

## 노니(*Morinda citrifolia*)분말을 첨가한 분쇄돈육의 이화학적 특성 및 항산화 활성

†이시형 · 최영준\* · 최강원\*\* · 이경수\*\*\* · 정인철\*

대구공업대학교 호텔외식조리계열 강사, \*대구공업대학교 호텔외식조리계열 부교수,  
\*\*대구공업대학교 호텔외식조리계열 조교수, \*\*\*영남이공대학교 식음료조리계열 교수

### Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Ground Pork with Noni (*Morinda citrifolia*) Powder

†Si-Hyung Lee, Young-Joon Choi\*, Gang-Won Choi\*\*, Kyung-Soo Lee\*\*\* and In-Chul Jung\*

Part-Time Instructor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Korea

\*Associate Professor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Korea

\*\*Assistant Professor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Korea

\*\*\*Professor, Division of Food Beverage and Culinary Arts, Youngnam University College, Daegu 42415, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of noni (*Morinda citrifolia*) powder on the physicochemical properties and antioxidant activities of ground pork meat. Four samples of ground pork meat were prepared as follow: CON without noni powder, NP0.5 with 0.5% noni powder, NP1.0 with 1.0% noni powder, and NP1.5 with 1.5% noni powder. The moisture content of CON was the highest ( $p<0.05$ ). The ash, fiber, fat retention, hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness, lightness, and yellowness increased with the addition of the noni powder ( $p<0.05$ ). The protein, fat, water holding capacity, cooking yield, moisture retention, springiness, and redness of the cooked meat were not significantly different among the samples. The pH of CON was the highest among the samples ( $p<0.05$ ). The TBARS of CON, NP0.5, NP1.0, and NP1.5 were 0.48, 0.41, 0.36 and 0.34 mg/kg, respectively, and the NP1.5 was the lowest ( $p<0.05$ ). The DPPH radical scavenging activity of CON, NP0.5, NP1.0, and NP1.5 were 10.4%, 20.8%, 34.6% and 45.3%, respectively, and the NP1.5 was the highest ( $p<0.05$ ). Consequently, these results support the possible use of noni powder for meat product industry, as addition of noni powder enhances the antioxidant activities of ground pork meat.

Key words: ground pork meat, noni powder, physicochemical properties, antioxidant activities

#### 서 론

분쇄 돈육은 지방함량이 낮은 등심이나 후지부위를 세절하여 지방을 첨가한 것으로 햄버거 패티, 미트볼, 소시지, 만두 속 등의 분쇄 육제품을 제조하는데 이용되고 있다. 분쇄 육제품은 낮은 지방함량으로 인하여 발생할 수 있는 관능적 풍미, 다즙성, 조직감 등을 향상시키기 위하여 돼지 지방을 첨가하고 있다(Barbut 등 2016). 그러나 분쇄과정에서 발생하는 마찰열, 표면적 증가, 다공질 구조형성 등의 이유로 산화

와 미생물 성장이 용이하여 분쇄하지 않은 식육보다 저장기간이 짧다(Prommachart 등 2020). 육제품에 산화가 진행되면 색깔, 풍미, 조직감 등의 품질을 저하시켜 소비자들이 외면하게 된다(Turgut 등 2016). 일반적으로 산화의 발생을 억제하기 위하여 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), propyl gallate(PG), tertiarybutylhydroquinone(TBHQ) 등의 합성항산화제를 사용하고 있다(Jiang & Xiong 2016). 그러나 합성항산화제의 사용은 독성과 잠재적 발암물질로 알려져 있고, 소비자들 또한 기피하고 있어서(Pogorzelska 등

† Corresponding author: Si-Hyung Lee, Part-Time Instructor, Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 42734, Korea. Tel: +82-53-560-3850, Fax: +82-53-560-3859, E-mail: wyshb430@naver.com

2018) 천연 물질을 이용한 항산화 효과에 대한 연구가 세계적으로 이루어지고 있다. 현재까지 육제품의 천연항산화제에 대하여 수행된 연구들을 살펴보면 생강(Abdel-Nacem & Mohamed 2016), 질레꽃(Armenteros 등 2016), 브로콜리(Banerjee 등 2012), 커피콩(Valencia 등 2008), 녹차(Schilling 등 2019), 석류(Turgut 등 2016), 블랙베리(Ganhão 등 2013), 감귤질(Choi GW 2019), 연잎(Choi 등 2012), 토마토(Kim & Chin 2011), 아로니아(Kim 등 2015) 등이 국내외에서 이루어지고 있다.

노니(*Morinda citrifolia*)는 남태평양, 중앙아메리카, 동남아시아 등의 열대성 기후에 자생하며, 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있어서 폴리네시아인들은 2000년 이상 치료 목적으로 이용하고 있으며(Yang 등 2010), 우리나라에서는 의약품 원료 및 건강기능식품으로 사용되고 있다(Kim 등 2020). 노니에는 polyphenol, flavonoid, iridoid, anthraquinone, lignan, vitamin C, polysaccharide, glycoside 등 약 200여종의 식물성 화학물질이 함유되어 있어서 항암, 항균, 항산화, 항염증, 면역체계 강화 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Yang 등 2010; Assi 등 2017; Lee YR 2020). 이렇게 다양한 효과가 있는 노니를 육제품에 사용한 연구는 Tapp 등(2012)의 노니 퓨레를 첨가한 우육 패티의 색깔 향상에 관한 것뿐이었다. 본 연구는 노니의 생리활성 효과에 주목하고, 분쇄 돈육에 첨가하여 이화학적 특성 및 항산화 활성을 검토함으로써 건강에 유익한 육제품 제조의 기초자료가 되고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 노니분말(Starfoods Co., Hanoi, Vietnam)은 2019년 5월 2일에 제조된 것을 베트남 현지의 대형마트에서 구입하였으며, 돼지고기는 등심과 지방(국내산)을 제조 당일 식육전문매장에서 구입하였다.

### 2. 분쇄 돈육 제조

분쇄 돈육 제조에 사용한 등심은 시각적으로 보이는 결체조직과 지방을 제거하였다. 등심과 등지방은 각각 3 mm로 분쇄하여 사용하였다. 배합비율은 Table 1과 같이 등심 68.5%, 등지방 20%, 소금 1.5%에 대조군(CON)은 냉각수 10%를, NP0.5는 냉각수 9.5%와 노니분말 0.5%, NP1.0은 냉각수 9.0%와 노니분말 1%, 그리고 NP1.5는 냉각수 8.5%와 노니분말 1.5%를 혼합하여 첨가하였다. 모든 재료를 혼합기(SP-800, Spar Food Machinery MFG Co., Taichung, Taiwan)에 한꺼번에 넣고 육의 온도가 10℃ 이하가 되도록 유지하면서 10분간 혼합하였다. 제조된 분쇄 돈육은 4℃에서 48시간 숙성시킨 후 실험에 이용하였다.

Table 1. Formulation of ground pork with noni powder

Ingredients (%)	Concentration of noni powder			
	0%(CON)	0.5%(NP0.5)	1.0%(NP1.0)	1.5%(NP1.5)
Pork loin	68.5	68.5	68.5	68.5
Pork fat	20.0	20.0	20.0	20.0
Ice water	10.0	9.5	9.0	8.5
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5
Noni powder	0.0	0.5	1.0	1.5
Total	100	100	100	100

CON: ground pork meat without noni powder, NP0.5: ground pork meat with 0.5% noni powder, NP1.0: ground pork meat with 1.0% noni powder, NP1.5: ground pork meat with 1.5% noni powder.

### 3. 일반성분 측정

일반성분은 식품공전(KFDA 2009)에 준하여 수분함량은 상압가열건조법, 단백질함량은 Kjeldahl법, 지방함량은 Soxhlet법, 회분함량은 550℃ 직접건식회화법, 섬유소는 Henneberg-Stohmann 개량법으로 분석하였다.

### 4. 보수력, 수율, 수분보유율 및 지방보유율 측정

분쇄 돈육의 보수력은 Hoffman 등(1982)의 방법에 준하여 planimeter(X-plan, Ushikata 360d, Worth Point Co., Atkanta, GA, USA)를 이용하여 측정하였으며, 수율은 200℃로 예열된 가스오븐레인지(RFO-900, Rinnai Co., Inchon, Korea)에서 15분 동안 가열하고, 실온에서 30분 동안 냉각시킨 후 가열 전후 무게의 백분율로 계산하였다. 수분보유율 및 지방보유율은 El-Magoli 등(1996)의 방법으로 실험하고, 아래의 계산식과 같이 계산하였다.

$$\text{Moisture retention}(\%) = \frac{\text{Cooking yield}(\%) \times \text{Cooked moisture content}(\%)}{100}$$

$$\text{Fat retention}(\%) = \frac{\text{Cooked weight}(\text{g}) \times \text{Cooked fat}(\%)}{\text{Raw weight}(\text{g}) \times \text{Raw fat}(\%)} \times 100$$

### 5. 기계적 조직감 측정

기계적 조직감은 Jung 등(2004)의 방법에 따라 가로×세로×높이를 40×15×5 mm로 자른 시료를 rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness)은 점탄성용 원형 adapter 25 변(직경 10 mm)을 이용하여 table speed 120 mm/min, graph interval 30 m/sec, load cell(Max) 2 kg의 조건으로 측정하였다. 그리고 검성(gumminess)은 peak max×응집성으로, 저작성(chewiness)은 (peak max+distance)×탄력성×응집성으로 계산하였다.

## 6. 색도 측정

색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)로 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 측정하였다. Standard color는 명도 94.16, 적색도 -1.28 및 황색도 3.93인 표준백색판을 사용하였다.

## 7. pH 측정

pH는 분쇄 돈육 10 g과 증류수 40 mL를 함께 균질한 후 pH meter(MP 220, Mettler Toledo Co., Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였다.

## 8. TBARS 측정

TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances)는 Buege & Aust(1978)의 방법으로 측정하였다. 즉, 시료 2 g을 perchloric acid(Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan)와 BHT(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)로 균질하고(IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany), 여과한 여액과 TBA시약(Sigma-Aldrich Co.)을 혼합하여 531 nm에서 흡광도(UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 측정하고, 시료 kg당 mg malondialdehyde로 나타내었다.

## 9. DPPH 라디칼 소거활성 측정

DPPH 라디칼 소거활성은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 분쇄 돈육 5 g을 0.01 M phosphate buffer(Sigma Aldrich Co.) 20 mL와 함께 균질하고 원심분리하여 얻어진 상층액을 시료 추출물로 하였다. 추출물 4 mL와 DPPD(Sigma Aldrich Co.)

1 mL를 혼합하고, 30분 동안 실온에서 방치한 후 520 nm에서 흡광도(UV-1800, Shimadzu Co.)를 측정하였다(A1). 공시험(A0)은 증류수를 이용하여 공시험 대비 시료에 의하여 감소된 흡광도의 %를 DPPH 라디칼 소거활성 $[(A0-A1)/A0] \times 100$ 으로 계산하였다.

## 10. 통계처리

본 연구의 결과는 항목별로 3회 반복하여 실험하고, 그 결과는 SPSS Statistics(ver. 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)로 평균과 표준편차를 구하였다. 시료들 사이의 유의성 검정은 분산분석(ANOVA)을 한 후 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중범위검정으로 유의차( $p < 0.05$ )를 구하였다. 또한 실험결과 값 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관분석을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 분쇄돈육의 일반성분 함량

노니 분말을 첨가하지 않은 대조군(CON), 0.5% 첨가한 NP0.5, 1.0% 첨가한 NP1.0, 그리고 1.5% 첨가한 NP1.5의 가열전후 일반성분 함량을 Table 2에 나타내었다. 가열 전 분쇄 돈육의 수분함량은 CON이 61.83%로 가장 높고, NP1.5가 59.89%로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 단백질함량은 16.24%~16.88%, 지방함량은 20.09%~20.35%로 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 회분 및 섬유소함량은 노니 분말 첨가량이 많을수록 증가하는 경향이 있었다( $p < 0.05$ ). 가열 후 수분함량은 CON이

Table 2. Chemical composition of ground pork with noni powder

Trait (%)	Ground pork meat			
	CON	NP0.5	NP1.0	NP1.5
Raw ground pork				
Moisture	61.83±0.63 <sup>a</sup>	60.95±0.45 <sup>ab</sup>	60.22±0.27 <sup>bc</sup>	59.89±0.58 <sup>c</sup>
Protein	16.24±0.54 <sup>a</sup>	16.55±0.68 <sup>a</sup>	16.88±0.49 <sup>a</sup>	16.67±0.55 <sup>a</sup>
Fat	20.22±0.92 <sup>a</sup>	20.35±0.68 <sup>a</sup>	20.09±0.87 <sup>a</sup>	20.13±0.41 <sup>a</sup>
Ash	1.71±0.11 <sup>c</sup>	1.78±0.14 <sup>bc</sup>	2.05±0.22 <sup>ab</sup>	2.17±0.16 <sup>a</sup>
Fiber	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.37±0.08 <sup>c</sup>	0.76±0.14 <sup>b</sup>	1.14±0.10 <sup>a</sup>
Cooked ground pork				
Moisture	58.78±0.38 <sup>a</sup>	57.65±0.66 <sup>b</sup>	56.88±0.51 <sup>c</sup>	56.49±0.46 <sup>c</sup>
Protein	19.63±0.86 <sup>a</sup>	20.02±1.01 <sup>a</sup>	19.86±0.74 <sup>a</sup>	19.45±0.72 <sup>a</sup>
Fat	19.37±1.05 <sup>a</sup>	19.44±0.72 <sup>a</sup>	19.51±0.48 <sup>a</sup>	19.68±0.67 <sup>a</sup>
Ash	2.22±0.20 <sup>d</sup>	2.47±0.06 <sup>c</sup>	2.95±0.12 <sup>b</sup>	3.22±0.08 <sup>a</sup>
Fiber	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.42±0.02 <sup>c</sup>	0.80±0.06 <sup>b</sup>	1.16±0.02 <sup>a</sup>

Results are expressed as means±S.D. Values with a different letter within a row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

58.78%로 가장 높았으며, 단백질 및 지방함량은 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 회분 및 섬유소함량은 노니분말 첨가량이 많을수록 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 가공식품의 일반성분 함량은 첨가하는 원부재료의 성분이 영향을 미친다. Table 1의 배합비율에서 보듯이 노니 분말 첨가량에 따라 수분함량이 감소하였기 때문에 대조군의 수분함량이 가장 높게 나타난 것이다. 그리고 노니 분말에는 약 12%의 섬유소와 약 3%의 회분이 함유되어 있어서(West 등 2011) 노니 분말 첨가량이 많을수록 회분과 섬유소가 증가한 것으로 판단된다. 본 연구의 결과는 토마토 분말을 첨가한 경우 수분함량은 감소하고, 회분과 섬유소가 증가한다는 Ghafouri-Oskuei 등(2020)과 포도씨 분말을 첨가한 경우 수분함량은 감소하고 섬유소가 증가한다는 Özvural & Vural(2011)의 결과와 유사하였다.

## 2. 분쇄돈육의 가열전후 특성

분쇄돈육의 가열전후의 특성으로 측정된 보수력, 수율, 수분보유율 및 지방보유율에 대한 결과는 Table 3과 같다. 보수력(86.18%~87.64%), 수율(73.58%~74.78%) 및 수분보유율(42.19%~43.25%)은 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 그러나 지방보유율은 CON보다 노니 분말 첨가량이 많을수록 증가하는 경향이 있었다( $p < 0.05$ ). 보수력, 수율, 수분 및 지방보유율 등은 근원섬유의 수축과 이완, 단백질 변성, 가열 온도, 저장기간, pH 등에 따라서 달라지며, 이들은 관능적인 다즙성, 탄력성, 조직특성에 영향을 미친다(Choi & Lee 2016). 본 연구는 아로니아 분말 0%~2% 첨가가 돈육 패티의 수율에 영향을 미치지 않았다는 Kim 등(2015)과 포도 껍질 분말 0%~1% 첨가가 분쇄돈육의 보수력, 수율, 수분보유율에 영향을 미치지 않았다는 Choi & Lee(2016)의 결과와 유사하였다. 그러나 노니 분말을 첨가할수록 지방보유율이 높은 것은 섬유질이 지방 유출을 억제하여 나타난 결과(Selani 등 2016)로 해석된다. 그러나 육제품에 과일 분말을 3% 이상 첨가할 경우 과도한 pH 저하로 단백질이 변성되어 오히려 가열 전후의 특성들이 저하된다(Sim DW 2019).

## 3. 분쇄돈육의 기계적 조직감

기계적 조직감은 물질의 변형, 결합, 복구, 분쇄 등을 객관적으로 측정하여 주관적인 물리적 특성을 예측할 수 있다(Brewer 등 2005). 기계적 조직감으로 경도, 탄력성, 응집성, 겹성 및 저작성을 측정한 결과를 Table 4에 나타내었다. 경도, 응집성, 겹성 및 저작성은 노니 분말 첨가량이 많아질수록 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 그러나 탄력성은 55.3%~56.7%로 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 기계적 조직감에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 첨가하는 지방의 양과 지방구 입자의 크기, 단백질의 응고 등(Youssef 등 2011)으로 알려져 있다. Selani 등(2016)은 파인애플 부산물을 첨가한 우육패티가 대조군보다 경도, 응집성, 저작성은 증가하고, 탄력성은 유의한 차이가 없다고 하였으며, Kim 등(2015)은 아로니아 분말의 첨가로 경도, 겹성, 저작성이 증가한다고 하여서 본 연구의 결과와 유사하였다. 본 연구의 모든 시료들은 동일한 종류의 지방과 지방함량으로 배합하였기 때문에 기계적 조직감의 차이가 없을 것으로 예측했으나, 경도, 응집성, 겹성 및 저작성이 대조군보다 노니 분말 첨가군이 높은 것은 노니에 함유된 유기산과 아스코르빈산(West 등 2011; Hwang 등 2019)이 단백질을 응고시켜서 나타난 결과로 판단된다. 그리고 Kim 등(2015)은 경도, 겹성, 저작성의 증가로 전체적인 기호성, 외관, 색, 풍미, 맛 등이 높아진다고 하여서 기계적 조직감의 증감과 관능특성과의 관계에 대하여 더 깊은 연구가 필요하다.

## 4. 분쇄돈육의 표면색도

가열전후 분쇄돈육의 표면색도를 측정하고, 그 결과를 Table 5에 나타내었다. 가열 전 분쇄돈육의 명도(lightness) 및 적색도(redness)는 대조군(CON)이 각각 64.6 및 11.1로 가장 높았으며, 노니 분말 첨가량이 많을수록 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ). 황색도(yellowness)는 CON이 13.2로 가장 낮았으며, NP1.5가 16.9로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 가열 후 분쇄돈육의 명도는 노니 분말을 첨가량이 많을수록 유의하게 감소하였으나, 황색도는 증가하였다( $p < 0.05$ ). 그러나 가열 후 적색도

Table 3. Water holding capacity, cooking yield, moisture retention and fat retention of ground pork with noni powder

Trait (%)	Ground pork meat			
	CON	NP0.5	NP1.0	NP1.5
Water holding capacity	87.64±2.02 <sup>a</sup>	86.38±1.75 <sup>a</sup>	86.66±1.31 <sup>a</sup>	86.18±1.22 <sup>a</sup>
Cooking yield	73.58±1.25 <sup>a</sup>	74.78±1.78 <sup>a</sup>	74.46±2.06 <sup>a</sup>	74.68±1.55 <sup>a</sup>
Moisture retention	43.25±1.06 <sup>a</sup>	43.11±1.45 <sup>a</sup>	42.35±0.63 <sup>a</sup>	42.19±1.17 <sup>a</sup>
Fat retention	70.49±0.67 <sup>c</sup>	71.44±1.03 <sup>bc</sup>	72.31±0.88 <sup>ab</sup>	73.01±0.69 <sup>a</sup>

Results are expressed as means±S.D. Values with a different letter within a row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 4. Texture profile analysis of ground pork with noni powder**

Trait	Ground pork meat			
	CON	NP0.5	NP1.0	NP1.5
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	3.6±0.2 <sup>b</sup>	3.8±0.4 <sup>b</sup>	4.2±0.2 <sup>a</sup>	4.5±0.1 <sup>a</sup>
Springiness (%)	56.7±2.1 <sup>a</sup>	55.3±1.3 <sup>a</sup>	55.9±1.5 <sup>a</sup>	56.4±0.8 <sup>a</sup>
Cohesiveness (%)	52.1±0.8 <sup>c</sup>	53.6±1.2 <sup>bc</sup>	55.7±0.9 <sup>ab</sup>	56.4±1.1 <sup>a</sup>
Gumminess (kg)	103.6±9.4 <sup>c</sup>	111.2±12.3 <sup>bc</sup>	125.6±10.7 <sup>ab</sup>	133.7±11.5 <sup>a</sup>
Chewiness (g)	18.5±0.9 <sup>b</sup>	19.3±0.5 <sup>b</sup>	20.1±1.2 <sup>b</sup>	22.0±0.8 <sup>a</sup>

Results are expressed as means±S.D. Values with a different letter within a row are significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 5. Surface color of ground pork with noni powder**

Trait	Ground pork meat			
	CON	NP0.5	NP1.0	NP1.5
Raw ground pork				
Lightness	64.6±0.7 <sup>a</sup>	62.6±0.8 <sup>b</sup>	59.4±0.4 <sup>c</sup>	56.5±0.1 <sup>d</sup>
Redness	11.1±0.1 <sup>a</sup>	8.4±0.1 <sup>b</sup>	8.2±0.2 <sup>b</sup>	8.6±0.3 <sup>b</sup>
Yellowness	13.2±0.3 <sup>c</sup>	13.1±0.7 <sup>c</sup>	15.4±0.3 <sup>b</sup>	16.9±0.8 <sup>a</sup>
Cooked ground pork				
Lightness	65.2±0.6 <sup>a</sup>	61.7±0.5 <sup>b</sup>	55.7±0.6 <sup>c</sup>	53.4±1.0 <sup>d</sup>
Redness	6.3±0.3 <sup>a</sup>	6.2±0.3 <sup>a</sup>	6.4±0.2 <sup>a</sup>	6.2±0.2 <sup>a</sup>
Yellowness	16.8±0.3 <sup>c</sup>	18.6±0.3 <sup>b</sup>	19.5±0.1 <sup>a</sup>	19.5±0.2 <sup>a</sup>

Results are expressed as means±S.D. Values with a different letter within a row are significantly different ( $p<0.05$ ).

는 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 육제품의 색깔은 myoglobin의 유도체인 deoxymyoglobin(진홍색), oxymyoglobin(선홍색), metmyoglobin(암갈색)의 비율에 따라 결정되지만(Lindahl 등 2004), 식물의 분말이나 추출물을 첨가할 경우 식물이 가지고 있는 고유의 색깔이 육제품의 색깔에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Candogan K 2002). 본 연구의 결과에서도 노니 분말에 함유되어 있는 적황색 계열의 anthraquinone계의 alizarin(Deng 등 2009)이 명도와 적색도를 감소시키고, 황색도를 증가시킨 것으로 보인다. 그리고 가열 후 명도와 적색도가 낮아진 것은 가열에 의한 myoglobin의 변성에 의한 것으로 판단된다.

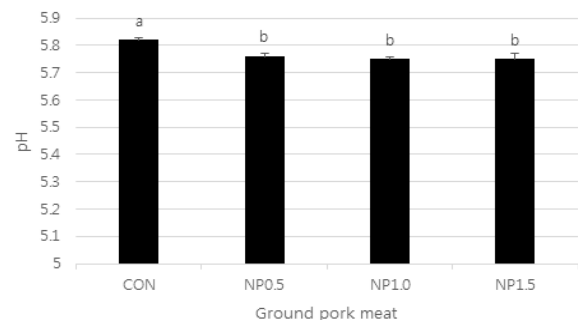
### 5. 분쇄돈육의 pH

분쇄돈육의 pH를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. CON, NP0.5, NP1.0 및 NP1.5의 pH는 각각 5.82, 5.76, 5.75 및 5.75로 CON이 가장 높았다( $p<0.05$ ). 노니 분말을 첨가한 분쇄돈육의 pH가 낮은 것은 노니에 함유된 유기산과 아스코르빈산(West 등 2011; Hwang 등 2019)이 영향을 미친 것으로 판단되고, 이러한 결과는 포도 껍질을 첨가한 분쇄돈육(Choi & Lee 2016), 석류 껍질 추출물을 첨가한 미트볼(Turgut 등 2016)의

pH가 대조군보다 낮았다는 것과 일치하였다.

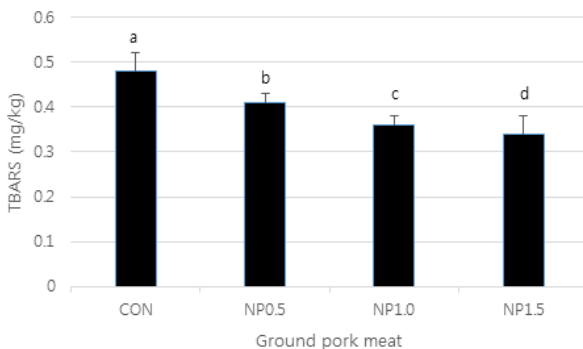
### 6. 분쇄돈육의 항산화 활성

TBARS 함량은 지질산화의 중간 단계에서 생성되는 aldehyde



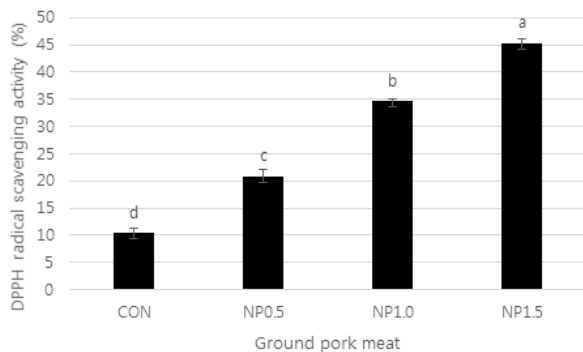
**Fig. 1. pH of ground pork with noni powder.** Each bar are expressed as means±S.D. Values with a different letter (<sup>a,b</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ). CON: ground pork meat without noni powder, NP0.5: ground pork meat with 0.5% noni powder, NP1.0: ground pork meat with 1.0% noni powder, NP1.5: ground pork meat with 1.5% noni powder.

계의 malonaldehyde의 양을 측정하여 지방함량이 높은 가공 식품의 지질산화 지표로 이용되고 있다(Raharjo & Sofos 1993). 그리고 DPPH 라디칼 소거활성은 DPPH 라디칼에 대한 전자공여 활성도를 평가하여 육제품의 항산화력 측정에 이용하고 있다(Choi & Lee 2016). 항산화 활성으로 측정된 분쇄돈육의 TBARS 함량 및 DPPH 라디칼 소거활성의 결과는 Fig. 2 및 3과 같다. 분쇄돈육의 TBARS 함량은 CON, NP0.5, NP1.0 및 NP1.5가 각각 0.48, 0.41, 0.36 및 0.34 mg/kg으로 노니 분말 첨가량이 많을수록 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2. TBARS(mg/kg) of ground pork with noni powder.**

Each bar are expressed as means±S.D. Values with a different letter (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p < 0.05$ ). CON: ground pork meat without noni powder, NP0.5: ground pork meat with 0.5% noni powder, NP1.0: ground pork meat with 1.0% noni powder, NP1.5: ground pork meat with 1.5% noni powder.



**Fig. 3. DPPH radical scavenging activity(%) of ground pork with noni powder.** Each bar are expressed as means±S.D. Values with a different letter (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p < 0.05$ ). CON: ground pork meat without noni powder, NP0.5: ground pork meat with 0.5% noni powder, NP1.0: ground pork meat with 1.0% noni powder, NP1.5: ground pork meat with 1.5% noni powder.

DPPH 라디칼 소거활성은 CON, NP0.5, NP1.0 및 NP1.5가 각각 10.4%, 20.8%, 34.6% 및 45.3%로 NP1.5가 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 따라서 분쇄돈육에 노니 분말을 첨가하면 항산화 활성이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이것은 노니에 함유되어 있는 식물성 화학물질인 scopoletin, anthraquinone, rutin, proxeronine 등의 항산화작용(Kim 등 2017; Hwang 등 2019; Zhang 등 2020)에 기인한 것이며, Tapp 등(2012)은 노니 퓨레를 첨가한 우육 패티의 TBARS 함량이 대조군보다 낮다고 하였다. 식물성 화학물질이 육제품에서 항산화활성을 나타낸다는 것은 포도씨 분말을 첨가한 소시지(Özural & Vural 2011), 연근 및 연잎 분말을 첨가한 돈육 패티(Choi 등 2012), 아로니아 분말을 첨가한 돈육 패티(Kim 등 2015), 구아바 잎을 첨가한 소시지(Tran 등 2020)에서도 같은 결과가 보고되었다.

이상의 결과에서 분쇄돈육에 노니 분말을 첨가하면 섬유질의 함량을 높이고, 지방보유율을 향상시키며, 적절한 기계적 조직감을 유지할 수 있었다. 또한 지방의 산화를 억제하여 저장성을 향상시킬 수 있었으며, 육제품 고유의 색을 유지하는 범위 내에서 분쇄돈육에는 1.5%의 노니 분말 첨가가 적절한 것으로 판단되었다.

## 요약 및 결론

본 연구는 노니 분말의 첨가가 분쇄돈육의 이화학적 특성 및 항산화 활성에 미치는 영향을 평가하였다. 분쇄돈육은 노니 분말을 첨가하지 않은 대조군(CON), 0.5% 첨가(NP0.5), 1.0% 첨가(NP1.0), 그리고 1.5% 첨가(NP1.5)하여 제조하였다. 가열전후 수분함량은 CON이 가장 높았으며, 회분 및 섬유소는 노니분말 첨가량에 따라 증가하였다( $p < 0.05$ ). 단백질 및 지방함량은 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 보수력, 수율 및 수분보유율은 시료들 사이에 유의한 차이가 없었지만, 지방보유율은 노니 분말 첨가량이 많을수록 증가하였다( $p < 0.05$ ). 경도, 응집성, 검성 및 저작성은 노니 분말 첨가량이 많을수록 증가하였다. 그러나 탄력성은 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 황색도는 노니 분말 첨가량이 많을수록 증가하였다( $p < 0.05$ ). 가열 전 적색도는 CON이 가장 높았으며( $p < 0.05$ ), 가열 후 적색도는 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. pH는 CON이 가장 높았다( $p < 0.05$ ). TBARS는 CON, NP0.5, NP1.0 및 NP1.5가 각각 0.48, 0.41, 0.36 및 0.43 mg/kg으로 NP1.5가 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). DPPH 라디칼 소거활성은 CON, NP0.5, NP1.0 및 NP1.5가 각각 10.4%, 20.8%, 34.6% 및 45.3%로 NP1.5가 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 이상의 결과 노니 분말을 첨가함으로써 항산화 활성이 증가하였으며, 육 가공 산업에서 노니의 이용 가능성을 확인하였다.

## References

- Abdel-Naeem HHS, Mohamed HMH. 2016. Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. *Meat Sci* 118:52-60
- Armenteros M, Morcuende D, Ventanas J, Estévez M. 2016. The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation. *Meat Sci* 116:253-259
- Assi RA, Darwis Y, Abdulbaqi IM, Khan AA, Vuanghao L, Laghari MH. 2017. *Morinda citrifolia* (noni): A comprehensive review on its industrial uses, pharmacological activities, and clinical trials. *Arabian J Chem* 10:691-707
- Banerjee R, Verma AK, Das AK, Rajkumer V, Shewalkar AA, Narkhede HP. 2012. Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Sci* 91:179-184
- Barbut S, Wood J, Marangoni A. 2016. Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Sci* 122:155-162
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Brewer MS, Peterson WJ, Carr TC, McCusker R, Novakofski J. 2005. Thermal gelation properties of myofibrillar protein and gelatin combinations. *J Muscle Foods* 16:126-140
- Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. In Fleischer S, Parker L (Eds.), *Methods in Enzymology*. Vol. 52, pp.302-310. Academic Press Inc
- Candogan K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *Eur Food Res Technol* 215:305-309
- Choi GW, Lee JW. 2016. Effect of grape skin on physico-chemical and sensory characteristics of ground pork meat. *Korean J Food Cookery Sci* 32:290-298
- Choi GW. 2019. Changes in the physicochemical properties of ground pork meat containing persimmon peel during refrigerated storage. *J Life Sci* 29:792-799
- Choi YJ, Park HS, Park KS, Lee KS, Moon YH, Kim MJ, Jung IC. 2012. Quality characteristics of pork patty containing lotus root and leaf powder. *J East Asian Soc Diet Life* 22:33-40
- 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* 116:505-508
- El-Magoli SB, Laroia S, Hansen PMT. 1996. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. *Meat Sci* 42:179-193
- Ganhão R, Estévez M, Armenteros M, Morcuende D. 2013. Mediterranean berries as inhibitors of lipid oxidation in porcine burger patties subjected to cooking and chilled storage. *J Integr Agric* 12:1982-1992
- Ghafouri-Oskuei H, Javadi A, Asl MRS, Azadmard-Damirchi S, Armin M. 2020. Quality properties of sausage incorporated with flaxseed and tomato powders. *Meat Sci* 161:107957
- Hoffman K, Hamm R, Blüchel E. 1982. Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapier press methode. *Fleischwirtschaft* 62:87-93
- Hwang HJ, Shin KO, Han KS. 2019. A study on the function and role of *Morinda citrifolia* L. (noni). *Korean J Food Nutr* 32:275-283
- Jiang J, Xiong YL. 2016. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Sci* 120:107-117
- Jung IC, Moon YH, Kang SJ. 2004. Effects of addition of mugwort powder on the physicochemical and sensory characteristics of boiled pork. *Korean J Food Sci Anim Resour* 24:15-22
- Kim HS, Chin KB. 2011. Physico-chemical properties and antioxidant activity of pork patties containing various tomato powders of solubility. *Korean J Food Sci Anim Resour* 31:436-441
- 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* 52:75-80
- 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* 24:1000-1006
- Kim MH, Joo SY, Choi HY. 2015. The effect of aronia powder (*Aronia melanocarpa*) on antioxidant activity and quality characteristics of pork patties. *Korean J Food Cookery Sci* 31:83-90
- Korea Food and Drug Administration [KFDA]. 2009. Food Code. pp.212-251. Moonyoungsa
- Lee YR. 2020. Antioxidant and  $\alpha$ -amylase inhibitory activity of 70% ethanolic extract from *Morinda citrifolia* L. (noni).

- Korean J Food Nutr* 33:210-214
- Lindahl G, Enfält AC, Seth G, Joselí Å, Hedebrö-Velander I, Andersen HJ, Braunschweig M, Andersen L, Lundström K. 2004. A second mutant allele (V199I) at the PRKAG3 (RN) locus-II. Effect on colour characteristics of pork loin. *Meat Sci* 66:621-627
- Özvural EB, Vural H. 2011. Grape seed flour is a viable ingredient to improve the nutritional profile and reduce lipid oxidation of frankfurters. *Meat Sci* 88:179-183
- 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* 135:54-61
- 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
- Raharjo S, Sofos JN. 1993. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissue: A review. *Meat Sci* 35:145-169
- Schilling MW, Pham-Mondala AJ, Dhowlaghar N, Campbell YL, Dinh TT, Tolentino AC, Williams JB, Xiong YL. 2019. Changes in the volatile composition of fresh pork sausage with natural antioxidants during long-term frozen storage. *Meat Muscle Biol* 3:194-209
- Selani MM, Shirado GAN, Margiotta GB, Saldaña E, Spada FP, Piedade SMS, Contreras-Castillo CJ, Canniatti-Brazaca SG. 2016. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Sci* 112:69-76
- 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 Cookery Sci* 35:471-479
- Tapp WN, Yancey JWS, Apple JK, Dikeman ME, Godbee RG. 2012. Noni puree (*Morinda citrifolia*) mixed in beef patties enhanced color stability. *Meat Sci* 91:131-136
- Tran TTT, Ton NMN, Nguyen TT, Le VVM, Sajeev D, Schilling MW, Dinh TTN. 2020. Application of natural antioxidant extract from guava leaves (*Psidium guajava* L.) in fresh pork sausage. *Meat Sci* 165:108106
- Turgut SS, Soyer A, Işıkcı F. 2016. Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. *Meat Sci* 116:126-132
- Valencia I, O'Grady MN, Ansorena D, Astiasarán I, Kerry JP. 2008. Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. *Meat Sci* 80:1046-1054
- West BJ, Deng S, Jensen CJ. 2011. Nutrient and phytochemical analyses of processed noni puree. *Food Res Int* 44:2295-2301
- 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* 122:627-632
- Youssef MK, Barbut S, Smith A. 2011. Effects of pre-emulsifying fat/oil on meat batter stability, texture and microstructure. *Int J Food Sci Technol* 46:1216-1224
- 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

---

Received 11 May, 2020

Revised 25 May, 2020

Accepted 07 June, 2020