



Research Article

Analysis of fat-soluble vitamins (retinol, β -carotene, and tocopherol), cholesterol, and fatty acid content in frequently consumed restaurant foods in Korea

국내 다빈도 외식식품류의 지용성 비타민(레티놀, β -카로틴, 토코페롤), 콜레스테롤 및 지방산 함량 분석

Sunyoung Lim^{1,2}, Jeong Sub Kim², Jung-Ah Shin^{1,2*}

임선영^{1,2} · 김정섭² · 신정아^{1,2*}

¹Department of Marine Convergence Science, Kangwon National University, Gangneung 25457, Korea

²Department of Food Processing and Distribution, Kangwon National University, Gangneung 25457, Korea

¹강원대학교 해양융합과학과, ²강원대학교 식품가공유통학과

Abstract This study analyzed fat-soluble nutrients (retinol, β -carotene, tocopherols, and cholesterol) and fatty acid composition in 20 commonly consumed restaurant foods in Korea. Method validation demonstrated good linearity ($R^2 \geq 0.99$) and acceptable recoveries. Quality control using infant formula and soybean powder showed that all analytes remained within the control limits, confirming the reliability of the analytical method. β -Carotene levels were generally higher than retinol levels in most foods, particularly in plant-based dishes, whereas retinol was predominant in animal-derived foods. Notably, pork liver showed the highest retinol content (6,800.91 $\mu\text{g}/100\text{ g}$). Tocopherol levels were higher in fried foods, with γ -tocopherol identified as the major form, likely reflecting the use of vegetable oils. Cholesterol content varied widely depending on the ingredients, with higher levels observed in meat-based dishes. Fatty acid analysis showed that unsaturated fatty acids predominated in most samples. Fried foods had higher proportions of ω -6 fatty acids, whereas seafood-based dishes contained relatively high levels of EPA and DHA; grilled salmon, contained 1.26 g/100 g. These findings indicate that the fat-soluble nutrient content and fatty acid composition of restaurant foods are strongly influenced by ingredients and cooking methods and provide useful data for dietary assessment and nutritional management.

Keywords fat-soluble vitamins, cholesterol, fatty acids, restaurant foods, method validation



OPEN ACCESS

Citation: Lim S, Kim JS, Shin JA. Analysis of fat-soluble vitamins (retinol, β -carotene, and tocopherol), cholesterol, and fatty acid content in frequently consumed restaurant foods in Korea. Food Sci. Preserv., 33(4), 696-714 (2026)

Received: May 26, 2026

Revised: July 14, 2026

Accepted: July 24, 2026

*Corresponding author

Jung-Ah Shin

Tel: +82-33-640-2339

E-mail: jashin@kangwon.ac.kr

Copyright © 2026 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.

1. 서론

최근 1인 가구의 증가와 외식 산업의 확대는 국내 식생활 구조에 지속적인 변화를 가져오고 있다. 특히 배달 및 외식식품의 이용 빈도가 높아지면서 고열량 및 고지방 식품의 섭취 비율이 증가하는 경향이 보고되고 있다(Heo와 Bae, 2020; MAFRA, 2024). 이는 비만 및 심뇌혈관계 질환, 당뇨병 등 만성질환의 위험 요인으로 지적되고 있다. 또한 Yang 등(2022)에 따르면 성인 비만 유병률 증가와 함께 만성질환 관련 건강 부담이 지속되고 있음이 확인되었다. 이러한 변화는 식생활 관리와 질병 예방을 위한 객관적이고 신뢰성 있는 영양성분 정보의 필요성을 더욱 높이고 있다. 현재 식품의약품 안전처에서는 외식 및 가공식품에 대한 영양성분 데이터베이스를 구축하여 국민에게 제공하고 있으나, 다소비 외식식품에 대한 지용성 영양성분 정보는 상대적으로 제한적인 실정이다. 특히 기존 식품

영양성분 데이터베이스는 원재료 중심의 정보가 대부분으로, 실제 소비 형태인 조리식품에 대한 지용성 영양성분 데이터는 충분히 축적되어 있지 않다. 또한 외식식품은 가열, 튀김 등 다양한 조리과정을 거치면서 지용성 영양성분의 조성 및 함량은 달라질 수 있으므로, 이러한 변화를 반영한 결과에 대한 지속적인 보고가 필요한 실정이다. 특히 지용성 비타민, 콜레스테롤 및 지방산은 심혈관계 질환 및 대사성 질환과 밀접하게 관련된 영양성분으로, 식품별 함량 정보 확보가 중요하다.

비타민 E는 녹색채소, 콩류, 견과류 등에 주로 존재하는 지용성 비타민이며, 측쇄가 단일결합 형태인 포화측쇄를 가지는 α -, β -, γ -, δ -토코페롤과 이중결합 형태의 불포화측쇄를 가지는 α -, β -, γ -, δ -토코트리엔올로 구분된다. 이러한 비타민 E는 수소 공여를 통해 유리라디칼의 연쇄작용을 억제하는 항산화제 역할을 하며, 활성산소로 인한 지질 손상 억제 및 심혈관계 질환, 뇌졸중, 암 등 다양한 만성질환의 위험 감소와 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Colombo, 2010). 한편, α -토코페롤은 간에 존재하는 tocopherol transfer protein에 대한 친화도로 인해 높은 흡수율로 생리적 활성이 우수하여 비타민 E와 관련한 연구는 주로 α -토코페롤의 효능에 초점을 맞추어 진행되었다. 그러나 최근에는 α -토코페롤뿐만 아니라 γ -토코페롤도 만성 신장 질환 및 대사 증후군 장애와 관련된 질병에 유의한 효과를 나타낼 수 있다고 보고되고 있다(Szewczyk 등, 2021). 또한 비타민 A는 식품에서 주로 레티놀과 β -카로틴으로 존재한다. 레티놀은 동물성 식품에, β -카로틴은 식물성 식품에 주로 존재한다. 비타민 A는 체내에서 세포 증식과 분화 조절, 면역 기능 유지 등에 중요한 역할을 하며, 특히 β -카로틴은 항산화 활성에 관여하는 것으로 알려져 있다(Brozek-Pluska와 Beton, 2021; Riabro와 Tanumihardjo, 2014). 또한 결핍 시 야맹증을 유발할 수 있으며, 세포 성장 및 정상적인 조직 기능 유지에 장애를 초래할 수 있다(Edem, 2009). 콜레스테롤은 사람과 동물의 체세포 구성성분으로 주로 세포막에 존재하며, 비타민 D 및 호르몬 합성, 세포막 이온교환 조절, 담즙 대사 및 지질 대사에 관여하는 것으로 알려져 있다(Chiang 등, 2020; Zampelas와 Magriplis, 2019). 일반적으로 콜레스테롤은 생선이나 육류, 난류와 같은 동물성 식품에 존재하며 과잉 섭취 시 동맥경화나 심장병을 포함한 심혈관 질환을 일으키는 주요 위험인자가 될 수 있다(Pang 등, 2017).

자연계의 지방은 세 개의 지방산과 글리세롤 한 분자가 결합한 형태로 약 98%는 중성지방(triacylglycerol)으로 존재하며(Łoś-Rycharska 등, 2016), 지방산의 탄소 개수와 이중결합의 유무 또는 개수에 따라 지방 자체의 성질이 다르고 또한 인체에 미치는 영향이 달라진다(Van Den Brecht 등, 2012). 이 중 영양학적으로 중요한 지방산으로는 ω -3계 지방산인 α -linolenic acid (C18:3, n-3), eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5, n-3), docosahexaenoic acid (DHA, C22:6, n-3)와 ω -6계 지방산인

linoleic acid (C18:2, n-6) 등이 있으며, 이들은 지질 대사 및 심혈관 건강과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Li 등, 2020; Skulas-Ray 등, 2019). 이에 반해, 과잉 섭취 시 LDL-콜레스테롤의 수치를 높여 심혈관 질환을 일으킬 수 있는 포화지방산과 트랜스지방산이 존재한다(Schwingshackl 등, 2022). 이처럼 지용성 영양성분은 생리적 기능과 질병 발생에 중요한 영향을 미치므로, 다양한 식품군에서의 정량적 함량 정보 확보가 필요하다. 특히 비타민 E, 비타민 A, 지방산 및 콜레스테롤을 동시에 분석하고 정량화한 연구는 제한적이며, 표준화된 분석법을 기반으로 한 데이터 구축이 요구된다.

본 연구에서는 국내에서 소비되는 밥류 3종(곤드레밥, 강낭콩밥, 흰쌀죽), 국 및 탕류 5종(서더리탕, 곱창전골, 차돌박이 찜뽕, 마라탕, 백짜뽕), 튀김류 3종(복어튀김, 간pong새우, 덴보샤), 구이류 3종(연어구이, 콘치즈구이, 갈매기살구이), 볶음류 2종(동파육, 오삼불고기), 무침류 1종(꼬막무침), 육류 부산물 3종(닭모래주머니, 돼지 간, 돼지 혀파)에 함유된 지용성 영양성분(β -카로틴, 레티놀, 토코페롤, 콜레스테롤, 지방산)의 함량을 분석하였으며, 분석법 검증 및 품질관리 수행을 통하여 함량 분석의 신뢰도를 확보하고자 하였다. 또한 본 연구에서 구축된 데이터는 외식식품의 영양성분 데이터베이스 확장에 기여할 뿐만 아니라, 국민의 식이섭취 평가 및 만성질환 예방을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시약 및 표준품

추출에 사용된 용매(ethanol, diethyl ether, ethyl acetate, petroleum ether, n-hexane)는 normal-grade이며, 정량 분석에 사용된 용매(iso-octane, n-hexane, acetonitrile, methanol, methylene chloride, iso-propanol)는 Fisher Scientific (Seoul, Korea)의 HPLC grade를 사용하였다. 검화 및 추출 과정에서 사용된 potassium hydroxide (KOH, $\geq 93.0\%$ purity)와 butylated hydroxytoluene (BHT)는 대정화금(Daejung Chemicals & Metals Co., Siheung, Korea)에서 구매하였으며, sodium chloride (NaCl, $\geq 99.5\%$ purity)와 sodium hydroxide (NaOH, $\geq 93\%$ purity)는 Showa Chemical Co., Ltd. (Tokyo, Japan)에서 구매하였다. 추출 과정에서 항산화제로 사용된 pyrogallol ($\geq 98.0\%$ purity)과 콜레스테롤 유도체화에 사용된 hexamethyldisilazane ($\geq 99.0\%$ purity)과 chlorotrimethylsilane ($\geq 99.0\%$ purity)은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. Dimethylformamide (DMF)는 Tokyo Chemical Industry Co., Ltd. (Tokyo, Japan)에서, 36% HCl은 삼전순약공업(Samchun Chemical Co., Pyeongtaek, Korea)에서 구입하였다. 또한 14% BF₃-methanol은 Sigma-Aldrich (St. Louis)에서 구입하였다. 불순물 및 수분 제거에 사용된 anhydrous sodium sulfate는

Junsei Chemical (Tokyo, Japan)에서 구입하였다. 지용성 비타민 및 콜레스테롤 분석에 사용된 고순도 표준품(retinol, β -carotene, α -tocopherol, β -tocopherol, γ -tocopherol, δ -tocopherol, cholesterol)과 internal standard (IS)로 사용한 5 α -cholestane은 Sigma-Aldrich에서 구입하였다. 지방산 함량 분석에서 IS로 사용된 glyceryl triundecanoin (TAG, C11:0)은 Nu-Chek Prep (Elysian, MN, USA)에서 구입하였으며, 표준물질로는 Supelco 37 Component FAME mix (CRM47885, Supelco, Bellefonte, PA, USA)를 사용하였다.

2.2. 시료 준비

국내 다소비 외식식품 밥류 3종(곤드레밥, 강낭콩밥 등), 국 및 탕류 5종(서더리탕, 곰창전골 등), 튀김류 3종(복어튀김, 깐풍새우 등), 구이류 3종(연어구이, 콘치즈구이 등), 볶음류 2종(동파육, 오삼불고기), 무침류 1종(꼬막무침), 육류 부산물 3종(닭 모래주머니, 돼지 간 등)으로 분류하여 지용성 비타민(레티놀, β -카로틴, 토코페롤), 콜레스테롤, 지방산 함량을 분석하였다. 분석에 사용된 외식식품은 2020년도에 국민건강영양조사에서 제공하는 국내 다빈도 가공식품 등의 자료에 의해 선정되었다(Lee 등, 2021). 외식식품류 20종은 2020년에 수거한 후 숙명여자대학교 National Laboratory System (NLS, Seoul, Korea) 센터에서 균질화 과정을 거쳤으며, 분석 전까지 -27°C에서 냉동 보관하였다. 분석을 수행하기에 앞서, 모든 시료는 25°C의 물에서 20분 이상 해동한 후 충분히 균질화하여 사용하였다.

2.3. 분석법 검증 및 분석 품질관리

지용성 영양성분의 분석법 검증을 위해 AOAC 분석법 검증 가이드라인(AOAC, 2002)에 준하여 직선성과 정확성을 확인하였다. 직선성은 각 지용성 영양성분을 농도별로 작성한 검량선의 상관계수를 이용하여 확인하였다. 또한, 참값이 제시된 standard reference material (SRM) 1869, SRM 3235 및 SRM 3252를 이용하여 회수율을 확인하였다. SRM 3235는 γ - 및 δ -토코페롤과 레티놀 분석에, SRM 1869는 β -카로틴 분석에, SRM 3252는 콜레스테롤 및 지방산 분석에 사용하여 정확성을 검증하였다.

$$\text{회수율(recovery \%)} = (\text{analysis value} / \text{assigned value}) \times 100$$

분석의 신뢰도를 확보하기 위해 시료를 분석하는 기간 동안 내부 분석 품질관리(in-house quality control, IHQC)를 수행하였다. 지용성 비타민 및 콜레스테롤 분석에는 시판 조제분유(Imperial Dream XO Class 3, Namyang, Seoul, Korea)를, 지

방산 분석에는 콩가루(Designnongboo, Jeonju, Korea)를 quality control (QC)로 사용하였으며, QC chart를 통해 분석 정확도와 일관성을 지속적으로 관리하였다. QC chart의 평균값을 기준으로 관리 상한선(upper control line, UCL)과 관리 하한선(lower control line, LCL), 그리고 조치 상한선(upper action line, UAL) 및 조치 하한선(lower action line, LAL)을 다음과 같은 방식으로 산출하였다.

$$\text{UCL and LCL} = \text{mean value} \pm 2 \times \text{standard deviation}$$

$$\text{UAL and LAL} = \text{mean value} \pm 3 \times \text{standard deviation}$$

2.4. 지용성 비타민과 콜레스테롤 분석을 위한 검화 추출

지용성 비타민(레티놀, β -카로틴, 토코페롤) 및 콜레스테롤의 추출 방법은 Lee 등(2015)과 Lim 등(2025)의 방법으로 진행하였다. 추출관에 균질화된 시료 5 g과 6% pyrogallol solution (in ethanol) 10 mL를 첨가 후 vortex 하였다. 추출관에 질소를 1분 동안 치환한 후, 10분 동안 sonication (JAC 2010, Kodo Technical Research Co., Hwaseong, Korea)을 수행하였다. 60% KOH 용액 8 mL를 첨가하여 vortex 한 후 추출관에 질소를 1분 동안 치환하였다. 이후 시료는 shaking water bath (VS-310SWR, VISION Scientific Co., Daejeon, Korea)에서 75°C, 100 rpm 조건으로 1시간 동안 반응하였다. 검화 완료 후 추출관을 냉각하고 2% NaCl 용액 20 mL와 추출용매(n-hexane : ethyl acetate = 85 : 15, v/v, 0.01% BHT) 10 mL를 추출관에 첨가하여 비검화물(레티놀, β -카로틴, 토코페롤, 콜레스테롤)을 추출하였다. 상층액을 anhydrous sodium sulfate column을 통과하여 불순물 및 수분을 제거 후 50 mL 정용 플라스크에 수집하였다.

2.5. 토코페롤과 레티놀 함량 분석

국내 다빈도 외식식품 20종의 토코페롤과 레티놀 함량 분석은 Ahn과 Shin(2023) 및 Lee 등(2015)의 분석에 따라 진행하였다. 검화 추출법으로 얻은 총 50 mL의 추출액 중 토코페롤 분석에는 4 mL, 레티놀 분석에는 10 mL를 각각 25 mL vial에 취하였다. 질소로 농축한 후 토코페롤은 n-hexane (0.01% BHT) 2 mL에, 레티놀은 chloroform : n-hexane = 1 : 1(v/v) 1 mL에 각각 채용해하여 vortex로 혼합하였다. 이후 PTFE 0.5 μ m syringe filter (13JP050AN, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 후, normal-phase HPLC (JASCO, PU-4180 pump, AS-4150 autosampler)를 이용하여 isocratic 조건에서 분석하였다. LiChrospher® Diol (Diol 100, 250 mm $\times$ 4 mm, 5 μ m, Merck KGaA, Darmstadt, Germany) column을 사용하였으며, 토코페롤과 레티놀의 이동상은 각각 n-hexane : isopropanol = 99.4 : 0.6(v/v)과 n-hexane : isopropanol = 95 : 5(v/v)로 설정하였

다. 유속은 1.0 mL/min으로 유지하였다. Fluorescence detector 조건은 토코페롤의 경우 Exλ 290 nm, Emλ 330 nm, 레티놀의 경우 Exλ 326 nm, Emλ 470 nm로 설정하였다. 시료는 autosampler를 이용하여 토코페롤 20 µL, 레티놀 5 µL를 각각 주입하였다. 토코페롤은 13개 농도(0.0097-40 µg/mL), 레티놀은 12개 농도(0.0097-20 µg/mL)의 표준용액을 사용하여 검량선을 작성하였고, 각 시료의 피크 면적을 이에 대입하여 정량하였다. 결과는 토코페롤은 mg/100 g, 레티놀은 µg/100 g 단위로 환산하여 나타내었다. α-토코페롤당량(α-tocopherol equivalent, α-TE)은 γ-토코트리엔올과 δ-토코트리엔올을 제외한 4종의 토코페롤(T)과 2종의 토코트리엔올(T3)의 생리활성을 반영하여 산출하였으며, 레티놀활성당량(retinol activity equivalents, RAE)은 레티놀과 프로비타민 A인 β-카로틴 함량을 기준으로 환산하여 제시하였다.

$$\alpha\text{-TE (mg/100 g)} = (\alpha\text{-T} \times 1.0) + (\beta\text{-T} \times 0.5) + (\gamma\text{-T} \times 0.1) + (\delta\text{-T} \times 0.03) + (\alpha\text{-T3} \times 0.3) + (\beta\text{-T3} \times 0.05)$$

$$1 \mu\text{g RAE} = 1 \mu\text{g retinol} + 1 / 12 \mu\text{g } \beta\text{-carotene}$$

2.6. β-카로틴 함량 분석

국내 다빈도 외식식품 20종 시료의 β-카로틴 함량 분석은 Ahn과 Shin(2023)의 분석에 따라 진행하였다. 정용된 추출액 50 mL 중 10 mL를 25 mL vial에 취한 후 질소로 용매를 완전히 제거하였다. 이후 n-hexane 1 mL (0.01% BHT)로 재용해하였으며, PTFE 0.5 µm syringe filter로 여과한 뒤 reversed-phase HPLC (JASCO)로 분석하였다. 분석에는 Shiseido capcellpak C18 UG120 (250 mm × 4.5 mm, 5 µm, Tokyo, Japan) column을 사용하였고, 검출은 UV/Vis detector (wavelength: 450 nm)를 이용하여 수행하였다. 시료는 autosampler를 사용하여 20 µL 주입하였다. 이동상은 A 용매(acetonitrile : methanol : methylene chloride = 75 : 20 : 5, v/v/v)와 B 용매(acetonitrile : methanol : methylene chloride = 70 : 10 : 30, v/v/v)를 유량 1 mL/min으로 흘려주었다. 또한 β-카로틴 표준용액은 10개 농도(0.0781-40 µg/mL)로 각각의 농도의 면적을 검량선에 대입하였고 정량 분석 결과를 µg/100 g으로 나타냈다.

2.7. 콜레스테롤 함량 분석

콜레스테롤 함량 분석은 Ahn과 Shin(2023) 및 Lee 등 (2015)의 방법에 따라 수행하였다. 검화 추출액 50 mL 중 12 mL를 취해 25 mL vial에 옮긴 후 질소로 용매를 제거하였다. Acetone 3 mL로 재용해한 뒤 다시 질소로 건조하였으며, DMF 3 mL를 가하여 vortex 하였다. 이 중 1 mL를 test tube에 취하여 유도체화에 사용하였다. Test tube에 유도체화 시약인

hexamethyldisilazane 0.2 mL와 chlorotrimethylsilane 0.1 mL를 첨가한 후 1분간 vortex하고, 15분간 정치하였다. 이후 IS인 5α-cholestane (0.1 mg/mL in heptane) 1 mL와 증류수 10 mL를 가하여 1분 동안 vortex 하였다. 혼합물을 층이 완전히 분리될 때까지 정치시킨 후, 상부의 heptane 층을 취해 sodium sulfate column에 통과시켜 불순물과 수분을 제거하였다. 이후 gas chromatography (YL6100 GC, Younglin, Korea)를 이용하여 분석하였으며, 콜레스테롤 분석을 위해 Agilent HP Ultra-2 crosslinked 5% phenyl methyl siloxane (25 m × 0.2 mm, 0.33 µm, Santa Clara, USA) column을 사용하였다. 또한, 분리도 향상을 위해 oven을 250°C에서 5분 유지한 후 10°C/min으로 285°C까지 상승시켜 20분간 유지하였다. Carrier gas로 헬륨을 사용하였으며, 주입구와 검출기 온도는 각각 280°C와 300°C로 유지하였다. 시료는 autosampler를 통해 2 µL 주입하였다. 콜레스테롤 표준용액은 0.0015-0.2 mg/mL 범위의 7개 농도로 희석하였으며, 유도체화 과정에서 첨가한 IS (5α-cholestane)에 대한 면적비(cholesterol area/IS area)를 이용하여 검량선을 작성하였다. 정량 결과는 mg/100 g 단위로 환산하여 제시하였다.

2.8. 조지방 추출 및 지방산 조성 분석

시료의 조지방은 산 분해법을 이용하여 추출하였다(Hyeon 등, 2013; Lim 등, 2025). 시료 2 g을 50 mL vial에 취한 후, pyrogallol solution (50 mg/mL in ethanol) 2 mL와 정량을 위한 IS solution (glyceryl triundecanoate, 5 mg/mL in isooctane) 1 mL를 첨가하여 vortex하였다. 가수분해를 위해 8.3 M HCl 10 mL를 첨가한 후 30초 동안 vortex하였다. 이후 80°C로 설정된 shaking water bath (BS-21, JEIO TECH Co., Daejeon, Korea)에서 200 rpm으로 1시간 동안 진탕하였으며, 20분 간격으로 vortex 하였다. 진탕이 끝난 후에는 찬물로 충분히 냉각한 다음 diethyl ether 15 mL를 첨가하여 1분 동안 vortex한 뒤 2,500 rpm에서 3분 동안 원심분리(Fleta 5, Hanil Scientific Inc., Gimpo, Korea)를 하였다. 원심분리 후 분리된 상층액을 anhydrous sodium sulfate column을 통과시켜 수분과 불순물을 제거하고 미리 무게를 잰 50 mL vial에 모아주었다. 이와 동일한 방법으로 petroleum ether 15 mL를 첨가하여 추출을 진행하였다. 50 mL vial에 모은 상층액을 질소로 모두 날려 준 후, vial에 남은 조지방 함량을 계산하였다.

시료로부터 추출된 조지방의 지방산 조성을 확인하기 위하여 GC (Hewlett-Packard 6890 series, Avondale, PA, USA)를 이용하여 분석을 진행하였다. GC 분석을 위하여 모든 시료는 methylation을 진행하였다. 추출된 조지방 50 mg에 0.5 N methanolic NaOH solution 1.5 mL를 첨가하여 vortex 한 후, 85°C shaking water bath (VS-310SWR, Vision Scientific Co.)에서 10분 동안 진탕하였다. 이후 시료를 냉각한 다음

14% BF₃-methanol solution 2 mL를 첨가하여 vortex한 후, 동일한 조건에서 85°C에서 10분 동안 추가로 진탕하였다. 반응 후 시료를 냉각하고 iso-octane 2 mL와 saturated NaCl solution 1 mL를 가하여 vortex하고, 2,500 rpm에서 3분 동안 원심분리하였다. 상층액은 anhydrous sodium sulfate column을 통해 수분과 불순물을 제거하였다. 얻어진 상층을 1 µL 주입하여 GC분석을 진행하였다. 분석에는 SPTM-2560 column (0.25 mm × 100 m, 0.2 µm film thickness, Sigma-Aldrich Co.)을 사용하였으며, detector는 flame ionization detector (FID)를 사용하였다. Carrier gas로는 헬륨을 사용하였으며, 유속은 0.7 mL/min으로 설정하였다. Injector와 detector 온도는 각각 225°C, 285°C로 설정하였다.

2.9. 영양소 섭취기준에 따른 relative intake percentage (RI%)

본 연구에서는 각 식품 100 g에 대한 영양성분 함량을 산출한 뒤, 이를 한국인 성인의 1일 섭취권장량과 비교하여 dietary reference intake의 상대적인 비율(relative percentage, RI%)로 나타냈다. 각 영양성분의 RI%는 아래 식과 같이 식품 100 g당 함량을 해당 영양소의 1일 섭취기준으로 나눈 후 100을 곱하여 산출하였다. 비타민 A의 경우 권장섭취량(650 µg RAE/day), 비타민 E(12 mg α-TE/day)와 EPA + DHA(250 mg/day)의 경우에는 충분섭취량, 콜레스테롤은 섭취 제한 권고량(300 mg/day)을 적용하여 각각 RI%를 산출하였다. 이러한 지표를 통해 식품별 영양성분의 상대적 수준을 비교하였다.

$$\text{RI\% (Vitamin A)} = [\text{RAE content (}\mu\text{g RAE/100 g)} / 650 \mu\text{g RAE/day}] \times 100$$

$$\text{RI\% (Vitamin E)} = [\alpha\text{-TE content (mg } \alpha\text{-TE/100 g)} / 12 \text{ mg } \alpha\text{-TE/day}] \times 100$$

$$\text{RI\% (Cholesterol)} = [\text{Cholesterol content (mg/100 g)} / 300 \text{ mg/day}] \times 100$$

$$\text{RI\% (EPA + DHA)} = [\text{EPA + DHA content (mg/100 g)} / 250 \text{ mg/day}] \times 100$$

2.10. 통계 처리

모든 실험은 3회 반복 수행하였으며, 통계처리는 SPSS 통계 프로그램(Statistics Package for the Social Sciences, ver. 29.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 수행하였다. 비교군이 두 개인 경우에는 independent t-test를 실시하였으며, 비교군이 세 개 이상인 경우에는 일원분산분석(one-way ANOVA)

을 수행한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 집단 간 유의성을 검정하였다. 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 분석법 검증

본 연구에서는 분석방법의 검증을 위해 직선성과 정확성을 평가하였다. 직선성은 지용성 영양성분(토코페롤, 레티놀, β-카로틴 및 콜레스테롤)의 표준용액을 다양한 농도 수준(7-13개)으로 제조하여 검량선을 작성하였으며, 그 결과를 Table 1에 제시하였다. 성분별 검량선의 결정계수(R²)는 0.9955-0.9998 범위로 나타났으며, 모두 0.99 이상으로 직선성이 우수한 것으로 확인하였다(Ahn과 Shin, 2023; Son 등, 2014). 각각의 지용성 영양성분 분석법의 정확성은 γ-토코페롤, δ-토코페롤 및 레티놀은 참값이 제시된 SRM 3235를 사용하였으며, β-카로틴은 SRM 1869를, 콜레스테롤과 지방산은 SRM 3252를 분석하여 회수율을 측정하였다(Table 2). γ-토코페롤과 δ-토코페롤은 각각 0.76 mg/100 g (101.1%)와 0.61 mg/100 g (100.3%)을 나타냈고, 레티놀과 β-카로틴은 각각 63.14 µg/100 g (95.4%)과 100.07 µg/100 g (98.1%)으로 나타났다. 콜레스테롤은 50.28 mg/100 g (99.0%)을 나타냈으며, 지방산 조성의 회수율은 80% 내외로 나타났다.

분석을 진행하는 동안 기기 및 실험실 내 다양한 요인에 의해 발생할 수 있는 분석값의 변화를 관리하기 위하여, IHQC 시료로 시판 조제분유와 콩가루를 함께 분석하였다. 조제분유는 α-토코페롤, 레티놀, β-카로틴 및 콜레스테롤 분석의 품질 관리를 위해 사용하였으며, 콩가루는 지방산 분석의 품질 관리를 위해 적용하였다. 이러한 QC 시료의 분석값은 Fig. 1과 같이 QC

Table 1. Regression equations and coefficients of determination (R²) for the calibration curves of retinol, β-carotene, tocopherols, and cholesterol

Analytes	Regression equation (y = ax + b) ¹⁾	Coefficient of determination (R ²)
Retinol	y = 42066x + 1233	R ² = 0.9997
β-Carotene	y = 246698x - 30315	R ² = 0.9998
α-Tocopherol	y = 88424x + 36620	R ² = 0.9955
β-Tocopherol	y = 137435x + 54981	R ² = 0.9961
γ-Tocopherol	y = 108622x + 40714	R ² = 0.9968
δ-Tocopherol	y = 147725x + 51178	R ² = 0.9970
Cholesterol	y = 9.8984x + 0.036	R ² = 0.9980

¹⁾y and x indicate peak area and concentration (µg/mL), respectively.

Table 2. Accuracy of the analytical methods for determining tocopherol, retinol, β -carotene, cholesterol, and fatty acids

Sample	Component		Analysis value	Assigned value	Recovery (%)
Soy milk (SRM 3235)	Tocopherols (mg/100 g)	γ -T	0.76 $\pm$ 0.03	0.75 $\pm$ 0.16	101.1
		δ -T	0.61 $\pm$ 0.10	0.61 $\pm$ 0.11	100.3
	Retinol (μ g/100 g)		63.14 $\pm$ 4.04	66.20 $\pm$ 7.90	95.4
Infant/Adult Nutritional Formula II (SRM 1869)	β -Carotene (μ g/100 g)		100.07 $\pm$ 3.49	102.00 $\pm$ 20.00	98.1
Protein Drink Mix (SRM 3252)	Cholesterol (mg/100 g)		50.28 $\pm$ 0.03	50.77 $\pm$ 0.56	99.0
	Fatty acids (g/100 g)	C8:0	0.0080 $\pm$ 0.0001	0.0097 $\pm$ 0.0014	81.8
		C10:0	0.0210 $\pm$ 0.0002	0.0219 $\pm$ 0.0025	94.7
		C12:0	0.0260 $\pm$ 0.0002	0.0276 $\pm$ 0.0076	93.9
		C14:0	0.0970 $\pm$ 0.0008	0.0930 $\pm$ 0.0270	103.8
		C14:1	0.0060 $\pm$ 0.0001	0.0081 $\pm$ 0.0015	77.6
		C15:0	0.0120 $\pm$ 0.0000	0.0129 $\pm$ 0.0011	92.7
		C16:0	1.0470 $\pm$ 0.0064	1.1310 $\pm$ 0.0630	92.5
		C16:1	0.0160 $\pm$ 0.0003	0.0165 $\pm$ 0.0007	99.5
		C17:0	0.0130 $\pm$ 0.0001	0.0126 $\pm$ 0.0011	103.6
		C18:0	0.7360 $\pm$ 0.0021	0.7780 $\pm$ 0.0480	94.6
		C18:1t	0.7530 $\pm$ 0.0004	0.6800 $\pm$ 0.2000	110.8
		C18:1 (n-9)	0.9790 $\pm$ 0.0003	1.0260 $\pm$ 0.0770	95.5
		C18:1 (n-7)	0.0890 $\pm$ 0.0003	0.0839 $\pm$ 0.0077	106.6
		C18:2t	0.0340 $\pm$ 0.0024	0.0300 $\pm$ 0.0100	113.7
		C18:2 (n-6)	1.1000 $\pm$ 0.0271	1.1260 $\pm$ 0.0860	97.6
		C20:0	0.0220 $\pm$ 0.0002	0.0242 $\pm$ 0.0020	88.9
		C20:1	0.0063 $\pm$ 0.0000	0.0070 $\pm$ 0.0004	90.4
		C18:3 (n-3)	0.1210 $\pm$ 0.0040	0.1220 $\pm$ 0.0160	99.4
		C22:0	0.0330 $\pm$ 0.0002	0.0310 $\pm$ 0.0048	105
		C24:0	0.0190 $\pm$ 0.0002	0.0203 $\pm$ 0.0020	92.4
		trans-FA	0.7880 $\pm$ 0.0020	0.7100 $\pm$ 0.2200	110.9

chart로 나타내었다. α -토코페롤의 평균값은 8.979 mg/100 g이었으며, UAL과 LAL은 각각 9.509와 8.448 mg/100 g으로 나타났다. 또한 UCL과 LCL은 각각 9.333과 8.625 mg/100 g이었다. 레티놀의 평균값은 524.942 μ g/100 g이었으며, UAL과 LAL은 각각 552.110과 497.775 μ g/100 g, UCL과 LCL은 각각 543.054와 506.831 μ g/100 g으로 나타났다. β -카로틴의 평균값은 103.768 μ g/100 g이었으며, UAL과 LAL은 각각 116.169와 91.366 μ g/100 g, UCL과 LCL은 각각 112.035와 95.500 μ g/100 g으로 확인되었다. 콜레스테롤의 평균값은 46.765 mg/100 g이었으며, UAL과 LAL은 각각 49.730과 43.801 mg/100 g,

UCL과 LCL은 각각 48.742와 44.789 mg/100 g으로 나타났다. 총지방산의 평균값은 17.401 g/100 g이었으며, UAL과 LAL은 각각 18.729, 16.073 g/100 g, UCL과 LCL은 18.286, 16.516으로 나타났다. 분석 기간 동안 QC chart 결과, 시판 조제분유를 이용한 α -토코페롤, 레티놀, β -카로틴 및 콜레스테롤과 콩가루를 이용한 지방산 모두에서 측정값이 설정된 control limit 범위 내에서 유지되는 것으로 확인되었다.

3.2. 국내 다소비 외식식품류의 레티놀 및 β -카로틴 함량

국내 다소비 외식식품 20종의 레티놀 함량과 β -카로틴 함량

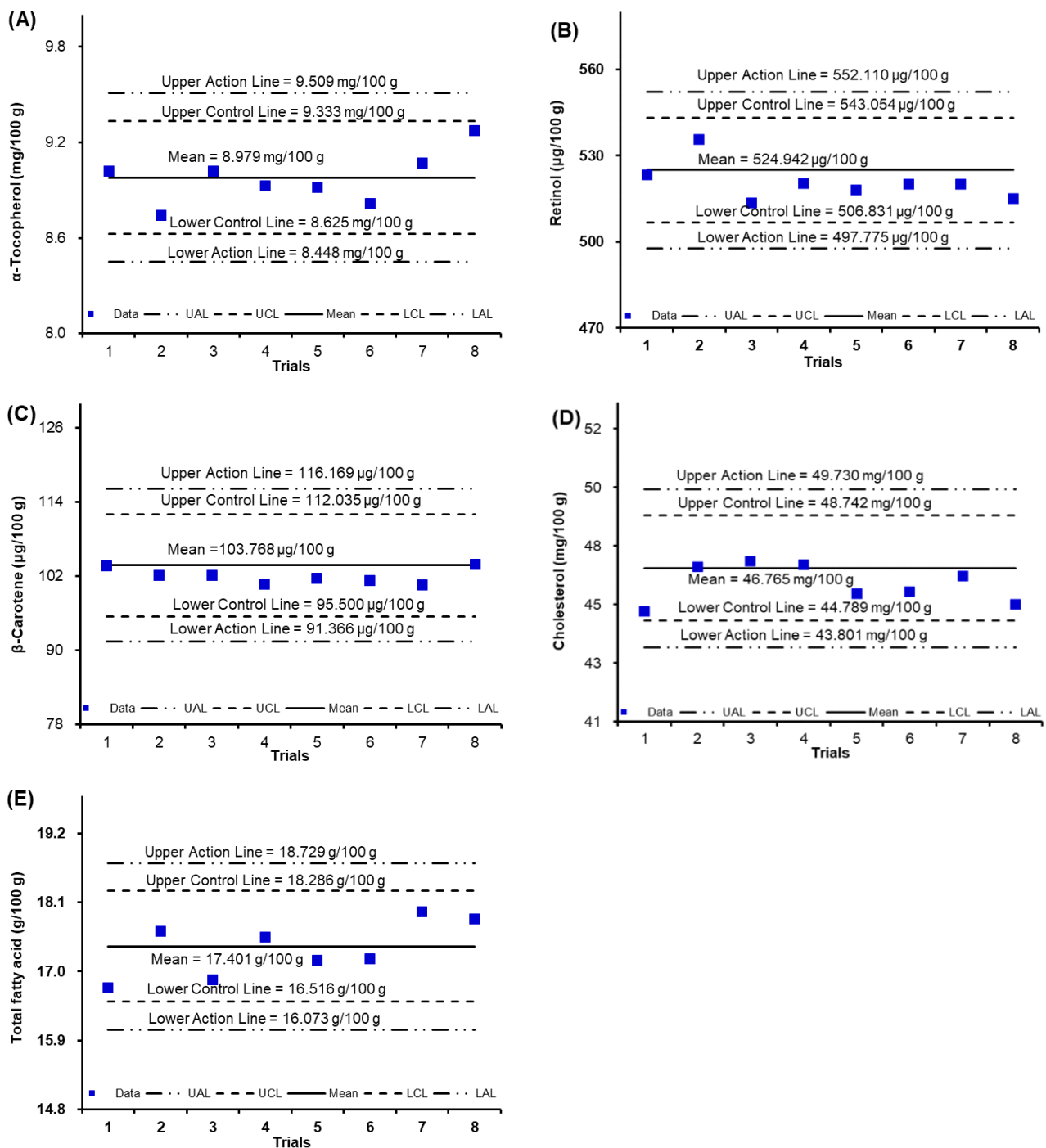


Fig. 1. Quality control charts of α -tocopherol (A), retinol (B), β -carotene (C), cholesterol (D), and total fatty acid (E). Commercial infant formula was used for (A-D), and soybean powder was used for (E).

을 분석하고 비타민 A의 단위인 레티놀 활성당량(RAE)으로 환산하였다. 또한, 2025년 한국인 영양소 섭취기준(MOH, 2025)에서 제시된 19-49세 여성의 비타민 A 일일 권장섭취량 (650 μ g RAE/day)을 기준으로 RI%를 산출하여 Table 3에 제

시하였다. 밥류 3종(곤드레밥, 강남콩밥, 흰쌀죽)에서 레티놀은 검출되지 않았으며, β -카로틴 함량은 0-202.99 μ g/100 g 범위로 나타났다. 이 중 곤드레밥은 가장 높은 β -카로틴 함량을 나타냈으며, 다른 밥류에 비해 유의적으로 높은 수준을 보였다(p

Table 3. Retinol and β -carotene contents and their retinol activity equivalent (RAE) in frequently consumed restaurant foods

Samples		β -Carotene ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	Retinol ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	RAE ¹⁾ ($\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$)	RI% ²⁾
Rice	Kidney bean rice	$1.14 \pm 0.20^{3)b4)}$	ND ⁵⁾	0.09 ± 0.02^b	0.01 ± 0.00^b
	Rice porridge, White (<i>ssaljuk</i>)	ND	ND	ND	-
	<i>Gondeure-namul-bap</i>	202.99 ± 16.02^a	ND	16.92 ± 1.33^a	2.60 ± 0.21^a
Soup	<i>Seodeori tang</i>	74.27 ± 1.63^d	26.72 ± 1.46^a	32.91 ± 1.35^a	5.06 ± 0.21^a
	<i>Gopchang-jeongol</i>	353.35 ± 7.00^a	1.32 ± 0.27^{bc}	30.77 ± 0.35^b	4.73 ± 0.05^b
	<i>Chadol jjamppong</i>	144.24 ± 5.86^b	1.42 ± 0.43^b	13.44 ± 0.64^c	2.07 ± 0.10^c
	<i>Malatang</i>	99.94 ± 4.60^c	ND	8.33 ± 0.38^d	1.28 ± 0.06^d
	<i>Baek jjamppong</i>	60.97 ± 1.86^c	1.16 ± 0.23^{bc}	6.24 ± 0.16^c	0.96 ± 0.03^c
Fried	Puffer	0.93 ± 0.26^c	1.86 ± 0.04^a	1.93 ± 0.04^b	0.30 ± 0.01^b
	<i>Kkanpung saeu</i>	312.77 ± 30.36^a	0.82 ± 0.28^c	26.89 ± 2.81^a	4.14 ± 0.43^a
	<i>Menbosha</i>	23.38 ± 0.45^b	1.32 ± 0.42^{ab}	3.26 ± 0.39^b	0.50 ± 0.06^b
Grilled (<i>Gui</i>)	Chum salmon	ND	5.02 ± 0.30^c	5.02 ± 0.30^c	0.77 ± 0.05^c
	Corn cheese	39.48 ± 1.54	39.95 ± 1.33^a	43.24 ± 1.45^a	6.65 ± 0.22^a
	Pork meat, belly side, skirt	ND	14.55 ± 2.08^b	14.55 ± 2.08^b	2.24 ± 0.32^b
Stir-fried (<i>Bokkeum</i>)	Dongpo pork	340.72 ± 15.96	4.62 ± 0.28	33.01 ± 1.06	5.08 ± 0.16
	<i>Osam bulgogi</i>	620.38 ± 30.11	0.98 ± 0.01	52.68 ± 2.51	8.11 ± 0.39
	t-value	$-14.214^{*6)}$	22.878^*	-12.478^*	-12.463^*
Seasoned/mixed (<i>Muchim</i>)	Granulated ark shell	588.23 ± 4.49	4.83 ± 0.29	53.85 ± 0.42	8.28 ± 0.07
Meat by-products	Chicken edible offal, gizzard	3.90 ± 0.38	11.18 ± 0.56^b	11.50 ± 0.58^b	1.77 ± 0.09^b
	Pork edible offal, liver	ND	$6,800.91 \pm 183.58^a$	$6,800.91 \pm 183.58^a$	$1,046.29 \pm 28.24^a$
	Pork edible offal, lung	ND	12.56 ± 4.24^b	12.56 ± 4.24^b	1.93 ± 0.65^b

¹⁾Vitamin A activity is expressed as $\mu\text{g RAE}$ (retinol activity equivalent) / 100 g. 1 $\mu\text{g RAE} = \mu\text{g retinol} + 1/12 \mu\text{g } \beta\text{-carotene}$.

²⁾RI%, Relative % of dietary reference intake was calculated based on the vitamin A content per 100 g of food relative to 650 $\mu\text{g RAE/day}$; RI% = [RAE content ($\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$) / 650 $\mu\text{g RAE/day}$] $\times$ 100.

³⁾All values are mean $\pm$ SD (n = 3).

⁴⁾Values with different superscript letters within the same column for the same sample indicate significant differences among groups as determined by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

⁵⁾ND, not detected.

⁶⁾*Indicates a significant difference between groups within the same column, as determined by an independent t-test ($p < 0.05$).

< 0.05). RAE는 16.92 $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 으로 환산되었고, 이는 권장섭취량 대비 2.60%에 해당하였다. 곤드레는 β -카로틴을 비교적 풍부하게 함유한 녹색 잎채소에 해당하는 산채 식물로 알려져 있으며, 이에 따라 곤드레밥에서 다른 밥류에 비해 높은 β -카로틴 함량을 보인 것으로 사료된다(Ko 등, 2023). 국 및 탕류 5종(서더리탕, 곱창전골, 차돌박이짬뽕, 마라탕, 백짬뽕)의 레티놀 함량은 0-26.72 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 범위로 나타났으며, β -카로틴 함량은 60.97-353.35 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 레티놀에 비해 높은 수준을 보였다. 특히 곱창전골에서 가장 높은 β -카로틴 함량이 확인되었으며, 서더리탕은 가장 높은 RAE (32.91 $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$)를

나타냈다. 반면, 백짬뽕은 상대적으로 낮은 수준을 보였고, 마라탕에서는 레티놀이 검출되지 않았다. RAE는 6.24-32.91 $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 범위로 나타났으며, 권장섭취량 대비 0.96-5.06%에 해당하였다. β -카로틴은 주로 채소 등 식물성 식품에서 공급되며 육류 및 해산물과 같은 동물성 식재료에는 거의 존재하지 않는 것으로 보고되어 있어(Beer 등, 2024), 조리 과정에서 사용된 고추, 파 등의 식물성 부재료가 β -카로틴 함량에 영향을 미친 것으로 판단된다. 튀김류 3종(복어튀김, 간pong새우, 멘보샤)의 레티놀 함량은 0.82-1.86 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 범위로 확인되었으며, β -카로틴 함량은 0.93-312.77 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 비교적 넓은 범위

를 보였다. 이 중 간풍새우는 β -카로틴 함량이 $312.77 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 높았으며, RAE는 $26.89 \mu\text{g RAE}/100 \text{ g}$, 권장섭취량 대비 4.14%로 튀김류 3종 중 가장 높은 수준을 나타냈다. 간풍새우의 주재료인 새우는 β -카로틴을 거의 함유하지 않는 동물성 식품임에도 불구하고 비교적 높은 β -카로틴 함량이 확인되었는데, 이는 조리 과정에서 사용된 홍고추와 청양고추 등의 식물성 부재료의 영향에 의한 것으로 사료된다(Rodríguez-Rodríguez 등, 2020). 구이류 3종(연어구이, 콘치즈구이, 갈매기살구이)의 레티놀 함량은 $5.02\text{--}39.95 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 의 범위로 나타났으며, β -카로틴 함량은 $0\text{--}39.48 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 비교적 낮은 함량을 보였다. 연어구이와 갈매기살구이는 동물성 식재료를 주로 사용한 식품으로, 레티놀 함량은 각각 $5.02 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 과 $14.55 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 나타났으며 β -카로틴은 검출되지 않았다. 반면, 콘치즈구이에서는 레티놀과 β -카로틴이 각각 $39.95 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 과 $39.48 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 나타나 구이류 중 가장 높은 수준을 보였다. RAE는 $5.02\text{--}43.24 \mu\text{g RAE}/100 \text{ g}$ 범위였으며, 권장섭취량 대비 0.77-6.65 %로 나타났다. 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스(MFDS, 2022)에 따르면 통조림 옥수수는 β -카로틴이 $14.00 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 함유되어 있으나 레티놀은 검출되지 않았으며, 모짜렐라 치즈에는 β -카로틴 $26 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 과 레티놀 $135 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 이 함유된 것으로 보고되어 있다. 따라서 콘치즈구이에서 검출된 레티놀은 주로 모짜렐라 치즈에 기인한 것으로 해석된다. 볶음류 2종(동파육, 오삼불고기)에서 β -카로틴 함량은 각각 $340.72 \mu\text{g}/100 \text{ g}$, $620.38 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 이었으며, 레티놀 함량은 각각 $4.62 \mu\text{g}/100 \text{ g}$, $0.98 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 나타났다. RAE는 동파육에서 $33.01 \mu\text{g RAE}/100 \text{ g}$, 오삼불고기에서 $52.68 \mu\text{g RAE}/100 \text{ g}$ 으로 나타났으며, 권장섭취량 대비 각각 5.08%, 8.11%로 나타났다. 또한 볶음류 2종 간 β -카로틴 함량, 레티놀 함량, RAE 및 RI%는 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 국가표준식품성분표 10.3 (RDA, 2025)에 따르면 동파육의 부재료인 데친 청경채의 β -카로틴 함량은 $839 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 나타났으며, 오삼불고기의 양념인 개량 고추장의 β -카로틴 함량은 $3,495 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 나타났다. 따라서 볶음류 2종에서 나타난 β -카로틴 함량은 식물성 부재료의 영향에 의한 것으로 보인다. 무침류인 꼬막무침에서 레티놀 함량은 $4.83 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 나타났으며, β -카로틴 함량은 $588.23 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 레티놀에 비해 높은 수준을 보였다. RAE는 $53.85 \mu\text{g RAE}/100 \text{ g}$ 으로 나타났고, 일일 권장섭취량 대비 8.28%에 해당하였다. 국가표준식품성분표 10.3 (RDA, 2025)에 따르면 꼬막 생것의 레티놀 함량은 $39 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 보고되어 있으나 β -카로틴 함량은 제시되어 있지 않다. 이를 고려할 때, 본 연구에서 확인된 β -카로틴 함량은 조리 과정에서 첨가된 고추, 파 등의 식물성 부재료의 영향에 의한 것으로 사료된다(Kim 등, 2023; Rodríguez-Rodríguez 등, 2020). 육류 부산물 3종(닭 모래주머니, 돼지 간, 돼지 혀파)에서 β -카로틴은 돼지 간과 혀파에서 검출되지 않았

으며, 닭 모래주머니에서만 $3.90 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 낮은 수준이 확인되었다. 반면, 레티놀 함량은 $11.18\text{--}6,800.91 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 범위로 나타나 β -카로틴에 비해 현저히 높은 수준을 보였다. 특히 돼지 간은 다른 외식식품에 비해 매우 높은 레티놀 함량을 나타냈으며, RAE는 $6,800.91 \mu\text{g RAE}/100 \text{ g}$ 으로 산출되었고, 이는 100 g 섭취 시 권장섭취량 대비 1,046.29%(약 10.4배)에 해당하였다. 돼지 간은 비타민 A의 주요 급원이 될 수 있으나, 간은 레티놀 함량이 매우 높은 식품으로 보고되어 있으며(Schendel 등, 2022), 비타민 A는 과잉 섭취 시 체내에 축적되어 독성을 유발할 수 있는 지용성 비타민이다(Penniston과 Tanumihardjo, 2006). 따라서 일일 권장 섭취량($650 \mu\text{g RAE}/\text{day}$)을 초과하지 않는 범위 내에서의 섭취가 필요할 것으로 보인다.

3.3. 국내 다소비 외식식품류의 토크페롤 함량

국내 다소비 외식식품 20종의 토크페롤 함량은 α -, β -, γ -, δ -토크페롤(T) 및 토크트리엔놀(T3) 총 8종을 대상으로 분석하였으며, 그 결과는 $\text{mg}/100 \text{ g}$ 단위로 제시하였다. 비타민 E 활성은 α -토크페롤 당량(α -TE)으로 환산하여 Table 4에 제시하였다. 또한, 2025 한국인 영양소 섭취기준(MOH, 2025)에서 제시된 비타민 E 일일 충분섭취량($12 \text{ mg } \alpha\text{-TE}/\text{day}$)을 기준으로 RI%를 산출하였다. 다소비 밥류 3종의 총토크페롤 함량은 $0.03\text{--}1.69 \text{ mg}/100 \text{ g}$, 총토크트리엔놀 함량은 $0.04\text{--}0.18 \text{ mg}/100 \text{ g}$, α -TE는 $0.01\text{--}0.33 \text{ mg } \alpha\text{-TE}/100 \text{ g}$ 으로 나타났으며, 충분섭취량 대비 0.10-2.74% 수준으로 전반적으로 낮았다. 곤드레밥은 다른 밥류에 비해 유의적으로 높은 총토크페롤 함량 및 α -TE를 나타냈으며($p < 0.05$), 강남콩밥과 쌀죽은 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 이는 곤드레와 같은 녹색 식물성 원료의 토크페롤과 콩류 유래 식물성 지질의 영향으로 사료된다(Rizvi 등, 2014). 반면, 쌀죽은 정제된 쌀 사용과 높은 수분 함량으로 인해 단위중량당 함량이 낮게 나타났다(Bhattacharya, 2017). 전반적으로 밥류는 충분섭취량 대비 기여도가 낮은 수준으로 나타났으며, 부재료 구성에 따라 함량 차이가 확인되었다. 국 및 탕류 5종의 총토크페롤 함량은 $0.40\text{--}1.19 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 범위로 나타났으며, 마라탕($1.19 \text{ mg}/100 \text{ g}$)과 백짬뽕($1.14 \text{ mg}/100 \text{ g}$)은 높은 범위에 속하였고, 서더리탕($0.40 \text{ mg}/100 \text{ g}$)과 곱창전골($0.48 \text{ mg}/100 \text{ g}$)은 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 총토크트리엔놀 함량은 $0.01\text{--}0.09 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 으로 상대적으로 낮게 나타났다. 또한 α -TE는 $0.18\text{--}0.35 \text{ mg } \alpha\text{-TE}/100 \text{ g}$ 으로 나타났으며, 마라탕과 곱창전골에서 각각 $0.35 \text{ mg } \alpha\text{-TE}/100 \text{ g}$ 이 확인되었고, 차돌박이 짬뽕은 $0.33 \text{ mg } \alpha\text{-TE}/100 \text{ g}$ 으로 유사한 수준을 보였다. 이러한 함량 차이는 시료 간 원료 조성의 차이에서 기인한 것으로 해석된다. 각 시료는 사용되는 재료의 종류와 비율이 서로 다르며, 이에 따라 지질 및 지용성 성분의 분포가 달라지고, 이것이 토크페롤 함량 차이로 이어진 것으로 보인다(Jeanes 등,

Table 4. Tocopherol contents and α -tocopherol equivalent (α -TE) in frequently consumed Korean restaurant foods

Samples		Tocopherol and tocotrienol contents (mg/100 g)											
		α -T	β -T	γ -T	δ -T	Total-T	α -T3	β -T3	γ -T3	δ -T3	Total-T3	α -TE ¹⁾	RI% ²⁾
Rice	Kidney bean rice	0.07 $\pm$ 0.01 ^{3)b4)}	ND ⁵⁾	0.20 $\pm$ 0.01 ^b	0.02 $\pm$ 0.00 ^b	0.28 $\pm$ 0.01 ^b	0.05 $\pm$ 0.00 ^a	ND	0.12 $\pm$ 0.00 ^a	ND	0.18 $\pm$ 0.01 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^b	0.68 $\pm$ 0.07 ^b
	Rice porridge, White (<i>ssaljuk</i>)	0.01 $\pm$ 0.00 ^c	ND	0.02 $\pm$ 0.00 ^c	ND	0.03 $\pm$ 0.00 ^c	ND	ND	0.04 $\pm$ 0.01 ^c	ND	0.04 $\pm$ 0.01 ^c	0.01 $\pm$ 0.00 ^c	0.10 $\pm$ 0.00 ^c
	<i>Gondeure-namul-bap</i>	0.31 $\pm$ 0.01 ^a	0.03 $\pm$ 0.00 ^a	1.23 $\pm$ 0.03 ^a	0.12 $\pm$ 0.01 ^a	1.69 $\pm$ 0.05 ^a	0.02 $\pm$ 0.00 ^b	ND	0.09 $\pm$ 0.00 ^b	0.01 $\pm$ 0.00	0.12 $\pm$ 0.00 ^b	0.33 $\pm$ 0.01 ^a	2.74 $\pm$ 0.11 ^a
Soup	<i>Seodeori tang</i>	0.18 $\pm$ 0.01 ^d	0.01 $\pm$ 0.00 ^d	0.12 $\pm$ 0.01 ^d	0.09 $\pm$ 0.00 ^c	0.40 $\pm$ 0.02 ^c	ND	ND	0.01 $\pm$ 0.00 ^a	ND	0.01 $\pm$ 0.00 ^d	0.18 $\pm$ 0.01 ^d	1.53 $\pm$ 0.06 ^d
	<i>Gopchang-jeongol</i>	0.35 $\pm$ 0.01 ^a	0.01 $\pm$ 0.00 ^c	0.12 $\pm$ 0.00 ^d	ND	0.48 $\pm$ 0.01 ^d	0.01 $\pm$ 0.00 ^{ab}	ND	ND	ND	0.01 $\pm$ 0.00 ^d	0.35 $\pm$ 0.01 ^a	2.92 $\pm$ 0.06 ^a
	<i>Chadol jjamppong</i>	0.32 $\pm$ 0.00 ^b	0.02 $\pm$ 0.00 ^c	0.34 $\pm$ 0.01 ^c	0.17 $\pm$ 0.00 ^b	0.84 $\pm$ 0.00 ^c	0.01 $\pm$ 0.00 ^a	0.05 $\pm$ 0.00 ^a	ND	ND	0.05 $\pm$ 0.00 ^b	0.33 $\pm$ 0.00 ^b	2.73 $\pm$ 0.02 ^b
	<i>Malatang</i>	0.33 $\pm$ 0.01 ^b	0.05 $\pm$ 0.00 ^a	0.66 $\pm$ 0.01 ^a	0.16 $\pm$ 0.02 ^b	1.19 $\pm$ 0.00 ^a	0.01 $\pm$ 0.00 ^{ab}	ND	0.01 $\pm$ 0.00 ^a	ND	0.01 $\pm$ 0.00 ^c	0.35 $\pm$ 0.01 ^a	2.92 $\pm$ 0.09 ^a
	<i>Baek jjamppong</i>	0.30 $\pm$ 0.01 ^c	0.02 $\pm$ 0.00 ^b	0.52 $\pm$ 0.01 ^b	0.31 $\pm$ 0.00 ^a	1.14 $\pm$ 0.01 ^b	ND	0.05 $\pm$ 0.00 ^a	ND	0.04 $\pm$ 0.00	0.09 $\pm$ 0.00 ^a	0.31 $\pm$ 0.01 ^c	2.60 $\pm$ 0.06 ^c
Fried	Puffer	2.06 $\pm$ 0.02 ^b	0.21 $\pm$ 0.01 ^a	4.24 $\pm$ 0.14 ^b	0.52 $\pm$ 0.02 ^b	7.03 $\pm$ 0.19 ^b	0.02 $\pm$ 0.00 ^b	0.08 $\pm$ 0.00 ^a	ND	ND	0.10 $\pm$ 0.00 ^b	2.18 $\pm$ 0.03 ^b	18.16 $\pm$ 0.24 ^b
	<i>Kkanpung saeu</i>	2.29 $\pm$ 0.05 ^a	0.15 $\pm$ 0.00 ^b	5.37 $\pm$ 0.13 ^a	1.40 $\pm$ 0.02 ^a	9.21 $\pm$ 0.20 ^a	0.01 $\pm$ 0.00 ^b	0.01 $\pm$ 0.00 ^c	0.02 $\pm$ 0.00 ^a	0.06 $\pm$ 0.01 ^a	0.11 $\pm$ 0.01 ^{ab}	2.39 $\pm$ 0.05 ^a	19.95 $\pm$ 0.41 ^a
	<i>Menbosha</i>	2.13 $\pm$ 0.09 ^b	0.14 $\pm$ 0.02 ^b	4.70 $\pm$ 0.81 ^b	0.77 $\pm$ 0.23 ^b	7.73 $\pm$ 1.00 ^b	0.03 $\pm$ 0.00 ^a	0.04 $\pm$ 0.01 ^b	0.02 $\pm$ 0.00 ^a	0.04 $\pm$ 0.00 ^b	0.12 $\pm$ 0.01 ^a	2.22 $\pm$ 0.08 ^b	18.46 $\pm$ 0.68 ^b
Grilled (<i>Gui</i>)	Chum salmon	3.78 $\pm$ 0.22 ^a	ND	1.00 $\pm$ 0.22 ^b	0.01 $\pm$ 0.00 ^b	4.80 $\pm$ 0.41 ^a	0.01 $\pm$ 0.00 ^b	0.02 $\pm$ 0.00 ^a	ND	ND	0.03 $\pm$ 0.00 ^b	3.79 $\pm$ 0.22 ^a	31.55 $\pm$ 1.82 ^a
	Corn cheese	0.92 $\pm$ 0.01 ^b	0.12 $\pm$ 0.01	2.75 $\pm$ 0.06 ^a	0.33 $\pm$ 0.02 ^a	4.13 $\pm$ 0.06 ^b	0.35 $\pm$ 0.01 ^a	0.02 $\pm$ 0.00 ^a	0.43 $\pm$ 0.02	ND	0.80 $\pm$ 0.03 ^a	1.09 $\pm$ 0.01 ^b	9.08 $\pm$ 0.10 ^b
	Pork meat, belly side, skirt	0.30 $\pm$ 0.02 ^c	ND	0.03 $\pm$ 0.00 ^c	ND	0.34 $\pm$ 0.02 ^c	0.02 $\pm$ 0.00 ^b	ND	ND	ND	0.02 $\pm$ 0.00 ^b	0.31 $\pm$ 0.02 ^c	2.58 $\pm$ 0.15 ^c
Stir-fried (<i>Bokkeum</i>)	Dongpo pork	0.74 $\pm$ 0.03	0.04 $\pm$ 0.00	1.39 $\pm$ 0.04	0.34 $\pm$ 0.01	2.51 $\pm$ 0.06	0.02 $\pm$ 0.00	ND	ND	ND	0.02 $\pm$ 0.00	0.76 $\pm$ 0.03	6.34 $\pm$ 0.22
	<i>Osam bulgogi</i>	1.58 $\pm$ 0.02	0.03 $\pm$ 0.00	0.39 $\pm$ 0.01	0.44 $\pm$ 0.01	2.44 $\pm$ 0.02	0.02 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.09 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.01	1.60 $\pm$ 0.02	13.34 $\pm$ 0.18
	t-value	-42.340 ^{*6)}	4.347 [*]	42.119 [*]	-9.532 [*]	1.727	-4.025	-7.794 [*]	-10.392 [*]	-24.284 [*]	-32.424 [*]	-43.120 [*]	-42.851 [*]
Seasoned/ mixed (<i>Muchim</i>)	Granulated ark shell	1.23 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.00	0.73 $\pm$ 0.02	0.02 $\pm$ 0.00	2.05 $\pm$ 0.05	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	ND	ND	0.02 $\pm$ 0.00	1.27 $\pm$ 0.02	10.56 $\pm$ 0.19
Meat by-products	Chicken edible offal, gizzard	0.68 $\pm$ 0.02 ^a	0.04 $\pm$ 0.01	1.20 $\pm$ 0.06 ^a	1.23 $\pm$ 0.01	3.15 $\pm$ 0.09 ^a	0.02 $\pm$ 0.00	ND	ND	0.24 $\pm$ 0.01	0.25 $\pm$ 0.01	0.71 $\pm$ 0.03 ^a	5.91 $\pm$ 0.23 ^a
	Pork edible offal, liver	0.42 $\pm$ 0.01 ^b	ND	0.01 $\pm$ 0.00 ^b	ND	0.44 $\pm$ 0.01 ^b	ND	ND	ND	ND	ND	0.42 $\pm$ 0.01 ^b	3.51 $\pm$ 0.09 ^b
	Pork edible offal, lung	0.30 $\pm$ 0.01 ^c	ND	0.01 $\pm$ 0.00 ^b	ND	0.31 $\pm$ 0.01 ^c	ND	ND	ND	ND	ND	0.30 $\pm$ 0.01 ^c	2.46 $\pm$ 0.09 ^c

¹⁾Vitamin E activity is expressed as mg α -tocopherol equivalent (α -TE)/100 g. α -TE(mg/100 g) = (α -T $\times$ 1.0) + (β -T $\times$ 0.5) + (γ -T $\times$ 0.1) + (δ -T $\times$ 0.03) + (α -T3 $\times$ 0.3) + (β -T3 $\times$ 0.05).

²⁾RI%, Relative % of dietary reference intake was calculated based on the vitamin E content per 100 g of food relative to 12 mg α -TE/day; RI% = [α -TE content (mg α -TE/100 g) / 12 mg α -TE/day] $\times$ 100.

³⁾All values are mean $\pm$ SD (n = 3).

⁴⁾Values with different superscript letters within the same column for the same sample indicate significant differences among groups as determined by Duncan's multiple range test at p < 0.05.

⁵⁾ND, not detected.

⁶⁾*Indicates a significant difference between groups within the same column, as determined by an independent t-test (p < 0.05).

2004). 또한 국물 비율이 높은 조리 특성은 단위 중량당 함량에 영향을 미치는 요인으로 작용한 것으로 해석된다. 튀김류의 총 토크페롤 함량은 7.03-9.21 mg/100 g 범위로 나타났으며, 간pong 새우(9.21 mg/100 g)에서 가장 높은 값을 보였고 복어튀김 (7.03 mg/100 g)과 멘보샤(7.73 mg/100 g)은 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 또한 총토크트리엔놀 함량은 0.10-0.12 mg/100 g으로 나타났다. 튀김류의 주재료인 어류 및 갑각류와 같은 동물성 식품은 일반적으로 토크페롤 함량이 낮은 것으로 보고되어 있다(Zhang 등, 2022). 반면, 대두유 및 옥수수유와 같은 식물성 종실유에는 토크페롤, 특히 γ -토크페롤이 비교적 높은 농도로 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Wen 등, 2020). 본 연구에서도 γ -토크페롤은 4.24-5.37 mg/100 g 수준으로 나타나 α -토크페롤(2.06-2.29 mg/100 g)보다 높은 비율을 차지하였다. 이러한 결과는 튀김류에서 검출된 토크페롤이 원재료 자체보다는 조리 과정에서 사용된 유지의 영향을 반영한 결과로 해석된다. 구이류의 총토크페롤 함량은 0.34-4.80 mg/100 g이었으며, 총토크트리엔놀 함량은 0.02-0.80 mg/100 g으로 나타났다. α -TE 함량은 연어구이 3.79 mg α -TE/100 g, 콘치즈구이 1.09 mg α -TE/100 g, 갈매기살구이 0.31 mg α -TE/100 g 순으로 나타났다. 연어구이에서는 α -토크페롤 함량이 3.78 mg/100 g으로 가장 높게 나타났으며, 콘치즈구이에서는 γ -토크페롤이 2.75 mg/100 g으로 주요 토크페롤 성분으로 나타났다. 반면 갈매기살구이는 총토크페롤 함량이 0.34 mg/100 g으로 다른 구이류에 비해 낮은 수준을 보였다. 이러한 결과는 육류와 같은 동물성 식품은 일반적으로 토크페롤 함량이 낮은 반면, 식물성 유지에는 토크페롤이 풍부하게 함유되어 있다는 선행 연구 결과와 유사한 경향을 보였다(Zhang 등, 2022). 따라서 구이류에서 검출된 토크페롤 함량은 원재료의 특성뿐만 아니라 조리 과정에서 사용되는 식물성 유지의 영향을 함께 반영한 것으로 판단된다. 볶음류인 동파육과 오삼불고기의 총토크페롤 함량은 각각 2.51 mg/100 g과 2.44 mg/100 g으로 나타났으며, 총토크트리엔놀 함량은 0.02-0.12 mg/100 g으로 나타났다. α -TE 값은 각각 0.76 mg α -TE/100 g과 1.60 mg α -TE/100 g으로 충분섭취량 대비 각각 6.34%와 13.34%로 나타났다. 또한 동파육과 오삼불고기 간 α -토크페롤, γ -토크페롤, 총토크트리엔놀 함량, α -TE 및 RI%는 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 동파육에서는 γ -토크페롤 함량이 1.39 mg/100 g으로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 오삼불고기에서는 α -토크페롤 함량이 1.58 mg/100 g으로 주요 토크페롤 성분으로 나타났다. 일반적으로 육류와 같은 동물성 식품에도 토크페롤이 소량 존재하는 것으로 보고되어 있으나(Wójciak 등, 2021), 토크페롤은 주로 식물성 종실 및 식물성 유지에 풍부하게 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Zhang 등, 2022). 특히 볶음 조리에서는 식물성 유지가 일반적으로 사용되며, 본 연구에서 확인된 토크페롤 조성은 원재료

자체의 함량뿐만 아니라 조리 과정에서 사용된 식용유의 영향을 일부 반영한 결과로 볼 수 있다. 무침류인 꼬막무침의 총토크페롤 함량은 2.05 mg/100 g으로 나타났으며, 이 중 α -토크페롤이 1.23 mg/100 g으로 가장 높은 비율을 차지하였다. γ -토크페롤과 δ -토크페롤은 각각 0.73 mg/100 g과 0.02 mg/100 g 수준으로 확인되었다. α -TE는 1.27 mg α -TE/100 g으로, 충분섭취량 대비 10.56%에 해당하였다. 한편, 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스(MFDS, 2014)에서 참꼬막찜의 총토크페롤 함량은 0.63 mg/100 g 수준으로 보고되어, 상대적으로 낮은 값을 보였다. 이러한 점을 고려할 때, 본 연구의 꼬막무침에서 확인된 토크페롤 함량은 조리 과정에서 첨가되는 식물성 유지뿐만 아니라 고춧가루 및 채소류와 같은 식물성 부재료의 영향이 함께 반영된 결과로 보인다(Zhang 등, 2022). 육류 부산물의 총토크페롤 함량은 0.31-3.15 mg/100 g 범위로 나타났으며, 시료 간 뚜렷한 차이가 확인되었다. 닭 모래주머니는 3.15 mg/100 g으로 가장 높은 값을 보이며, γ - 및 δ -토크페롤이 주요 성분으로 나타나는 특징을 보였다. 반면, 돼지 간(0.44 mg/100 g)과 허파(0.31 mg/100 g)는 총토크페롤 함량이 낮은 범위에 분포하였으며, α -토크페롤이 주성분으로 확인되었다. α -TE는 0.30-0.71 mg α -TE/100 g 수준으로 나타났으며, 충분섭취량 대비 2.46-5.91% 범위에 해당하였다. 이러한 결과는 동일한 육류 부산물이라도 조직의 종류에 따라 토크페롤 함량과 조성이 다르게 나타날 수 있음을 보여준다(Fry 등, 1993).

3.4. 국내 다소비 외식식품류의 콜레스테롤 함량

국내 다소비 외식식품 20 종의 콜레스테롤 함량은 Table 5에 제시하였다. 2025 한국인 영양소 섭취기준(MOH, 2025)에서 제시한 19세 이상 성인의 하루 콜레스테롤 섭취 제한 권고량(300 mg/day 미만)을 기준으로 RI%를 산출하였다. 밥류 3종의 콜레스테롤 함량은 0-0.34 mg/100 g으로 비교적 낮은 수준이었으며, 섭취 제한 권고량 대비 0-0.11% 수준이었다. 이는 쌀 및 식물성 원료 기반 식품의 특성에 따른 결과로, 식물성 식품에서 콜레스테롤이 거의 검출되지 않는다는 선행 연구와 유사한 경향을 보였다(Zio 등, 2024). 국 및 탕류의 콜레스테롤 함량은 4.99-42.95 mg/100 g으로 나타났으며, 섭취 제한 권고량 대비 1.66-14.32% 수준이었다. 곱창전골은 42.95 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 차돌박이찜(17.84 mg/100 g), 서더리탕(16.03 mg/100 g), 백찌(13.35 mg/100 g) 순으로 나타났고, 마라탕은 4.99 mg/100 g으로 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 차이는 시료에 사용된 주재료의 종류에 따른 것으로 보인다(Piironen 등, 2002; Zio 등, 2024). 특히 곱창전골은 내장류를 주재료로 사용하여 가장 높은 콜레스테롤 함량을 나타냈으며, 차돌박이찜, 서더리탕, 백찌는 육류 또는 해산물에 포함된 식품으로 유사한 범위의 함량을 나타냈다. 반면, 마

Table 5. Cholesterol contents of frequently consumed Korean restaurant foods

Samples		Cholesterol (mg/100 g)	RI% ¹⁾
Rice	Kidney bean rice	ND ²⁾	ND
	Rice porridge, White (<i>ssaljuk</i>)	ND	ND
	<i>Gondeure-namul-bap</i>	0.34 ± 0.03 ³⁾	0.11 ± 0.01
Soup	<i>Seodeori tang</i>	16.03 ± 0.74 ⁴⁾	5.34 ± 0.25 ^c
	<i>Gopchang-jeongol</i>	42.95 ± 0.39 ^a	14.32 ± 0.13 ^a
	<i>Chadol jjamppong</i>	17.84 ± 1.25 ^b	5.95 ± 0.42 ^b
	<i>Malatang</i>	4.99 ± 0.70 ^c	1.66 ± 0.23 ^c
	<i>Baek jjamppong</i>	13.35 ± 0.11 ^d	4.45 ± 0.04 ^d
Fried	Puffer	30.03 ± 2.22 ^c	10.01 ± 0.74 ^c
	<i>Kkanpung saeu</i>	61.48 ± 1.91 ^b	20.49 ± 0.64 ^b
	<i>Menbosha</i>	69.91 ± 2.77 ^a	23.30 ± 0.92 ^a
Grilled (<i>Gui</i>)	Chum salmon	44.98 ± 1.96 ^b	14.99 ± 0.65 ^b
	Corn cheese	22.06 ± 0.27 ^c	7.35 ± 0.09 ^c
	Pork meat, belly side, skirt	96.84 ± 2.67 ^a	32.28 ± 0.89 ^a
Stir-fried (<i>Bokkeum</i>)	Dongpo pork	31.60 ± 1.28	10.53 ± 0.43
	<i>Osam bulgogi</i>	96.89 ± 11.90	32.30 ± 3.97
	t-value	-9.452 ^{*5)}	-9.453 [*]
Seasoned/mixed (<i>Muchim</i>)	Granulated ark shell	29.88 ± 0.11	9.96 ± 0.04
Meat by-products	Chicken edible offal, gizzard	363.87 ± 7.97 ^b	121.29 ± 2.66 ^b
	Pork edible offal, liver	386.25 ± 3.25 ^a	128.75 ± 1.08 ^a
	Pork edible offal, lung	398.97 ± 11.06 ^a	132.99 ± 3.69 ^a

¹⁾RI%, Relative % of dietary reference intake for cholesterol was calculated based on the cholesterol content per 100 g of food relative to 300 mg/day; RI% = [Cholesterol content (mg/100 g) / 300 mg/day] × 100.

²⁾ND, not detected.

³⁾All values are mean ± SD (n = 3).

⁴⁾Values with different superscript letters within the same column for the same sample indicate significant differences among groups as determined by Duncan's multiple range test at p < 0.05.

⁵⁾*Indicates a significant difference between groups within the same column, as determined by an independent t-test (p < 0.05).

라탕은 채소 및 두류 위주의 재료로 구성되어 가장 낮은 함량을 나타냈다. 튀김류 3종의 콜레스테롤 함량은 멘보샤가 69.91 mg/100 g으로 가장 높았으며, 간풍새우(61.48 mg/100 g), 복어튀김(30.03 mg/100 g) 순으로 나타났다. 섭취 제한 권고량 대비 각각 23.30%, 20.49%, 10.01%로 나타났다. 튀김류 시료 간 콜레스테롤 함량은 유의적인 차이를 나타냈다(p < 0.05). 식품의약품안전처의 식품영양성분 데이터베이스(MFDS, 2017)에 따르면 새우 탕수육의 콜레스테롤 함량은 53.36 mg/100 g으로 보고되어, 본 연구의 간풍새우와 유사한 수준을 보였다. 이러한 결과는 시료에 사용된 원재료의 종류 및 조성에 따른 차이를 반영한 것으로 여겨진다(Krzynowek과 Panunzio, 1989; Kutlu 등, 2021). 또한 튀김 조리 과정에서 튀김옷 및 식용유의

첨가에 따른 시료 구성 비율의 변화가 최종 식품의 콜레스테롤 함량 차이에 영향을 미친 것으로 판단된다(Biandolino 등, 2023). 구이류 3종의 콜레스테롤 함량은 22.06-96.84 mg/100 g 범위로 나타났으며, 이는 섭취 제한 권고량 대비 7.35-32.28% 수준에 해당한다. USDA Food Data Central (USDA, 2024)에 따르면 연어구이의 콜레스테롤 함량은 69 mg/100 g으로 보고되어, 본 연구 결과(44.98 mg/100 g)와 다소 차이를 보였다. 이러한 차이는 사용된 원료의 종류, 지방 함량의 차이, 조리 조건(가열 온도 및 시간), 그리고 수분 함량 변화 등에 기인한 것으로 해석된다(Baggio와 Bragagnolo, 2006; Dinh 등, 2011; Keklik 등, 2018). 콘치즈구이는 22.06 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 나타내며 RI 대비 7.35% 수준이었다. 반면, 갈

매기살구이는 96.84 mg/100 g으로 구이류 중 가장 높은 함량을 보였으며, RI 대비 32.28%를 차지하였다. 볶음류 2종인 동파육과 오삼불고기의 콜레스테롤 함량은 각각 31.60 mg/100 g과 96.89 mg/100 g으로 나타났으며, 이는 섭취 제한 권고량 대비 각각 10.53%와 32.30% 수준이었다. 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스에 따르면 한돈 오겹살 수육의 콜레스테롤 함량은 78.00 mg/100 g (MFDS, 2024), 오징어볶음은 109.18 mg/100 g으로 보고되어 있으며(MFDS, 2019), 국가표준식품성분표 10.3 (RDA, 2025)에서는 삼겹살구이가 98.87 mg/100 g 수준으로 나타난다. 이러한 선행 자료와 비교할 때, 본 연구에서 분석된 오삼불고기의 콜레스테롤 함량은 기존 보고 범위와 유사한 수준으로 판단된다. 반면, 동파육은 채소류의 혼합에 따른 조성 차이로 인해 단위 중량당 콜레스테롤 함량이 상대적으로 낮게 나타난 것으로 사료된다. 무침류인 꼬막무침의 콜레스테롤 함량은 29.88 mg/100 g으로 나타났으며, 이는 섭취 제한 권고량 대비 9.96% 수준이었다. 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스(MFDS, 2014)에서 보고된 꼬막찜의 콜레스테롤 함량(81.29 mg/100 g)과 비교할 때, 본 연구 결과는 다소 낮은 수준을 보였다. 이러한 차이는 무침 조리 과정에서 채소 및 양념류가 함께 첨가됨에 따라 시료 내 동물성 원료의 상대적 비율이 감소한 데 기인한 것으로 보인다. 육류 부산물의 콜레스테롤 함량은 363.87-398.97 mg/100 g 범위로 나타났으며, 모두 섭취 제한 권고량을 초과하는 수준(121.29-132.99%)이었다. 돼지 간과 허파는 닭 모래주머니보다 유의적으로 높은 콜레스테롤 함량을 나타냈으며($p < 0.05$), 돼지 간과 허파는 유사한 수준을 보였다. 이러한 결과는 간, 허파, 근위 등 내장 부위가 근육 조직에 비해 세포막 및 스테로이드 대사와 관련된 지질 성분을 다량 포함하고 있기 때문으로 해석된다(Cui 등, 2025). 특히 간은 콜레스테롤의 합성과 대사에 중심적인 역할을 수행하는 기관으로 알려져 있으며, 이러한 생리적 특성이 높은 함량에 반영된 것으로 사료된다. 한편, 허파는 폐표면 활성물질들을 구성하는 지질 복합체를 포함하고 있어 조직 내 지질 구성 특성에 의해 콜레스테롤 함량이 높게 나타난 것으로 판단된다(Keating 등, 2007). 본 연구에서 분석한 대부분의 외식 식품은 1회 섭취 기준으로 콜레스테롤 섭취 제한 권고량을 초과하지 않았으나, 일부 육류 부산물은 이를 초과하였다. 다만 실제 식생활에서는 다양한 식품을 함께 섭취하므로 콜레스테롤 총섭취량이 증가할 수 있으며, 이에 따라 개별 식품뿐 아니라 전체 식단을 고려한 섭취 관리가 필요하다.

3.5. 국내 다소비 외식식품류의 지방산 함량

국내 다소비 외식식품 20종의 지방산 함량을 분석하여, 체내에서 합성되지 않아 식품을 통해 섭취해야 하는 C18:2(n-6)c인 linoleic acid와 C18:3(n-3)인 α -linolenic acid를 포함한 주요 지방산(포화지방산, 불포화지방산, 트랜스지방산 및 총지방산)

을 Table 6에 제시하였다. 또한, EPA + DHA 함량은 100 g 기준으로 제시하였으며, 2025 한국인 영양소 섭취기준(MOHW, 2025)에서 제시한 일일 총분섭취량(250 mg/day)을 기준으로 RI%를 산출하였다. 한편, ω -6 지방산의 과잉 섭취는 염증 반응과 관련된 것으로 보고되며, ω -6와 ω -3의 섭취 비율은 건강에 중요한 지표로 알려져 있다. 특히 ω -6/ ω -3 비율이 낮을수록 심혈관계 질환 위험 감소와 관련이 있다는 연구 결과를 바탕으로, 본 연구에서는 ω -6와 ω -3의 섭취 비율을 함께 제시하였다(Huang 등, 2025). 밥류 3종은 총지방산 대비 불포화지방산 비율이 63.98-86.66%로 포화지방산(13.34-36.02%)보다 높게 나타났으며, EPA + DHA는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 곤드레밥은 다른 밥류에 비해 C18:3(n-3) 함량이 유의적으로 높은 수준을 나타냈으며($p < 0.05$), ω -6/ ω -3 비율은 0.42로 가장 낮게 확인되었다. 쌀죽의 경우 총지방산 함량은 0.14 g/100 g으로 낮았으나 18:2(n-6)c가 0.06 g/100 g (40.28%)로 주요 지방산으로 나타났고, C18:3(n-3)는 trace 수준(1.38%)에 그쳤다. 또한, ω -6/ ω -3 비율은 29.15로 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 밥류에서 C18:2(n-6)c가 주요 지방산으로 존재하며 전반적으로 불포화지방산 비율이 높은 경향을 보인다는 선행 연구와 일치하였다(Lee 등, 2020). 또한 C18:3(n-3) 함량이 낮은 특성으로 인해 ω -6/ ω -3 비율이 높게 나타났으며, 이는 곡류 기반 식품에서 일반적으로 나타나는 지방산 조성 특성이 반영된 결과로 판단된다. 국 및 탕류 중 서더리탕은 총지방산 함량 0.84 g/100 g 중 불포화지방산(0.62 g/100 g, 74.44%)이 포화지방산(0.21 g/100 g, 25.56%)보다 높은 비율을 보였으며, EPA + DHA 함량은 0.17 g/100 g으로 총분섭취량의 약 67.93% 수준에 해당하였다. 또한 서더리탕의 EPA + DHA 함량은 다른 국 및 탕류에 비해 유의적으로 높은 수준으로 나타났다($p < 0.05$). 반면 곱창전골은 총지방산 함량 1.65 g/100 g 중 포화지방산(0.86 g/100 g, 52.17%)이 불포화지방산(0.77 g/100 g, 47.83%)보다 높게 나타났고, C18:2(n-6)c와 C18:3(n-3)의 함량은 각각 0.14 g/100 g (8.54%) 및 0.13 g/100 g (7.65%)으로 유사한 수준을 나타냈다. 한편, 전체 지방산 조성을 기준으로 산출한 ω -6/ ω -3 비율은 1.18로 비교적 낮은 값을 보였다. 이러한 차이는 해산물 기반 식품에서 ω -3 지방산(EPA, DHA)이 풍부하게 존재하는 특성과, 반추동물 유래 식품에서 포화지방산 비율이 높은 지방산 조성 차이에 기인한 것으로 보고된 선행연구와 일치하는 경향을 보인다(Wood 등, 2003; Zhang 등, 2019). 튀김류 3종의 총지방산 함량은 복어튀김(18.75 g/100 g), 간pong 새우(12.68 g/100 g), 멘보샤(21.35 g/100 g)으로 비교적 높은 수준을 나타냈으며, 모든 시료에서 불포화지방산 함량이 포화지방산보다 높게 나타났는데, 이는 튀김에 사용되는 식물성 유지가 C18:2(n-6)c를 중심으로 한 불포화지방산을 다량 함유하고 있기 때문으로 해석된다(Aşkın과 Kaya, 2020). 특히 ω -6/ ω -3 비율이 8.19-8.61 수준으로 높게 나타난 것은 이러한 식물성 유

Table 6. Fatty acid contents of frequently consumed Korean restaurant foods

Samples		Fatty acids (g/100 g)							
		C18:2(n-6) ^c (%fat)	C18:3(n-3) (%fat)	ΣSFA ¹⁾ (%fat)	ΣUSFA ²⁾ (%fat)	ΣtransFA ³⁾ (%fat)	T-FAs ⁴⁾	EPA + DHA (RI%) ⁵⁾	ω-6/ω-3 ⁶⁾
Rice	Kidney bean rice	0.13 0.00 ^{7) b8)} (35.14%)	± 0.04 ± 0.00 ^b (11.13%)	0.14 ± 0.00 ^b (36.02%)	0.24 ± 0.00 ^b (63.98%)	ND ⁹⁾ (-)	0.38 ± 0.00 ^b	ND (-)	3.16 ± 0.08 ^b
	Rice porridge, White (<i>ssaljuk</i>)	0.06 ± 0.00 ^c (40.28%)	trace (1.38%)	0.05 ± 0.00 ^c (32.39%)	0.09 ± 0.00 ^b (67.61%)	ND (-)	0.14 ± 0.01 ^b	ND (-)	29.15 ± 1.38 ^a
	<i>Gondeure-namul-bap</i>	0.49 ± 0.05 ^a (19.85%)	1.20 ± 0.13 ^a (48.39%)	0.33 ± 0.03 ^a (13.34%)	2.14 ± 0.23 ^a (86.66%)	0.01 ± 0.00 (0.32%)	2.48 ± 0.26 ^a	ND (-)	0.42 ± 0.00 ^c
Soup	<i>Seodeori tang</i>	0.11 ± 0.01 ^d (13.10%)	0.03 ± 0.00 ^c (3.30%)	0.21 ± 0.01 ^c (25.56%)	0.62 ± 0.02 ^c (74.44%)	0.01 ± 0.00 ^c (0.80%)	0.84 ± 0.02 ^d	0.17 ± 0.00 ^a (67.93%)	0.72 ± 0.03 ^c
	<i>Gopchang-jeongol</i>	0.14 ± 0.00 ^d (8.54%)	0.13 ± 0.00 ^a (7.65%)	0.86 ± 0.01 ^a (52.17%)	0.77 ± 0.00 ^d (47.83%)	0.02 ± 0.00 ^b (1.01%)	1.65 ± 0.00 ^b	trace (1.26%)	1.18 ± 0.01 ^d
	<i>Chadol jjamppong</i>	0.54 ± 0.02 ^c (21.40%)	0.05 ± 0.00 ^d (2.11%)	0.85 ± 0.04 ^a (33.67%)	1.65 ± 0.06 ^b (66.33%)	0.02 ± 0.00 ^a (0.96%)	2.53 ± 0.10 ^a	0.03 ± 0.00 ^c (10.84%)	7.39 ± 0.26 ^b
	<i>Malatang</i>	0.81 ± 0.04 ^a (33.46%)	0.10 ± 0.00 ^b (4.12%)	0.60 ± 0.03 ^b (24.74%)	1.81 ± 0.09 ^a (75.26%)	0.01 ± 0.00 ^c (0.48%)	2.41 ± 0.11 ^a	0.01 ± 0.00 ^d (2.13%)	7.77 ± 0.08 ^a
	<i>Baek jjamppong</i>	0.59 ± 0.01 ^b (47.98%)	0.07 ± 0.00 ^c (5.43%)	0.24 ± 0.01 ^c (19.20%)	0.99 ± 0.02 ^c (80.80%)	0.01 ± 0.00 ^d (0.74%)	1.24 ± 0.02 ^c	0.04 ± 0.00 ^b (14.29%)	6.38 ± 0.16 ^c
Fried	Puffer	9.63 ± 0.11 ^b (51.37%)	1.09 ± 0.01 ^b (5.79%)	2.95 ± 0.17 ^b (15.71%)	15.65 ± 0.19 ^b (84.29%)	0.15 ± 0.00 ^a (0.81%)	18.75 ± 0.34 ^b	0.09 ± 0.00 ^a (35.16%)	8.26 ± 0.01 ^b
	<i>Kkanpung saeu</i>	6.47 ± 0.10 ^c (50.38%)	0.73 ± 0.01 ^c (6.04%)	2.04 ± 0.03 ^c (16.71%)	10.54 ± 0.16 ^c (83.29%)	± 0.10 ± 0.00 ^c (0.65%)	12.68 ± 0.19 ^c	0.06 ± 0.00 ^b (24.21%)	8.61 ± 0.03 ^a
	<i>Menbosha</i>	10.76 ± 0.14 ^a (51.06%)	± 1.29 ± 0.02 ^a (5.74%)	3.57 ± 0.03 ^a (16.11%)	17.64 ± 0.22 ^a (83.89%)	0.14 ± 0.00 ^b (0.79%)	21.35 ± 0.25 ^a	0.07 ± 0.00 ^b (26.28%)	8.19 ± 0.02 ^c
Grilled (<i>Gui</i>)	Chum salmon	1.96 ± 0.07 ^c (13.97%)	1.13 ± 0.04 ^a (8.08%)	2.17 ± 0.07 ^c (15.50%)	11.76 ± 0.36 ^a (84.50%)	± 0.08 ± 0.00 ^b (0.57%)	14.01 ± 0.43 ^b	1.26 ± 0.03 (504.82%)	0.96 ± 0.01 ^c
	Corn cheese	3.68 ± 0.08 ^a (30.94%)	0.42 ± 0.01 ^b (3.49%)	4.50 ± 0.07 ^b (37.83%)	7.28 ± 0.15 ^b (62.17%)	0.11 ± 0.00 ^a (0.94%)	11.89 ± 0.22 ^c	trace (0.74%)	8.86 ± 0.03 ^b
	Pork meat, belly side, skirt	2.59 ± 0.12 ^b (11.57%)	0.11 ± 0.00 ^c (0.48%)	9.82 ± 0.58 ^a (43.76%)	12.57 ± 0.80 ^a (56.24%)	0.05 ± 0.00 ^c (0.23%)	22.43 ± 1.37 ^a	trace (1.46%)	18.89 ± 0.15 ^a
Stir-fried (<i>Bokkeum</i>)	Dongpo pork	3.12 ± 0.06 (22.39%)	0.30 ± 0.00 (2.16%)	4.40 ± 0.12 (31.58%)	9.43 ± 0.22 (68.42%)	0.10 ± 0.01 (0.70%)	13.93 ± 0.34	0.01 ± 0.00 (2.96%)	9.72 ± 0.07
	<i>Osam bulgogi</i>	1.96 ± 0.12 (17.72%)	0.10 ± 0.01 (0.91%)	3.84 ± 0.24 (34.68%)	7.21 ± 0.45 (65.32%)	0.03 ± 0.00 (0.29%)	11.08 ± 0.69	0.17 ± 0.00 (69.00%)	7.84 ± 0.28
	t-value	14.488 ^{*10)}	54.321 [*]	3.589 [*]	7.888 [*]	14.677 [*]	6.390 [*]	-62.738 [*]	11.311 [*]

(continued)

Samples		Fatty acids (g/100 g)							
		C18:2(n-6)c (%fat)	C18:3(n-3) (%fat)	ΣSFA ¹⁾ (%fat)	ΣUSFA ²⁾ (%fat)	ΣtransFA ³⁾ (%fat)	T-FAs ⁴⁾	EPA + DHA (RI%) ⁵⁾	ω-6/ω-3 ⁶⁾
Seasoned/mixed (<i>Muchim</i>)	Granulated ark shell	1.05 ± 0.01 (31.31%)	0.31 ± 0.00 (9.13%)	0.64 ± 0.00 (19.08%)	2.68 ± 0.02 (80.92%)	0.03 ± 0.00 (0.95%)	3.35 ± 0.02	0.28 ± 0.00 (111.46%)	2.58 ± 0.02
Meat by-products	Chicken edible offal, gizzard	1.61 ± 0.01 ^a (36.28%)	0.13 ± 0.00 ^a (3.01%)	1.14 ± 0.01 ^b (25.57%)	3.29 ± 0.03 ^a (74.43%)	0.02 ± 0.00 ^a (0.53%)	4.45 ± 0.04 ^a	0.01 ± 0.00 ^b (5.28%)	11.16 ± 0.11 ^c
	Pork edible offal, liver	0.63 ± 0.00 ^b (38.59%)	0.01 ± 0.00 ^b (0.20%)	1.83 ± 0.09 ^a (48.05%)	2.37 ± 0.13 ^b (51.95%)	0.03 ± 0.00 ^a (0.27%)	4.23 ± 0.22 ^a	0.04 ± 0.00 ^a (14.18%)	12.52 ± 0.10 ^b
	Pork edible offal, lung	0.20 ± 0.01 ^c (8.59%)	trace (0.20%)	1.10 ± 0.03 ^b (48.05%)	1.19 ± 0.03 ^c (51.95%)	0.01 ± 0.00 ^b (0.27%)	2.30 ± 0.07 ^b	trace (1.50%)	17.32 ± 0.13 ^a

¹⁾Total saturated fatty acid = butyric acid (C4:0) + caproic acid (C6:0) + caprylic acid (C8:0) + capric acid (C10:0) + lauric acid (C12:0) + myristic acid (C14:0) + palmitic acid (C16:0) + stearic acid (C18:0) + arachidic acid (C20:0).

²⁾Total unsaturated fatty acid = myristoleic acid (C14:1) + palmitoleic acid (C16:1) + oleic acid (C18:1) + linoleic acid (C18:2) + linolenic acid (C18:3) + eicosenoic acid (C20:1) + eicosadienoic acid (C20:2) + eicosatrienoic acid (C20:3) + arachidonic acid (C20:4) + eicosapentaenoic acid (C20:5, EPA) + docosapentaenoic acid (C22:5, DPA) + docosahexaenoic acid (C22:6, DHA).

³⁾Total trans fatty acid=elaidic acid (C18:1trans) + linoleaidic acid (C18:2trans) + linolenaidic acid (C18:3trans).

⁴⁾Total fatty acid.

⁵⁾RI%, Relative % of dietary reference intake was calculated based on the EPA+DHA content per 100 g of food relative to 250 mg/day; RI% = [EPA + DHA content (mg/100 g) / 250 mg/day] × 100.

⁶⁾ω-6/ω-3 ratio was calculated as total ω-6 fatty acids/total ω-3 fatty acids. Total ω-6 fatty acids included C18:2(n-6)c, C18:3(n-6), C20:3(n-6), C20:4(n-6), and C22:2, while total ω-3 fatty acids included C18:3(n-3), C20:3(n-3), C20:5(n-3, Eicosapentaenoic acid, EPA), C22:5(n-3, Docosapentaenoic acid, DPA), and C22:6(n-3, Docosahexaenoic acid, DHA).

⁷⁾All values are mean ± SD (n = 3).

⁸⁾Values with different superscript letters within the same column for the same sample indicate significant differences among groups as determined by Duncan's multiple range test at p < 0.05.

⁹⁾ND, not detected.

¹⁰⁾*Indicates a significant difference between groups within the same column, as determined by an independent t-test (p < 0.05).

지의 조성 특성이 반영된 결과로, 기존 연구에서도 튀김 식품에서 ω-6 지방산의 비율이 증가하는 경향이 보고된 바 있다 (Golgolipour과 Khodanazary, 2025). 한편 EPA + DHA 함량은 0.06-0.09 g/100 g으로 나타나 충분섭취량 대비 24.21-35.16% 수준을 보였으나, 이는 원재료가 수산물임에도 불구하고 튀김 과정에서의 고온 처리와 지방 조성 변화로 인해 ω-3 지방산의 상대적 기여도가 제한된 결과로 사료된다. 따라서 튀김 조리는 총지방 함량을 증가시키는 동시에 지방산 조성을 ω-6 중심으로 변화시키는 경향이 있으며, 이는 영양학적 측면에서 지방산 균형에 영향을 미칠 수 있음을 나타낸다. 구이류 중 연어구이는 불포화지방산 함량(11.76 g/100 g)이 포화지방산 함량(2.17 g/100 g)보다 현저히 높은 수준으로 나타났으며, 특히 EPA와 DHA의 합이 1.26 g/100 g으로 나타나, ω-3 지방산이 풍부한 특성을 확인할 수 있었다. 이는 해산물 유래 식품에서 장쇄 ω-3 지방산이 주요 지방산으로 존재하는 특성이 반영된 결과로 해석된다(Soltan과 Gibson, 2008). 반면, 갈매기살 구이는 총지방산 함량이 22.43 g/100 g으로 높은 수준을 나타냈으며, 포화지

방산과 불포화지방산이 모두 비교적 높은 함량으로 존재하는 특징을 보였다. 이러한 경향은 육류, 특히 돼지고기 부위에서 나타나는 지방 축적 특성과 지방산 조성에 기인한 것으로 판단된다(Seo 등, 2023). 한편, 콘치즈구이는 총지방산 함량이 11.89 g/100 g으로 나타났으며, 포화지방산(4.50 g/100 g)보다 불포화지방산(7.28 g/100 g)의 비율이 높은 경향을 보였다. 이는 옥수수 및 식물성 유지의 영향으로 C18:2(n-6)c 중심의 ω-6 지방산 조성이 반영된 결과로 사료된다(Golgolipour과 Khodanazary, 2025; Li 등, 2022). 볶음류인 동파육과 오삼불고기에서는 C18:2(n-6)c의 함량이 각각 3.12 g/100 g 및 1.96 g/100 g으로 나타났으며, C18:3(n-3)의 함량은 각각 0.30 g/100 g 및 0.10 g/100 g으로 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 한편, 총 ω-6 및 ω-3 지방산 함량을 기준으로 산출한 ω-6/ω-3 비율은 각각 9.72 및 7.84로 확인되었다. EPA + DHA 함량은 동파육에서 0.01 g/100 g, 오삼불고기에서 0.17 g/100 g으로 나타났으며, 오삼불고기의 경우 성인 기준 충분섭취량 대비 69.00% 수준에 해당하였다. 이러한 결과는 사용된 원료의 지방산 조성과 조리 과

정이 복합적으로 반영된 것으로 사료된다. 동파육과 오삼불고기에는 돼지고기를 주원료로 사용함에 따라 linoleic acid를 포함한 ω -6 지방산의 비율이 상대적으로 높게 나타난 것으로 보이며, 이로 인해 ω -6/ ω -3 비율 또한 높게 형성된 것으로 해석된다 (Choe 등, 2015). 또한 오삼불고기의 경우 오징어와 같은 해산물 원료가 포함됨에 따라 EPA와 DHA 함량이 상대적으로 높게 나타난 것으로 판단된다(Soltan과 Gibson 2008). 무침류인 꼬막무침은 불포화지방산 함량(2.68 g/100 g)이 포화지방산 함량(0.64 g/100 g)보다 높은 수준을 나타냈으며, EPA + DHA 함량은 0.28 g/100 g으로 성인 기준 충분섭취량 대비 111.46%에 해당하는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 패류에서 장쇄 ω -3 지방산이 주요 구성 지방산으로 존재하는 특성이 반영된 것으로 판단된다(Merdzhanova 등, 2021). 육류 부산물의 총지방산 함량은 닭 모래주머니 4.45 g/100 g, 돼지 간 4.23 g/100 g, 돼지 허파 2.30 g/100 g으로 확인되었으며, 모든 시료에서 불포화지방산이 포화지방산보다 높은 비율을 보였다. 또한 C18:2(n-6)c의 비율은 8.59-38.59% 범위로 나타나 C18:3(n-3)보다 높은 수준을 보였다. 이러한 결과는 육류 부산물에서도 C18:2(n-6)를 중심으로 한 ω -6 지방산이 상대적으로 높은 비율을 차지하는 지방산 조성이 반영된 것으로 해석된다(Seong 등, 2014). 전체 20종의 외식식품에서 트랜스지방산 함량은 모두 낮은 수준으로 확인되었으며, 섭취 권고 기준인 총에너지의 1% 미만(성인 여자 1일 에너지 섭취량 2,000 kcal 기준 약 2.2 g)에 해당하는 수준을 초과하지 않는 것으로 나타났으며, 이는 트랜스지방 섭취에 대한 권고 기준을 충족하는 수준으로 사료된다(MOHW, 2025).

4. 요약

본 연구에서는 국내에서 자주 섭취되는 외식식품 20종을 대상으로 레티놀, β -카로틴, 토코페롤, 콜레스테롤과 같은 지용성 영양성분과 지방산 조성을 분석하였다. 분석법 검증 결과, 모든 성분에서 결정계수(R^2)는 0.99 이상으로 나타났으며, 회수율은 80% 내외로 확인되었다. 또한 품질관리 시료를 이용한 QC chart 결과, α -토코페롤(8.972 mg/100 g), 레티놀(520.739 μ g/100 g), β -카로틴(101.964 μ g/100 g), 콜레스테롤(46.179 mg/100 g) 및 총지방산(17.368 g/100 g)을 기준으로 모든 측정값이 control limit 범위 내에서 안정적으로 유지되었다. 레티놀과 β -카로틴 분석 결과, 대부분의 외식식품에서 β -카로틴이 레티놀보다 높은 경향을 보였으며, 밥류에서는 레티놀이 검출되지 않은 반면 곤드레밥에서 β -카로틴이 202.99 μ g/100 g으로 확인되어 상대적으로 높은 값을 나타냈다. 반면 육류 부산물에서는 레티놀이 주요 성분으로 나타났으며, 특히 돼지 간에서 6,800.91 μ g/100 g으로 가장 높은 함량이 확인되었다. 토코페롤은 튀김류에서 상대적으로 높은 수준을 보였으며, 간pong새우에서 총토코페롤 함량

이 9.21 mg/100 g으로 가장 높게 나타났다. 또한 γ -토코페롤이 주요 성분으로 확인되어, 조리 과정에서 사용된 식물성 유지의 영향이 반영된 것으로 판단된다. 콜레스테롤은 식품군 간 차이가 뚜렷하게 나타났으며, 멘보샤에서 69.91 mg/100 g으로 튀김류 중 가장 높은 값을 보였고, 갈매기살 구이에서는 96.84 mg/100 g으로 구이류 중 높은 수준을 나타냈다. 반면 밥류에서는 거의 검출되지 않았다. 지방산 조성에서는 대부분의 식품에서 불포화지방산 비율이 높게 나타났으며, 튀김류에서는 ω -6 지방산 중심의 조성이 확인되었다. 반면 연어구이에서는 EPA와 DHA의 합이 1.26 g/100 g으로 나타나 ω -3 지방산의 주요 공급원으로 확인되었다. 외식식품의 지용성 영양성분과 지방산 조성은 원재료 구성과 조리 방법에 따라 서로 다른 경향을 나타냈으며, 특히 특정 식품에서 특징적으로 높은 함량이 확인되었다. 본 연구 결과는 국내 외식식품의 영양성분 특성을 정량적으로 제시한 자료로, 식이 섭취 평가 및 영양 관리 기준 설정을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Funding

This research was supported by a grant (20162MFDS087) from Ministry of Food and Drug Safety in 2020.

Acknowledgements

None.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Shin JA. Methodology: Lim S, Kim JS, Shin JA. Formal analysis: Lim S, Kim JS. Validation: Kim JS, Shin JA. Writing - original draft: Lim S, Kim JS, Shin JA. Writing - review & editing: Lim S, Shin JA.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Sunyoung Lim (First author)

<https://orcid.org/0009-0000-8220-0847>

Jeong Sub Kim

<https://orcid.org/0009-0007-8909-3731>

Jung-Ah Shin (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0002-0194-1457>

References

- Ahn TY, Shin JA. Analysis of fat-soluble nutrients (tocopherol, retinol, β -carotene, cholesterol and fatty acids) in seafood restaurant foods commonly consumed in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 52, 162-177 (2023)
- AOAC. AOAC guidelines for single laboratory validation of chemical methods for dietary supplements and botanicals. Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg, MD, USA, p 12-31 (2002)
- Aşkın B, Kaya Y. Effect of deep frying process on the quality of the refined oleic/linoleic sunflower seed oil and olive oil. *J Food Sci Technol*, 57, 4716-4725 (2020)
- Baggio SR, Bragagnolo N. The effect of heat treatment on the cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid contents of processed meat products. *Food Chem*, 95, 611-619 (2006)
- Beer K, Singh A, Ravi SC, Gupta AK, Kumar A, Sharma MM. A comprehensive review on the role of vitamin A on human health and nutrition. *J Environ Biol*, 45, 645-653 (2024)
- Bhattacharya S. Chemical and nutritional properties of brown rice. In: *Brown Rice*. Springer, Cham and London, UK, p 93-110 (2017)
- Biandolino F, Prato E, Grattagliano A, Parlapiano I. Effect of different cooking methods on lipid content and fatty acid profile of red mullet (*Mullus barbatus*). *Pol J Food Nutr Sci*, 73, 59-69 (2023)
- Brozek-Pluska B, Beton K. Oxidative stress induced by tBHP in human normal colon cells by label free Raman spectroscopy and imaging. The protective role of natural antioxidants in the form of β -carotene. *RSC Adv*, 11, 16419-16434 (2021)
- Chiang JYL, Ferrell JM, Wu Y, Boehme S. Bile acid and cholesterol metabolism in atherosclerotic cardiovascular disease and therapy. *Cardiol Plus*, 5, 159-170 (2020)
- Choe JH, Yang HS, Lee SH, Go GW. Characteristics of pork belly consumption in South Korea and their health implication. *J Anim Sci Technol*, 57, 22 (2015)
- Colombo ML. An update on vitamin E, tocopherol and tocotrienol perspectives. *Molecules*, 15, 2103-2113 (2010)
- Cui D, Yu X, Guan Q, Shen Y, Liao J, Liu Y, Su Z. Cholesterol metabolism: Molecular mechanisms, biological functions, diseases, and therapeutic targets. *Mol Biomed*, 6, 72 (2025)
- Dinh TT, Thompson LD, Galyean ML, Brooks JC, Patterson KY, Boylan LM. Cholesterol content and methods for cholesterol determination in meat and poultry. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 10, 269-289 (2011)
- Edem DO. Vitamin A: A review. *Asian J Clin Nutr*, 1, 65-82 (2009)
- Fry JM, Smith GM, Mcgrath MC, Speijers EJ, Allen JG. Plasma and tissue concentrations of α -tocopherol during vitamin E depletion in sheep. *Br J Nutr*, 69, 225-232 (1993)
- Golgolipour S, Khodanazary K, Ghanemi K. Impact of deep-frying with different vegetable oils on the nutritional quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillets. *Food Sci Nutr*, 13, e70942 (2025)
- Heo SJ, Bae HJ. Analysis of the consumption pattern of delivery food according to food-related lifestyle. *J Nutr Health*, 53, 547-561 (2020)
- Huang Y, Lu X, Shen Y, Liu Y, Zeng Q, Liu X, Bin W, Li M. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio improves cardiovascular risk prediction. *Front Nutr*, 12, 1693151 (2025)
- Hyeon JW, Shin JA, Lee KT. Fatty acid composition and triacylglycerol species of the domestic and foreign collected from the market. *Korean J Agric Sci*, 40, 35-45 (2013)
- Jeanes YM, Hall WL, Ellard S, Lee E, Lodge JK. The absorption of vitamin E is influenced by the amount of fat in a meal and the food matrix. *Br J Nutr*, 92, 575-579 (2004)
- Keating E, Rahman L, Francis J, Petersen A, Possmayer F, Veldhuizen R, Petersen NO. Effect of cholesterol on the biophysical and physiological properties of a clinical pulmonary surfactant. *Biophys J*, 93, 1391-1401 (2007)
- Keklik NM, Bozkurt H, Tekin AR. Effect of cooking procedures on cholesterol and fat contents of selected meat products. *Food Sci Technol*, 38, 683-690 (2018)
- Kim SH, Yoon JB, Han J, Seo YA, Kang BH, Lee J, Ochar K. Green onion (*Allium fistulosum*): An aromatic vegetable crop esteemed for food, nutritional and therapeutic significance. *Foods*, 12, 4503 (2023)
- Ko EY, Lee JH, Sivanesan I, Choi MJ, Keum YS, Saini RK. Carotenoid and tocopherol profiling in 18 Korean traditional green leafy vegetables by LC-SIM-MS. *Foods*, 12, 1312 (2023)
- Krzynowek J, Panunzio LJ. Cholesterol and fatty acids in several species of shrimp. *J Food Sci*, 54, 237-239 (1989)
- Kutlu S, Balçık-Misir G, Erteken A. Fatty acid composition and cholesterol content of some economic marine fish in Turkish waters. *Aquat Food Stud*, 1, AFS25 (2021)
- Lee JH, Lee HN, Shin JA, Chun JY, Lee J, Lee KT. Content of fat-soluble nutrients (cholesterol, retinol, and α -tocopherol) in different parts of poultry meats according to cooking method. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 44, 234-241 (2015)
- Lee JS, Shim JS, Kim KN, Lee HS, Chane MJ, Kim HY. Key foods selection using data from the 7th Korea national health and nutrition examination survey (2016-2018). *J Nutr Health*, 54, 10-22 (2021)

- Lee S, Lim DK, Baek SY, Seo D, Park JS, Kwak BM, Won J, Lee J, Kim B. Quantitative analyses of fatty acids in cereals and green vegetables by isotope dilution-gas chromatography/mass spectrometry. *J Anal Sci Technol*, 11, 37 (2020)
- Li J, Guasch-Ferré M, Li Y, Hu FB. Dietary intake and biomarkers of linoleic acid and mortality: Systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr*, 112, 150-167 (2020)
- Li Z, Hong T, Zhao Z, Gu Y, Guo Y, Han J. Fatty acid profiles and nutritional evaluation of fresh sweet-waxy corn from three regions of China. *Foods*, 11, 2636 (2022)
- Lim SY, Ahn TY, Lim S, Shin JA. Analysis of the quality characteristics and E-tongue of seven liquid milk products over different storage durations. *JFSS*, 6, 47-58 (2025)
- Łoś-Rycharska E, Kierasiewicz Z, Czerwionka-Szaflarska M. Medium chain triglycerides (MCT) formulas in paediatric and allergological practice. *Prz Gastroenterol*, 11, 226-231 (2016)
- MAFRA. 2024 Statistical Report on the Business Status of Restaurants. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea, p 187-218 (2024)
- Merdzhanova A, Panayotova V, Dobрева DA, Peycheva K. Can fish and shellfish species from the black sea supply health beneficial amounts of bioactive fatty acids? *Biomolecules*, 11, 1661 (2021)
- MFDS. Korean Food Composition Database system. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/nutrient/general/food/detail.do?dbGrpCm=D&searchTextPre=&searchTextListStr=&sortOrder=DESC&sortFieldCnt=1&searchProcCode=&searchLogType=&searchSubOrderby=&searchDetailMode=all&searchGroup=&searchCrtMth=&searchMaker=&searchSource=&searchClass=&searchQc=&searchHcln=&searchReduct=&searchText=%EA%BC%AC%EB%A7%89&searchNotText=&searchOper=AND&searchGroupText=&searchMakerText=&searchOrderby=CAL&searchPageCnt=10&pagenum=1&totalListCnt=6&pageblock=10&pagesize=10&searchFoodCd=D307-312200000-0001&searchRegionCd=ZZ&searchMonthCd=AVG>. Accessed Sep. 30, 2014.
- MFDS. Korean Food Composition Database system. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/nutrient/general/food/detail.do?dbGrpCm=A&searchTextPre=&searchTextListStr=&sortOrder=DESC&sortFieldCnt=1&searchProcCode=&searchLogType=&searchSubOrderby=&searchDetailMode=all&searchGroup=&searchCrtMth=&searchMaker=&searchSource=&searchClass=&searchQc=&searchHcln=&searchReduct=&searchText=%EC%83%88%EC%9A%B0+%ED%83%95%EC%88%98%EC%9C%A1&searchNotText=&searchOper=AND&searchGroupText=&searchMakerText=&searchOrderby=CAL&searchPageCnt=10&pagenum=1&totalListCnt=3&pageblock=10&pagesize=10&searchFoodCd=D112-566120000-0001&searchRegionCd=ZZ&searchMonthCd=AVG>. Accessed Dec. 31, 2017.
- MFDS. Korean Food Composition Database system. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/nutrient/general/food/detail.do?dbGrpCm=A&searchTextPre=&searchTextListStr=&sortOrder=DESC&sortFieldCnt=1&searchProcCode=&searchLogType=&searchSubOrderby=&searchDetailMode=all&searchGroup=&searchCrtMth=&searchMaker=&searchSource=&searchClass=&searchQc=&searchHcln=&searchReduct=&searchText=%EC%98%A5%EC%88%98%EC%88%98%ED%86%B5%EC%A1%B0%EB%A6%BC&searchNotText=&searchOper=AND&searchGroupText=&searchMakerText=&searchOrderby=CAL&searchPageCnt=10&pagenum=1&totalListCnt=3&pageblock=10&pagesize=10&searchFoodCd=P116-015070100-F014-000&searchRegionCd=ZZ&searchMonthCd=AVG>. Accessed Dec. 31, 2022.
- MFDS. Korean Food Composition Database system. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/nutrient/general/food/detail.do?dbGrpCm=A&searchTextPre=&searchTextListStr=&sortOrder=DESC&sortFieldCnt=1&searchProcCode=&searchLogType=&searchSubOrderby=&searchDetailMode=all&searchGroup=&searchCrtMth=&searchMaker=&searchSource=&searchClass=&searchQc=&searchHcln=&searchReduct=&searchText=%EC%98%A4%EA%B2%B9%EC%82%B4+%EC%88%98%EC%9C%A1&searchNotText=&searchOper=AND&searchGroupText=&searchMakerText=&searchOrderby=CAL&searchPageCnt=10&pagenum=1&totalListCnt=1&pageblock=10&pagesize=10&searchFoodCd=P117-501050100-2283&searchRegionCd=ZZ&searchMonthCd=AVG>. Accessed Nov. 08, 2024.
- MOHW. Dietary Reference Intakes for Koreans: Energy and Macronutrients (KDRIs). Ministry of Health and Welfare,

- Sejong, Korea, p 211-344 (2025)
- Pang SJ, Jia SS, Man QQ, Song S, Li YQ, Song PK, Zhao WH, Zhang J. Dietary cholesterol in the elderly Chinese population: An analysis of CNHS 2010-2012. *Nutrients*, 9, 934 (2017)
- Penniston KL, Tanumihardjo SA. The acute and chronic toxic effects of vitamin A. *Am J Clin Nutr*, 83, 191-201 (2006)
- Piironen V, Toivo J, Lampi AM. New data for cholesterol contents in meat, fish, milk, eggs and their products consumed in Finland. *J Food Compos Anal*, 15, 705-713 (2002)
- RDA. Korea food composition table 10.3. Rural Development Administration. Available from: <https://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctIntro/list?menuId=PS03562>. Accessed Apr. 6, 2025.
- Riabroy N, Tanumihardjo SA. Oral doses of a-retinyl ester track chylomicron uptake and distribution of vitamin A in a male piglet model for newborn infants. *J Nutr*, 144, 1188-1195 (2014)
- Rizvi S, Raza ST, Ahmed F, Ahmad A, Abbas S, Mahdi F. The role of vitamin E in human health some diseases. *Sultan Qaboos Univ Med J*, 14, e157-e165 (2014)
- Rodríguez-Rodríguez E, Sánchez-Prieto M, Olmedilla-Alonso B. Assessment of carotenoid concentrations in red peppers (*Capsicum annuum*) under domestic refrigeration for three weeks as determined by HPLC-DAD. *Food Chem X*, 6, 100092 (2020)
- Schendel S, Berg T, Scherfling M, Dröber C, Ptok S, Weißenborn A, Lindtner O, Sarvan I. Results of the BfR meal study: Highest levels of retinol found in animal livers and of β -carotene in yellow-orange and green leafy vegetables. *Food Chem X*, 16, 100458 (2022)
- Schwingshackl L, Hesseker H, Kiesswetter E, Koletzko B. Reprint of: Dietary fat and fatty foods in the prevention of non-communicable diseases: A review of the evidence. *Trends Food Sci Technol*, 130, 20-31 (2022)
- Seo JK, Eom JU, Yang HS. Comparison between Berkshire and crossbreed on meat quality, and investigation of the relationship with fatty acid composition and meat quality. *J Anim Sci Technol*, 65, 1081-1093 (2023)
- Seong PN, Park KM, Cho SH, Kang SM, Kang GH, Park BY, Moon SS, Ba HV. Characterization of edible pork by-products by means of yield and nutritional composition. *Korean J Food Sci Ani*, 34, 297-306 (2014)
- Skulas-Ray AC, Wilson PWF, Harris WS, Brinton EA, Kris-Etherton PM, Richter CK, Jacobson TA, Engler MB, Miller M, Robinson JG, Blum CB, Rodriguez-Leyva D, de Ferranti SD, Welty FK. Omega-3 fatty acids for the management of hypertriglyceridemia. *Circulation*, 140, e673-e691 (2019)
- Soltan SSAM, Gibson RA. Levels of omega-3 fatty acids in Australian seafood. *Asia Pac J Clin Nutr*, 17, 385-390 (2008)
- Son HH, Moon JY, Seo HS, Kim HH, Chung BC, Choi MH. High-temperature GC-MS-based serum cholesterol signatures may reveal sex differences in vasospastic angina. *J Lipid Res*, 55, 155-162 (2014)
- Szewczyk K, Chojnacka A, Górnicka M. Tocopherols and tocotrienols-bioactive dietary compounds: What is certain, which is doubt? *Int J Mol Sci*, 22, 6222 (2021)
- USDA. FoodData Central. United States Department of Agriculture. Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2706287/nutrients>. Accessed Oct. 31, 2024.
- Van Den Brecht K, Van Hoed V, Müllendorff K, Arnaut F. Balancing functional and nutritional quality of oils and fats: Current requirements and future trends. *OCL*, 19, 83-88 (2012)
- Wen Y, Xu L, Xue C, Jiang X, Wei Z. Assessing the impact of oil types and grades on tocopherol and tocotrienol contents in vegetable oils with chemometric methods. *Molecules*, 25, 5076 (2020)
- Wójciak KM, Halagarda M, Rohn S, Kęska P, Latoch A, Stadnik J. Selected nutrients determining the quality of different cuts of organic and conventional pork. *Eur Food Res Technol*, 247, 1389-1400 (2021)
- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci*, 66, 21-32 (2003)
- Yang YS, Han BD, Han K, Jung JH, Son JW. Obesity Fact Sheet in Korea, 2021: Trends in obesity prevalence and obesity-related comorbidity incidence stratified by age from 2009 to 2019. *J Obes Metab Syndr*, 31, 169-177 (2022)
- Zampelas A, Magriplis E. New insights into cholesterol functions: A friend or an enemy? *Nutrients*, 11, 1645 (2019)
- Zhang TT, Xu J, Wang YM, Xue CH. Health benefits of dietary marine DHA/EPA-enriched glycerophospholipids. *Prog Lipid Res*, 75, 100997 (2019)
- Zhang Y, Qi X, Wang X, Wang X, Ma F, Yu L, Mao J, Jiang J, Zhang L, Li P. Contribution of tocopherols in commonly consumed foods to estimated tocopherol intake in the Chinese diet. *Front Nutr*, 9, 829091 (2022)
- Zio S, Tarnagda B, Tapsoba F, Zongo C, Savadogo A. Health interest of cholesterol and phytosterols and their contribution to one health approach: Review. *Heliyon*, 10, e40132 (2024)