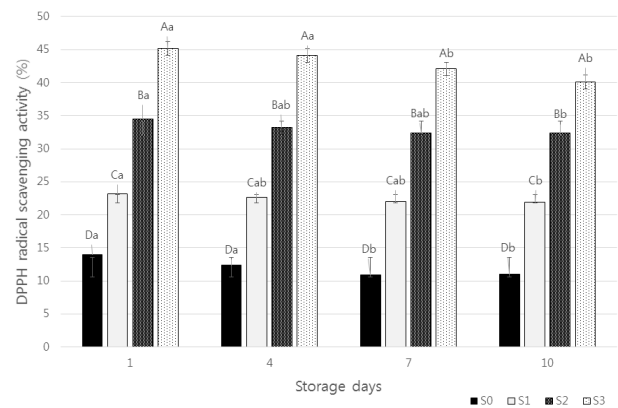
S0: ground pork meat without noni fruit powder, S1: ground pork meat with 0.5% noni fruit powder, S2: ground pork meat with 1.0% noni fruit powder, S3: ground pork meat with 1.5% noni fruit powder.

장기간 동안 S0가 가장 낮았고, 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 높았다( $p < 0.05$ ). 저장기간의 경과에 의하여 DPPH 라디칼 소거활성은 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ). 본 연구에서 노니 열매가루를 첨가함으로써 항산화 활성이 증가하는 것을 확인하였으며, 이것은 노니 열매에 함유된 scopoletin, anthraquinone, rutin, proxeronine 등의 항산화 작용(Kim JM 등 2017; Hwang HJ 등 2019; Zhang C 등 2020)에 의한 것으로 판단된다. 육제품에 항산화 작용을 가진 식물이나 추출물을 첨가한 경우, 항산화력이 증가하는 것은 용과를 첨가한 돈육 패티(Bellucci ERB 등 2021), 올리브 잎을 첨가한 돈육 패티(Botsoglou E 등 2014), 노니 푸레를 첨가한 우육 패티(Tapp WN 등 2012), 흑미를 첨가한 우육 패티(Prommachart R 등 2020) 등에서도 같은 결과가 보고되었다.

이상의 결과들에서 돈육 패티에 노니 열매가루의 첨가는 단백질 변성과 지질의 산화가 억제되는 것을 확인하였다. 이러한 현상은 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 효과가 더 크지만, 과도하게 첨가할 경우 색깔을 저하시키고, 유기산 함량이 높아져 단백질 변성에 의한 보수력 감소와 조리감량이 증가하는 결과를 초래하기 때문에 노니 열매가루의 첨가는 0.5%가 적당할 것으로 판단되었다.

## 요약 및 결론

본 연구는 노니 열매가루 첨가가 돈육 패티의 냉장 저장



**Fig. 4. Changes in DPPH free radical scavenging activity(%) value of pork patty with noni fruit powder during cold storage.**

Bar charts with different letters show significant differences among the samples at each storage day (A~D) or storage days (a, b) in each sample ( $p < 0.05$ ).

S0: ground pork meat without noni fruit powder, S1: ground pork meat with 0.5% noni fruit powder, S2: ground pork meat with 1.0% noni fruit powder, S3: ground pork meat with 1.5% noni fruit powder.

중 품질에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 돈육 패티는 노니 열매가루를 첨가하지 않은 대조군(S), 0.5% 첨가한 S1, 1.0% 첨가한 S2, 그리고 1.5% 첨가한 S3 등 네 종류를 제조하였다. 이화학적 특성으로서 보수력, 조리감량, 색도, pH, VBN 함량, TBARS 및 DPPH 라디칼 소거활성을 10일 동안 저장하면서 측정하였다. 보수력은 저장 7일째 S0가 S2와 S3보다 유의하게 높았다. 조리감량은 저장 7일째 S0와 S1이 S2와 S3보다 유의하게 낮았다. 명도(L-value)는 저장 중 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 감소하였다. 적색도(a-value)는 저장 중 감소하였으며, 저장 10일째 S1이 가장 높았다. 황색도(b-value)는 저장 중 유의한 변화가 없었으며, 노니 열매가루 첨가량이 많을수록 증가하였다. pH는 저장 중 감소하였으며, S3가 가장 낮았다. VBN 함량은 저장 중 증가하였으며, S0가 가장 높았다. TBARS는 저장 중 증가하였으며, S3의 TBARS가 가장 낮았다. DPPH 라디칼 소거활성은 저장 중 감소하였으며, S3가 가장 높았다. 결론적으로 돈육 패티 제조에 노니 열매가루의 첨가는 적색도 유지와 항산화 활성에 효과가 있었으며, 물리적 특성을 고려하여 첨가량은 0.5%가 적당할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

Assi RA, Darwis Y, Abdulbaq, IM, Vuanghao L, Laghari M

- (2017) *Morinda citrifolia* (Noni): A comprehensive review on its industrial uses, pharmacological activities, and clinical trials. *Arabian J Chem* 10(5): 691-707.
- Bellucci ERB, Munekata PES, Pateiro M, Lorenzo JM, Silva Barretto AC (2021) Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Sci* 171: 108284.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617): 1199-1200.
- Botsoglou E, Govaris A, Ambrosiadis L, Fletouris D, Botsoglou N (2014) Effect of olive leaf (*Olea europea* L.) extracts on protein and lipid oxidation of long-term frozen n-3 fatty acids-enriched pork patties. *Meat Sci* 98(2): 150-157.
- Buege JA, Aust SD (1978) Microsomal lipid peroxidation. Vol. 52. pp 302-310. In: *Methods in enzymology*. Gleischer S, Parker L (eds). Academic Press Inc., New York, NY, USA
- Burri SCM, Ekholm A, Bleive U, Püssa T, Jensen M, Hellström J, Mäkinen S, Korpinen R, Mattila PH, Radenkova V, Seglina D, Håkansson Å, Rumpunen K, Tornberg E (2020) Lipid oxidation inhibition capacity of plant extracts and powders in a processed meat model system. *Meat Sci* 162: 108033.
- Cai J, Chen Q, Wan X, Zhao J (2011) Determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content and Warner-Bratzler shear force (WBSF) in pork using Fourier transform near infrared (FT-NIR) spectroscopy. *Food Chem* 126(3): 1354-1360.
- Candogan K (2002) The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *Eur Food Res Technol* 215(4): 305-309.
- Choi GW, Lee JW (2016) Changes in physicochemical properties of ground pork meat containing grape peel during refrigerated storage. *Korean J Life Sci* 26(9): 1041-1048.
- Cornet SHV, Snel SJE, Lesschen J, Goot AJ, Sman RGM (2021) Enhancing the water holding capacity of model meat analogues through marinade composition. *J Food Eng* 290: 110283.
- Deng S, West BJ, Jensen CJ, Basar S, Westendorf J (2009) Development and validation of an RP-HPLC method for the analysis of anthraquinones in noni fruits and leaves. *Food Chem* 116(2): 505-508.
- Falowo AB, Fayemi PO, Muchenje V (2014) Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products. A review. *Food Res Inter* 64(1): 171-181.
- Hoffman K, Hamm R, Blüchel E (1982) Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtsch* 62(1): 87-93.
- Hwang HJ, Shin KO, Han KS (2019) A study on the function and role of *Morinda citrifolia* L. (Noni). *Korean J Food Nutr* 32(4): 275-283.
- Kim JM, Jeon YH, Jeong YJ, Yoon KY (2020) Comparison of bioactive composition, antioxidant activity, and nitric oxide inhibition effect of enzyme-treated and commercial noni juice. *Korean J Food Sci Technol* 52(1): 75-80.
- Kim JM, Jo YJ, Hahn D (2017) Physicochemical properties, bioactive composition and antioxidant activities of noni fruit juices from different regions of cultivation. *Korean J Food Preserv* 24(7): 1000-1006.
- Korea Food and Drug Administration (KFDA) (2009) Food Code. Moonyoungsa, Korea. pp 212-251.
- Lee KS, Lee SH, Sim DW, Choi YJ, Lee KS, Park KT, Choi GW, Jung IC (2020) Effects of canola oil gel and persimmon peel powder on physicochemical and sensory characteristics of low-fat ground pork meat. *J East Asian Soc Diet Life* 30(2): 129-138.
- Lee NR (2020) Quality changes of sausage added with pigment extracted from purple sweet potatoes during storage. *J East Asian Soc Diet Life* 30(1): 66-76.
- Lee SH, Choi YJ, Choi GW, Lee KS, Jung IC (2020) Physicochemical properties and antioxidant activity of ground pork with noni (*Morinda citrifolia*) powder. *Korean J Food Nutr* 33(3): 331-338.
- Li Y, Tang X, Shen Z, Dong J (2019) Prediction of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content of chilled beef for freshness evaluation by using viscoelasticity based on airflow and laser technique. *Food Chem* 287(1): 126-132.
- Mancini S, Preziuso G, Dal Bosco A, Rosini V, Szendro Z, Fratini F, Paci G (2015) Effect of turmeric powder (*Curcuma longa* L.) and ascorbic acid on physical characteristics and oxidative status of fresh and stored rabbit burgers. *Meat Sci* 110(1): 93-100.
- Nuutila AM, Puupponen-Pimiä R, Aarni M, Oksman-Caldentey KM (2003) Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chem* 81(4): 485-493.
- Pawlus AD, Kinghorn AD (2007) Review of the ethnobotany,

- chemistry, biological activity and safety of the botanical dietary supplement *Morinda citrifolia* (noni). *J Pharm Pharmacol* 59(12): 1587-1609.
- Pogorzelska E, Godziszewska J, Brodowska M, Wierzbicka A (2018) Antioxidant potential of *Haematococcus pluvialis* extract rich in astaxanthin on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigerated storage. *Meat Sci* 135(1): 54-61.
- Prommachart R, Belem TS, Uriyapongson S, Rayas-Duarte P, Uriyapongson J, Ramanathan R (2020) The effect of black rice water extract on surface color, lipid oxidation, microbial growth, and antioxidant activity of beef patties during chilled storage. *Meat Sci* 164: 108091.
- Qian S, Li X, Wang H, Wei X, Mehmood W, Zhang C, Blecker C (2020) Contribution of calpain to protein degradation, variation in myowater properties and the water holding capacity of pork during postmortem ageing. *Food Chem* 324: 126892.
- Ribeiro JS, Santos MJMC, Silva LKR, Pereira LCL, Santos IA, Silva Lannes SC, Silva MV (2019) Natural antioxidants used in meat products: A brief review. *Meat Sci* 148(1): 181-188.
- Sim DW (2019) Effects of canola oil and persimmon peel addition on the quality characteristics of low-fat pork patty during cold storage. *Korean J Food Cook Sci* 35(5): 471-479.
- Sujiwo J, Kim DW, Jang A (2018) Relation among quality traits of chicken breast meat during cold storage: Correlations between freshness traits and torryster values. *Poultry Sci* 97(8): 2887-2894.
- Tapp WN, Yancey JWS, Apple JK, Dikeman ME, Godbee RG (2012) Noni puree (*Morinda citrifolia*) mixed in beef patties enhanced color stability. *Meat Sci* 91(2): 131-136.
- Wang X, Xie Y, Liu Y, Yan W (2018) Effects of partial replacement of pork back fat by a camellia oil gel on certain quality characteristics of a cooked style Harbin sausage. *Meat Sci* 146(1): 154-159.
- West BJ, Deng S, Jensen CJ (2011) Nutrient and phytochemical analyses of processed noni puree. *Food Res Int* 44(7): 2295-2301.
- Yang J, Gadi R, Paulino R, Thomson T (2010) Total phenolics, ascorbic acid, and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage. *Food Chem* 122(3): 627-632.
- Zhang C, Khoo SLA, Chen XD, Quek SY (2020) Microencapsulation of fermented noni juice via micro-fluidic-jet spray drying: Evaluation of powder properties and functionalities. *Powder Technol* 361: 995-1005.

---

Date Received	Aug. 17, 2021
Date Revised	Oct. 8, 2021
Date Accepted	Oct. 12, 2021