

## 천연첨가물의 미세캡슐화공정을 이용한 돈육 패티 냉장저장 중 품질특성

김희선 · 성필남<sup>1</sup> · 장문정<sup>2</sup> · 김명환\*

단국대학교 식품공학과, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>2</sup>국민대학교 식품영양학과

### Quality Characteristics of Cold Storage Pork Patty by Micro-encapsulation of Natural Additives

Hee-Sun Kim, Pil-Nam Seong<sup>1</sup>, Moon-Jeong Chang<sup>2</sup>, and Myung-Hwan Kim\*

*Department of Food Engineering, Dankook University*

*<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA*

*<sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, Kookmin University*

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effects of micro-encapsulation for green tea, sage, and paprika oleoresin extracts as nitrate substitutes on the colors, total flavonoids, DPPH radical scavenging activities, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), and total plate counts changes of pork patties during storage for 7 d at 4°C. For color, the value of treatment 2 (micro-encapsulated) was higher than those of control (nitrate added) or treatment 1 (non-encapsulated) throughout the storage period. Total flavonoid contents of the control and treatments were similar values in the initial stage of storage and those of control, treatment 1, and treatment 2 decreased 52, 47, and 43%, respectively, after 7 d storage at 4°C. DPPH radical scavenging activities of control, treatment 1, and treatment 2 were 8.68, 18.15, and 23.57%, and TBARS values were 0.54, 0.36, and 0.33 mg/kg, respectively, after pork patty manufacturing. The TBARS value of the control increased 61%, while that of treatment 2 increased only 30% during storage for 7 d at 4°C. Total plate counts of the control and treatments were in the 2.98-3.38 log CFU/g range in the initial stage of storage, and in the 3.32-3.64 log CFU/g range after 7 d storage at 4°C, which were not significantly different at the 5% level.

**Key words:** pork patty, micro-encapsulation, green tea, sage, paprika oleoresin

## 서 론

식육가공제품에서 첨가되는 아질산염은 염지육색의 발현 및 안정화(Wirth, 1991)뿐만 아니라 *Clostridium botulinum*에 대한 정균작용(Cui et al., 2010), 독소의 생성억제작용(Hyytia et al., 1997), 육제품의 풍미향상(Fischer et al., 2005), 산패 취 감소(Arneth, 2001) 등의 중요한 역할을 하기 때문에 많이 이용되고 있다. 그러나 식품 및 생체내의 잔존아질산염은 그 자체가 독성을 가지며, 다량 섭취할 경우 혈액의 hemoglobin을 methemoglobin으로 산화시켜 methemoglobin증을 일으키며, 제2급 및 제3급 아민류와 반응하여 발암성 nitrosamine을 생성하기도 한다(Gladwin et

al., 2004; Massey et al., 2006). 이러한 이유로 식육가공제품의 잔존 아질산 이온의 양을 70 ppm으로 제한하고 있으며 아질산염 대체 또는 저감 화 및 가공 중 발생하는 nitrosamine 생성을 억제하기 위하여 천연첨가물을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

아질산염을 대체 또는 저감하기 위한 천연색소연구로는 레드비트색소(Jeong et al., 2010) 선인장색소(Kang & Lee, 2008), annatto(Zarringhalami et al., 2009), chitosan(Youn et al., 2001) 등을 들 수 있다. 향균 및 항산화연구로는 자몽종자추출물(Chin et al., 2005), 녹차추출물(Yang et al., 2006), 솔잎추출물(Kim, 2011), 키토산(Park & Kim, 2010), adzuki bean 추출물(Jayawardena et al., 2011), rosemary 추출물(Sebranek et al., 2005) 등을 들 수 있다.

미세캡슐화(Micro-encapsulation)기술은 특정 환경조건하에서 일정속도로 방출하여 핵물질(core material)이 가지고 있는 기능성 또는 생리작용을 크게 향상시킬 수 있다(Champagne & Fulstier 2007; Dubey et al., 2009). 식품산업에서의 미세캡슐화기술은 외부환경으로부터 핵물질의 고

\*Corresponding author: Myung-Hwan Kim, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea  
Tel: +82-41-550-3563; Fax: +82-41-559-7868  
E-mail: kmh1@dankook.ac.kr  
Received November 5, 2013; revised November 12, 2013; accepted November 12, 2013

유기농성유지, 산화방지 및 보존성향상, 이취차단 등의 목적으로 사용되고 있으며 핵물질로 색소(Betz & Kulozik, 2011), 향산화물질(Nesterenko et al., 2012), 산(Shi et al., 2007), 효소(Anjani et al., 2007), 미생물(Semyonov et al., 2010), 향기성분(Jeon et al., 2003, Krishna et al., 2005), 비타민(Augustin et al., 2001), 유지(Cha et al., 2007) 등이 이용되고 있다. 미세캡슐화기술은 식품산업이외에 화장품, 제약, 의약, 섬유, 방향 산업 등의 화학분야에서도 광범위하게 사용되고 있다(Hong et al., 2002).

녹차(*Camellia sinensis* L.)에는 항산화, 항균, 항암, 중금속제거 효과, 혈압강하효과, 혈중 콜레스테롤저하효과, 고혈압이나 동맥경화 예방효과, 비만억제효과, 충치억제 및 노화지연효과 등 다양한 생리활성 및 기능성을 지닌 물질이 함유되어있다(Perumalla & Hettiarachchy, 2011). 녹차의 주성분인 catechin은 폴리페놀화합물로서 (-)-epicatechin(EC), (-)-epicatechin gallate(ECG), (-)-epigallocatechin(ECG), (-)-epigallocatechin gallate(ECGC) 성분 등이 있으며 항산화작용, 항균작용, 암세포성장억제 등에 있어서 ECG가 가장 중요한 성분이며 또한 다른 flavonoid성분들과 상승작용을 한다(Fujiki, 1999; Perumalla & Hettiarachchy, 2011). 세이지(*Salvia officinalis* L.)는 유럽남부가 원산지이며 꿀벌과에 속한 다년생 초본으로 항균, 항염, 항산화력 등의 기능성을 지니고 있다(Cho et al., 2008). 세이지는 Lamiaceae family에 속하는 허브로 향신료로 많이 이용되었으며 최근 들어 우수한 항산화효과가 있다는 것이 보고되면서 향산화물질 성분들을 밝혀내려는 연구가 계속되고 있다(Areias et al., 2000). 지금까지 밝혀진 항산화성분으로는 carnosic acid, rosmarinic acid, sagecoumarin, sagericin acid, caffeic acid, luteolin-7-o-glucoside, apigenin, hispidulin, carnosol, rosmarinol과 같은 다양한 종류의 terpenes, flavonoids, phenolic acid 등이 있다. 파프리카 올레오레진(Paprika oleoresin)은 천연색소로 이용되고 있으며 capsanthin,  $\beta$ -cryptoxanthine, zeaxanthine 등의 카로티노이드계 색소를 함유하고 있으나 저장과정 중 색도뿐만 아니라 맛, 향, 영양소의 손실이 높아서 캡슐화를 이용하면 안정성이 높아진다는 연구결과가 있다(Yusop et al., 2012).

본 연구에서는 아질산염 대체제로서 녹차, 세이지 및 파프리카 올레오레진 추출물에 피복물질로 말토덱스트린(maltodextrin)과 사이클로덱스트린(cyclodextrin)을 적용하여 미세캡슐화한 후 돈육 패티 제조 시 천연첨가물로 사용하였을 때 저장과정에서의 품질특성을 비교 분석하는데 있다.

## 재료 및 방법

### 재료

녹차와 세이지 추출물은 각각 가루나라(Seoul, Korea), (주)이슬나라(Daegu, Korea)에서 구입하였고 파프리카 올레오레

진은 (주)에이원카프(Anyang, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 말토덱스트린과 사이클로덱스트린은 각각 (주)한국마쓰다니(Seongnam, Korea)와 대상(주)전분당(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

### 미세캡슐공정

미세캡슐공정으로서 핵물질인 녹차와 세이지 추출물은 사이클로덱스트린:말토덱스트린 = 1:3 비율의 피복물질로, 파프리카 올레오레진추출물은 말토덱스트린 단독의 피복물질을 사용하였다. 이때 핵물질과 피복물질의 비는 1:4(w/w)로 하였다. 아질산염 대체제로서 천연첨가물 선정은 항균, 항산화 및 색소의 기능성을 지닌 13가지의 천연물추출물에 대하여 각각 0-0.5%(w/w)농도에 따른 기능성분석을 통하여 최종 선정하였으며 농도조절은 반응표면분석법을 이용한 관능검사의 기호도 분석을 통하여 최적의 농도를 설정하였다. 피복물질의 선정과 비율 또한 예비실험을 통한 최적조건결과에 준하여 실행하였다. 미세캡슐공정은 핵물질에 말토덱스트린 또는 사이클로덱스트린과 증류수를 첨가하여 수화시킨 후 hydro shear homogenizer(Janke & Kunkel, IKA® Labortechnik, Staufen, Germany)를 이용하여 8,000 rpm에서 30분간 균질 화시켜 제조하였다. 균질화한 후 40°C에서 16.7%(w/v)의 농도로 rotary vacuum evaporator (BUCHI rotavapor R-124 and BUCHI water bath B-480, Flawil, Switzerland)를 이용하여 감압 농축하였다. 분말제조는 감압 농축된 시료를 동결건조기(SFDSM24L, Samwon Freezing Engineering Co., Seongnam, Korea)로 수분함량 6%(dry basis)까지 건조하였다. 미세캡슐화한 천연첨가물의 외형사진은 Fig. 1과 같다.

### 패티제조

원료 육으로 돈육 후지부위를 준비하여 과도한 지방과



Fig. 1. Appearances of non-capsulated (A) and micro-encapsulated (B) natural additives.

**Table 1. Formula of pork patty with natural additives. (%)**

	Control	Non-capsulated	Micro-encapsulated
Pork	82.5	82.5	82.5
Fat	5	5	5
Ice	9.69	9.5	9.5
Olive oil	0.5	0.5	0.5
Isolated soy protein	0.5	0.5	0.5
Carrageenan	0.2	0.2	0.2
Lite salt	1	1	1
Black pepper powder	0.3	0.3	0.3
Phosphate	0.3		
NaNO <sub>2</sub>	0.01		
Natural additives (green tea, sage, paprika oleoresin)		0.5	0.5
Total	100	100	100

결체조직을 제거하고 원료 육과 지방을 각각 8 mm plate 로 분쇄하여 사용하였고 부재료는 원료 육 무게에 대한 등 지방, 천연첨가물, 올리브유, ISP, 카라기난, 염화나트륨, 염화칼륨, 후추, ice water를 사용하였으며 패티 제조 시의 배합 비는 Table 1과 같다. 이때 천연첨가물로서 총 원료 대비 녹차추출물 0.10%, 세이지추출물 0.077%, 파프리카 올레오레진추출물 0.323%(w/w)를 사용하였다. 혼합기 (K5SS, Kitchen Aid, St. Joseph, MI, USA)를 이용하여 원료 육, 천연첨가물, 염화나트륨, 염화칼륨, 후추, ice water (1 차)를 넣고 1 단에서 15분간 혼합 후 등 지방, 올리브유, ISP, 카라기난(2 차)을 넣고 2 단에서 5분간 혼합하였다. 혼합 육을 스텐인레스 패티틀(100×100×12 mm)에 115±0.5 g 넣어 성형하여 패티를 제조하였다.

#### 저장

시료저장은 PET/AL/PE의 수증기투과(water vapor penetration)를 제어할 수 있는 적층필름 파우치를 사용하여 상압 밀봉하였다. 포장된 시료는 4°C의 온도조건에서 7 일 간 저장하였다.

#### 색도

시료의 색도는 색차계(CR-410, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 각각 L, a, b 값을 5 회 반복 측정하였다. Calibration plate의 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값은 각각 98.34, -0.17, 1.45이었다.

#### 총 플라보노이드

총 플라보노이드 함량은 시료 0.5 mL에 10% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 용액 1 mL와 1 M potassium acetate 용액 0.1 mL를 첨가한 다음 증류수 4.3 mL를 더 첨가하였다. 실온에서 40분간

반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 플라보노이드함량을 구하기 위한 표준물질로는 quercetin을 이용하여 작성한 표준검량곡선으로부터 함량을 구하였다.

#### DPPH(1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl) radical 소거활성

항산화활성을 조사하기 위하여 유리라디칼인 DPPH를 이용한 radical 소거활성 측정은 Han et al.(2006)의 방법을 이용하였다. 즉, 각 조건에서의 시료 1 mL를 시험관에 넣고 4.0 mL의 95%(v/v)의 ethyl alcohol을 가하여 실험용액을 제조하였다. 이 용액에 0.2 mM DPPH용액 1.0 mL를 넣고 상온에서 30분간 반응시킨 후 UV-Vis spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 증류수를 이용하여 동일한 방법으로 수행하였으며 각 시료에 대한 DPPH radical 소거활성(%)은 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: absorbance of sample, B: absorbance of blank

#### Thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)

패티의 유지추출은 ethyl ether 침지법을 이용하여 패티 40 g에 ethyl ether 400 mL을 가하여 2시간 동안 추출한 다음 여과지(Whatman No.2)를 이용하여 여과한 후 sodium sulfate anhydrous로 탈수하였다. 통과된 여액을 감압 농축하여 ethyl를 완전히 제거한 후 분석시료로 사용하였다. 위의 방법으로 추출된 유지 1 g을 시험관에 정확히 취하고 benzene 1 mL을 가하여 유지를 잘 용해한 다음 TBA시약 20 mL을 넣은 후 vortex mixer로 잘 혼합하여 100°C 끓는 수조에 시험관을 넣고 30분 동안 반응시킨 다음 흐르는 물에서 10분 동안 냉각하였다. 위에 뜬 층을 제거하고 아래층만 취하여 UV visible spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 530 nm에서 흡광도를 측정한 후 그 값에 100곱하여 TBARS값으로 표시하였다. 이때, blank 는 benzene을 사용하였다.

#### 총균수

패티 10 g에 1% peptone수 90 mL를 첨가하여 1분 동안 균질화하였고 1% peptone수로 단계 희석하였다. 총균수는 plate count agar(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)를 이용하여 36°C에서 48시간 배양한 후 나타나는 colony수를 계수하여 Log CFU/g으로 나타내었다.

#### 통계처리

통계분석은 SAS(Statistical Analysis System, version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program을 사용하였

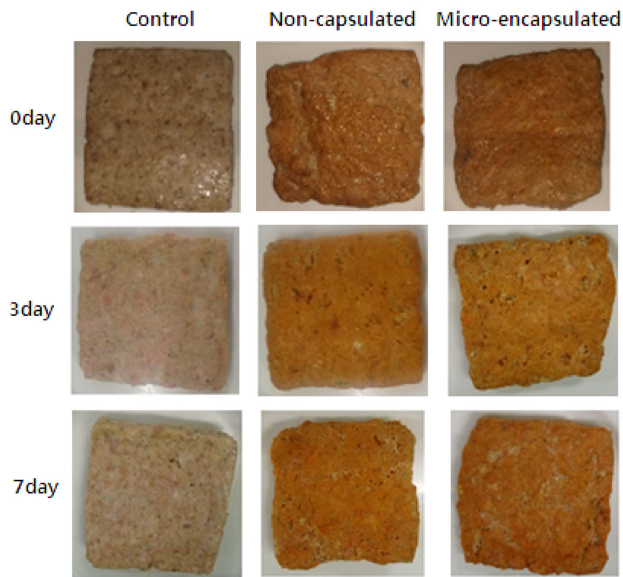


Fig. 2. Appearances of non-capsulated and micro-encapsulated pork patties during storage at 4°C.

고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검정( $\alpha=0.05$ )을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 외관

4°C의 냉장저장과정에서 패티의 외관사진은 Fig. 2와 같다. 저장초기 아질산염을 첨가한 대조구는 옅은 갈색의 색상을 띄고 있었으나 비 캡슐화한 처리구 1과 미세캡슐화한 처리구 2 모두 붉은색을 띄었다. 이는 천연첨가물 중 파프리카 올레오레진추출물에 의한 현상이라 생각된다. 저장기간이 지남에 따라서 대조구의 경우 색상이 옅어졌으며 처리구 1과 처리구 2는 붉은색을 계속 유지하고 있었다. 천연색소로 이용되는 파프리카 올레오레진추출물은 추출용매

에 따라서 최대흡수파장이 444-458 nm이며 색가(ASTA) 또한 추출용매에 따라 577-1603 CU이라는 결과가 있다 (Lee et al., 2002).

### 색도

L(명도) 값에서는 저장초기 대조구가 처리군보다 높게 나타났으며 저장기간에 따른 변화에서는 대조구와 처리군 모두 큰 차이가 없었다(Table 2). a(적색도) 값에서 저장 7일 후 처리구 1은 17.84에서 12.47로 처리구 2는 37.51에서 23.89로 감소를 보였다. 이러한 현상은 저장과정에서 파프리카 올레오레진추출물의 색도 안정성이 떨어졌기 때문이라 생각된다(Yusop et al., 2012). 파프리카 올레오레진추출물은 처리구 2가 처리구 1보다 저장기간 내내 높은 값이었으며 5%내에서 유의성 차이를 보임으로써 미세캡슐화가 a 값 향상에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 파프리카 올레오레진추출물을 0.323%(w/w)첨가한 처리군의 a 값이 Kim & Chin(2011)의 토마토 분말이나 추출물을 0.5% (w/w) 돈육 패티에 첨가하였을 때의 9.09-10.20 값보다 높게 나타났다. 대조구는 저장초기 5.22에서 저장 7일 후 5.65로 저장 중 변화가 거의 없었으며 5%내에서 유의성 차이를 보이지 않았다. b(황색도) 값은 대조구보다 처리군이 저장기간에 관계없이 높았으며 대조구와 처리군 모두 저장기간에 따른 변화는 크게 나타나지 않았다.

### 총 플라보노이드

저장초기 대조구와 처리군 간에 총 플라보노이드함량에 있어서 유사한 값을 보였으며 5%내에서 유의성 차이가 없었다(Table 3). 저장기간이 길어짐에 따라서 대조구와 처리군 모두 총 플라보노이드함량의 감소가 나타났다. 저장 7일후에는 저장초기대비 대조구는 약 52%의 감소가 나타난 반면 처리구 1과 처리구 2에서는 각각 47과 43%가 감소하였으며 대조구, 처리구 1, 처리구 2 간에 5%내에서 유의성 차이를 보였다. 처리구 1과 처리구 2를 비교하여 볼 때 미세캡슐화가 저장 중 총 플라보노이드함량의 감소를

Table 2. Color values of non-capsulated and micro-encapsulated pork patties during storage at 4°C.

Storage period (day)		L	a	b
0	Control	65.05±0.33 <sup>1a</sup>	5.22±0.04 <sup>c</sup>	12.47±0.08 <sup>c</sup>
	Non-capsulated	51.54±0.46 <sup>b</sup>	17.84±0.20 <sup>b</sup>	30.55±0.43 <sup>a</sup>
	Micro-encapsulated	45.50±0.27 <sup>c</sup>	37.51±0.17 <sup>a</sup>	28.83±0.32 <sup>b</sup>
3	Control	66.22±0.04 <sup>a</sup>	4.42±0.04 <sup>c</sup>	12.32±0.03 <sup>c</sup>
	Non-capsulated	52.64±0.09 <sup>b</sup>	14.75±0.09 <sup>b</sup>	28.95±0.21 <sup>b</sup>
	Micro-encapsulated	52.67±0.15 <sup>b</sup>	25.32±0.05 <sup>a</sup>	30.73±0.09 <sup>a</sup>
7	Control	63.17±0.13 <sup>a</sup>	5.65±0.13 <sup>c</sup>	14.51±0.14 <sup>c</sup>
	Non-capsulated	52.48±0.07 <sup>b</sup>	12.47±0.02 <sup>b</sup>	29.18±0.08 <sup>b</sup>
	Micro-encapsulated	52.99±0.19 <sup>b</sup>	23.89±0.16 <sup>a</sup>	30.48±0.12 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means±SD

<sup>a-c</sup> Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

**Table 3. Total flavonoids of non-capsulated and micro-encapsulated pork patties during storage at 4°C.**

	Storage period (day)		
	0	3	7
Control	5.93±0.06 <sup>1)ns</sup>	3.00±0.02 <sup>b</sup>	2.86±0.02 <sup>c</sup>
Non-capsulated	5.98±0.14 <sup>ns</sup>	3.06±0.01 <sup>b</sup>	3.15±0.01 <sup>b</sup>
Micro-encapsulated	6.07±0.07 <sup>ns</sup>	5.82±0.02 <sup>a</sup>	3.45±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means±SD

<sup>a-c</sup> Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> Not significant.

억제시키는 것으로 나타났다. 플라보노이드는 C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>을 기본골격으로 담황색 또는 노란색을 띠고 있는 페놀계 화합물의 총칭으로서 가열공정이나 저장과정에서 안정성이 낮다(Igual et al., 2011). 피스타치오를 54°C에서 34시간 건조시키는 과정에서 14.1%의 감소가 나타났으며 5%(wet basis) 수분함량의 피스타치오를 질소충진 포장한 상태에서 1°C, 12개월 저장하는 과정 중 21.8%의 감소를 보였다(Tsantili et al., 2011). 본 실험결과가 Tsantili 등(2011)의 결과에 비하여 저장안정성이 떨어진 것은 기체조절 없는 상압포장과 수분함량차이에 기인되었다고 사료된다.

**DPPH(1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl) radical 소거활성**

DPPH radical 소거법은 DPPH는 분자 내에 안정한 radical을 함유하지만 항산화물질의 전자공여 능으로 인해 방향족화합물 및 방향족아민류에 의해 환원되어 자색이 탈색에 의해 나타내는 정도를 지표로 하여 항산화활성을 측정하는 방법이다(Yoshino et al., 1998). 저장초기의 DPPH radical 소거활성은 대조구가 8.68%로서 가장 낮았으며 처리구 1과 처리구 2는 각각 18.15와 23.27%로 높게 나타났다(Table 4). 이러한 결과는 천연첨가물 중 녹차와 세이지 추출물에 기인되었다 사료된다. 녹차추출물의 DPPH radical 소거활성의 경우 catechin류의 조성에 따라 항산화력이 다르며 분자수준에서 볼 때 (-)-Epigallocatechin gallate(EGCG)가 가장 높으며 그 다음은 (-)-Epicatechingallate(ECG), (-)-Epigallocatechin(EGC), (-)-Epicatechin(EC) 순으로 나타났다고 하였다(Tang et al., 2002). 저장 중 패티의 DPPH radical 소거활성변화로 처리구 1과 처리구 2는 저장 7일 후에도 DPPH radical 소거활성이 각각 12.74와 18.45%이었으나 대조구의 경우에는 6.63%수준에 불과하였다. 처리구 간에 비교로써 미세캡슐화(처리구 2)가 비 캡슐(처리구 1)에 비하여 DPPH radical 소거활성에 도움이 되는 것으로 나타났다.

**Thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)**

지방의 산패정도를 알 수 있는 TBARS 값을 Table 5에

**Table 4. DPPH radical scavenging activities of non-capsulated and micro-encapsulated pork patties during storage at 4°C.**

	Storage period (day)		
	0	3	7
Control	8.68±0.10 <sup>1)c</sup>	7.59±0.31 <sup>c</sup>	6.63±0.37 <sup>c</sup>
Non-capsulated	18.15±0.84 <sup>b</sup>	14.44±0.10 <sup>b</sup>	12.74±0.52 <sup>b</sup>
Micro-encapsulated	23.27±0.68 <sup>a</sup>	19.64±0.26 <sup>a</sup>	18.45±0.68 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means±SD

<sup>a-c</sup> Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

**Table 5. TBARS of non-capsulated and micro-encapsulated pork patties during storage at 4°C.**

	Storage period (day)		
	0	3	7
Control	0.54±0.09 <sup>1)ab</sup>	0.66±0.03 <sup>a</sup>	0.87±0.06 <sup>a</sup>
Non-capsulated	0.36±0.06 <sup>b</sup>	0.41±0.08 <sup>b</sup>	0.49±0.06 <sup>b</sup>
Micro-encapsulated	0.33±0.03 <sup>b</sup>	0.36±0.03 <sup>c</sup>	0.43±0.05 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Means±SD

<sup>a-c</sup> Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

나타내었다. 저장초기의 TBARS 값에서 대조구, 처리구1 및 처리구 2는 각각 0.54, 0.36 및 0.33 mg/kg으로 나타나 아질산염을 첨가한 대조구가 천연첨가물의 처리 군에 비하여 높은 값을 보였다. 이러한 천연첨가물의 지방산패 억제 현상은 항산화활성을 지닌 토마토추출물첨가에서도 나타났으며(Kim & Chin, 2011) 본 실험에서는 녹차추출물과 세이지 추출물에 의하여 나타나는 것이라 사료된다. 저장과정에서도 저장 7일 후 대조구는 약 61%의 증가가 있었던 반면 미세캡슐화한 처리구 2에서는 약 30%의 증가에 그쳤다. 신선 돈육의 경우에 1.2 mg/kg이상에서는 부패 취가 발생된다고 하였다(Turner et al., 1954).

**총균수**

4°C의 7일간 저장 중 대조구와 처리구 간의 총균수의

**Table 6. Total plate counts of non-capsulated and micro-encapsulated pork patties during storage at 4°C.**

	Storage period (day)		
	0	3	7
Control	2.98±0.06 <sup>1)ns</sup>	2.95±0.02 <sup>ns</sup>	3.64±0.34 <sup>ns</sup>
Non-capsulated	3.05±0.10 <sup>ns</sup>	3.17±0.02 <sup>ns</sup>	3.32±0.05 <sup>ns</sup>
Micro-encapsulated	3.38±0.31 <sup>ns</sup>	2.83±0.15 <sup>ns</sup>	3.35±0.03 <sup>ns</sup>

<sup>1)</sup> Means±SD

<sup>a-c</sup> Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> Not significant.

변화는 Table 6과 같다. 저장초기 대조구와 처리군 간의 총균수에서 차이가 나타나지 않았으며 2.98-3.38 log CFU/g 수준이었다. 대조구와 처리군 모두 7 일간의 저장기간 동안에 총 균수의 급격한 증식은 나타나지 않았으며 저장 7 일 후 3.32-3.64 log CFU/g 수준으로 저장기간에 따른 유의성차이를 보이지 않았다. 이러한 현상은 녹차와 세이지 추출물의 항균작용에 기인되었다고 사료된다.

## 요 약

본 연구에서는 아질산염 대체제로서 녹차, 세이지, 파프리카 올레오레진 추출물을 미세캡슐 화하여 돈육 패티 제조과정에서 첨가 시 4°C의 저장과정에서 색도, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거활성, TBARS, 총균수 등의 변화를 비교 분석하였다. 색도에서는 미세캡슐화한 처리구 2가 비 캡슐화의 처리구 1나 아질산염첨가 대조구보다 저장기간 내내 높은 a 값을 보였다. 총 플라보노이드 함량에 있어서 저장초기 대조구와 처리구간에 유사한 값을 보였으나 저장 7 일후에는 저장초기대비 대조구는 약 52%의 감소가 나타난 반면 처리구 1과 처리구 2에서는 각각 47과 43%가 감소하였다. DPPH radical 소거활성은 저장초기의 대조구가 8.68%로서 가장 낮았으며 처리구 1과 처리구 2는 각각 18.15와 23.27%로 높게 나타났다. TBARS 값에서는 대조구, 처리구1 및 처리구 2는 각각 0.54, 0.36 및 0.33 mg/kg으로 나타나 아질산염을 첨가한 대조구가 천 연첨가물의 처리군에 비하여 높은 값을 보였다. 저장과정에서도 저장 7 일 후 대조구는 약 61%의 증가가 있었던 반면 처리구 2에서는 약 30%의 증가에 그쳤다. 총균수에서는 저장초기 대조구와 처리군 간의 차이가 없었으며 2.98-3.38 log CFU/g 수준이었고 저장 중 급격한 증식이 없었다. 저장 7 일 후에도 3.32-3.64 log CFU/g 수준으로 유의성차이를 보이지 않았다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ907122)의 지원에 의한 연구결과로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

Anjani K, Kailasapathy K, Philips M. 2007. Microencapsulation of enzymes for potential application in acceleration of cheese ripening. *Int. Dairy J.* 17: 79-86.  
 Areias F, Valentao P, Andrade PB, Ferreres F, Seabra RM. 2000. Flavonoids and phenolic acids of sage: Influence of some agricultural factors. *J. Agric. Food Chem.* 48: 6081-6084.  
 Arneith W. 2001. Chemistry curing meat flavour. *Fleischwirtschaft.* 81: 85-87.

Augustin MA, Sanguansri L, Margetts C, Young B. 2001. Microencapsulation of Food ingredients. *Food Aust.* 53: 220-223.  
 Betz M, Kulozik U. 2011. Microencapsulation of bioactive bilberry anthocyanins by means of whey protein gels. *Procedia Food Sci.* 1: 2047-2056.  
 Cha KH, Yang JS, Yeon SH, Hong JH, Kim MS, Kim JS, Hwang SJ. 2007. Microencapsulation of fish oil by spray drying using different wall materials. *J. Kor. Pharm. Sci.* 37: 113-117.  
 Champagne CP, Fustier P. 2007. Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Curr. Opin. Biotech.* 18: 184-190.  
 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. Ani. Resour.* 25: 141-148.  
 Cho YJ, Ju IS, Yun DH, Chun SS, An BJ, Kim JH, Kim MU. 2008. Biological activity of extracts from garden sage (*Salvia officinalis* L.). *J. Appl. Biol. Chem.* 51: 296-301.  
 Cui H, Gabriel AA, Nakano H. 2010. Antimicrobial efficacies of plant extracts and sodium nitrite against *Clostridium botulinum*. *Food Control* 21: 1030-1036.  
 Dubey R, Shami TC, Bhasker-Rao KU. 2009. Microencapsulation technology and application. *Defense Sci. J.* 59: 82-95.  
 Fischer A, Bristle A, Gehring U, Herrmann K, Gibis M. 2005. Reddening of emulsion type sausage without nitrite curing salt - Part 1: Color, color stabilization, nitrite and nitrate concentrations, sensory properties. *Fleischwirtschaft.* 85: 110-115.  
 Fujiki H. 1999. Two stages of cancer prevention with green tea. *J. Cancer Res. Clin. Oncol.* 125: 589-597.  
 Gladwin MT, Crawford JH, Patel RP. 2004. The biochemistry of nitrite oxide, nitrite, and hemoglobin: Role in blood flow regulation. *Free Radic. Biol. Med.* 36: 707-717.  
 Han SH, Woo NRY, Lee SD, Kang MH. 2006. Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 14: 49-55.  
 Hong EM, Yu MG, Noh BS, Chang PS. 2002. Optimization of onion oil microencapsulation by response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 437-443.  
 Hyytia E, Eerola S, Hielm S, Korkeala H. 1997. Sodium nitrite and potassium nitrate in control of nonproteolytic *Clostridium botulinum* outgrowth and toxigenesis in vacuum-packed cold-smoked rainbow trout. *Int. J. Food Microbiol.* 37: 63-72.  
 Igual M, Garcia-Martinez E, Camacho MM, Martinez-Navarrete N. 2011. Changes in flavonoid content of grapefruit juice caused by thermal treatment and storage. *Innov. Food Sci. Emerg.* 12: 153-162.  
 Jayawardena BC, Hirano T, Han KH, Ishii H, Okada T, Shibayama S, Fukushima M, Sekikawa M, Shimada KI. 2011. Utilization of adzuki bean extract as a natural antioxidant in cured and uncured cooked pork sausages. *Meat Sci.* 89: 150-153.  
 Jeon YJ, Vasanthan T, Temelli F, Song BK. 2003. The suitability of barley and corn starches in their native and chemically modified forms for volatile meat flavor encapsulation. *Food Res. Int.* 36: 349-355.  
 Jeong HJ, Lee HC, Chin KB. 2010. Effect of red beet on quality and color stability of low-fat sausages during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30: 1014-1023.  
 Kang JO, Lee SG. 2008. Effects of *Opuntia ficus-indica* pigment

- and sodium lactate on nitrite-reduced sausage. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* 50: 551-560.
- Kim HS, Chin KB. 2011. Physico-chemical properties and antioxidant activity of pork patties containing various tomato powders of solubility. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31: 436-441.
- Kim YJ. 2011. Effects of addition of pine needle extracts in different forms on the antioxidant and residual nitrite contents of emulsified sausages during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31: 74-80.
- Krishnan S, Kshiragar AC, Singghal RS. 2005. The use of gum arabic and modified starch in the microencapsulation of a food flavoring agent. *Carbohydr. Polym.* 62: 309-315.
- Lee SO, Lee SK, Kyung SH, Park KD, Kang HG, Park JS. 2002. A study on detection of residual solvent, ethoxyquin and color stability in oleoresin paprika extracts. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 45: 77-83.
- Massey RC, Crews C, Davies R, McWeeny DJ. 2006. A study of the competitive nitrosations of pyrrolidine, ascorbic acid, cysteine and a protein-based model system. *J. Sci. Food Agric.* 29: 815-821.
- Nesterenko A, Alric I, Silvestre F, Durrieu V. 2012. Influence of soy protein's structural modifications on their properties:  $\alpha$ -tocopherol microparticles preparation. *Food Res. Int.* 48: 387-396.
- Park WY, Kim YJ. 2010. Effects of chitosan with different molecular weight and nitrite addition on the residual nitrite contents and shelf-life of emulsified sausage during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30: 269-276.
- Perumalla AVS, Hettiarachchy NS. 2011. Green tea and grape seed extracts- Potential applications in food safety and quality. *Food Res. Int.* 44: 827-839.
- Sebranek JG, Sewalt VJH, Robbins KL, Houser TA. 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Sci.* 69: 289-296.
- Semyonov D, Rammon O, Kalplun Z, Lavin Brener L, Gurevich N, Shimoni E. 2010. Microencapsulation of *Lactobacillus paracasei* by spray freeze drying. *Food Res. Int.* 43: 193-202.
- Shi G, Rao L, Yu H, Xiang YH, Pen G, Long S, Yang C. 2007. Yeast-cell-based microencapsulation of chlorogenic acid as a water-soluble antioxidant. *J. Food Eng.* 80: 1060-1067.
- Tang SZ, Kerry JP, Sheehan D, Buckley DJ. 2002. Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. *Food Chem.* 76: 45-51.
- Tsantili E, Konstantidis K, Christopoulos MV, Roussor PA. 2011. Total phenolics and flavonoids and total antioxidant capacity in pistachio(*Pistachio vee L.*) nuts in relation to cultivars and storage conditions. *Sci. Horticulture-England* 129: 694-701.
- Turner EW, Paynter WD, Montie EJ, Basserk MW, Struck GM, Olson FC. 1954. Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity of frozen pork. *Food Technol.* 8: 326-330.
- Wirth F. 1991. Restricting and dispensing with curing agents in meat products. *Fleischwirtschaft* 71: 1051-1054.
- Yang HS, Jeong JY, Lee JI, Yun IR, Joo ST, Park GB. 2006. Extracts of green tea extracts on quality characteristics and reduced nitrite content of emulsion type sausage during storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 26: 454-463.
- Yoshino M, Murakami K. 1998. Interaction of iron with polyphenolic compounds application to antioxidant characterization. *Anal. Biochem.* 257: 40-44.
- Youn SK, Park SM, Kim YJ, Ahn DH. 2001. Studies on substitution effect of chitosan against sodium nitrite in pork sausage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 551-559.
- Yusop SM, O'Sullivan MG, Preub M, Weber M, Kerry JF. 2012. Assessment of nanoparticle paprika oleoresin on marinating performance and sensory acceptance of poultry meat. *LWT- Food Sci. Technol.* 46: 349-355.
- Zarringhalami S, Sahari MA, Hamidi-Esfehani Z. 2009. Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. *Meat Sci.* 81: 281-284.