pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 31. No. 3, 345~354 (2018)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2018.31.3.345

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

자색당근 첨가가 돈육 햄버거 패티의 품질에 미치는 영향

고 영 주 · †유 승 석
세종대학교 조리외식경영학과

Effect of Black Carrot (*Daucus carota* L.) on the Quality of Pork Hamburger Patties

Young-Joo Ko and †Seung-Seok Yoo
Dept. of Culinary & Food Service Management, Sejong University, Seoul 05006, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of black carrot (*Daucus carota* L.) on the quality characteristics and antioxidant activity of pork patties. Patties were provided with different amounts (0, 2, 4, 6 and 8%) of black carrot. Notably, the cooking loss rate of the group added with 8% black carrot was lowest ($p<0.001$). As the content of black carrot increased, the L value decreased and the a, b value increased. The texture analysis results showed that the hardness and chewiness to decrease as the amount of black carrot increased ($p<0.05$). Evaluation of consumer acceptability revealed that the 4% black carrot groups had a higher score in respect to overall preference and taste to the other groups ($p<0.05$). For antioxidant activities, both total phenolic compounds content and DPPH were increased ($p<0.001$) as the amount of added black carrot was increased. As a result, it can be concluded that adding the black carrot to patties in processing can improve antioxidant activities and quality of the patties. Considering various aspects of quality, the suitable amount is 4% of total weight.

Key words: *Daucus carota* L., black carrot, antioxidant activity, quality characteristics, pork hamburger patties

서 론

최근 개인의 식습관이 서구화, 고급화, 다양화 되고 여성 경제인구가 증가하면서 식품 산업과 외식 산업이 급속도로 발달하였다. 한편, 소득이 높아지고 건강에 대한 관심이 증대되면서 식품에 건강지향적인 의미를 부여한 천연식품, 기능성 식품에 대한 구매가 확대되었으며(Kim & Park 2007), 이러한 기능성 식품도 간편하게 이용 가능한 제품이 각광받고 있다(Kim 등 2015a). 이러한 수요로 인하여 식품은 기호성, 편리성, 기능성을 모두 충족한 제품으로 변화되고 있으며(Jeong & Lee 2015), 그 중 육제품은 일차적으로 단백질의 급원이라는 목적 이외에 가공이 덜 이루어진 천연 재료 및 기능성 물질을 함유한 고급화 된 제품으로 발달되고 있다(Choi & Ra 2013).

돈육 패티는 식육을 세절하고 분쇄하여 제조한 분쇄가공품으로 결착제와 조미료, 향신료 등을 첨가한 후 혼합, 성형한 것으로, 냉동, 냉장하거나 열처리, 튀기는 방식, 훈연으로 제조되며, 50% 이상의 식육이 함유 되어야 하는 제품이다(Korean Food and Drug Administration 2002). 햄버거 패티는 단백질의 좋은 급원이기는 하나 열량이 높고 지방비율이 높은 반면, 무기질과 비타민 등 일부 영양소가 부족하다. 한편, 저장과 공정상의 필요에 의해 식품 첨가제와 보존제가 사용되고 있으며(Cho & Chung 2010), 이러한 합성항산화제의 안전성에 대한 논란은 꾸준히 야기되어 그 사용량이 제한되어 있다(Lee & Chin 2012). 따라서 합성 항산화제를 대체할 수 있는 천연물질이 첨가된 제품의 개발이 주목받게 되었으며, 일부 부족한 영양소를 보완하면서도 소비자의 기호를 충족시키는 천연 항산화 식품에 대한 연구의 필요성이 제기되었다. 기능성 소

† Corresponding author: Seung-Seok Yoo, Dept. of Culinary & Food Service Management, Sejong University, Seoul 05006, Korea. Tel: +82-2-3408-3824, Fax: +82-2-3408-4313, E-mail: yss2@sejong.ac.kr

재를 햄버거 패티에 첨가하여 건강 기능성을 부여한 연구로는 포도주가 함유된 패티의 기호성(Jung 등 2007), 단감분말을 첨가한 패티의 품질특성(Kim 등 2008), 청국장 패티의 이화학적, 관능적 특성(Lee & Lyu 2008), 조릿대 잎과 쌀을 첨가한 패티의 특성(Oh & Lim 2010), 김치와 로즈마리 분말이 항산화와 항균성에 미치는 영향(Oh 등 2011), 레드비트 첨가 패티의 미생물 변화(Lee & Chin 2012), 마 첨가 패티의 가열 후 품질특성(Lee & Cho 2012), 자색콜라비 패티의 품질 및 저장 특성(Cha & Lee 2013), 율피분말 첨가 패티의 품질과 항산화 특성(Joo & Choi 2014), 아로니아 분말 첨가의 항산화 활성(Kim 등 2015b), 세발나물 분말 첨가 패티의 품질과 항산화 활성(Ko & Yoo 2017)에 대한 연구가 있었으며, 이를 보다 다양한 식품군에서 진행하여 기호성과 기능성을 충족시킬 필요성이 요구되고 있다.

자색당근(*Daucus carota* L.)은 중동 및 극동 지방에서 3000년 이상 재배되어 온 뿌리 채소로(Montilla 등 2011), 일반적인 당근에 비해 기능성이 높아 소비량이 증대되어 유럽과 아시아 지역으로 확대 경작되고 있으며, 최근 한국에서도 경기 남부지역을 시작으로 전국적으로 재배되고 있다(Park 등 2015). 한국에서 재배되고 있는 자색당근의 영문명은 black carrot이지만(Park 등 2015), 단면의 색으로 인하여 자색당근이라는 이름으로 불리고 있다. 다양한 색을 가지고 있는 채소들은 여러 생리활성 물질을 가지고 있으며, 이러한 물질은 항산화 작용, 호르몬 조절 작용, 면역기능 증강 작용을 통해 노화를 지연시키고, 관련된 질병의 예방 역할을 하는 것으로 보고되어 있다(Park 등 2011; Padayachee 등 2013). 자색당근은 일반 당근과 달리 검은 보라색을 띠고 있으며, 다량의 안토시아닌을 함유한다. 안토시아닌은 수용성 색소로 열, 산소, 빛, 전이금속에 의해 파괴되는 성질이 있어 조리와 가공과정 중에 쉽게 변화될 수 있다(Joo 등 2017). 그러나 자색당근은 cyanidin-3-glucoside(C3G)가 ferulic acid, sinapic acid, coumaric acid와 아세틸기에 결합되어 있어서 다른 안토시아닌보다 고온 및 광선과 pH에 안정적이며, 장관에서의 소화흡수가 용이하다고 알려져 있어 식품 가공에 이용하기가 적합하다(Hassellund 등 2013). 이외에도 자색당근은 수분 88.4%, 탄수화물 9.0%, 조회분 0.9%, 조섬유 1.0%, 조지방 0.1%로 조회분과 조섬유의 함량이 일반 녹황색 당근보다 높으며, 라이코펜, 루테인, 카로티노이드, 플라보노이드 등의 기능성 물질의 함량이 매우 높은 것으로 보고되었다(Novotny 등 1995; Metzger 등 2008). 또한 항당뇨, 항산화, 항암, 항고혈압 등에 유용한 생리활성 화합물에 대한 연구가 이루어져 LDL 콜레스테롤의 저하와 관련된 심혈관계 질환 예방 효과(Wang 등 2012), 혈당 저하 및 대사 증후군에 대한 효과가 보고되었다(Padayachee 등 2013).

한편, 자색당근은 안토시아닌을 함유한 동종 뿌리 식물인 자색고구마에 비하여 전분의 함량이 적어 건강지향적인 식품에 활용하기가 용이하고, 국내 재배가 되고 있어 고부가가치 농산물로 농가 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 이처럼 높은 기능성을 가지고 있는 자색당근의 식품의 적용 연구는 자색당근을 첨가한 발효유의 특성(Shin 등 2015), 자색당근 즙 첨가 젤리(Nho 등 2013), 자색당근을 첨가한 귀리식빵(Park 등 2018) 등 한정적으로 이루어져 있어 보다 다양한 적용에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

이에 본 연구에서는 다양한 기능성을 가진 자색당근을 돈육 패티에 첨가하여 부족한 영양소를 보완하고, 기호적으로도 우수한 패티를 개발하기로 하였다. 햄버거 패티에 일반적으로 첨가되는 지방의 함량을 줄이고, 자색당근을 첨가하여 수분 보유력을 높이면서 당근의 자연스러운 단맛을 부여하여 기호성을 높이는 등 자색당근이 돈육 패티의 품질특성에 미치는 영향을 살펴보고, 패티의 항산화 활성을 파악하여 건강기능성 햄버거 패티의 제조를 위한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 자색당근은 야생종으로 2017년 11월 경기 여주지역에서 수확한 것을 공급받아 사용하였다. 자색당근은 수세하여 물기를 제거하고 생리적 기능이 많은 껍질을 제거하지 않고 사용하였으며, 분쇄기(YMC-601, Yong ma, Gyeonggi, Korea)를 이용하여 분쇄한 후 믹서기(MB6100J, Bianco, Dusseldorf, German)에서 40초간 갈아서 사용하였다. 이후 폴리에틸렌 백에 넣어 deep freezer(−40℃)에 보관하면서 시료로 이용하였다. 햄버거 패티의 제조에는 도축 후 24시간이 경과된 냉장 국내산 후지를 서울 소재 정육점에서 구입하여 식감에 좋지 않은 결체조직과 지방을 제거하고, 만육기(Meat chopper, M12S, Hankookfujee, Gyeonggi, Korea)를 이용, 마쇄하였으며, 부재료인 빵가루(Ottogi, Gyeonggi, Korea)와 마늘(국내산), 소금(Hanju, Jeonnam, Korea), 후추(Ottogi, Gyeonggi, Korea)는 서울 시내 마트에서 구입하였다.

2. 자색당근 첨가 돈육 패티의 제조

자색당근을 첨가한 햄버거 패티의 제조는 Ko & Yoo(2017)의 방법을 참고하여 예비실험을 통해 배합비를 설정하였으며, Table 1과 같은 재료 및 분량으로 제조하였다. 햄버거 패티에 일반적으로 풍미와 식감을 위해 사용되는 지방의 함량을 일부 자색당근으로 대체하였으며, 과도한 지방의 제거는 햄버거의 기호성을 저하시키므로 첨가된 자색당근의 양에

Table 1. The mixing ratio of pork patties added with black carrot (*Daucus carota* L.)

Ingredients	Samples (%)				
	0	2	4	6	8
Pork hind leg	80.00	79.00	78.00	77.00	76.00
Pork back fat	10.00	9.00	8.00	7.00	6.00
Black carrot	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Ice	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Garlic	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Bread crumb	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Black pepper	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

비례해 50%는 지방, 50%는 후지부위 돈육을 대체하여 총 재료 대비 자색당근 마쇄 시료를 2, 4, 6, 8% 첨가하였다. 돈육과 부재료는 균일하게 섞이도록 혼합기(Model 5K45SS, Kitchen Aid, USA)에 넣고 5분 동안 speed 2에서 혼합하였고, 70 g씩 분할하여 두께 1.2 cm와 지름 9 cm로 성형하여 냉장온도(3±1℃)에서 보관하며 각 실험에 이용하였다. 성형된 패티의 가열은 170℃로 예열된 오븐(CK-9230, Convex, Kyounggi, Korea)에서 15분 동안 가열하여 시료로 사용하였으며, 실온에서 20분 방냉 후 폴리에틸랜 백에 넣어 water bath에서 보관하면서 햄버거 패티의 내부온도를 35℃로 유지하면서 실험하였다.

3. 자색당근 첨가 패티의 품질특성

1) pH, 수분

pH는 가열하기 전과 후 패티 10 g을 90 mL의 증류수에 혼합하고 원심분리기(FLETA-40, Hanil Science Industrial, Daejeon, Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리 과정을 거치고, 여과(Whatman No. 2, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)시킨 시료를 pH meter(PB-10, Sartorius AG, Goettingen, Germany)로 측정하였다. 수분함량의 측정은 가열 완료된 패티를 시료로 하였고, 적외선 수분측정기(FD-610, Kett, Japan)로 시료 2 g을 측정하였다. 실험은 3회 반복하였고, 결과는 평균값과 표준편차로 제시하였다.

2) 색도

패티의 색도 측정은 가열하기 전과 후 패티의 색상을 색차계(Chroma meter CR-300, minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness)로 나타내었다. 사용된 표준백판은 Y:94.2, x:0.3132, y:0.3193이었다. 실험은 5회 반복하여 측정하였고, 평균값과 표준편차로 결과를 나타내었다.

3) 가열손실율, 직경감소율

가열손실율은 패티의 가열 전과 후의 중량을 측정하였으며, 가열 후 20분간 방냉 과정을 거친 시점에 측정하였다. 대조군과 실험군의 중량을 측정하였으며, 그 중량의 차이에 대한 비율을 산정하여 제시하였다.

$$\text{Cooking loss rate (\%)} = \frac{\text{Raw patty weight (g)} - \text{Cooked patty weight (g)}}{\text{Raw patty weight (g)}} \times 100$$

직경감소율은 열처리 전 패티의 직경을 측정하고, 가열 이후의 직경을 측정하여 그 차이에 대한 비율을 구하였다. 가열 후 20분간 방냉 과정을 거친 후 측정하였으며, 각 실험은 5회 반복하여 평균값으로 제시하였다.

$$\text{Diameter loss rate (\%)} = \frac{\text{Raw patty diameter (cm)} - \text{Cooked patty diameter (cm)}}{\text{Raw patty diameter (cm)}} \times 100$$

4) 조직감

조직감은 가열 후 패티 시료를 texture analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, England)를 이용하여 실험하였다. 실제 소비자가 섭취하게 되는 온도를 유지하기 위해 water bath에서 보관하면서 햄버거 패티의 내부온도를 35℃로 일정하게 하였고, 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness)을 제시하였다. 시료는 실험의 오차를 최소화하기 위하여 패티의 중심부에 있는 동일한 부분으로 가로 15 mm, 세로 15 mm, 높이 10 mm의 크기로 준비하였고, round probe(75 mm diameter)를 사용하여 측정하였다. 실험조건은 pre-test speed 5.0 mm/sec, test speed 3.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, test distance 7.0 mm, trigger force 5 g으로 설정하였다. 각 실험은 10회 측정하였으며, 평균값을 제시하였다.

5) 관능평가

관능검사는 서울 시내에 위치한 특1급 호텔 양식 조리사 25명을 선정하여 실험의 목적을 설명하고 실시하였다. 가열 조리된 패티를 일정한 크기(50 g)로 분할하여 화이트 접시에 담아 제공하였으며, 부수적으로 플라스틱 포크를 제공하였다. 미지근한 물과 무염 크래커를 제공하여 둔화효과를 제어하기 위해 시료와 시료 사이에 입을 충분히 헹구도록 하였

다. 9점 척도법을 이용하여 조사하였으며, 색(color)과 향미(flavor), 맛(taste), 다즙성(juiciness), 전반적인 기호도(overall preference)의 항목에 매우 좋아한다를 9점, 매우 싫어한다를 1점으로 평가하도록 하였다. 본 논문에서의 관능평가는 세종대학교 생명윤리심의위원회의 승인(승인번호: SJU-HR-E-2018-002)을 받아 그 규정에 따라 실행하였다.

4. 자색당근 첨가 패티의 항산화 활성

1) 폴리페놀 함량

자색당근이 첨가된 가열 후 패티를 각 실험군에 따라 10 g씩 취하고, ethanol 90 mL를 가해 균질화 하였다. 이후 실온에서 24시간 추출과정을 거쳐 원심분리기(FLETA-40, Hanil Science Industrial, Deajeon, Korea)를 사용하여 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리 과정을 거치고 여과(Whatman No. 2, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)시킨 액을 실험에 시료로 사용하였다. 시료액 150 μL에 증류수 2,400 μL를 가한 후 2 N Folin-Ciocalteu 150 μL를 첨가하고 교반하여 3분 동안 방치하였다. 이후 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3) 300 μL를 가하고 2시간 암소에 두어 분광광도계(X-ma 1200V, Human Co., Ltd., China)를 이용하였으며, 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 gallic acid를 표준물질로 이용하여 검량곡선을 작성하고, 시료 100 g 내에 mg gallic acid(mg GAE/100 g)로 총 폴리페놀 함량을 제시했다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 제시하였다.

2) DPPH free radical 소거능

자색당근이 첨가된 가열 후 패티의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhdrazyl) free radical 소거능 측정은 시료 4 mL에 0.2 mM DPPH 1 mL를 가하고 교반하여 암소에서 30분 동안 두고 흡광도를 517 nm에서 측정하였다. Ethanol을 시료액 대신으로 하여 대조군으로 흡광도를 측정하여 DPPH free radical의 소거 활성을 나타내었다. 실험 결과는 3회 반복하고, 백분율로 평균값과 표준편차를 나타내었다.

5. 통계분석

통계분석은 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 17.0 for Window)를 이용하여 모든 실험값을 평균과 표준편차로 제시하였다. 유의성 검정은 분산분석을 실시하였으며, 사후검정은 $p<0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 자색당근 첨가 패티의 품질 특성

1) 자색당근 첨가 패티의 pH, 수분함량

자색당근의 첨가량을 달리하여 패티를 제조하여 pH와 수분함량을 측정하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 가열 전 패티의 pH는 대조군이 5.78, 자색당근 8% 첨가군은 5.86으로 미비하지만, 첨가량이 증가하면 pH가 증가하는 경향이 있었다($p<0.05$). 복합 한약재를 패티에 첨가한 실험(Choi 등 2008)에서 추출물 첨가량이 증가함에 따라 pH가 증가되었고, 율피 첨가 패티(Joo & Choi 2014)에서는 유의적인 차이가 없었다. 아로니아 분말을 첨가한 패티(Kim 등 2015a)에서는 첨가량이 증가하면 pH가 감소하였는데, 이러한 결과는 첨가되는 부재료와 주재료가 되는 식육의 pH 차이에서 기인하는 것으로 생각된다. 부재료의 종류, 첨가량, 형태 등의 다양성으로 인해 실험 결과에 차이가 있으며, 본 실험에서 사용한 국내산 돈육 후지부위의 pH는 5.75이고, 자색당근은 6.51로 부재료인 자색당근의 유입에 따른 pH 변화가 나타난 것으로 생각된다. 이처럼 육제품의 초기 pH는 첨가물의 배합비와 제조조건으

Table 2. pH and moisture content of pork patties added with black carrot (*Daucus carota* L.)

Concentration of black carrot (%)	pH		Moisture content (%)
	Row patties	Cooked patties	Cooked patties
0	5.78±0.02[1)b2)]	5.99±0.01[d]	59.44±0.19[d]
2	5.82±0.03[ab]	6.04±0.03[c]	60.30±0.20[c]
4	5.83±0.03[ab]	6.06±0.01[bc]	60.92±0.61[b]
6	5.84±0.02[a]	6.10±0.02[ab]	61.40±0.17[b]
8	5.86±0.04[a]	6.12±0.05[a]	62.11±0.10[a]
F-value[3)]	4.87[*]	15.30[***]	31.88[***]

1) Data are mean±standard deviation (n=3).
2) Means in the column with different superscripts ([a~d]) are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
3) * $p<0.05$, *** $p<0.001$.

로 달라지며, 저장이 진행됨에 따라 저장조건, 젖산의 생성과 축적, 미생물 증식, 염기성 물질의 축적 등 여러 요인에 의해 달라질 수 있다. 육제품의 가공과정에서 과도하게 pH가 낮아지면 제품의 품질에 좋지 않은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 한편, 가열 후 패티의 pH는 대조군이 5.99, 자색당근 8% 첨가군이 6.12의 값으로 첨가량이 늘어남에 따라 증가하였다($p<0.001$). 따라서 가열 후에도 부재료의 첨가가 pH 변화에 영향을 주고, 자색당근의 pH가 식육의 pH보다 높기 때문에 첨가량이 늘어남에 따라 pH가 증가된 것으로 생각된다. 자색당근 첨가 패티의 pH는 가열 전에 비해 가열 후 값이 증가하였는데, Wierbicki & Deatherage(1958)는 식육을 가열처리하면 유리 carboxyl group과 유리 sulfhydryl group의 파괴에 의하여 pH가 증가된다고 보고한 바 있어 동일한 결과로 해석되었다.

자색당근 패티의 수분은 대조군이 59.44%, 8% 첨가군이 62.11%로 첨가량이 증가하면서 수분의 함량도 증가되었다($p<0.001$). 이러한 결과는 Lee & Lyu(2008)가 패티에 청국장 분말을 첨가함에 따라 패티의 수분이 증가했다고 한 연구와 유사한 결과였다. 그러나 마분말 패티 연구(Lee & Cho 2012)에서는 첨가량에 따른 유의적인 차이가 없었고, 녹차분말 패티 연구(Cho & Chung 2010)에서는 분말의 양이 증가되면 수분함량이 감소되었다고 하여 다른 경향을 보였다. 이러한 결과는 원료육의 성분조성 및 부재료의 종류 및 수분함량, 건조 및 퓨레와 같은 첨가형태, 처리방법에 따라 다른 결과를 보이는 것으로 생각된다. 식육제품의 가공에 적정량의 식이섬유는 제품의 보습성을 증가시켜 품질 향상의 요인이 된다는 연구(Choi 등 2010)에 따라 자색당근에 함유된 섬유소가 수분 보유력을 높이는데 영향을 준 것으로 사료된다. 실험과정에서 조직감, 다즙성에 영향을 주는 지방의 함량을 줄이고 자색당근으로 대체하였기 때문에 이러한 결과는 패스트푸드의 주요한 문제점으로 거론되는 과도한 지방 함량을 보완할 수 있는 결과로 보여지며, 육제품의 수분함량은 저장성, 보수력, 가열감량, 경도, 응집성과 밀접한 관계가 있다고 보고(Cha & Lee 2013)되어 긍정적으로 해석되었다.

2) 자색당근 패티의 색도

색도의 결과는 Table 3에 제시하였으며, 가열 처리 전 패티의 색도는 명도(L)는 대조군이 61.68이고 첨가량이 증가됨에 따라 감소되는 경향이었으며($p<0.001$), 적색도(a)는 대조군이 4.03에서 8% 첨가군이 12.37로 점차 증가되었다($p<0.001$). 황색도(b)는 대조군이 12.80에서 첨가비율이 늘어나면서 감소되었다($p<0.001$). 가열한 패티의 색도 결과를 보면 명도(L)는 대조군이 60.81이고, 8% 첨가군이 57.57로 첨가량이 증가하면서 명도는 낮아졌다($p<0.001$). 적색도(a)는 대조군이 6.33이고 8% 첨가군이 7.43이었으며 유의적인 차이는 있었지만($p<0.01$), 대조군만 뚜렷한 차이를 보였고 다른 첨가군의 경우 자색당근 첨가량의 증가에 따른 차이가 없었다. 황색도(b)는 대조군은 12.80, 8% 첨가군은 17.20으로 첨가량 증가에 따라 증가하였다($p<0.001$). 선행연구에서 청국장 분말을 패티에 첨가하면 명도와 황색도는 증가하고 적색도는 감소한다고 하였는데, 이는 청국장 분말의 색이 발현되기 때문이라고 하였다(Lee & Lyu 2008). 돈육 패티의 색도 변화는 가열하기 전에는 부재료의 색 발현 우선적이지만 가열 후에는 조리 중에 육색이 변화하는 복합적인 원인과 부재료의 색 변화도 작용하는 것으로 보인다. 아로니아 분말 첨가 패티의 연구(Kim 등 2015a)에서 가열전과 후의 색도를 비교하였는데, 조리전에는 아로니아 분말의 색이 발현되었으나, 조리 후 가열 전 색의 경향과 다른 결과를 보여 패티의 색은 첨가하는 부재료의 종류와 양에도 영향을 받지만 패티 처리방법과 조리 여부에도 영향을 많이 받는 것으로 사료된다. 본 실험 결과에서도 가열 전에는 적색도(a)가 첨가비율이 늘어남에 따라 뚜렷하

Table 3. Color parameters values of pork patties added with black carrot (*Daucus carota* L.)

Concentration of black carrot (%)	Hunter color values					
	L		a		b	
	Row patties	Cooked patties	Row patties	Cooked patties	Row patties	Cooked patties
0	61.68±0.76[2)a3)]	60.81±0.60[a]	4.03±0.14[e]	6.33±0.17[b]	12.08±0.18[a]	12.80±0.57[d]
2	47.58±1.15[b]	59.27±0.50[b]	9.16±0.40[d]	7.06±0.29[a]	4.99±0.55[b]	14.01±1.03[c]
4	42.12±1.09[c]	58.43±0.15[b]	10.41±0.62[c]	7.28±0.52[a]	4.27±0.79[b]	15.73±0.64[b]
6	41.74±0.65[c]	58.97±0.81[bc]	11.14±0.12[b]	7.49±0.30[a]	2.89±0.29[c]	16.23±0.25[ab]
8	40.59±0.71[c]	57.57±0.20[c]	12.37±0.14[a]	7.43±0.38[a]	2.32±0.28[c]	17.20±0.17[a]
F-value[3)]	161.65***	15.96***	323.18***	9.37**	207.12***	26.76***

1) Data are mean±standard deviation (n=5).
2) Means in the column with different superscripts ([a~d]) are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
3) ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

게 증가하는데 비해 가열 후 적색도(a)는 대조군과 비교하면 실험군의 적색도가 높았지만 첨가량의 비율에 대한 차이는 나타나지 않아, 가열과정에서 육색의 변화 및 안토시아닌 색소의 변화가 있었다고 생각된다.

3) 자색당근 패티의 가열손실율, 직경감소율

자색당근을 첨가한 패티의 가열손실율, 직경감소율의 결과는 Table 4에 제시하였다. 가열손실율은 식육 단백질을 가열처리할 때 단백질이 본래의 구조를 잃고 변성, 응고가 나타나 수분, 지방이 빠져나오는 것을 의미하며, 가열손실율이 높으면 패티의 품질에 부정적인 영향을 준다. 가열손실율의 증가 요인은 일반적으로 낮은 pH, 높은 가열온도, 긴 가열시간과 느린 가열속도이다. 또한 식육 표면과 중량의 비율이 커지면 증가된다(Winger & Fennema 1976). 본 실험에서 패티의 가열손실율은 19.73~23.90% 사이의 비율을 나타내었으며, 자색당근 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소했다($p<0.001$). 직경감소율 역시 클수록 수분과 지방이 빠져나온 것으로 보며, 보수력, 조직감을 저하시켜 기호성에 부정적이다(Tekin 등 2010). 직경감소율은 16.43~18.06의 범위에 있었고 유의적으로 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p<0.01$). 실험에 사용된 자색당근의 pH는 6.5로 식육으로만 이루어진 패티의 pH보다 높아서 적정량을 첨가하면 가열손실율과 직경감소율을 감소시켜 패티의 부정적인 영향을 줄일 수 있을 것으로 생각된다. Ko & Yoo(2017)는 세발나물 분말을 패티에 첨가한 실험에서 가열손실율은 2% 첨가군이 가장 낮은 결과를, 직경감소율은 1% 첨가군이 가장 낮은 비율을 보여 적절한 pH를 지닌 부재료 첨가가 가열손실율과 직경감소율을 줄일 수 있음을 보고하였으며, 본 결과와 유사하였다. 한편 아로니아 분말을 첨가한 패티(Kim 등 2015a)에서는 아로니아 함량이 증가하면 가열손실율과 직경감소율이 증가하였는데, 첨가된 아로니아 분말이 패티의 pH를 저하시킨 원인이 크다고 파악하였다.

Table 4. Cooking loss rate and diameter loss rate of pork patties added with black carrot (*Daucus carota* L.)

Concentration of black carrot (%)	Cooking loss rate (%)	Diameter loss rate (%)
0	23.90±0.52[1)a2)]	18.06±0.73[a]
2	23.21±0.92[a]	17.91±0.55[a]
4	23.82±0.51[a]	17.02±0.26[b]
6	21.45±0.98[b]	16.92±0.10[b]
8	19.73±0.32[c]	16.43±0.32[b]
F-value[3)]	14.95***	7.15**

1) Data are mean±standard deviation (n=5).
2) Means in the column with different superscripts ([a~c]) are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
3) ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

4) 자색당근 패티의 조직감

Table 5는 자색당근 패티의 기계적인 조직감을 측정한 결과이다. 경도(hardness)는 자색당근 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였고($p<0.05$), 씹힘성(chewiness)은 유의적인 차이는 있었으나($p<0.05$), 대조군과 실험군의 차이가 있을 뿐 첨가량에 따른 경향은 없었다. 자색당근의 첨가량이 증가함에 따라 패티의 경도가 감소한 것은 수분 보유력이 높아진 결과에 기인한다고 생각되었고, 다른 조직감 측정항목인 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness)은 유의적인 차이가 나타나지 않아 고기와 지방을 대체하여 자색당근을 첨가한 패티가 조직감에 부정적인 영향을 주지 않는 것으로 생각되었다. 육제품의 조직감은 다양한 변인에 의해 달라지는데, 원료육의 상태, 지방과 수분 비율, 소금의 함량, 첨가물의 종류와 처리방법, 가열온도와 시간 등의 요인이 있다고 보고되었다(Tekin 등 2010). 본 실험에서 자색당근의 첨가량이 증가될수록 경도는 감소하고, 다른 조직감 항목의 유의적인 차이가 없는 것으로 보아, 적절한 양의 대체가 가능할 것으로 생각되었다.

Table 5. Texture analysis of pork patties added with black carrot (*Daucus carota* L.)

Concentration of black carrot (%)	Hardness	Chewiness	Springiness	Cohesiveness
0	4,763.07±251.1[1)a2)]	2,631.67±75.88[a]	0.81±0.07	0.63±0.27
2	4,332.67±320.31[a]	2,550.01±132.28[b]	0.82±0.06	0.62±0.03
4	4,514.00±89.75[ab]	2,547.33±143.19[b]	0.83±0.18	0.65±0.10
6	4,366.67±305.51[ab]	2,530.31±178.04[b]	0.82±0.21	0.62±0.02
8	4,001.01±621.21[b]	2,357.01±182.21[b]	0.82±0.19	0.63±0.32
F-value[3)]	4.20*	4.03*	1.74	1.93

1) Data are mean±standard deviation (n=10).
2) Means in the column with different superscripts ([a,b]) are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
3) * $p<0.05$.

5) 자색당근 패티의 관능적 기호도 특성

자색당근 패티의 관능적 품질 특성은 Table 6에 제시하였다. 자색당근은 진한 검은 보라색을 가지는 식물로 첨가된 패티가 대조군에 비해 색(color) 기호도는 저하되는 경향이 있었다($p<0.05$). 그러나 첨가비율에 따른 일정한 경향은 없었으며, 2, 4, 6, 8% 비율로 첨가했을 때의 각 군별 차이도 없었다. 자색당근 패티의 맛(taste) 기호도는 유의적인 차이가 있었는데, 2% 첨가군이 5.90, 4% 첨가군이 6.33으로 가장 높게 나타났으며, 8% 첨가군이 4.51로 5.52인 대조군에 비해 기호도가 낮았다. 전반적인 기호도(overall preference)는 맛 기호도와 유사한 경향으로 4% 첨가군이 유의하게 높았으며($p<0.05$), 0, 6, 8% 첨가군은 기호도 점수의 차이가 없게 나타났다. 자색콜라비를 첨가한 패티 연구(Cha & Lee 2013)에서 첨가량이 증가되면 색의 관능적 기호도가 높아졌다고 보고하였는데, 본 결과와는 상반된 결과였다. 향(flavor)과 다즙성(juiciness) 항목에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식육제품의 기호성에 영향을 주는 인자는 다양하고, 특히 맛은 아미노산과 펩타이드, 당, 유기산, 핵산 등에 영향을 받는다. 이러한 관능적 기호도의 결과는 당근의 자연적인 단맛과 적절하게 첨가된 식이섬유, 자색당근의 pH 등 부재료로서 자색당근이 가지고 있는 긍정적인 측면이 작용된 것으로 생각되었으며, 맛과 전반적인 기호도를 고려할 때 4%의 첨가가 적당할 것으로 생각된다.

2. 자색당근 패티의 항산화 활성

1) 폴리페놀 함량

Table 7에 자색당근을 첨가한 패티의 총 페놀화합물의 양을 제시하였으며, 무첨가군은 41.63 mg GAE/100 g이었고, 첨가군은 47.07~63.67 mg GAE/100 g이었다. 첨가량이 증가하면 총 페놀화합물의 함량도 유의적으로 증가하는 경향($p<0.001$)이었다. 자색당근에 함유된 총 폴리페놀은 당근의 종류에 따라 차이가 있고, 그 중 색이 진한 자색당근은 안토시아닌을 많이 함유한다. 자색당근의 경우 폴리페놀을 97.9 mg/100 g 함유하고 있으며, 그 중 대부분이 안토시아닌으로 존재하고, 그 양은 75.3 mg/100 g이라고 보고하였다(Montilla 등 2011). 안토시아닌은 그 종류와 환경의 수소이온 농도에 따라 색 차이가 있고, 고온과 낮은 pH 환경에서 특히 불안정하다. 그러나 자색당근에 포함된 안토시아닌은 다른 식품이 가지고 있는 안토시아닌에 비해 pH, 고온 및 광선에 안정적

Table 6. Sensory characteristics analysis of pork patties added with black carrot (*Daucus carota* L.)

Concentration of black carrot (%)	Color	Flavor	Taste	Juiciness	Overall preference
0	6.75±0.91[1)a2)]	6.67±1.42	5.52±1.27[ab]	5.20±1.73	5.53±2.06[b]
2	4.43±1.21[b]	6.33±1.55	5.90±0.73[a]	5.77±1.08	6.05±1.59[ab]
4	5.16±1.51[b]	6.74±1.05	6.33±0.83[a]	6.56±2.10	6.72±1.53[a]
6	5.27±0.92[b]	5.96±0.88	5.18±1.72[ab]	5.56±1.02	5.32±0.98[b]
8	4.96±1.76[b]	6.66±1.04	4.51±1.64[b]	6.01±1.89	4.90±1.10[b]
F-value[3)]	4.34[*]	1.81	3.26[*]	1.74	3.56[*]

1) Data are mean±standard deviation (n=25).
2) Means in the column with different superscripts ([a,b]) are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
3) * $p<0.05$.

Table 7. Antioxidative activities of pork patties added with black carrot (*Daucus carota* L.)

Concentration of black carrot (%)	Total phenolic contents (mg GAE/g)	DPPH free radical scavening activity (%)
0	41.63±1.43[1)e2)]	12.17±1.04[d]
2	47.07±4.10[d]	14.63±1.25[d]
4	53.00±1.32[c]	22.87±2.51[c]
6	61.07±1.52[b]	30.07±1.02[b]
8	63.67±1.51[a]	34.77±1.61[a]
F-value[3)]	112.48[***]	111.41[***]

1) Data are mean±standard deviation (n=3).
2) Means in the column with different superscripts ([a~e]) are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
3) *** $p<0.001$.

이며, 장관에서의 소화흡수가 용이하다고 알려져 있어 식품 가공에 이용하기가 용이하다(Hassellund 등 2013). 이러한 선행연구에 따라 자색당근 자체에 포함된 폴리페놀이 패티에 첨가되면서 대조군에 비해 유의적인 폴리페놀 증가를 보였다고 생각된다.

2) DPPH free radical 소거능

분자에 free radical을 가지고 있는 DPPH는 ascorbate, tocopherol, BHA 등 항산화 작용을 나타내는 물질에 의하여 가지고 있는 짙은 자색이 환원되고 탈색된다(Blois MS 1958). 이러한 특성으로 비교적 단시간에 항산화 활성 비교가 가능하고, 실험 중 반복성도 우수해 많이 사용된다(Yoo 등 2007). 자색당근 패티의 DPPH 라디칼 소거활성 결과는 Table 7에 제시되었으며, 대조군은 12.17%, 2, 4, 6, 8% 첨가군은 14.63~34.77이었다. 이러한 활성은 자색당근에 포함된 안토시아닌, 비타민 A, 카로티노이드, 라이코펜 화합물들이 활성산소의 소거에 관여하기 때문으로 생각된다. 따라서 이러한 활성을 지닌 자색당근을 패티에 첨가하면 패티의 항산화 활성이 향상될 것으로 기대된다.

요약 및 결론

다양한 기능성을 가진 자색당근의 활용성을 확대시키고, 이를 돈육 패티에 첨가하여 부족한 섬유소 및 영양소를 보완하고, 기호적으로도 우수한 패티를 개발하기 위해 자색당근을 패티 총 중량의 0, 2, 4, 6, 8% 분량으로 첨가하였다. 제조된 자색당근 패티의 이화학적 품질특성을 측정하고 관능적인 기호도 조사를 하였으며, 항산화 활성을 측정하였다. 패티의 pH는 자색당근의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향이었으며, 수분도 첨가량이 증가되면서 유의적으로 증가되었다. 가열된 패티의 색도는 명도는 첨가량이 증가하면서 유의적으로 낮아졌고, 적색도는 대조군과 차이는 있었으나, 실험군 간의 차이는 없었고, 황색도는 유의적으로 첨가량 증가에 따라 증가하였다. 햄버거의 품질과 기호성에 높은 영향을 미치는 가열손실율과 직경감소율은 자색당근 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 긍정적인 영향을 주었다. 기계적인 조직감에서 경도는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향이었고, 씹힘성은 유의적인 차이는 있었으나, 대조군과 실험군의 차이가 있을 뿐 첨가량에 따른 경향은 없었다. 탄력성과 응집성은 유의적인 차이가 나타나지 않아 고기와 지방을 대체하여 자색당근을 첨가한 패티가 조직감에 부정적인 영향을 주지 않는 것으로 생각되었다. 관능적 기호도에서 색 항목은 첨가된 패티가 대조군에 비해 색(color) 기호도는 유의적으로 저하되는 경향이었으나, 첨가비율에 따른 경향은 없었다. 맛 기호도는 2, 4% 첨가군이 높은 반응을 보였고, 전반적인 기호도는 4% 첨가군이 유의하게 높았다. 패티의 항산화 활성을 나타내는 폴리페놀 함량, DPPH free radical 소거능은 첨가량이 증가됨에 따라 유의적으로 증가하였다. 이러한 결과로 보아 돈육 햄버거 패티를 제조할 때 4%의 자색당근 첨가는 항산화 활성뿐 아니라, 품질특성을 향상시키고 기호도를 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

References

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200

Cha SS, Lee JJ. 2013. Quality properties and storage characteristics of hamburger patty added with purple kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1994-2003

Cho SH, Chung CH. 2010. Quality characteristics of pork meat patties formulated with either steam-dried green tea powder or freeze-dried raw tea leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 26:567-574

Choi JH, Jang AR, Lee BD, Liu HD, Song HP, Jo CH. 2008. Antioxidant and antimicrobial effects of medicinal herb extract mix in pork patties during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28:122-129

Choi SW, Ra YS. 2013. Influence of purchase motivation and selection attributes of HMR on repurchase intention according to lifestyles. *Korean J Culin Res* 19:296-311

Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Jeong JY, Chung HJ, Kim CJ. 2010. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Sci* 84:557-563

Tekin H, Saricoban C, Yilmaz MT. 2010. Fat, wheat bran and salt effects on cooking properties of meat patties studied by response surface methodology. *Int J Food Sci Technol* 45:1980-1992

Hassellund SS, Flaa A, Kjeldsen SE, Seljefot I, Karlsen A, Erlund I, Rostrup M. 2013. Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammantion in pre-hypertensive men: A double-blind randomized placebo-controlled crossover study. *J Hum Hypertens* 27:100-106

Jeong YG, Lee IS. 2015. Importance-performance and willingness to purchase analyses of home meal replacement using eco-friendly food ingredients in undergraduates according to gender. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1873-1880

Joo SY, Choi HY. 2014. Effects of chestnut inner shell powder on antioxidant activities and quality characteristics of pork patties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:698-704

Joo SY, Park JD, Choi YS, Sung JM. 2017. Quality characteristics and antioxidant activity of red radish (bordeaux and watermelon radish) tea with use of different processing methods. *Korean J Food Nutr* 30:908-915

Jung IC, Youn DH, Moon YH. 2007. Quality and palatability of pork patty containing wine. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:350-360

Kim IS, Jin SK, Ha CJ. 2008 Effects of sweet persimmon powder type on quality properties of low salted pork patties during cold storage. *J Anim Sci Technol* 50:133-144

Kim KJ, Park KY. 2007. Research on development concept of Korean restaurant through conjoint analysis focused on breakfast foodservice market. *J Tour Sci* 31:319-336

Kim MH, Kim JS, Kim SS. 2015a. A study on the HMR consumption behavior by the lifestyle: Focus infants food. *Int J Tour Hosp Res* 29:177-190

Kim MH, Joo SY, Choi HY. 2015b. The effect of aronia powder (*Aronia melanocarpa*) on antioxidant activity and quality characteristics of pork patties. *Korean J Food Cook Sci* 31:83-90

Ko YJ, Yoo SS. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of pork patties added with *Spergularia marina* L. Griseb powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 27:635-643

Korean Food and Drug Administration. 2002. Food Code. p.219. Munyoungsa

Lee JH, Chin KB. 2012. Evaluation of antioxidant activities of red beet extracts, and physicochemical and microbial changes of ground pork patties containing red beet extracts during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 32: 497-503

Lee SH, Cho SH. 2012. Characteristics of hamburger patties containing yam powder. *Korean J Food Cook Sci* 28: 781-787

Lee YM, Lyu ES. 2008. Physico-chemical and sensory characteristics of *Chungkukjang* powder added hamburger patty. *Korean J Food Cook Sci* 24:742-747

Metzger BT, Barnes DM, Reed JD. 2008. Purple carrot (*Daucus carota* L.) polyacetlyenes decrease lipopolysaccharide-induced expression of inflammatory proteins in macrophage and endothelial cells. *J Agric Food Chem* 56:3554-3560

Montilla EC, Arzaba MR, Hillebrand S, Winterhalter P. 2011. Anthocyanin composition of black carrot(*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) cultivars antonina, beta sweet, deep purple, and purple haze. *J Agri Food Chem* 59:3385-3390

Nho HJ, Jang SY, Park JJ, Yun HS, Park SM. 2013. Browning prevention of black carrot extract and the quality characteristics of jelly supplemented with black carrot extract. *J Korean Soc Food Cult* 28:293-302

Novotny JA, Dueker SR, Zech LA, Clifford AJ. 1995. Compartmental analysis of the dynamics of β-carotene metabolism in an adult volunteer. *J Lipid Res* 36:1825-1838

Oh BS, Lee YI, Ko SH, Kim HJ, Kim HY. 2011. Quality characteristics of pork patties with rosemary and *Kimchi* powder during cold storage. *Korean J Food Cook Sci* 27:125-133

Oh HK, Lim HS. 2010. Quality characteristics of the hamburger patties with bamboo (*Sasa borealis*) leaf extract with/without cooked rice. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30:833-841

Padayachee A, Netzel G, Netzal M, Day L, Mikkelsen D, Gidley MJ, Day L. 2013. Lack of release of bound anthocyanins and phenolic acids from carrot plant ell walls and model omposites during simulated hastric and small interstinal digestion. *Food Funct* 4:906-916

Park JS, Bae JO, Chung BW, Jung MY, Choi DS. 2011. Degradation kinetics of anthocyanin pigment solutions from purple-fleshed sweet potato cultivars. *Korean J Food Nutr* 24:559-566

Park SM, Kang SN, Jeong DY, Jeong SY, Park JJ, Yun HS. 2015. Cyanidin and malvidin in aqueous extracts of black carrots fermented with *Aspergillus oryzae* prevent the impairment of energy, lipid and glucose metabilism in estrogen-dificient rats by AMPK activation. *Genes Nutr* 10:1-14

Park SY, Kim AJ, Han MR. 2018. Quality characteristics of oat bread with wild carrot (*Daucus carota L.*) powder. *J Korean Soc Food Cult* 33:55-61

Shin BK, Kang SN, Han JI, Park SM. 2015. Quality and sensory characteristics of fermented milk adding black carrot extracts fermented with *Aspergillus oryzae*. *J Korean Soc Food Cult* 30:370-376

Wang Y, Zhang Y, Wang X, Liu Y, Xia M. 2012. Supplementation with cyanidin-3-O-β-glucoside protects against hypercholesterolemia-medeated endothelial dysfunction and attenuates atherosclerosis in apolipopreotein E-deficient. *J Nutr* 142: 1033-1037

Wierbicki E, Deatherage FE. 1958. Water content of meats, determination of water-holding capacity of fresh meats. *J Agric*

Food Chem 6:387-392

Winger RJ, Fennema O. 1976. Tenderness and water hodling properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at −3℃ or 15℃. *J Food Sci* 41:1433-1438

Yoo KM, Kim DO, Lee CY. 2007. Evaluation of different methods of antioxidant measurement. *Food Sci Biotechnol* 16: 177-182

Received 12 April, 2018
Revised 18 April, 2018
Accepted 18 May, 2018