

미트패티에 아질산 대체제로서의 토마토분말 효과

김일석 · 진상근 · 허인철 · 최승연 · 정현정 · 이종근 · 강상아 · 우경민 · 강석남*

진주산업대학교 생명자원과학대학 동물소재공학과

Effect of Tomato Powder on Meat Patties as Nitrite Alternatives

Il-Suk Kim, Sang-Keun Jin, In-Chul Hur, Seung-Yun Choi, Hyun-Jung Jung, Jung-Keun Lee,
Sang-Ha Kang, Gyung-Min Woo, and Suk-Nam Kang*

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University

Abstract

This study was carried out to determine the effects of tomato powder (TP) as nitrite (NT) on pork patties. The following treatments were made: 0.01% NT (T1), 0.01% NT and 1.0% TP (T2), 0.5% TP (T3), 1.0% TP (T4), and 0.01% NT and 1.0% TP (T5) were in basal formula (C). The following observations were made: T5 displayed lower gumminess and adhesiveness values than those of C and T1 ($p<0.05$) on Day 1 of storage; the hardness and surface hardness of T3 and T4 were relatively lower and the surface hardness and gumminess of T3 were relatively higher than the others ($p<0.05$) on Day 21 of storage; Y4 had significantly lower TBARS values than the others during storage; VBN values of the tested groups were significantly lower than the control samples on Day 7 and 21 of storage; T3 and T4 samples displayed lower pH values ($p<0.05$) than the control samples on Day 21 of storage; T3, T4 and T5 revealed lower CIE L* and W than those of C and T1 during storage; T2 had the highest CIE a* ($p<0.05$); T4 had significantly higher CIE b* and chroma values than those of others; T3 and T4 had significantly lower total plate counts than the others; T1 had significantly lower yeast and mold and *Staphylococcus sp.* counts than the other groups'; and T1 and T2 displayed significantly higher color acceptability than the others.

Key words : tomato powder, lycopene, nitrite, meat patties, storage

서 론

아질산염(nitrite; NaNO_2 또는 KNO_2)은 축산식품에 광범위하게 사용되고 있으며, 육제품의 발색(붉은색) 및 미생물 억제작용(Jira, 2004), 항산화작용(Skovgaard, 1992), 보수력 및 풍미증진에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(USDA, 1986; Kang and Lee, 2003). 하지만 아질산염은 다량 섭취시 발암물질의 생성과 급성 청색증(methemoglobinemia)을 유발하여 산소운반 능력을 저하시키는 보고(Hotchkiss and Cassens, 1987)등이 있으며, 아질산염이 질산염을 생성하고 이어 N_2O_2 (이산화이질소)를 생성하는데, 이는 단백질, thiols, 콜레스테롤, 헤모프로테인과 지질 등과 쉽게 반응한다는 보고되었다(Ito *et al.*, 1983),

식이 또는 음용수내에 아질산나트륨을 급여한 rat들에 관한 연구에서 종양이 증가하였다고(Aoyagi *et al.*, 1980; Hechelmann, 1974; Mirvish *et al.*, 1980)하였으나, 다른 연구들에서는 아질산 급여와 종양 발생 간에 관련이 없다고 하였다(Maekawa *et al.*, 1982; Grant and Butler, 1989). 하지만, 아질산염의 소비와 인체에서의 좋지 않은 문제점에 대한 상관관계에 대한 동물 실험과 역학 조사 결과는 일치하지 않고 있고 직접적인 발암 물질인지에 대하여는 논쟁이 되고 있다. 이에 소비자들은 천연물질을 이용한 제품에 관심이 높아지고 있으며, 많은 연구가 진행 중이다(Desmond and Kenny, 2005). 천연물질 중에서 토마토는 천연 색소물질로서 기존 첨가물을 대체할 수 있는 기능을 갖는 물질로 인식되고 있다. 토마토 및 토마토 부산물은 lycopene, β -carotene, phytoene, phytofluene 및 lutein 등의 carotenoid 성분이 다량 함유되어 있으며(Goula and Adamopoulos, 2005; Tapiero *et al.*, 2004), lycopene이 주요 성분이라고 보고되었다(Clinton, 1998). Lycopene은 세포의 산화를 방지하여 급성질환을 줄일 수 있다고 보고되

*Corresponding author : Suk Nam Kang, Dept. of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea. Tel: 82-55-751-3512. Fax: 82-55-751-3512, E-mail: whitenightt@hanmail.net

었으며(Rao and Agarwal, 1998), 향암 특성이 보고되었다(Omoni and Aluko, 2005). 아직까지 토마토의 80%가 주스, paste, pure, 케첩 및 소스의 원료로 이용되고 있으나(Gould, 1992), 이를 이용한 육제품에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다(Calvo *et al.*, 2008; Candogan, 2002; Deda *et al.*, 2007; Yilmaz *et al.*, 2002; Osterlie and Lerfall, 2005; Snchez-Escalante *et al.*, 2003).

Osterlie와 Lerfall(2005)은 토마토소재를 축산식품에 적용할 때 pH를 감소시킨다고 하였고, Yilmaz 등(2002)은 미생물의 감소를 보고하였으며, Osterlie와 Lerfall(2005)은 육색이 우수하고 아질산염 대체제로 사용이 가능하다고 제안하였다. 이에 본 연구는 아질산염의 첨가량을 줄이고 대신에 토마토에서 추출한 천연색소 및 천연 라이코펜을 첨가한 미트볼을 제조하여 품질특성을 조사함으로써 토마토 분말의 혼합을 통한 아질산염 대체 가능성에 대해서 조사하였다.

재료 및 방법

토마토 파우더 준비

토마토는 여름철 농산물 도매 시장에서 구입하여 세척, 절단 및 분쇄하여 토마토 1 kg에 대하여 280 mL의 올리브유를 첨가 혼합한 후 수분함량이 3-5%가 될 때까지 80°C에서 건조기(DMC-122SP; Daeil Engr. Co., Korea)로 건조하였다. 건조 이후 오일성분은 흡습제로 수거하였으며 이때 오일의 함량은 0.05%로 나타났다. 이후 분쇄기로(3030, Hsign Feng Enterprise Factory, Taichung, Taiwan) 분쇄하고 40 mesh 이하만을 실험에 사용하였다. 이때 올리브처리 토마토 분말의 색은 명도가 46.24, 적색도가 8.26, 황색도가 6.26이었다. 토마토 분말의 라이코펜 함량은 Boileau 등(2000)의 방법에 따라 분석 결과 20 mg/100 g이었다.

미트패티의 제조

미트패티의 제조를 위해 등심근(*M. longissimus dorsi*)은 가식지방을 제거하여 믹서기로(HFS 350G, Handkook Fugee Industries Co. Ltd., Korea) 0.6 mm크기로 세절하였으며, 돼지 등지방도 동일 크기로 분쇄하였다. 기본 배합비는 등심 81.26%, 등지방 1.78%, 지방대체제(ISP: carrageenan: maltodextrin: Water = 1: 0.5: 0.5: 10) 1.43%, 물 1.76%, NaCl 0.94%, KCl 0.40%, 인산염 0.20%, 설탕 1.0%, MSG 0.04%, 상업적인 향신료(MSC Co., Ltd., Gyongi, Korea) 0.46%, 약술 3.01%로 하였다. 이상의 기본 배합비에 T1은 아질산염 0.01%, T2는 아질산염 0.01%와 sodium ascorbate 0.10%, T3는 토마토분말 0.5%, T4는 토마토분말 1.0% 그리고 T5는 대조구는 아질산염 0.005%와 토마토 분말 0.5%를 혼합하여 배합하였다. 혼합물 약 50 g을 두께 3 cm가

되게 성형하였고 Rotary grill oven (TG101-E, Fri-Jado bv., Holland)로 130°C에서 1시간 가열하여 제품을 제조하였다. 제품의 제조 이후 4°C에서 2시간 냉각이후 합기 포장하여 냉장보관(5±1°C)하면서 저장 1, 7, 21일차에 시료를 분석하였다.

pH

pH는 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 homogenizer (T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia) 로 13,500 rpm에서 10 초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

지방산화도(Thiobarbituric acid reactive substances; TBARS)

지방산패도는 Tarladgis 등(1960)의 방법을 응용하여 측정하였으며, 시료 5 g에 BHT(butylated hydroxytoluence) 50 µL와 증류수 15 mL를 가해 homogenizer(IKA model T-25 Basic, Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질화 시켰다. 균질액 2 mL에 TBA/TCA 혼합용액 4 mL를 넣고 교반기에서 10초간 혼합 후 90°C water bath에서 15분간 가열 반응시켰다. 냉각수로 식힌 시료는 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Hanil model Union 5kr, Korea)하고 상층을 회수하여 Spectrophotometer(Spectronic model Genesys 5, U.S.A.)로 531 nm에서 측정한 흡광도에 5.88을 곱하여mg MA(malonaldehyde)/kg으로 환산하여 나타내었다.

단백질 변패도(Volatile basic nitrogen; VBN)

Miwa와 lida(1973)의 방법을 이용하여 세절한 시료 3 g에 증류수 27 mL를 가하여 14,000 rpm에서 30초간 균질화한 후 Whatman No.1 여과지로 여과시켰다. 여과액 1 mL를 취하여 conway unit의 외실에 넣고, 내실에 0.01 N 붕산 1.0 mL와 지시약(0.066% Methyl red+0.066% Bromocresol green) 3방울을 넣은 후 빨리 뚜껑을 닫고, 외실에 50% K₂CO₃ 1 mL를 재빨리 주입 후 바로 밀폐하여 용기를 수평으로 천천히 회전하여 외실의 시료와 K₂CO₃가 섞이게 하였다. 시료는 37°C의 drying oven에서 120분간 정치시킨 후 뚜껑을 열고 붕산용액을 0.02 N-H₂SO₄로 신속히 적정 하여 다음과 같은 계산식에 의해서 나타내었다.

VBM mg%(mg/100 g 시료) =

$$\frac{\text{본 시험의 적정치(mL)} - \text{공시험의 적정치(mL)} \times F \times 28.014}{\text{시료의 량(g)}} \times 100$$

F: 0.02 N H₂SO₄ 표준화 지수 = $\frac{\text{실제치}}{\text{이론치}}$

28.014 : 0.02 N H₂SO₄ 1 mL 소모하는데 필요한 N의 양

육색

Chromameter(CR 400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 5회 반복하여 절단육을 30분간 blooming 한후 명도(lightness, CIE L*), 적색도(redness, CIE a*) 황색도(yellowness, CIE b*)를 측정하였으며 이때 표준색판은 L*=89.2, a*=0.921, b*=0.783으로 하였다. Chroma(saturation)은 $(a^2+b^2)^{1/2}$, hue angle은 $\tan^{-1}b^*/a^*$, W는 (Whiteness)는 L^*-3b^* 로 계산하였다(CIE, 1976).

조직감 및 전단가

조직감(texture analysis)은 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 가로 5 cm×세로 5 cm×높이 2.0 cm로 절단하여 plunger No. 3(ϕ 0.2 mm)으로 경도(hardness), 파쇄성(brittleness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness), 부착성(adhesiveness)을 측정하였다. 이때 측정 조건은 load cell 10 kg, adapter area 28 mm² 이었다. 시료의 전단력(shear force)은 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 직경이 ϕ 16.50×20.00 mm로 자른 후 근육방향의 직각방향으로 knife형 plunger를 이용하여 절단하여 10반복 측정하였다. 이때 측정 조건은 load cell 10 kg, adapter area 30 mm² 이었다.

미생물 조사

시료들을 1시간 이내에 멸균된 Stomach bag에 25 g씩

Table 1. Meat patties formula with tomato powder for replacing nitrite (%)

Index	Treatments ¹⁾					
	C	T1	T2	T3	T4	T5
Pork loin	81.26	81.26	81.26	81.26	81.26	81.26
ice/water	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Pork backfat	9.53	9.53	11.54	9.03	9.03	9.03
NaCl	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
KCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
NaNO ₂	-	0.01	0.01	-	-	0.005
Phosphate	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
sugar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MSG	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Seasoning	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Flavor wine	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
Fat replacer ²⁾	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
Sodium ascorbate	-	-	0.10	-	-	-
Tomato powder	-	-	-	0.50	1.00	0.50
Total	99.99	100	102.11	99.99	100.49	99.995

¹⁾Meat patties with addition of T1 (0.01% sodium nitrite(SN)), T2 (0.01% SN +0.1% sodium ascorbate), T3 (0.5% tomato powder (TP)), T4 (1.0% TP), T5(0.5% TP+ 0.005% SN) in a basal formula (C).

²⁾Fat replacer (ISP: Carrageenan: Maltodextrin: Water = 1: 0.5: 0.5: 10).

N=3.

넣은 후 0.85% 멸균생리식염수 225 mL을 가하여 Stomacher (78860 ST Nom, Interscience, France)로 3분 동안 균질화 하였다. 이후 원액을 순차 희석하여 실험에 이용하였다. 총균수는 배양액 1 mL를 취하여 희석한 후 plate count agar(PCA; Difco Lab)에 평판주개법으로 접종하고 37°C에서 24-48시간 배양한 후 나타난 집락수를 colony forming unit(CFU)를 log/g으로 환산하여 계수하였다. *Salmonella*균은 *Salmonella Shigella* agar(SS agar, Difco, Detroit, MI, US)로 48 시간 배양하여 조사하였으며, 진균류(yeast and mold)는 potato dextrose agar(PDA, Difco, Detroit, MI, US)에 tartaric acid를 사용하여 pH 3.5로 맞춘 배지에서 7일간 배양하여 조사하였으며, *Staphylococcus aureus* 균은 mannitol salt agar(Difco, Difco, Detroit, MI, US)에서 24시간 배양하여 조사하였으며, 대장균 및 대장균수는 총균수와 마찬가지로 E.coli/Coliform count plate petrifilm(3M Health Care, USA)을 이용하여 희석액을 1 mL 접종한 후 35°C에서 24시간 배양한 다음 자란 균락 수를 계수하였다.

관능검사

잘 훈련된 관능검사요원 10명을 대상으로 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 평가 시 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다. 관능검사는 0.5 cm 두께 시료를 접시에 놓아 관능검사를 실시하였다. 조사 항목 중 육색, 향, 맛, 연도 다즙성, 전체적인 기호도에 대하여 평가 시험을 통해 선발된 훈련된 10명의 관능검사 요원을 선발하여 9점 척도법으로 실시하였다. 이때 평가점수는 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 달리하여 관능검사를 실시하였다.

통계처리

SAS program(Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 처리 평균 간의 평균값 비교를 위해 Duncan의 다중검정(Multiple Range Test)과 ANOVA를 이용하여 유의성 검정($\alpha = 0.05$)을 실시하였다. 또한 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 구하고 이에 대한 유의성 검증을 하였다.

결과 및 고찰

pH 측정 결과

Fig. 1은 미트볼의 저장 중 pH의 변화를 나타낸 그림이다. pH는 저장 1 및 7일차에 T2, T3, T4 및 T5는 대조구 및 T1보다 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장 21일차에는 T3 및 T4가 C 및 T1보다 유의적으로 낮게 나타났다. Yilmaz

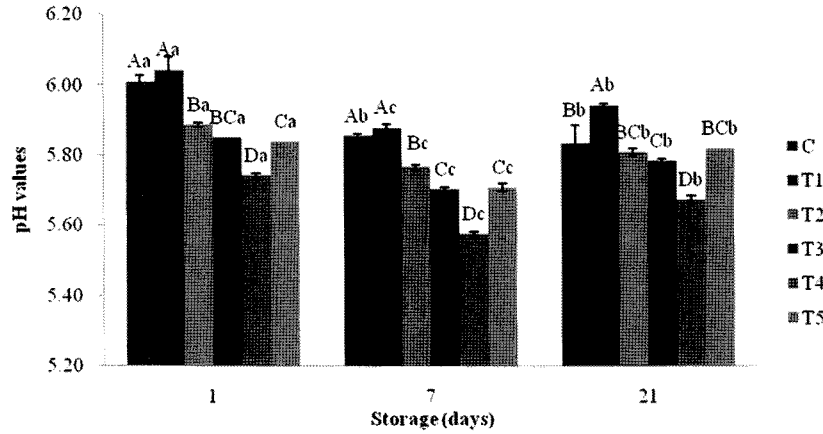


Fig. 1. The pH values of meat patties added tomato powder and nitrite during storage. Treatments are the same as described in Table 1. ^{A-D}Means with different superscripts within the same stored day in the different treatment differ significantly at $p < 0.05$. ^{a-c}Means with different superscripts within the different stored day in the same treatment differ significantly at $p < 0.05$ and $N = 6$.

등(2002)은 저지방 가열 소시지에 토마토 주스와 해바라기유를 첨가하였을 때 토마토 처리구의 pH가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 본 실험에 사용된 토마토 분말은 pH 3.48로 나타났다.

조직감 측정결과

Table 2는 미트볼의 저장 중 조직감의 변화를 나타낸 표이다. 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류 등에 따라 달라질 수 있고, 또 가공 중의 가열온도 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라

Table 2. The texture profiles of meat patties added tomato powder and nitrite during storage¹⁾

Items	Storage (d)	Treatments ²⁾					
		C	T1	T2	T3	T4	T5
Hardness (kg, f)	1	0.57	0.54 ^{ab}	0.53	0.57	0.52	0.45
	7	0.44	0.47 ^b	0.50	0.54	0.50	0.44
	21	0.50 ^{BC}	0.62 ^{Aa}	0.58 ^{AB}	0.53 ^B	0.42 ^C	0.54 ^B
Brittleness (kg, f)	1	0.40	0.34	0.37	0.34	0.39	0.36
	7	0.35	0.32	0.33	0.47	0.36	0.37
	21	0.43 ^{AB}	0.40 ^{AB}	0.36 ^B	0.47 ^A	0.34 ^B	0.40 ^{AB}
Cohesiveness (ratio)	1	0.62	0.65	0.55	0.58 ^b	0.59	0.57
	7	0.63	0.56	0.61	0.56 ^b	0.59	0.66
	21	0.61	0.61	0.57	0.75 ^a	0.66	0.70
Springiness (ratio)	1	1.14	1.07	1.01	1.02 ^b	1.05	1.04
	7	1.17	1.04	1.08	1.03 ^b	1.05	1.19
	21	1.06	1.08	1.05	1.30 ^a	1.18	1.21
Gumminess (kg, f)	1	0.35 ^A	0.33 ^{Aa}	0.29 ^{AB}	0.33 ^A	0.30 ^{AB}	0.26 ^{Bb}
	7	0.27	0.26 ^b	0.30	0.30	0.30	0.28 ^b
	21	0.30 ^{BC}	0.38 ^{ABa}	0.33 ^{ABC}	0.40 ^A	0.27 ^C	0.38 ^{ABa}
Chewiness (kg, f)	1	0.40	0.36 ^a	0.29	0.34	0.32	0.27
	7	0.33	0.27 ^b	0.33	0.32	0.32	0.35
	21	0.32	0.41 ^a	0.34	0.55	0.35	0.48
Adhesiveness (kg, f)	1	0.24 ^A	0.23 ^A	0.22 ^A	0.27 ^{Aa}	0.24 ^A	0.16 ^{Bb}
	7	0.19	0.19	0.23	0.20 ^b	0.21	0.19 ^b
	21	0.24 ^A	0.24 ^A	0.27 ^A	0.24 ^{Aa}	0.20 ^B	0.25 ^{Aa}

¹⁾N=6.

²⁾Treatments are the same as described in Table 1.

^{A-C}Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c}Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

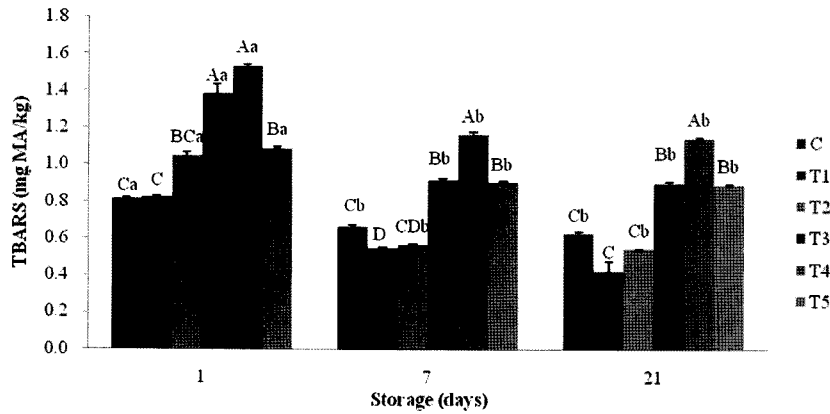


Fig. 2. The TBARS values of meat patties added tomato powder and nitrite during storage. Treatments are the same as described in Table 1. A-DMeans with different superscripts within the same stored day in the different treatment differ significantly at $p < 0.05$. a-cMeans with different superscripts within the different stored day in the same treatment differ significantly at $p < 0.05$ and $N=6$.

저서 조직적 특성이 다르게 나타날 수 있으며(Moon *et al.*, 1991), 또한 첨가되는 물질의 형태나 종류에 따라서도 차이가 있는 것으로 보고된다(Choi *et al.*, 2003). Table 2는 아질산염 대체를 위한 토마토 분말 첨가가 저염 저지방 패티의 조직감에 미치는 영향을 나타낸 표이다. 저장 1일차에는 경도, 표면경도, 응집성, 탄력성, 씹힘성은 처리구간 유의적인 차이가 없었지만, 검성 및 부착성의 경우 C 및 T1보다 T5가 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다 ($p < 0.05$). 저장 7일차에는 모든 조직감 조사항목에 있어 시험구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 저장 21일차의 경우 응집성, 탄력성 및 씹힘성의 경우 시험구간 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 경도 및 표면경도는 T3 및 T4은 낮게 나타났고, 표면경도 및 검성의 T3이 높게 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 Calvo 등(2008)의 토마토겉질을 우육 햄버거에 첨가하였을 때 토마토의 섬유성분으로 인해 경도를 증가하였다고 하였는데, 본 연구와는 상이한 결과를 나타내었다.

지방산화도(TBARS mg MA/kg) 측정 결과

Fig. 2는 미트볼의 저장 중 TBARS값을 나타낸 그림이다. 식육이나 육제품의 품질을 평가하는데 유용한 항목인 TBARS에 대한 초기연구에서 TBARS치가 지방 함유 식품의 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안되었으며(Sinnhuber and Yu, 1977), 저장온도와 기간, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. 저장 기간 동안 T4가 가장 높은 TBARS 값을 나타내었으며($p < 0.05$), C, T1 및 T2가 가장 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 카로티노이드는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있으며, 라이코펜은 베타카로틴에 비해 이중결합이 두 개 더 존재함으로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 카로티노이드와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 보고(Pannala *et al.*, 1998)되고 있다. Candogan (2002)은 토마토 paste를 쇠고기 패티에 5, 10, 15% 첨가할 때 TBARS값이 낮게 나타났다고 보고한 결과와 유사하였다.

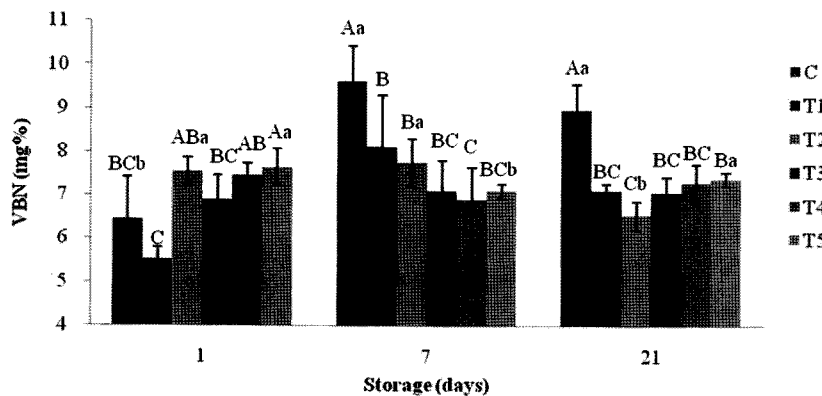


Fig. 3. The VBN values of meat patties added tomato powder and nitrite during storage. Treatments are the same as described in Table 1. A-CMeans with different superscripts within the same stored day in the different treatment differ significantly at $p < 0.05$. a-bMeans with different superscripts within the different stored day in the same treatment differ significantly at $p < 0.05$ and $N=6$.

Table 3. The color analysis of meat patties added tomato powder and nitrite during storage

Items	Storage (d)	Treatments ¹⁾					
		C	T1	T2	T3	T4	T5
L*	1	79.08 ^A	76.60 ^B	77.17 ^{Ba}	71.94 ^{Ca}	64.85 ^E	69.43 ^D
	7	77.65 ^A	76.86 ^A	77.40 ^{Aa}	70.15 ^{Bab}	65.35 ^C	69.21 ^B
	21	78.89 ^A	75.79 ^B	74.58 ^{Bb}	67.99 ^{Cb}	65.11 ^D	68.79 ^C
a*	1	3.71 ^{Ea}	10.56 ^{Ba}	11.30 ^A	7.22 ^{Da}	10.30 ^{Ba}	8.01 ^{Ca}
	7	3.93 ^{Da}	8.75 ^{Bb}	10.25 ^A	6.67 ^{Cab}	10.64 ^{Aa}	6.92 ^{Cc}
	21	2.36 ^{Eb}	8.98 ^{Bb}	10.31 ^A	6.07 ^{Db}	9.39 ^{Bb}	7.57 ^{Cb}
b*	1	11.33 ^C	9.54 ^{Db}	9.91 ^{Db}	20.12 ^B	25.63 ^A	21.24 ^B
	7	11.82 ^C	10.25 ^{Da}	11.35 ^{Ca}	21.55 ^B	25.90 ^A	21.07 ^B
	21	12.10 ^D	9.53 ^{Eb}	9.75 ^{Eb}	21.12 ^C	25.93 ^A	22.20 ^B
Chroma	1	11.94 ^E	14.23 ^{Da}	15.03 ^D	21.38 ^C	27.62 ^A	22.70 ^B
	7	12.49 ^E	13.48 ^{Db}	15.31 ^C	22.57 ^B	28.01 ^A	22.18 ^B
	21	12.41 ^E	13.09 ^{Eb}	14.20 ^D	21.98 ^C	27.58 ^A	23.46 ^B
Hue angle	1	71.68 ^A	42.11 ^{Cc}	41.29 ^{Cb}	70.31 ^{ABb}	68.09 ^{Bb}	69.29 ^{Bb}
	7	71.39 ^A	49.47 ^{Ca}	47.90 ^{Ca}	72.81 ^{Aa}	67.69 ^{Bb}	71.80 ^{Aa}
	21	78.48 ^A	46.73 ^{Cb}	43.51 ^{Cb}	73.95 ^{Ba}	70.09 ^{Ba}	71.17 ^{Ba}
W	1	45.09 ^A	47.99 ^A	47.45 ^{Aa}	11.57 ^{Ba}	-12.03 ^D	5.72 ^C
	7	42.20 ^B	46.12 ^A	43.34 ^{Bb}	5.49 ^{Cb}	-12.36 ^D	6.01 ^C
	21	42.59 ^B	47.20 ^A	45.33 ^{Aab}	4.63 ^{Cb}	-12.67 ^E	2.18 ^D

¹⁾Treatments are the same as described in Table 1.

^{A-C}Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c}Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

N=6.

단백질 변패도(VBN)측정 결과

Fig. 3은 미트볼의 저장 중 VBN(mg MA/kg)값을 나타낸 그림이다. 일반적으로 휘발성 염기태 질소화합물은 육류에 많이 오염되어 있는 *Pseudomonas spp.* 등과 같은 gram negative bacteria에 의해 요소와 아미노산이 분해됨으로써 형성된다고 하였다(Lefebvre *et al.*, 1994). 저장초기 T2, T3, T4 및 T5가 C 및 T1보다 유의적으로 높은 VBN값을 나타내었으나, 저장 7일 및 21일차에는 C보다 모든 처리구가 유의적으로 낮게 나타났으며, 특히, T2의 경우 저장 21일차에 가장 낮은 VBN값을 나타내었다.

육색측정 결과

가열 육제품에 있어서 소비자들은 육색이 밝고 또한 특징적인 핑크색을 좋아한다고 보고(Cceres *et al.*, 2004)되며, 지방 함량이 적은 저지방 육제품의 L*값은 고지방 제품에 비해 다소 낮다고 보고되었다(Griguemo *et al.*, 1999). 식육 및 육제품의 색상은 산화가 진행됨에 따라 a*값은 감소한다고 보고되는데(Phillips *et al.*, 2001). 최근 들어 라이코펜에 대해 식품첨가제로서 FDA로부터 GRAS (generally recognized as safe) 인정을 받았는데, 식품이나 음료수에 토코페롤이나 카르티노이드와 함께 첨가하였을 때 강력한 항산화 상승효과를 가질 뿐만 아니라 식품의 적색 착색제로서 유용할 수 있으며, Richelle 등(2002)도 라이코펜은 토마토, 수박에서 붉은 색깔을 나타내는 성분

과 관련이 있어 많은 식품류의 배합에서 색소 성분제로 널리 사용될 수 있다고 하였다. 소비자들은 합성색소 보다는 천연색소에 관심이 많으나, 실제 식품가공에 있어서 사용되는 천연색소의 수는 매우 적거나 또는 제한적으로 사용되며(Wissgott and Bortlik, 1996). 현재 EU에서 인정된 식품 첨가제로서의 색소제는 43종에 불과하여(Council of the European Union, 1994), 그 활용 가능성이 점차 높아질 것으로 예상된다. Table 3는 저장 중 미트볼의 저장 중 육색의 변화를 나타낸 표이다. T3, T4 및 T5의 명도(CIE L*) 및 백색도(W)는 C 및 T1보다 유의적으로 낮게 나타났나($p < 0.01$), T2는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 적색도(CIE a*)의 경우 T2가 C 및 T1보다 저장 기간 동안 모든 시험구중에 유의적으로 높게 나타났으며, T4는 T1과 유사하나 C보다는 높게 나타났나($p < 0.01$). 황색도(CIE b*) 및 Chroma는 저장기간 중 T4가 시험구중 유의적으로 높게 나타났나. Osterlie와 Lerfall(2005)은 아질산염 첨가 없이 정제 라이코펜을 처리한 구가 가장 붉은 색상을 나타내며 저장기간 동안 매우 안정적인 색상을 유지하였고, 아질산염이 첨가된 구에서 토마토페이스트 처리가 대조구보다 더 붉은 색상을 지녔고, 자연건조 토마토분말 처리는 보다 높은 황색을 나타내었다며, 결론적으로 이들은 아질산염 첨가 유무에 따른 실험결과로 볼 때 라이코펜은 아질산염의 사용을 줄이거나 또는 대체할 수 있다고 하였다. 이상의 결과 올리브처리 토마토분말의 경우에는 적색도의 경

Table 4. The bacterial counts (log CFU/g) of meat patties added tomato powder and nitrite during storage

Items	Storage (d)	Treatments ¹⁾					
		C	T1	T2	T3	T4	T5
Total bacteria	1	2.93 ^{ABa}	3.22 ^{Aa}	3.21 ^{Ab}	2.49 ^{Cb}	2.88 ^{Bb}	2.94 ^{ABb}
	7	3.07 ^{Ba}	3.10 ^{Ba}	4.49 ^{Aa}	3.10 ^{Ba}	3.10 ^{Ba}	2.42 ^{Cc}
	21	2.40 ^{Db}	1.79 ^{Eb}	2.86 ^{Bc}	2.40 ^{Db}	2.80 ^{Cb}	3.11 ^{Aa}
Yeast and Mold	1	2.72	2.52 ^a	2.57 ^b	2.19 ^b	2.58 ^b	1.90 ^c
	7	2.54 ^E	2.10 ^{Fb}	5.16 ^{Aa}	3.40 ^{Da}	4.10 ^{Ba}	3.84 ^{Ca}
	21	2.86 ^A	1.09 ^{Ec}	2.51 ^{Bc}	1.85 ^{Cb}	1.83 ^{Dc}	2.85 ^{Ab}
Salmonella spp.	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Staphylococcus aureus	1	2.87 ^{Aa}	2.83 ^{Aa}	2.64 ^A	2.40 ^{ABb}	2.65 ^A	1.95 ^{Bc}
	7	2.40 ^{Db}	2.52 ^{Bb}	2.45 ^C	2.64 ^{Aa}	2.48 ^C	2.52 ^{Bb}
	21	2.41 ^{Bcb}	1.21 ^{Ec}	2.35 ^D	2.40 ^{Cb}	2.42 ^B	3.10 ^{Aa}

¹⁾Treatments are the same as described in Table 1.

^{A-E}Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

^{a-c}Means with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

N=6.

우 토마토 분말 1.0% 처리 시 0.01% 아질산염만을 처리한 경우와 비슷하였으며, 0.005% 아질산염과 0.5% 분말을 동시에 처리할 때가 0.5% 분말만을 처리한 경우보다 높은 적색도를 나타내었다. 황색도의 경우에는 분말 처리구가 높게 나타났다.

미생물 측정 결과

Table 4는 저장 중 미트볼의 저장 중 미생물의 변화를 나타낸 표이다. 저장 기간 중 총균수는 저장 1일차에 T3 및 T4가 T1 및 T2보다 낮게 나타났으며 ($p < 0.01$), 저장 21일차에는 T1이 가장 낮게 나타났다. 저장 21일차에 진균류의 경우 T1이 가장 낮게 나타났으며, 다음으로 T4 및 T3이 낮게 나타났으며 ($p < 0.01$). 포도상구균은 저장 21일차에 T1이 가장 낮게 나타났으며, 다음으로 T2가 낮게 나타났으며 ($p < 0.01$). 살모넬라의 경우 저장 기간 동안 모든 시험구간에서 검출되지 않았다. Baranyi와 Roberts(1995)는 저장 기간이 경과함에 따라 온도, pH, 수분활성도 등의 요인들에 의하여 미생물이 성장하게 된다고 하였으며, *Lactobacillus*나 *Leuconostoc*의 몇몇 특이 종들은 육표면의 끈적끈적한 (slime) 물질을 생산하는 탄수화물 기질(carbohydrate substrates)로서 이용될 수 있기 때문에(Cerning, 1990) 제품 제조 및 취급 시 유의하여야 한다. Yilmaz 등(2002)이 저지방 가열소시지에 토마토 주스 첨가 시 미생물수가 낮았다고 하였는데 이는 소시지에 투입된 토마토 주스의 낮은 pH에 기인하는 것으로 보고하였다. 또한, Osterlie와 Lerfall(2005)은 자연건조 토마토분말과 토마토 페이스트를 같은 고기에 투입하였을 때의 pH는 각각 5.1과 5.3이었으며, 자연건조 토마토분말에 미생물 수가 가장 많았음에도 불구하고 낮은 pH에 의해 호기성미생물 성장이 거의 없

었고, 정제 라이코펜 투입 시 미생물수는 대조구보다 오히려 다소 높았다고 하여 미생물학적 안전성에 대한 라이코펜의 효과는 없다고 보고하였다. Lamkey 등(1991)은 소시지에서 세균수가 10^8 CFU/g 수준이면 부패 냄새가 나게 되어 식용이 불가능하다고 하였다.

관능평가 결과

Fig. 4는 7일차 미트볼의 관능적 특성을 나타낸 그림이다. 관능적 특성 중 육색의 경우 T2 및 T1의 기호도가 가장 높았으며, 다음으로 C 및 T5순이었고 T3 및 T4가 가장 낮은 육색의 기호도를 나타내었다 ($p < 0.05$). 향의 경우에는 T3 및 T4가 가장 낮았으나 T5는 T2와 함께 매우 좋은 향의 기호도를 나타내었다 ($p > 0.05$). 풍미의 경우에는 T4가 가장 높은 기호도를 나타내었고 ($p > 0.05$), 조직감의 경우에는 T1이 가장 우수하였고, T3 및 T2도 비교적 높

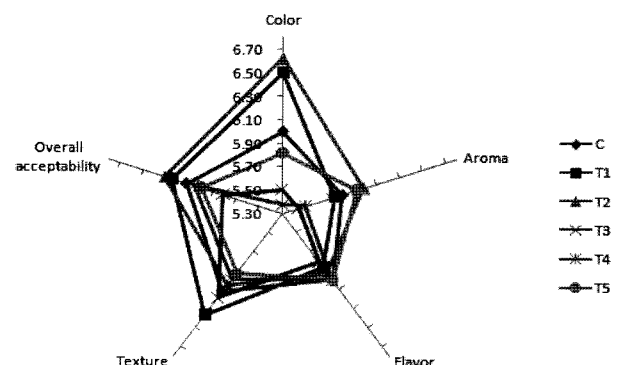


Fig. 4 The sensory characteristics of meat patties added tomato powder and nitrite at 7 of storage. Treatments are the same as described in Table 1. N=24.

게 나타났다($p>0.05$). 종합적인 기호도의 경우 T2 및 T1이 가장 높았고, 다음으로 C, T4, T5였으며, T3가 가장 낮았다($p>0.05$).

요약

기능성 한방물질을 이용한 저염 저지방 미트볼을 제조하기 위해 기본 배합비에 T1은 0.01% 아질산염을 첨가, T2는 아질산염과 1.0% 토마토분말, T3는 아질산염 비처리 및 토마토분말 0.5%첨가, T4는 아질산염 비처리에 토마토분말 1.0%첨가하였고, T5는 아질산염 0.01%처리와 토마토분말 0.5%를 동시에 처리하여 미트볼을 제조하였다. 저장 1일차에 겉성 및 부착성의 경우 C 및 T1보다 T5가 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다($p<0.05$). 저장 21일차에 경도 및 표면경도는 T3 및 T4는 유의적으로 낮게 나타났다, 표면경도 및 겉성의 T3이 유의적으로 높게 나타났다. 저장 기간 동안 T4가 가장 높은 TBARS값을 나타내었으며($p<0.05$), VBN은 저장 7일 및 21일차에는 C보다 모든 처리구가 유의적으로 낮게 나타났으며, 특히 T2의 경우 저장 21일차에 가장 낮은 VBN값을 나타내었다. pH는 저장 21일차에는 T3 및 T4가 C 및 T1보다 유의적으로 낮게 나타났다. 육색의 변화는 T3, T4 및 T5의 명도(CIE L*) 및 백색도(W)는 C 및 T1보다 유의적으로 낮게 나타났나($p<0.01$), 적색도(CIE a*)의 경우 T2가 모든 시험구중에 유의적으로 높게 나타났으며, 황색도(CIE b*) 및 Chroma는 저장기간 중 T4가 시험구중 유의적으로 높게 나타났다. 저장 21일차에 진균류는 T1이 가장 낮았으며, T3 및 T4가 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 관능적 특성 중 육색의 경우 T1 및 T2의 기호도가 가장 높게 나타났다. 이상의 결과 미트패티에 토마토 분말의 첨가가 아질산염의 첨가효과보다 우수하지는 않았지만, 적색도 및 황색도의 증가와 pH, VBN 및 진균류의 감소에 우수한 효과가 있었다.

참고문헌

1. Aoyagi, M., Matsukura, N., Uchida, E., Kawachi, T., Suqimura T., Takayama, S., and Matsui, M. (1980) Induction of liver tumor in Wistar rats by sodium nitrite given in pellet diet. *J. Natl. Cancer Inst.* **65**(2), 411-4418.
2. Baranyi J. and Roberts T.A. (1995). Mathematics of predictive food microbiology. *Int. J. Food Microbiol.* **26**, 199-218.
3. Boileau, T. W. M., Clinton, S.K., and Erdman J. J. W. (2000) Tissue lycopene concentrations and isomer patterns are affected androgen status and dietary lycopene concentration in male F344 rats. *J. Nutr.* **130**, 1613-1618.
4. Cceres, E., Garca, M. L., Toro, J., and Selgas, M. D. (2004) The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Sci.* **68**, 87-96.
5. Calvo, M. M., Garcia, M. L., and Selgas, M. D. (2008) Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Sci.* **80**, 167-172.
6. 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.
7. Cerning, J. (1990) Exocellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Revi.* **87**, 113-130.
8. Choi, S. H., Kwon, H. C., An, D. J., Park, J. R., and Oh, D. H. (2003) Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 299-308.
9. CIE (Commission International de l'Éclairage) (1976) Official recommendations on uniform color spaces. color difference equations and metric color terms, Suppl. No. 2. CIE Publication No. 15 Colorimetry. Paris.
10. Clinton, S. K. (1998) Lycopene chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutr. Rev.* **56**, 35-51.
11. Council of the European Union. (1994) List of permitted food colours. Off. Eur. Comm. No. L 237, 17.
12. Deda, M. S., Bloukas, J. G., and Fista, G. A. (2007) Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Sci.* **76**, 501-508.
13. Desmond, E. M. and Kenny, T. A. (2005) Effect of pelvic suspension and cooking method on the processing and sensory properties of hams prepared from two pork muscles. *Meat Sci.* **69**, 425-431.
14. Goula, A. M. and Adamopoulos, K. G. (2005) Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* **38**, 479-487.
15. Gould, W. V. (1992) Tomato Production, Processing and Technology. CTI Publications, Baltimore, MD.
16. Grant, D. and Butler, W.H. (1989) Chronic toxicity of sodium nitrite in the male F344 rat. *Food Chem. Toxicol.* **27**(9), 565-571.
17. Griguelmo., N., Abadias, M. I., and Martin, O. (1999) Characterization of low fat high dietary fiber frankfurters. *Meat Sci.* **52**, 247-256.
18. Hechelmann, H. (1974) Mikrobiologie der Nitrat/Nitrit/minderung bei Rohwurst. *Mitteilungsblatt der BAFF Nr.* **46**, 2282-2286.
19. Hotschkiss, J. H. and Cassens, R. G. (1987) Nitrate, nitrite and nitroso compounds in foods. *Food Tech.* **41**(4), 127-136.
20. Ito, T., Cassens, R. G., Greaser, M. L., Lee, M., and Izumi, K. (1983) Liability and reactivity of nonhaem protein bound nitrite. *J. Food Sci.* **48**, 1204-1207.
21. Jira, W. (2004) Chemische Vorgänge beim Pköeln und Räuchern. *Mitteilungsblatt of Federal Meat Research Institute, Kulmbach, Germany*, **43**(163), 27-38.
22. Kang, J. O and Lee, G. H. (2003) Effects of pigment of red beet and chitosan on reduced nitrite sausages. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**(3), 215-220.
23. Lamkey, J. K., Leak, F. W., Tiley, W. B., and Hayase, F. (1991) Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *J. Food Sci.* **56**, 220-227.

24. Lefebvre, N., Thibault, C., Charbonneau, R. and Piette, J. P. G. (1994) Improvement of shelf-life and wholesomeness of ground beef by irradiation. *Meat Sci.* **32**, 371-379.
25. Maekawa, A., Ogiu, T., Onodera, H., Furuta, K., Matsuoka, C., Ohno, Y., and Odashima, S. (1982) Carcinogenicity studies of sodium nitrite and sodium nitrate in F-344 rats. *Food Chem. Toxicol.* **20**, 25-33.
26. Mirvish, S. S., Bulay, O., Runge, R. G., and Patil, K. (1980) Study of the carcinogenicity of large doses of dimethylnitramine, N-nitroso-proline, and sodium nitrite administered in drinking water to rats. *J. Natl. Cancer Inst.* **64**, 1435-4242.
27. Miwa, K., and Iida, H. (1973) Studies on ethylalcohol determination in "Shiokara" by the microdiffusion method. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **46**, 1189-1194.
28. Moon, J. H., Ryu, H. S., and Lee, K. H. (1991) Effect of garlic on the digestion of beef protein during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **20**, 447-454.
29. Osterlie, M. and Lerfall, J. (2005) Lycopene from tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. *Food Res. Inter.* **38**, 925-929.
30. Pannala, A. S., Rice-Evans, C., Sampson, J., and Singh, S. (1998) Interaction of peroxynitrite with carotenoids and tocopherols within low density lipoprotein. *FEBS Letters.* **423**, 297-301.
31. Phillips, A. L., Mancini, R., Sun, Q., Lynch, M. P., and Faustman, C. (2001) Effect of erythorvic acid on cooked colour in ground beef. *Meat Sci.* **57**, 31-34.
32. Rao, A. V. and Agarwal, S. (1998) Bioavailability and in vivo antioxidant properties of lycopene from tomato products and their possible role in the prevention of cancer. *Nutr. Cancer* **31**, 199-203.
33. Richelle, M. K., Bortlik, S., Liardet, C., Hager, P., L., and Baur, M. (2002) A food-based formulation provides lycopene with the same bioavailability to humans as that from tomato paste. *J. Nutri.* **132**, 404-408.
34. Snchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., BeltrnJ. A. and Roncals, P. (2003) Stabilization of colour and odour of beef patties using lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants. *J. the Sci. Food and Agri.* **83**, 187-194.
35. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.
36. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oil. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
37. Skovgaard, N. (1992) Microbiological aspects' technological need: technological needs for nitrates and nitrites. *Food Additives and Contaminants* **9**(5), 391-397.
38. Tapiero, H., Townsend, M. D., and Tew, W. D. (2004) The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine and Pharmacotherapy* **58**, 100-110.
39. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., and Dugan, L. (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in racid foods. *J. American Oil Chemistry Society* **37**, 44-52.
40. USDA. (1986) Nitrite level in bacon, US. Dept. of Agriculture, Fed, Reg. 51, 21731.
41. Wissgott, U. and Bortlik, K. (1996) Prospects for new natural food colorants. *Trends in Food Sci. Tech.* **7**, 298-302.
42. Yilmaz, I., Simsek, O., and Isikli, M. (2002) Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat cooked sausage made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat Sci.* **62**, 253-258.

(Received 2009.5.12/Revised 1st 2009.6.9, 2nd 2009.6.19/
Accepted 2009.6.19)