



Nutritional compositions and their retention rates of carrots by different cooking methods

Kunjong Lee¹, Heajung Chung^{2*}

¹Department of Food Science and Nutrition, Soongeui Women's College, Seoul 04628, Korea

²Department of Korean Cuisine, Jeonju University, Jeonju 55069, Korea

다양한 조리법에 따른 당근의 영양성분 함량과 영양소 잔존율

이근종¹ · 정혜정^{2*}

¹송의여자대학교 식품영양과, ²전주대학교 한식조리학과

Abstract

Proximate components and mineral contents of *Daucus carota* L. were investigated following cooking using 5 different methods (i.e., boiling, pan-roasting, stir-frying, deep-fat frying, and steaming), and their retention rates were also evaluated. Weight loss was evaluated in all cooked carrot samples, and significant difference in ($p < 0.05$) proximate components and mineral contents were found upon variation in the cooking method. The highest protein, fat, and ash contents were detected in deep-fried carrots, while a high content was found in raw, boiled, and steamed carrots. In retention rates of carrot by cooking method, frying significantly lowered 40.89%. Mineral (Na, Fe, Cu) retention rates were significantly lowered by boiling and steaming, resulting in rates of 70%. Carrots were cooked by using different methods and the retention rates of β -carotene and vitamin E according to cooking methods of carrots were investigated. In amino acid retention rates, deep-frying was lowest examined (Arg: 61.64%, Cys: 93.97%). Therefore, these data can be used as a basis for the processing of carrots.

Key words : carrots, cooking methods, retention factor

서 론

현대사회의 서구화된 식습관으로 아동과 성인은 다양한 성인병을 앓고 있으며, 이러한 성인병을 극복하고자 황색 당근뿐만 아니라, 안토시아닌 계통의 자색 당근과 같이 항산화 물질에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이처럼 항산화 능이 뛰어난 채소 식품에 관한 관심이 점점 높아지고 있는 추세이다(Choi, 2011; Kang, 2016). 당근은 미나리과에 속하는 근채류로 학명이 *Daucus carota* L.인 대표적인 뿌리채소이다. 당근의 영양성분은 수분이 약 90%를 차지하며 단백질이 1%, 당질이 7.8을 차지하며 회

분 0.6 - 1.1 g, Ca 38 mg, P 37 mg, Na 26 mg, 칼륨 400 mg을 차지하며, 비타민이 1,257 - 7,300 μg R.E로 carotene 이 주성분이다(NRRDI, 2019). 활성산소를 제거하는 역할을 하며, 식품에 포함된 β -carotene은 비타민 A의 전구체로써 카로티노이드 색소를 많이 함유하고 있다. 당근에는 지질과산화반응의 연쇄반응을 차단하는 항산화 물질을 많이 함유하고 있어서 몸속에서 만들어지는 활성산소를 제거하고 노화를 억제해주는 대표적인 식품이라고 보고하였다(Krinsky, 1989a). 또한, 당근의 항비만, 항균, 항암작용 등이 보고되었다(Krinsky, 1988b; Han, 2015). 성인병 예방을 위한 효능 등 다양한 생체조절기능이 보고됨에

*Corresponding author. E-mail : angiechung@hanmail.net, Phone : +82-63-220-2098, Fax : +82-63-220-2736

Received 06 February 2020; Revised 02 April 2020; Accepted 16 April 2020.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

따라 기능성 식품으로 관심이 증가하고 있으며, 당근의 여러 가지 조리법과 제품개발 연구가 활발히 이루어지고 있다(Krinsky, 1989a). 최근에는 고추와 파프리카, 오이에 대한 조리가공방법을 달리하여 잔존 영양소 함량을 측정하여 비교하고자 하는 연구가 진행되었다(Kim, 2017; Kim과 Chung, 2017). 무와 당근에 대해서 소금 농도를 달리하여 데치기와 고열로 찌기를 하였을 때 pH, 미생물, 물성 및 비타민 C에 대해 분석을 하였으며, 삶거나 찌는 조리조각에서 조직감의 차이가 있다고 보고하였고, 비타민 C는 조리방법이나 시간에 상관없이 원재료보다 50% 이상 낮아졌다고 보고되었다(Ahn, 1999; Kim, 2003).

Pack 등(2019)에 따르면 국내와 일본에서는 우엉, 더덕, 도라지와 연근과 같은 뿌리채소를 넣어 된장을 담그면 아미노태질소의 함량은 감소하지만, 우엉 된장의 경우 대조구보다 구수한 맛이 높은 것으로 나타났는데, 최근에 국내뿐만 아니라, 일본 등에서는 당근 등 뿌리채소류를 된장국 재료로 첨가한다고 보고하였다. 된장과 같은 물에 넣는 요리에서 당근을 넣는다면 국물에 수용성 성분의 영양소뿐만 아니라, 1%나 되는 아미노산 성분이 용출되어 나와서 함께 섭취할 수 있으므로 바람직한 조리법인지 확인할 필요성이 있다. 지금까지 알려진 당근의 조리법은 주로 지용성 비타민이 많으므로 주로 볶거나 튀기기와 같은 기름을 이용한 조리법은 지용성 비타민과 지방산의 섭취 급원으로 적당하다. 그러나, 지방산의 산화로 인한 산가 증가 등이 문제가 되고 있으며, 실제 지방산의 변화에 관한 연구가 미비한 실정이다. 실제 프로비타민인 카로티노이드는 물속에 끓이거나 마이크로오븐에 가열하면 일부 파괴되는 것으로 알려져 있으며, 산화된 카로티노이드의 파괴가 일어나서 cis-isomers가 형성되고, 가열시간이 증가하면 더 많은 파괴를 일으킨다고 보고되었다(Kim 등, 2003). 조리 중 변성이 일어나게 되므로 가능한 전통 한식 조리법과 비교한 연구 자료가 부족한 실정으므로 추가적인 연구가 더 필요하다.

지금까지 당근 자체는 주재료가 아닌 음식의 부재료로써 주로 활용되는데, 국내에서는 당근주스, 소스, 피클, 절편, 당근을 첨가한 녹두전분 겔 및 정과 등이 조리법이 보고되었다(Lee, 2000; Hong, 2009; Kim, 2009; Cha, 2011; Oh, 2012; Kim, 2014a). 그러나, 당근의 여러 가지 조리방법에 관한 잔존율과 영양성분 데이터는 적은 편이다. 최근에 닭고기, 돼지고기, 쇠고기 등의 품종, 부위 등에 대한 일반 성분, 지방산, 총 아미노산량 및 무기질 등에 관한 연구가 진행되었다. 취청오이, 다다기, 노각 등(Kim 등, 2017)과 버섯류(Park 등, 2017)의 삶기, 굽기, 튀기기, 로스팅 및 전자레인지 등을 활용하여 무기질의 영양소 함량 분석(Kim과 Chung, 2017)과 당근의 다양한 전 처리 및 조리방법에 따른 이화학적 특성 등을 보고하였다.

잔존량계수에 대한 연구는 미국에서는 1970년대부터 농무성(USDA)에서 활발한 연구가 진행됐고(USDA, 2017), 최근에 식품의약품안전처와 국내 여러 대학과 분석기관에서 식품을 조리한 후 영양소의 조리가공계수와 잔존량계수에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Kim, 2017a; Lee, 2014; Kim, 2017b; Kim과 Chung, 2017; Park, 2017). 한우는 부위와 조리방법에 따라 잔존율의 함량 차이가 매우 크다고 보고되었다(Kim, 2010; Lee, 2014). 삼겹살과 가금류의 조리방법과 부위에 따른 물리·화학적 특성 변화의 영양소 함량 및 아미노산의 함량 차이가 난다고 보고하였다(Yang 등, 2009; Jeon 등, 2014). 반면에 당근의 조리법에 대한 품질변화에 관한 보고는 매우 미미한 실정이다(Kim, 2012; Kim, 2014a).

본 연구를 통하여 당근을 각종 전통 조리법에 따라 제조한 후 무기질, 카로티노이드, 비타민 E, 아미노산, 당류 등 영양성분 함량을 조리가공계수와 잔존량 및 영양성분 함량을 구할 필요성이 있다. 본 연구의 목적은 단백질과 필수아미노산 및 기타 아미노산의 함량과 조성을 조사하여 다양한 조리법에 따른 잔존율을 구하여 국민 영양 정책 수립을 위한 기초 데이터로 제공될 수 있을 것으로 사료된다.

재료 및 방법

시료 전처리

본 연구에 사용된 채소류인 당근을 전북 전주시 농산물 시장에서 구매하여 시료로 사용하였다. 조리조건에 따른 영양소 함량과 잔존율 계수를 분석하여 함량 변화와 같은 조리조건으로 분석하였다. 실험에 사용된 모든 재료는 증류수를 사용하여 씻어 전처리를 하였다.

시약

무기질 분석은 HNO₃:H₂O₂-9:1 분석에 사용된 표준시약은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)급으로 분석하였다. 표준시약은 Sigma-Aldrich Co.의 제품을 사용하였고, 분석 시 사용된 KOH(sodium hydroxide, Siheung, Korea), Na₂SO₄(sodium sulfate anhydrous, Tokyo, Japan), CHCl₃(chloroform, J. T. Baker, Philipsburg, NJ, USA), C₆H₁₄(n-hexane, J. T. Baker, Philipsburg)의 제품을 사용하였다. 아미노산 분석법에 사용된 시약은 증류수, 6 N 염산용액, 질소가스(99.9%), 아미노산 표준원액[aspartic acid(ASP), aserine(Ser), glutamic acid(Glu), glycine(Gly), histidine(His), threonine(Ther), arginine(Arg), alanine(Ala), proline(Pro), tyrosine(Try), valine(Val), methionine(Met), lysine(Lys), isoleucine(Ile), leucine(Leu), phenylalanine(Phe)]을 함유하는 mixed standard를 사용하였고, 아미노산 표준용액은 위

표준원액을 각각 0.01, 0.025, 0.05, 0.100, 0.250 $\mu\text{M}/\text{mL}$ 의 농도가 되도록 증류수로 희석하여 사용하였다. Pyrogallol ethanol, 질소가스, NaCl, hexane, ethyl acetate=85:15, v/v, 0.01% butylhydroxy toluene, BHT, KOH, CHCl_3 , O=6:1:3과 MeOH:BuOH:H₂O=89.5:10:0.5, 토코페롤, n-hexane, protease, α -amylase, folate vonjugase(Pel-Freeze Biologicals, Rogers, AR, USA), *Lactobacillus casei* spp. *rhamnosus*(ATCC 7469)을 사용하였고, Sigma-Aldrich 사에서 구매하였다.

조리 방법

실험에 사용된 모든 재료는 증류수를 사용하여 씻어 전처리를 하였다. 모든 시료는 가로 3 cm×3 cm 크기로 절단한 후 균질화를 하였다. 삶기(boiling)는 인덕션의 2,400 W로 하여 증류수를 끓인 후 출력을 1,400 W로 낮춘 후 재료를 넣고 3분간 삶았다. 굽기(pan-roasting)는 인덕션(DIH-261DC, Daeyung, Seoul, Korea)을 1,800 W 출력으로 4분간 구웠다. 볶기는 1회 조리 시 식용유를 15 mL를 첨가하여 팬에 1,800 W 출력으로 4분 30초간 조리한 다음 종이 행주 2겹으로 1회 닦아내서 기름기를 제거하였다. 튀기기(deep fat-frying)는 전기튀김기(DK-201, Delki, Goyang, Korea)를 170°C로 예열한 후 2분 30초 동안 조리하고, �친 타올 3겹으로 3번 문질러서 기름기를 제거한 후 시료로 사용하였다. 볶기와 튀기기에 사용한 기름은 콩기름(pure refined soybean oil, Sajo, Seoul, Korea)을 사용하였다. 찌기(steaming)는 인덕션을 2,400 W 출력으로 하여 증류수를 가열한 뒤, 1,400 W로 낮춘 후 3분간 조리하고 재료를 뒤집은 다음 3분간 찌었다. 모든 시료는 조리 직후 -70°C deep freezer에서 냉동 보관하면서 균질기(HGBSS, Waring, Torrington, CT, USA)로 균질화한 후 다음 분석 시료로 사용하였다.

성분분석기관

본 연구의 성분분석은 기업체, 대학교, 연구소 등 영양성분 분석 전문기관에서 각 시료의 식품영양성분 국가관리망(National Laboratory System, NLS)을 구축하여 분석 품질을 검증한 기관에서 분석하였다.

일반성분 분석

시료의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등 일반성분 분석은 AOAC의 방법에 따라서 분석하였다(AOAC, 1996).

무기질 분석

당근 중 무기질 분석은 식품공전법(KFIA, 2012)에 따라 분석하였다. 시료 0.5 g에 혼합액(HNO_3 : H_2O_2 -9:1)으로 전처리하였으며, microwave digestion system(Qwave 1000, Mississauga, Canada)에 넣고 30분간 산 분해를 실시하였

다. 산 분해 후 시료 용액을 와트만 여과지(Whatman No. 41, Whatman International Ltd., Buckinghamshire, UK)로 여과하여 사용하였다. Na, Ca, K, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Mn은 ICP-OES(AACTIVA, Horiba Jobin Yvon canal, France)로 Se는 ICP-MS(ICP-Mass, Perkin Elmer Co., Shelton, CT, USA)로 분석하였다. 무기질 별 분석조건은 Table 1, Table 2에 나타내었다.

아미노산 분석

Jang 등(2016)의 단백질분석법으로 분석하였다. 식품 중의 단백질을 강산으로 가수분해하여 생성하는 아미노산을 ion-exchange 컬럼을 통해 분리하고, ninhydrin post column 유도체화(Ruhemann's purple)를 형성 및 발색시켜 visible detector로 분석하는 방법이다. 아미노산자동분석기는 Hitachi AAA I-8900(Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였으며, 컬럼은 Hitachi 이온교환수지(ion exchange resin, 4.6×60 mm)로 충전시킨 이온교환컬럼(ion exchange column)과 이동상은 pH 1.0, pH 2.0, pH 3.0, pH 4.0, D.W., Re-generation solution, ninhydrin, 완충용액(buffer solution)은 닌히드린(ninhydrin)유도화합물(compound)을 사용하였다. 분석 조건은 5% ethanol, 9 channel의 조건으로 컬럼 오븐 온도 및 post-column reactor 온도는 column oven 온도를 20에서 85°C(increase 1°C/step), reaction unit: 50에서 140°C(increase 1°C/step)로 분석하였고, 검출기는 가시광선영인 visible detector에서 파장 570 nm에서 분석하였고 예외적으로 proline만 440 nm에서 분석하였다. 시험용액 20 μL 를 아미노산자동분석기 내 주입하여 시험용액 중 아미노산의 피크면적 또는 높이를 이용하여 아미노산 함량을 구한다. 식품공전의 아미노산 계산식에 따라 시료 중의 아미노산 함량을 계산하였다.

Table 1. Mineral (Na, Ca, K, P, Fe, Mg, Fe, Mg, Mn Cu, Zn) analytical conditions for carrot by ICP-OES

Description	Na, Ca, K, P, Fe, Mg, Mn, Cu, Zn
Nebulizer gas flow (L/min)	0.8
Plasma gas flow (L/min)	15
Auxiliary gas flow (L/min)	0.2
RF power (watts)	1,300
Viewing distance	15
Plasma view type	Radical axial
Spray chamber type	Scott type
Nebulizer	Gem tip cross-flow nebulizer

Table 2. Se analysis condition of carrot by ICP-MS

Instrument	Condition
Selected isotopes (M/Z)	Se ⁸²
Measurement mode	Standard mode
Spray chamber	Cyclonic
Nebulizer	Mein hard
Sample uptake rate	1 mL/min
RF power	1,500 W
Plasma gas flow (L/min)	20
Nebulizer gas flow (L/min)	0.93
Auxiliary gas flow (L/min)	1.2
Dwell time (ms)	50
Sweep per reading	20
Replicates	3
Delay time (s)	50
Wash time (s)	45

비타민류 분석

베타카로틴(β -carotene)

베타카로틴(β -carotene)의 분석은 Thomas 등(2001)의 방법에 따라 알칼리 비누화법으로 추출한 후 HPLC를 분석하였다. 균질화된 시료를 추출관에 취하고 6% pyrogallol ethanol 용액을 첨가한 후 10분 동안 초음파처리(Sonicator, Cole-Parmer, Vernon Hills, IL, USA)하였다. 시료추출관에 60% KOH 용액 8 mL를 추출관에 가하고 잘 혼합한 후 추출관의 상부 공기를 질소로 치환시켰다. 치환된 추출관을 75°C, 100 rpm으로 조절된 shaking water bath(HB-205SW, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 1시간 동안 검화를 한 후 찬물에서 냉각하고, 2% NaCl용액 20 mL를 가하여 반응을 종결하였다. 검화액 추출용매(hexane:ethylacetate=85:15, v/v, 0.01% butylhydroxy toluene, BHT) 15 mL를 가한 다음 격렬하게 섞은 후 스펀드에 정치시켜서 층을 분리하였다. 층 분리된 상등액을 KOH가 채워진 유리관에 통과시켜 추출액 중 수분제거를 한 후 50 mL 정용플라스크에 추출용매로 표선을 맞추어 정용하였다. 이 과정을 3회 반복하여 추출용액을 수집하였으며 추출용매를 이용하여 50 mL까지 정용하였다. 추출물은 질소 농축한 후 잔류물을 CHCl₃로 용해한 후 HPLC(Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 베타카로틴을 측정하였다. 사용된 칼럼은 Vydac 201TP C₁₈(4.6 mm×250 mm, 5 μ m, GRACE, Santa Clara, CA, USA)이며, 검출기는 PDA

detector(Agilent, 452 nm), 이동상은 MeOH:BuOH:H₂O=6:1:3과 MeOH:BuOH:H₂O=89.5:10:0.5의 유기용매를 혼합하여 사용하였고, 분석 시간은 65분이었다.

비타민 E

토코페롤은 Lee 등(1998)의 방법에 따라 알칼리 비누화법으로 추출한 후 HPLC로 분석하였다. 추출법은 베타카로틴과 같으며, 추출액을 질소 농축한 후 n-hexane에 재용해시켜서 0.45 μ m membrane filter(Advantec, Tokyo, Japan)를 사용하여 여과한 후 HPLC(LC-20AD, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하였다. 검출기(detector)는 형광검출기(링, Shimadzu, Ex λ =290 nm, em λ =330 nm)로 검출하였다. 칼럼은 LiChrospher Diol 100(240×4 mm, 5 μ m, Merk, Darmstadt, Germany)이며, 이동상으로 0.9% isopropanol을 함유한 n-hexane을 사용하였고, 시간은 총 35분간 분석하였다.

엽산

엽산은 Chun 등(2006)의 방법에 따라 protease, α -amylase, folate vonjugase(Pel-Freeze Biologicals, Rogers, AR, USA)를 모두 처리한 trienzyme 방법으로 추출하여 이용하였다. 엽산의 분석법으로 *Lactobacillus casei* spp. *rhamnosus* (ATCC 7469)가 엽산의 농도에 따라 생육하는 정도를 측정하는 미생물학적 방법(DeVries 등, 2005)을 사용하여 분석하였다.

조리가공계수(Processing factor) 산출

시료의 중량을 조리 전후로 측정하여 중량의 증가 또는 감소를 Kim 등(2017)의 전보의 방법으로 계산하였다. 가공계수는 공정과정 중에 생기는 중량의 증가 또는 감소의 양을 나타낸다.

$$\text{Processing factor (\%)} = (\text{Wc}) / (\text{Wr}) \times 100$$

Wc = weight of cooked food

Wr = weight of raw food

잔존율(Retention ratio) 산출

시료의 조리 전·후 시료의 중량을 이용하여 USDA의 기준에 따라 5단계로 표시하는 영양소의 잔존율 계수는 Murphy 등(1975) retention factor 구하는 방법으로 계산하였다.

$$\text{True retention (\%)} = (\text{Nc} \times \text{Gc}) / (\text{Nr} \times \text{Gr}) \times 100$$

Nc = nutrient content / g of cooked food

Gc = g of cooked food

Nr = nutrient content / g of raw food

Gr = g of food before cooking

통계처리

반복 실험(3회 이상)한 결과를 SPSS 18.0 version(Statistics Package for the Social Science, Ver. 18.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 분석하였다. 시료 간 유의성 검정은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료 간의 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 결론

영양성분 함량

수분, 탄수화물, 단백질, 총지방, 식이섬유, 회분

당근의 조리방법에 따른 실제 영양성분의 함량을 Table 3에 나타내었다. 당근은 가열하면 조직이 수축하여 수분이 유출되며, 수분이 감소하는 결과가 나타났다. 수분 함량은 감소하는데, 이것은 Kim 등(2001)의 연구에 따르면 쇠고기를 전자레인지(microwave)에 조리하였을 때 오븐에 굽거나 볶은 것보다 가열감량이 많다고 보고하였다(Kim, 2001; Chae, 2003). 돈가스도 튀기거나 오븐에서 굽기가 오히려 수분함량의 차이가 적다고 보고하였다(Chae 등, 2003). 반면에 당근은 자체 수분함량이 높아 굽기, 볶기, 튀기기 조리법에서 모두 수분함량이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 삶거나 찌는 전통적인 조리법일수록 육류 중 지질을 제거하는 데 효과적인 조리법으로는 사료된다(Kim 등, 2001). 당근은 특히, 팬에 굽기, 볶기, 튀기기를 하면 탄수화물, 단백질, 회분함량의 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$). 단, 조리법에 따른 식이섬유는 굽기, 볶기,

튀기기 방법에서 증가하는 경향이었으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

무기질

여러 가지 전통 조리법에 대한 무기질의 잔존 영양소 분석을 Table 4에 나타내었다. 일반성분 함량은 전반적으로 삶기를 하였을 때 다른 조리 방법에 비교하였을 때 유의적으로 낮게 나타났다. 무기질 성분의 팬에 볶을 때와 기름에 튀길 때 Ca, K, Na, P, Mg, Mn, Se, Zn 함량이 유의적으로 높게 나타났는데($p < 0.05$), 이는 국내산 쇠고기 수육의 영양소 잔존량에 관한 연구와 유사한 경향이었다(Kim, 2010; Lee, 2014).

칼슘(Ca)의 함량은 생시료에서는 23.7 mg/100 g으로 나타났다는데, 기름에 볶거나 튀기면 30.4 mg/100 g, 41.1 mg/100 g으로 1.3 - 1.7배나 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 반면에 칼슘의 양은 삶거나, 찌기에서 생시료와 유사한 경향을 나타냈다. 오븐에 굽거나(roasted) 전자레인지(microwaved)에 요리를 하면 시료 중 잔존율이 약 1.5 - 2배가 증가한다는 결과와 유사하였다. 이러한 조리법은 당근 중 수분이 많이 감소되는 조리법으로 조리를 하면 난용성 무기질인 칼슘의 잔존율이 상대적으로 증가하는 것으로 사료된다. 당근 중 K 잔존량은 튀기기를 하면 348.5 mg/100 g으로 생시료의 183.50 mg/100 g에 비해 약 1.90배 정도 증가하는 것으로 나타나, 튀기기가 가장 높게 증가하는 경향을 보였다. 이것은 Kim과 Chung(2017)의 보고에 따르면 오이를 종류별로 조리하였을 때 무기질의 함량이 증가하였다는 결과와 잘 일치하였다. 이는 조리과정 중 수분감소로 인하여 상대적으로 고형분 함량이 증가하는 것으로 보고 있다(Kim, 2014b). 굽기, 볶기, 찜을 하면 1.1배, 1.3배 및 1.3배로 각각 증가하는 것으로 나타났다

Table 3. Comparison of carbohydrate, protein, fat, moisture and ash of carrot by different cooking methods

Cooking ¹⁾	Moisture (g/100 g)	Carbohydrate (g/100 g)	Protein (g/100 g)	Total fat (g/100 g)	Ash (mg/100 g)
RA1	91.9±0.3 ^{2) b3)}	4.6±0.1 ^{bc}	0.8±0.0 ^c	0.2±0.3 ^{cd}	0.7±0.1
BO2	92.3±0.1 ^a	3.4±0.7 ^c	0.7±0.0 ^d	1.0±0.3 ^{cd}	0.5±0.1 ^d
PR3	88.7±0.2 ^d	6.8±1.0 ^a	1.0±0.0 ^b	0.2±0.3 ^{cd}	0.9±0.0 ^b
PF4	86.2±0.1 ^c	4.9±1.0 ^b	0.9±0.1 ^b	3.6±0.4 ^b	0.7±0.1 ^c
DF5	81.1±0.2 ^f	6.7±0.6 ^a	1.1±0.0 ^a	5.3±0.9 ^a	1.0±0.1 ^a
ST6	90.9±0.1 ^c	5.3±0.5 ^b	0.9±0.0 ^c	0.1±0.1 ^d	0.7±0.1 ^c
F-value	2,141.8 ^{****4)}	9.7 ^{***}	64.3 ^{***}	76.3 ^{***}	33.9 [*]

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.

²⁾Values are Mean±SD (n=3).

^{3) a-d}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test $p < 0.05$.

⁴⁾* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 4. Mineral contents of carrot by different cooking methods

(unit: mg/100 g)

Cooking ¹⁾	Ca	K	Na	Fe	P	Mg	Mn	Se	Cu	Zn
RA1	23.7±2.3 ^{2)d3)}	183.5±28.0 ^{bc}	86.3±5.4 ^b	244.2±99.0	26.4±2.1 ^{cd}	8.83±0.2 ^c	71.5±14.7 ^c	0.64±0.2	32.4±7.3	141.9±24.0 ^{cd}
BO2	23.5±1.6 ^d	134.2±25.0 ^c	79.1±7.3 ^b	171.88±68.6	23.04±1.2 ^d	7.8±0.3 ^f	71.2±13.5 ^c	0.7±0.2	41.2±12.0	128.6±19.7 ^d
PR3	32.8±2.5 ^b	232.0±30.7 ^b	120.5±8.1 ^a	228.5±70.4	33.02±2.0 ^b	14.4±0.7 ^b	112.6±11.4 ^b	0.8±0.2	53.6±9.1 ^a	193.6±26.3 ^{ab}
PF4	30.4±2.3 ^{bc}	233.8±39.6 ^b	79.9±3.2 ^b	234.9±100.6	29.9±0.7 ^{bc}	11.5±0.3 ^c	120.1±0.7 ^b	0.7±0.1	37.9±1.8	180.1±24.6 ^{bc}
DF5	41.1±2.2 ^a	348.5±14.1 ^a	125.7±5.7 ^a	284.4±100.6	41.2±3.20 ^a	16.8±0.8 ^a	145.2±12.1 ^a	1.1±0.2	47.8±7.3	231.0±41.7 ^a
ST6	26.9±2.0 ^{cd}	195.4±33.9 ^b	89.9±7.9 ^b	189.6±70.2	29.9±3.1 ^{bc}	10.6±0.5 ^d	107.4±11.7 ^b	0.7±0.2	37.1±5.2	151.7±14.0 ^{bcd}
F-value	36.6 ^{****4)}	71.2 ^{***}	171.8 ^{***}	0.9	121.8 ^{***}	157.4 ^{***}	38.9 ^{***}	1.2	0.9	3.9 [*]

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.²⁾Values are Mean±SD (n=3).^{3)a-f}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.⁴⁾*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

(p<0.001). 이는 Ahn과 Song 등의 보고(Song, 1992; Ahn, 1999)에 따르면 볶기에서 칼슘 함량의 잔존량이 가장 높았다는 보고와 유사하였다.

Na의 함량은 125.7 mg/100 g으로 튀기기를 하면 가장 높게 나타났으며, 물에 삶기(79.1 mg/100 g)나 찌기(89.9 mg/100 g)를 하는 것이 Na를 줄이는 데 도움을 주는 조리법으로 나타났다(p<0.001). 반면에 팬에 굽는 조리는 120.53 mg/100 g으로 나트륨 저감화에 영향을 미치지 못하였다. Fe은 조리법에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. P는 튀김을 할 때 41.2 mg/100 g으로 유의적으로 높았고, 팬에 굽기를 할 때 비교적 높은 양을 나타내었다. P의 함량은 삶기를 할 경우 23.0 mg/100 g으로 가장 적게 나타났다(p<0.001). 인이 삶으면서 물 속에 용출되는 것으로 사료된다.

Mg 잔존량은 튀기기를 할 때 16.8 mg/100 g으로 가장 높았고, 굽기를 할 때 14.4 mg/100 g, 볶기 11.5 mg/100 g 순이었다. 이는 Ahn 등의 보고에서는 무기질이 대체로 감소한다는 보고와 유사하였는데, 특히 찌기는 10.6 mg/100 g, 삶기는 7.8 mg/100 g 순서로 삶으면 Mg 손실이 가장 큰 것으로 나타났다. 이것은 당근을 물에 삶으면 마그네슘의 구조 중 존재하던 클로로필 색소 성분 중 Mg 성분이 수중으로 용출되었기 때문이라고 사료된다(p<0.001). Mn은 145.2 mg/100 g으로 가장 높게 나타났으며, 이는 생시료의 약 2배나 증가한 것으로 기름에 볶으면 Mn 함량이 1.5 배 정도 증가하게 나타났으며 굽기와 찌기에서도 증가하는 경향이 있었다(p<0.001). 삶기는 생시료와 유사한 경향을 보였다. 항산화영양소인 Se 함량은 튀기기를 할 때 1.1 mg/100 g으로 가장 높은 경향을 보였고 굽기, 볶기, 삶기, 찌기 조리법의 유의차가 없었다. 식재료의 경우 식품 표면에서 흡유량에 따라 영양소 함량의 차이가 있는 것으

로 알려져 있다(Ziaifar 등, 2008).

Cu의 함량도 굽기, 튀기기 순이었으나 조리법에 따른 유의차가 없는 것으로 나타났다. Zn은 231.0 mg/100 g으로 가장 높게 나타났고, 굽기(193.6 mg/100 g), 볶기(180.1 mg/100 g) 순이었으며, 삶기를 하면 128.6 mg/100 g으로 오히려 감소하는 경향을 보였다. 따라서 삶으면 수용성 무기질 함량을 유의적으로 감소시켰다(p<0.001). 이는 Kim 등(2001)의 연구에서 grilling이나 oven-roasting보다 panfrying이나 microwave에 조리하였을 때 가열감량이 증가하여 상대적으로 무기질 함량이 높아진다는 보고와 유사한 결과이다.

아미노산

당근의 조리방법에 따른 실제 영양성분의 함량을 Table 5에 나타내었다. 당근에 가장 높은 아미노산은 주로 글루탐산(Glu)으로 다른 아미노산에 비해 약 10배 정도나 높았다. 이는 갖김치의 아미노산 함량에서도 가장 높은 함량이 글루탐산이라는 보고와 일치하였고, 이것이 당근의 아미노산 맛을 이루고 있는 것을 알 수 있었다(Jang 등, 2016). 그 밖에 모든 아미노산의 총 함량과 필수아미노산 등에 영향을 주는 것으로 나타났다(p<0.05). 조리법에 따라 단백질의 함량은 유의적인 차이가 있었고, 아미노산의 총량도 일부 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.001). 아스파르트산(Asp)(p<0.01), 세린(Ser)(p<0.05), 글루탐산(Glu)(p<0.001), 글리신(Gly)(p<0.01), 알라닌(Ala)(p<0.001), 페닐알라닌(Phe)(p<0.01) 등에서 유의적인 차이를 보였다. 트레오닌(Ther), 세린(Ser), 프롤린(Pro), 시스테인(Cys), 발린(Val), 메티오닌(Met), 이소루신(Ile), 루이신(Leu), 티로신(Tyr), 리신(Lys), 히스티딘(His), 아르기닌(Arg) 등의 아미노산 함량에는 조리법에 따른 유의적인 차이가 없었다. 이것은 팬에 볶거나 기름에 튀기는 고온에서 요리법은 단백질과

Table 5. Amino acid contents of carrot by different cooking methods

(unit: mg/100 g)

Cooking	ASP	Thre	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Total amino acid
RA1	104.7 ±3.2 ²⁾³⁾	21.4 ±1.3	28.8 ±2.1 ^b	141.7 ±5.1 ^d	12.5 ±3.1	19.1 ±2.0 ^c	92.8 ±5.4 ^b	1.0 ±1.0	27.5 ±6.8	2.6 ±0.6	18.8 ±4.7	26.5 ±2.5 ^b	6.9 ±2.5	18.2 ±2.3 ^b	26.3 ±3.4	9.6 ±1.5	22.8 ±7.1	581.2 ±31.8 ^b
BO2	103.6 ±10.8 ^b	21.78 ±3.3	28.0 ±4.7 ^b	155.0 ±13.0 ^{cd}	13.2 ±3.2	20.7 ±2.8 ^{bc}	68.4 ±8.1 ^c	1.6 ±1.5	26.5 ±8.9	2.8 ±0.0	18.7 ±6.3	28.6 ±4.7 ^b	8.6 ±1.3	19.1 ±3.9 ^b	29.6 ±4.4	10.6 ±2.1	23.4 ±10.7	580.0 ±76.1 ^c
PR3	133.5 ±9.8 ^b	26.4 ±4.0	35.1 ±4.8 ^b	197.5 ±15.7 ^b	16.7 ±4.8	24.0 ±3.6 ^{bc}	96.0 ±9.0 ^b	1.1 ±1.0	32.9 ±10.6	3.2 ±0.9	23.4 ±8.1	33.9 ±6.3 ^{ab}	9.8 ±1.5	23.3 ±4.6 ^b	32.9 ±5.4	12.3 ±2.4	29.8 ±10.7	731.8 ±82.1 ^b
PF4	128.9 ±5.1 ^b	26.1 ±2.7	34.8 ±2.9 ^b	177.4 ±11.1 ^{bc}	16.1 ±3.5	24.4 ±2.3 ^{bc}	107.3 ±1.0 ^b	1.6 ±1.5	32.9 ±6.8	3.8 ±1.4	23.9 ±4.0	32.9 ±2.9 ^{ab}	10.1 ±1.0	24.3 ±2.1 ^b	31.5 ±3.8	12.3 ±1.5	23.3 ±6.3	710.4 ±34.1 ^b
DF5	185.3 ±34.5 ^a	32.1 ±6.7	43.6 ±5.3 ^a	245.8 ±29.6 ^a	17.0 ±3.3	30.3 ±1.7 ^a	150.0 ±4.8	2.1 ±0.9	40.1 ±7.3	4.3 ±1.2	26.3 ±7.7	40.2 ±7.1 ^a	10.3 ±3.7	31.1 ±3.0 ^a	35.9 ±15.0	13.2 ±3.4	30.3 ±7.9	938.0 ±33.2 ^a
ST6	125.5 ±11.3 ^b	27.0 ±4.4	35.1 ±5.5 ^b	182.6 ±18.8 ^{bc}	16.4 ±3.91	24.7 ±3.4 ^b	90.7 ±8.3	1.0 ±1.1	34.3 ±7.5	2.8 ±0.6	24.7 ±4.5	35.4 ±4.8 ^{ab}	13.7 ±4.5	23.8 ±3.5 ^b	33.9 ±6.6	13.0 ±1.7	30.1 ±10.8	714.6 ±86.3 ^b
F-value	10.2 ^{**4)}	2.8	4.9	13.4 ^{**}	0.9	6.1 ^{**}	15.5 ^{**}	0.3	1.1	1.4	0.8	2.9 ^{**}	2.0	5.7 ^{**}	0.6	1.3	0.5	13.3 ^{***}

¹⁾RA1, control (raw material), BO2, boiling, PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.²⁾Values are Mean±SD (n=3).^{3)a-d}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.⁴⁾p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

아미노산의 파괴, 중합 손실 및 변성을 크게 일으키며, 헤테로고리 등을 형성하게 되고, 라이시노알라닌 등 변이원성 아미노산을 형성하는 것으로 사료된다(Cho 등, 2017). 서양요리에서는 굽거나 전자레인지 요리를 많이 하는 조리법을 쓰며, 이것은 라이시노알라닌, 변이원성 페닐알라닌, 메티오닌 등 아미노산 변성물질인 발암원이 된다. 반면에 전통 한국의 전통 요리에서 기름에 볶거나 튀기는 조리법은 일부 단백질과 아미노산만 변화가 일어나는 것으로 나타났다. 따라서 당근은 삶거나 찌는 전통적인 요리법이 아미노산의 영양소 잔존율을 높게 하며, 기름에 볶거나 튀기는 요리법을 사용하면 지용성 비타민이나 지방산 측면에서 이로우나, 아미노산의 함량 변화가 크므로 아미노산 변성 측면에서는 바람직한 조리법이 아니라고 여겨진다. 당근의 잔존율을 고려할 때 스프, 찜과 국과 같이 습열 조리하는 방법이 잔존율을 유지하는 조리법으로 추천할 만하다. 본 연구 결과는 서리태, 서목태, 흑태, 백태 등 콩의 종류별 조리방법에 따른 아미노산 연구 결과에서 조리법에 따라 품종 간 Phe 등 함량의 차이가 크게 나타났다. Met과 Cys 등과 같은 아미노산 함량 연구에서는 유의차가 없다고 보고하였다(Lim 등, 2016).

β-Carotene, 비타민 E 및 엽산

당근의 조리법에 따른 여러 비타민의 함량을 Table 6에 나타내었다. 당근은 주로 기름에 튀기면 β-carotene의 함량이 생시료인 1,977.2 mg/100 g보다 7,686.8 mg/100 g으로 약 3.9배 정도나 높아지는 것으로 나타났으며, 굽기에서

5,128.73 mg/100 g, 볶기에서도 4,151 mg/100 g으로 생시료보다 현저하게 증가하는 경향을 보였다. 미국 USDA (<https://www.healthline.com/health/beta-carotene-benefit>, 2020)에 따르면 생당근의 경우, 8,285 mg/100 g(3.5 ounce) 정도로 국내산 당근의 함량은 미국산보다 함량이 적게 나타났다. 이는 당근이 품종과 토양에 따라 함량이 다르기 때문으로 사료된다. 특히 모든 전통적인 요리법에서는 카로티노이드의 함량이 생 시료보다 증가하는 경향을 보이거나, 수용성 조리법인 삶기와 찌기보다는 지용성 조리법인 볶기와 튀기기에서 그 함량이 현저히 증가하는 것으로 나타났다. 생당근은 삶거나 찌기 과정에서 β-carotene 함량이 기름에 조리하였을 때보다 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 이는 당근에 많이 함유된 카로티노이드 성분은 시료 중에서 부위별 차이가 있고, 채소종류, 조리방법, 종류×조리방법 순으로 영향을 받는다는 보고와 일치하였기 때문으로 사료된다. 즉, 많은 카로티노이드 성분이 대두유 속에 들어있는 토코페롤의 영향으로 지용성인 기름에 잘 유출되었기 때문에 튀기기에서는 유의적으로 증가한 것이다. 이것은 고추와 파프리카와 같은 β-carotene 함량이 높은 녹색채소의 튀기기에서 높은 함량을 보였다는 보고와 유사하였다. 전자레인지에 조리하였을 때는 오히려 카로티노이드 함량이 감소하였다고 보고하였다(Kim 등, 2017). 반면에 Ogunlesi와 Lee 등(1999)의 연구에서 당근을 통조림을 하면 카로티노이드 성분이 22% 정도까지 감소한다고 보고하였다. 또한, cis-isomers의 형성도 적게 나타났다고 보고되었다. 이는 trans-β-carotene의 함량

Table 6. Vitamin contents of carrots by different cooking conditions

(unit: mg/100 g)

Cooking methods	β -Carotene	α -Tocopherol	β -Tocopherol	γ -Tocopherol	δ -Tocopherol	Total vitamin E	Folic acid
RA1 ¹⁾	1,977.2 \pm 513.9 ^{2)(d3)}	0.5 \pm 0.2 ^c	0.2 \pm 0.1 ^b	-	-	0.5 \pm 0.5	18.8 \pm 6.5
BO2	3,642.8 \pm 793.4 ^c	0.7 \pm 0.12 ^{bc}	0.2 \pm 0.0 ^b	-	-	0.7 \pm 0.6	17.3 \pm 4.5
PR3	5,128.7 \pm 766.1 ^b	0.8 \pm 0.2 ^{abc}	0.3 \pm 0.0 ^b	-	-	0.8 \pm 0.7	18.3 \pm 1.4
PF4	4,151.1 \pm 887.3 ^{bc}	1.3 \pm 0.6 ^{ab}	0.3 \pm 0.1 ^{ab}	1.6 \pm 0.2 ^b	0.4 \pm 0.1 ^b	2.6 \pm 2.1	19.0 \pm 2.8
DF5	7,686.8 \pm 368.5 ^a	1.4 \pm 0.4 ^a	0.4 \pm 0.1 ^a	2.0 \pm 0.3 ^a	0.4 \pm 0.1 ^a	3.3 \pm 2.5	25.2 \pm 10.9
ST6	3,879.5 \pm 677.1 ^{bc}	0.7 \pm 0.2 ^{bc}	0.2 \pm 0.1 ^b	-	-	0.7 \pm 0.6	19.4 \pm 5.5
F-value	22.7 ^{***4)}	3.8 [*]	3.0	161.9 ^{***}	42.5 ^{***}	2.1	0.6

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.

²⁾Values are Mean \pm SD (n=3).

^{3)a-d}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.

⁴⁾*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

을 증가시키나, lutein의 함량은 감소시키기 때문이라고 알려져 있다. 반면에 당근을 물속에서 33분간 조리하면 23% 이상 그 함량이 증가한다고 보고와 유사하였다 (Granado 등, 1992). 따라서 당근을 삶으면 카로티노이드의 손실이 적으며, 이는 홍고추를 삶았을 때와 유사한 결과를 보였다. 반면에 식물성인 당근 중에는 동물성인 레티놀 성분은 검출되지 않아 본 논문에서는 제시하지 않았다. α -tocopherol 성분은 튀기기에서 유의적으로 높게 나타났고 볶기 순으로 나타났다. 굽기, 찌기, 삶기 순으로 나타났으며, β -tocopherol도 유사한 경향으로 나타났다. 특히 γ -tocopherol과 δ -tocopherol은 튀기기에서 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 볶기에서도 유의적으로 증가하였다. 그러나 굽기, 찌기, 삶기 과정에서는 전혀 검출되지 않았다. 이는 기름 성분에서 유래한 토코페롤의 영향 때문으로 당근은 기름에 볶는 요리가 비타민 E의 좋은 공급원이 된다고 여겨진다. 항산화 영양소인 총 비타민 E의 함량은 볶기, 튀기기에서 다소 높게 나타났으나 생시료와 찌기, 굽기, 찌기 등에서 유의차가 없었는데, 이는 기름 함량의 차이에 따른 시료 간 편차가 컸기 때문이라고 사료된다. 각종 조리에서 비타민과 무기질의 잔존율이 대체로 높아진다는 보고(Ann, 1999)와 유사하였다.

조리방법에 따른 엽산의 함량은 생시료가 18.8 mg/100 g, 삶기에서 17.3 mg/100 g, 굽기, 볶기에서 18.3 - 19.0 mg/100 g을 나타내었고, 튀기기에서 25.2 mg/100 g으로 비교적 증가하는 경향을 보였고, 찌기에서는 19.4 mg/100 g으로 조리 방법을 달리하여도 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 홍고추 등은 삶기에서 엽산의 잔존율이 가장 높았다는 결과와는 차이가 있었고, 버섯류에서는 엽산의 잔존율이 튀기기에서 가장 높았다는 결과와 유사하게 나타났다(Kim, 2016; Kim, 2017). 버섯(표고, 느타리, 양송이)

은 시료 간 유의차가 큰(Park 등, 2017) 반면에 당근은 시료 간 표준편차가 너무 크므로 조리방법에 따른 유의차가 없었다.

조리가공계수

당근의 조리과정에 의해 변화하는 조리가공계수를 Table 7에 나타내었다. 모든 조리방법에 따라 가공계수는 유의적인 차이를 나타냈다(p<0.05). 조리 후 중량의 감소로 인하여 당근의 부피가 줄어 보수력이 감소하게 되며, 이것은 중량감소로 나타나 조리시간과 요리하는 동안의 온도에 따라 감소량이 크게 나타났다. 당근은 조리방법에 따라 각각 튀기기는 54%, 굽기는 17%, 볶기는 13%, 찌기는 9%, 삶기는 약 8% 정도의 중량이 감소하는 것으로 나타났다

Table 7. The weight (%) of carrots by different cooking methods

Cooking (mg/100 g)	Cooking method	Weight (%)
RA1	Raw sample	100.0 \pm 0.0 ^{2)a3)}
BO2	Boiled sample	92.0 \pm 0.7 ^b
PR3	Pan roasted sample	83.0 \pm 1.0 ^d
PF4	Pan fried sample	86.0 \pm 0.5 ^c
DF5	Deep fried sample	46.4 \pm 2.1 ^e
ST6	Steamed sample	91.0 \pm 0.7 ^b
F-value		480.4

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.

²⁾Values are Mean \pm SD (n=3).

^{3)a-e}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.

다. 특히 모든 조리 방법 중 가공계수는 특히 튀기기가 가장 적은 46.36%로 나타났으며, 이것은 국내산 삼겹살을 오븐에서 구웠을 때 가열감량이 42% 정도라는 Yang 등 (2009)의 보고와 비슷한 결과이다. 삶기와 찌기 간에는 중량 감소의 유의차가 없었고, 나머지 볶기에서도 모두 중량이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이는 Park 등(2017)의 연구에서도 튀기기의 가공계수가 가장 낮게 나타나는 것으로 보고되었다. 또한, 여러 연구에서 튀기기를 제외한 조리방법에 의해 75 - 95%의 조리가공계수가 나타나는 것으로 확인되어 본 연구와 Kim 등(2016)과 Suh 등(1998)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 데이터 값의 차이는 재료 및 조리시간 차이에 의한 것으로 보인다. 특히 이 가공계수의 무게(%)는 Table 8의 수분 잔존율과 거의 유사한 경향을 나타내었다.

영양성분잔존율

수분, 단백질, 지방, 탄수화물, 회분, 식이섬유

여러 가지 조리방법에 따라 조리한 당근의 수분, 단백질, 지방, 탄수화물, 회분의 잔존율은 Table 8에 나타내었다. 수분함량은 삶기를 한 시료에서 92.3%로 가장 높게 나타났으며, 생시료보다 수분함량이 높았고, 찌기를 한 시료에서도 90.9%의 높은 수분을 함유하고 있었다. 반면에, 팬에 굽기(77.5%), 기름에 볶으면 81.5%, 기름에 튀기면 40.9%로 잔존율이 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 튀기기를 했을 때 단백질과 수분의 잔존율이 낮은 값을 나타내는 것을 확인하였고, 찌기를 했을 때 지방의 잔존율이 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 탄수화물의 손실은 삶기는 조리수에 의한 손실, 튀기기에서는 기름으로의 손실과 Maillard 반응에 의한 것으로 판단된다. 일반적인 조리 시간과 100°C 이상의 온도에서는 유리 아미노기와 카르보

닐 화합물 간의 Maillard 반응으로 당과 아미노기의 함량이 감소된다고 알려져 있다(Xu, 2019; Sanz-Serrano, 2020).

무기질

당근의 조리법에 따른 무기질 및 아미노산의 잔존율을 Table 9에 나타내었다. 무기질은 종류에 따라서 약간의 차이가 있지만, 삶기를 할 경우 K과 Fe이, 튀기기를 했을 때는 Na(67.5%), Fe(54.0%) 및 Cu의 잔존율은 68.4%로 낮게 나타났지만, 비교적 조리 후에 70% 이상의 높은 잔존율을 나타내었다. P은 삶거나(72.5%) 튀길 때(80.2%)로 용출되는 함량이 많은 것으로 나타났다. K은 삶기(67.1%)에서 가장 많이 용출되며, 나머지 조리법에서는 유의차가 없었다. 이것은 무기질은 일반적으로 열에 안정하여 열에 의한 손실을 적지만 습식조리를 통해서도 무기질의 손실이 많아진다고 알려져 있고, 특히 K은 다른 조리법에 비해 삶는 과정(67.1%)에서 용출이 가장 많다고 알려져 있어서 본 연구와 유사한 결과를 보이고 있다(Oh 등, 1996).

아미노산

당근의 조리법에 따른 무기질 및 아미노산의 잔존율을 Table 10에 나타내었다. 아미노산은 조리과정에 의한 잔존율의 변화가 크게 나타나지 않았다. 볶기의 경우 Arg (88.7%)이 낮게 나타났고, 나머지 아미노산은 모두 100% 이상의 높은 잔존율을 보였지만, 튀기기를 하였을 때 61.6%(Arg) - 94.0%(Cys)의 잔존율을 나타내어 다른 조리 방법에 비해 매우 낮았다. 튀기기의 아미노산의 잔존율은 단백질 잔존율 감소로 인한 것으로 당과 아미노산의 Maillard 반응에도 영향을 줄 것이다. 특히, 튀기기는 볶기보다 아미노산의 잔존율이 더 낮게 나타났다. 삶기, 튀기기는 총 아미노산의 잔존율이 감소하는 경향을 보였고, 이는 수용성 아미노산이 수중에 용출되어 시료 중 잔존율이

Table 8. Retention rates of proximate components (%) in carrots after cooking

(unit: mg/100 g)

Cooking	Carbohydrate	Protein	Total fat	Moisture	Ash
RA1	100.0±0.0 ^{2)ab3)}	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^d	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
BO2	69.2±14.4 ^c	85.3±2.7 ^b	367.1±117.8 ^c	92.1±0.1 ^b	74.5±9.9 ^b
PR3	120.3±18.1 ^a	100.5±2.0 ^a	175.5±0.0 ^d	77.5±0.1 ^c	105.3±15.3 ^a
PF4	95.3±18.1 ^b	104.1±5.3 ^a	1,262.5±133.6 ^a	81.5±0.1 ^d	101.7±7.7 ^a
DF5	68.3±6.5 ^c	67.4±0.4 ^c	1,009.0±160.4 ^b	40.9±0.1 ^f	76.0±6.2 ^b
ST6	107.1±10.2 ^{ab}	102.1±1.7 ^a	25.4±18.8 ^d	90.6±0.1 ^c	98.6±14.6 ^a
F-value	7.7	88.3	84.0	162,260.1	5.3

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.

²⁾Values are Mean±SD (n=3).

^{3)ab-f}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.

Table 9. Retention rates of mineral contents (%) in carrots after cooking (unit: mg/100 g)

Cooking	Na	K	Ca	Fe	P	Mg	Mn	Se	Cu	Zn
RA1	100.0±0.0 ^{2)ab3)}	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^{ab}	100.0±0.0	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^c	100.0±0.0 ^b	100.0±0.0	100.0±0.0 ^{ab}	100.0±0.0 ^{ab}
BO2	84.1±7.8 ^c	67.1±12.5 ^b	91.0±6.4 ^{bc}	68.3±25.4	80.2±4.1 ^b	81.1±2.7 ^d	91.3±17.3 ^b	105.6±34.2	116.6±33.9 ^a	83.1±12.7 ^{bc}
PR3	112.2±7.6 ^a	101.6±13.4 ^a	111.0±8.4 ^a	75.2±23.2	101.5±6.1 ^a	131.2±5.9 ^a	126.6±12.8 ^a	100.0±26.3	132.9±22.5 ^a	109.6±14.9 ^a
PF4	80.5±3.3 ^c	110.8±18.8 ^a	111.5±8.5 ^a	83.6±35.8	98.5±2.3 ^a	113.3±2.8 ^b	146.2±0.9 ^a	100.0±8.6	101.8±4.9 ^{ab}	110.3±14.9 ^a
DF5	67.5±3.0 ^d	88.1±3.6 ^{ab}	80.4±4.2 ^b	54.0±17.5	72.5±5.6 ^b	88.1±4.1 ^d	94.2±7.8 ^b	81.9±13.6	68.4±10.5 ^b	75.5±13.6 ^c
ST6	95.5±8.4 ^b	97.6±17.0 ^a	103.9±7.9 ^c	71.1±26.3	104.0±10.6 ^a	109.9±5.5 ^b	137.7±15.0 ^a	100.7±28.6	104.9±14.8 ^a	98.0±9.1 ^{ab}
F-value	21.73	4.18	10.07	1.25	15.20	61.6	13.6	0.4	4.1	4.1

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.

²⁾Values are Mean±SD (n=3).

^{3)a-d)}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.

Table 10. Retention rates of amino acid contents (%) in carrots after cooking (unit: mg/100 g)

Cooking	Asp	Thre	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Total aa
RA1	100.0±0.0 ^{2)ab3)}	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^b	100.0±0.0	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0 ^{ab}	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^{bc}	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0	100.0±0.0 ^{ab}
BO2	90.8±9.4 ^{bc}	93.6±14.2 ^{ab}	89.1±15.0 ^{ab}	100.3±8.4 ^b	96.5±23.7	99.4±13.6 ^a	67.6±8.0 ^d	147.2±143.5	88.2±29.6	100.6±33.7	91.1±30.6 ^{ab}	98.7±16.1 ^a	113.6±17.2 ^{bc}	96.6±19.5	103.3±15.4 ^a	101.6±20.4 ^a	94.0±43.0	91.6±12.0 ^b
PR3	102.4±7.5 ^a	99.2±15.1 ^a	97.9±13.4 ^a	112.0±8.9 ^{ab}	107.2±30.7	100.8±15.3 ^a	83.1±7.8 ^{bc}	89.4±77.7	96.0±30.8	100.2±26.4	99.8±34.5 ^{ab}	102.7±18.9 ^a	114.2±17.8 ^{bc}	103.1±20.2	100.8±16.6 ^a	103.1±19.7 ^a	105.0±37.6	101.2±11.4 ^{ab}
PF4	107.0±4.2 ^a	106.1±11.0 ^a	105.0±8.6 ^a	108.8±6.8 ^{ab}	111.5±24.2	106.3±10.4 ^a	100.5±0.9 ^a	140.1±128.5	104.0±21.4	126.7±46.6	110.4±18.5 ^{ab}	107.7±9.5 ^a	127.1±12.5 ^b	116.4±10.0	104.3±12.7 ^a	112.1±14.0 ^a	88.7±23.9	106.3±5.1 ^{ab}
DF5	82.1±15.3 ^c	69.7±14.5 ^b	70.2±8.5 ^b	80.4±9.7 ^c	63.0±12.1	73.5±4.1 ^b	74.9±12.4 ^{cd}	94.0±90.3	67.6±12.3	77.2±21.8	65.0±18.9 ^b	70.3±12.3 ^b	69.1±24.6 ^c	79.4±7.5	63.4±26.5 ^b	64.0±16.0 ^b	61.6±16.0	74.8±2.7 ^c
ST6	109.8±9.9 ^a	115.7±18.8 ^a	111.7±17.5 ^a	118.1±12.1 ^a	120.1±28.6	118.5±16.0 ^a	89.6±8.2 ^{ab}	95.5±97.8	114.3±24.8	99.5±20.1	120.4±22.0 ^a	122.1±16.5 ^a	181.4±59.5 ^a	119.9±17.8	118.2±23.0 ^a	124.3±16.1 ^a	121.0±43.3	112.7±13.6 ^a
F-value	4.0	3.9	4.5	7.153	2.352	4.9	9.2	0.2	1.5	0.9	2.0	4.6	5.0	3.0	3.2	4.8	1.8	6.4

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.

²⁾Values are Mean±SD (n=3).

^{3)a-d)}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.

낮아졌기 때문에 사료된다. 갓김치의 경우 숙성되면서 포도당과 과당은 감소한다고 보고되었는데, 글루탐산, 알라닌과 시스틴 등 지미 아미노산 성분이 유의적으로 증가하였다고 보고되었다. 김치는 젓갈 중 아미노산의 증가로 숙성 후 더 맛이 좋아지나 튀기기를 하면 이러한 아미노산의 변성 등으로 잔존율이 현저하게 감소하는 것으로 사료된다(Cho, 1993; Jang, 2016; Cho, 2017).

β-Carotene, α-tocopherol, vitamin E 및 folate

당근의 β-carotene, α-tocopherol, Vitamin E, folate 잔존율을 Table 11에 나타내었다. β-carotene과 tocopherol과 Vit E는 매우 높은 잔존율을 보였으나, 엽산(folate)의 경우 튀

기기 과정에서 61.96%의 낮은 잔존율을 보이고, 찌기를 이후 94.52%로 높은 잔존율을 보였지만 조리방법 간 유의적인 차이는 없었다. Kim 등(2017)은 색깔별 파프리카와 피망의 조리방법에 따라 비타민 잔존율 연구에서 시료의 특성과 조리방법 및 시간에 따라 β-carotene, Vit E, 엽산(folate)의 잔존율이 유의차가 크다고 보고하였다. β-Carotene의 경우 일부 채소를 제외하고 데치는 과정에서 높은 잔존율을 보였으며(Hwang 등, 2016), 볶거나 튀기는 과정에서 기름에 함유되어 있는 tocopherol에 의해 비타민 E 함량이 전반적으로 증가하는 것으로 알려져 있다(National Institute of Agricultural Sciences, RDA, 2006). 당근도 조리방법에 따라 비타민 E의 잔존율이 높아지는 반

Table 11. Retention rates of vitamin contents (%) in carrots after cooking

(unit: %)

Cooking	β -Carotene (%)	α -Tocopherol (%)	β -Tocopherol (%)	Total vitamin E (%)	Folate (%)
RA1	100.0 \pm 0.0 ²⁾	100.0 \pm 0.0	100.0 \pm 0.0	100.0 \pm 0.0 ³⁾	100.0 \pm 0.0
BO2	114.2 \pm 33.5	138.4 \pm 24.7	111.6 \pm 14.6	168.9 \pm 7.1 ^c	84.1 \pm 21.8
PR3	124.9 \pm 32.9	140.4 \pm 31.6	107.5 \pm 14.0	173.2 \pm 5.0 ^c	78.1 \pm 6.6
PF4	189.8 \pm 77.2	246.5 \pm 116.3	144.8 \pm 48.7	609.8 \pm 154.8 ^a	87.6 \pm 13.1
DF5	116.0 \pm 16.0	140.9 \pm 35.6	94.6 \pm 24.7	399.1 \pm 11.6 ^b	62.0 \pm 26.9
ST6	128.4 \pm 22.4	147.8 \pm 38.5	112.2 \pm 26.4	187.0 \pm 14.9 ^e	94.5 \pm 26.7
F-value	2.0	2.4	1.4	23.1	1.5

¹⁾RA1, control (raw material); BO2, boiling; PR3, pan-roasting; PF4, stir-frying; DF5, deep-frying; ST6, steaming.

²⁾Values are Mean \pm SD (n=3).

^{3)a-c}Means with different superscripts in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test p<0.05.

면에 엽산은 주로 잎 등에 많이 존재하는 영양소로 고추와 파프리카의 조리방법과는 다르게 당근은 뿌리채소로 시료 간 차이와 조리방법의 유의차가 적은 것으로 사료된다 (Stea 등, 2007).

요 약

모든 조리방법에 따라 가공계수는 유의적인 차이를 나타냈다(p<0.05). 조리 후 중량의 감소로 인하여 당근의 부피가 줄어 보수력이 감소하게 되며, 이것은 중량감소로 나타나 조리시간과 요리하는 동안의 온도에 따라 감소량이 크게 나타났다. 조리과정에 의해 변화하는 당근의 조리 가공계수를 나타내었다. 당근은 조리방법에 따라 각각 튀기기는 54%, 굽기는 17%, 볶기는 13%, 찌기는 9%, 삶기는 약 8% 정도의 중량이 감소하는 것으로 나타났다. 조리방법에 따른 당근의 수분함량은 삶기를 한 시료에서 92.3%로 가장 높게 나타났으며, 생시료보다 수분함량이 높았고 찌기와 삶기에서도 유의적으로 감소하였으나, 팬에 굽기거나 기름에 볶으면 각각 77.5%, 81.5%였고, 기름에 튀기면 40.9%로 잔존율이 더 현저하게 감소하였다. 튀기기를 했을 때 단백질과 수분의 잔존율이 낮은 값을 나타내었고, 찌기는 지방의 잔존율이 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 탄수화물의 손실은 삶기는 조리수에 의한 손실, 튀기기에서는 기름으로의 인한 수분 손실과 Maillard 반응 등에 의한 것으로 사료된다. 무기질은 종류에 따라서 약간의 차이가 있지만, 삶기를 하면 K과 Fe이 낮고, 튀기기를 했을 때는 Na, Fe과 Cu의 잔존율이 낮게 나타났지만, 비교적 조리 후 70% 이상의 높은 잔존율을 나타내었다. 아미노산은 조리과정에 의한 잔존율의 변화가 크게 나타나지 않았다. 볶기의 경우 Arg(88.7%)를 제외하고 모두 100% 이상의 높은 잔존율 값을 보였지만, 튀기기를 하였을 때 61.6%(Arg)

- 94.0%(Cys)의 잔존율을 나타내어 다른 조리방법에 비해 매우 낮았다. 습열 요리는 아미노산의 잔존율이 비교적 높은 조리법으로 나타났다. 영양소 함량 중 특히 Na의 함량은 125.7 mg/100 g으로 튀기기를 하면 가장 높게 나타났으며, 물에 삶기(79.14 mg/100 g)나 찌기(89.9 mg/100 g)를 하는 조리법이 Na 함량을 줄이는 데 큰 도움을 주는 조리법으로 나타났다(p<0.001). 당근은 주로 기름에 튀기면 β -carotene의 함량이 생시료인 1,977.2 mg/100 g보다 7,686.75 mg/100 g으로 약 3.9배 정도나 높아지는 것으로 나타났으며, 굽기에서 5,128.7 mg/100 g, 볶기에서도 4151.1 mg/100 g으로 생시료보다 현저하게 증가하는 경향을 보였다. α -Tocopherol 성분은 튀기기에서 유의적으로 높게 나타났고, 볶기, 굽기, 찌기, 삶기 순으로 나타났으며 β -tocopherol도 유사한 경향으로 나타났다. 특히 γ -tocopherol과 δ -tocopherol은 튀기기에서 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 볶기에서도 유의적으로 증가하였다. 이는 기름 성분에서 유래한 α -tocopherol 영향 때문으로 당근은 기름에 볶는 요리가 항산화 성분인 비타민 E의 좋은 급원으로 여겨진다. 이는 생시료와 찌기, 굽기, 찌기 등에서 유의차가 없었다. 이는 유지를 이용한 당근의 튀김이나 볶기는 지용성 비타민의 손실도 적음을 알 수 있었다. 엽산은 당근의 조리법에 따른 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 식품의약품안전처의 연구개발비 (15162MFDS039)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

- Kim HJ, Lee KJ, Kim SM, Chung HJ. Nutrient retention factor of 1⁺ quality grade Hanwoo beef using different cooking methods. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 30, 1024-1030 (2010)
- Kim HY, Kim HG, Chun JY, Chung HJ. Changes in β -carotene, vitamin E, and folate compositions and retention rates of pepper and paprika by color and cooking method. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 46, 713-720 (2017b)
- Kim HY, Lim YI, Rucell RM. Changes in carotenoids contents in pureed and cooked carrot and spinach during storage. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 19, 83-95 (2003)
- Kim MK, Kim MH, Yu MS, Song YB, Seo WJ, Song KB. Dehydration of carrot slice using polyethylene glycol and maltodextrin and comparison with other drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 111-115 (2009)
- Kim YT, Lee M, Kim AJ. Changes in antioxidative activities and general composition of mung beans according to roasting temperature. *J East Asian Soc Diet Life*, 24, 217-223 (2014b)
- Korean Food Industry Association (KFIA). *Korean Food Standards Codex II-General Test Method*. Moonyoung, Seoul, Korea, p 55-63 (2012)
- Krinsky NI. Antioxidant functions of carotenoids. *Free Radical Biol Med*, 7, 617-635 (1989)
- Krinsky NI. Membrane antioxidants. *Ann N Y Acad Sci*, 551, 17-32 (1988)
- Lee HJ, Kim JG. The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. *Korean J Food Nutr*, 13, 563-569 (2000)
- Lee J, Landen WO Jr, Phillips RD, Eitenmiier RR. Application of direct solvent extraction to the LC quantification of vitamin E in peanuts, peanut butter, and selected nuts. *Peanut Sci*, 25, 123-128 (1998)
- Lim JY, Kim SC, Kim SN, Choi YM, Yang MR, Cho IH, Kim HR. Protein and amino acid contents in Backtae, Seoritae, Huktae, and Seomoktae soybeans with different cooking methods. *Korean J Food Cook Sci*, 32, 567-574 (2016)
- Lee KJ, Kim HG, Kwon YS, Chung HJ. Retention factors influencing Hanwoo stock (broth) and boiled beef. *Korean J Community Living Sci*, 25, 261-269 (2014)
- Murphy EW, Criner PE, Gray BC. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *J Agric Food Chem*, 23, 1153-1157 (1975)
- National Institute of Agricultural Sciences. *Food Composition Table 7th revision*. Rural Development Administration, Suwon, Korea, p 200 (2006)
- National Rural Resources Development Institute (NRRDI). *Food Composition Table. 7th ed*, National Rural Resources Development Institute, R.D.A, Suwon, Korea, P 158 (2019)
- Ogunlesi AT, Lee CY. Effect of thermal processing on the stereoisomerization of major carotenoids and vitamin A value of carrots and green vegetables. *Food Chem*, 4, 311-318 (1979)
- Oh MS. Changes in mineral content in several root vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food*, 12, 40-45 (1996)
- Oh YS, Hwang JH, Oh HJ, Lim SB. Physicochemical properties and antioxidative activities of mixed citrus and carrot juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 598-604 (2012)
- Park SJ, Park SH, Chung HJ, Lee JS, Hyun TS, Chun JY. Effects of different cooking methods on folate retention in selected mushrooms. *Korean J Food Preserv*, 24, 1103-1112 (2017)
- Paek HY, Kim JH, Kwak EJ. Quality characteristics Doenjang added with vegetable powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 29, 326-335 (2019)
- Sanz-Serrano J, Cerain AL, Garayoa R, Azqueta A, Vettorazzi A. Genotoxicity evaluation of fried meat: A comprehensive review. *Food Chem Toxicol*, 136, 110943 (2020)
- Song BH, Hwang SH, Lee JD, Kim HJ, Chung HL, Moon HK. A study on the mineral contents of Korean common foods and analytical methods. 2. Potassium. *Korean J Food Hygiene*, 7, 37-44 (1992)
- Stea TH, Johansson M, Jagerstad M, Frolich W. Retention of folate in cooked, stored and reheated peas, broccoli and potatoes for use in modern large-scale service systems. *Food Chem*, 101, 1095-1107 (2007)
- Suh HJ, Chung SH, Choi YM, Bae SH, Kim YS. Changes in sugar content of sweet potato by different cooking methods. *Korean J Soc Food Sci*, 14, 182-187 (1998)
- Thomas JB, Kline MC, Gill LM, Yen JH, Duewer DL, Sniegowski LT, Sharpless KE. Preparation and value assignment of standard reference material 968c fat-soluble vitamins, carotenoids, and cholesterol in human serum. *Clin Chim Acta*, 305, 141-155 (2001)
- United States Department of Agriculture (USDA). *USDA table of nutrient retention factors release 6*. <https://www.bing.com/search?q=%28http%3A%2F%2Fwww.ars.usda.gov%2FSP2UserFiles%2FPlace%2F80400525%2FData%2Fret>

- n%2Fretn06.pdf%2C&form=EDGSPH&mkt=ko-kr&httpmsn=1&msnews=1&plvar=0&refig=ec58bac5f2f84432b0e5b5940a6b3ae9&PC=SMTS&sp=-1&pq=%28http%3A%2F%2Fwww.ars.usda.gov%2Fsp2userfiles%2Fplace%2F80400525%2Fdata%2Fretn%2Fretn06.pdf%2C&sc=0-75&qsn=&sk=&cvid=ec58bac5f2f84432b0e5b5940a6b3ae9 (accessed Jul 2017)
- Xu ZZ, Huang GQ, Xu TC, Liu LN, Xiao JX. Comparative study on the Maillard reaction of chitosan oligosaccharide and glucose with soybean protein isolate. *Int J Biol Macromol*, 131, 601-607 (2019)
- Yang JB, Ko MS, Kim KS. Physico-chemical changes in pork bellies with different cooking methods. *Korean J Food Preserv*, 16, 87-93 (2009)
- Ziaifar AM, Achir N, Courtois F, Trezzani I, Trystram G. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *Int J Food Sci Technol*, 43, 1410-1423 (2008)