

## 국내 다빈도 해산물 외식식품류 17종의 지용성 영양성분 함량 분석: 토코페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤, 지방산

안태용 · 신정아

국립강릉원주대학교 식품가공유통학과

### Analysis of Fat-Soluble Nutrients (Tocopherol, Retinol, $\beta$ -Carotene, Cholesterol, and Fatty Acids) in Seafood Restaurant Foods Commonly Consumed in Korea

Tae Yong Ahn and Jung-Ah Shin

Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University

**ABSTRACT** This study was performed to provide reliable data on fat-soluble nutrient (tocopherols, retinol,  $\beta$ -carotene, cholesterol, and fatty acids) contents in seventeen types of seafood-based restaurant foods to enable the construction of a National Food Nutrient Database. The accuracy and precision of the applied methods were tested using standard reference materials (SRM 1869 Infant/Adult Nutritional Formula II and IHQC Infant formula). The analytical methods used, that is, HPLC for tocopherols, retinol and  $\beta$ -carotene, and GC for cholesterol and fatty acids, to quantify contents of fat-soluble nutrients showed good accuracy (88.9~126.7%), recovery (z-score <|2|), and precision (<8%, RSD) as per official method validation guidelines. In 17 restaurant foods, the contents of  $\alpha$ -tocopherol equivalents (TEs) ranged from 0.04 to 4.45 mg  $\alpha$ -TE/100, and their relative percentages of recommended dietary intake (RIs), based on 12 mg  $\alpha$ -TE/d, ranged from 0.33 to 37.08%. RI percentages of vitamin A (based on 650  $\mu$ g RAE/d) were relatively low (0.08~11.98%). High cholesterol levels were observed in myeongnan-jeot seasoning (247.92 mg/100 g, RI 82.64%) and saeu-jeon (131.08 mg/100 g, RI 43.69%) based on a restricted dietary cholesterol level of 300 mg/d. Total fatty acid contents ranged from 0.21 to 16.65 g/100 g food ( $\Sigma$ SFA 12.45~49.07% and  $\Sigma$ USFA 49.92~82.27%), and their EPA+DHA contents were ND~934.7 mg/100 g food. These results provide reliable analytical data on the contents of fat-soluble nutrients in seafood restaurant foods frequently consumed in Korea and could be incorporated into the national food nutrient database.

**Key words:** fat-soluble nutrients, restaurant foods, retinol activity equivalent, cholesterol, fatty acids

## 서 론

국내 외식식품의 소비는 통계청 자료에 따르면 근 5년간 11.6조 원(2014년)에서 20.8조 원(2018년)으로 빠른 증가 추세를 보였으며, 한국농촌경제연구원의 식품 소비행태 조사에 의하면 2019년 외식식품 소비행태가 2배 증가했다고 한다(KOSIS, 2020; Kim 등, 2019). 과거에는 외식문화가 식생활의 외부화에 초점이 맞춰졌지만, 근래에는 편의성과 간편화에 대한 소비자의 요구가 급증함에 따라 배달을 통한 외식식품의 보급과 함께 가정식 대용식품(home meal replacement, HMR)의 소비도 빠르게 증가하고 있다(Lee 등, 2019). 최근 이슈가 되고 있는 팬데믹 현상(COVID-19)의

장기화도 이러한 외식식품의 수요 증가를 가속하는 원인이 되고 있다. 외식식품은 다양한 제품으로 맛과 편의성을 고려하여 소비 시장이 지속해서 증가하고 있지만, 식품의 영양 측면에서는 신뢰성 있는 올바른 영양 정보제공을 위한 정책 및 연구가 아직 미흡한 실정이다(Kwon 등, 2010). 외식식품 소비행태는 소비자가 자신이 선호하는 식품 위주의 식단을 제공하기 때문에 소비자들의 영양불균형을 초래하게 되어 비만, 성인병, 암 등의 만성질환에 쉽게 노출될 수 있다(Cho, 2015). 따라서 최신 식품 소비행태를 반영한 다빈도 외식식품의 영양성분 데이터베이스(database, DB) 구축은 소비자에게 정확한 영양 정보를 제공하여 국민들이 건강한 식생활을 하도록 유도할 수 있다.

Received 3 November 2022; Revised 8 December 2022; Accepted 15 December 2022

Corresponding author: Jung-Ah Shin, Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, 7, Jukheon-gil, Gangneung, Gangwon 25457, Korea, E-mail: jashin@gwnu.ac.kr

© 2023 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

식품에 함유된 지용성 영양성분들은 체내 신진대사에서 필수적인 비타민류를 제공하지만, 지속해서 과잉 섭취할 경우 간이나 지방조직에 저장되어 만성질환의 원인이 되기도 한다. 대표적인 지용성 영양성분들은 비타민 E(4종의 토크페롤과 그 이성체들), 레티놀(retinol), 베타카로틴( $\beta$ -carotene), 콜레스테롤, 지방산 등을 들 수 있다. 비타민 E는 대표적인 지용성 천연 항산화제로 동·식물성 식품에 다양하게 분포하고 있고, 식품첨가물로 사용되는 혼합형 토크페롤은 주로 식용 식물성 기름에서 얻어진다. 비타민 E는 4종류의 토크페롤( $\alpha$ -T,  $\beta$ -T,  $\gamma$ -T,  $\delta$ -T)과 이들의 각 이성체인 4종류의 토크트리에놀( $\alpha$ -T3,  $\beta$ -T3,  $\gamma$ -T3,  $\delta$ -T3)로 총 8종류가 존재하며, 이들은 chromanol 구조에서 페놀성 수소를 지질의 자유라디칼에 공여함으로써 항산화 활성을 나타낸다(Kamal-Eldin과 Appelqvist, 1996). 따라서 토크페롤의 대표적인 기능은 생체 내의 활성산소를 소거하고 유리기 및 과산화지질의 생성을 억제하는 것으로 알려져 있다(Ricciarelli 등, 2001). 토크페롤 결핍증상은 드물게 나타나지만, 혈중 알파토크페롤 함량이 낮으면 죽상동맥경화증과 전립선암의 위험이 증가하며(Zimmer 등, 2000), Özer 등(1998)은 50 ppm(mg/kg)의 비타민 E를 섭취한 rabbit에서 콜레스테롤로 인한 죽상동맥경화성 병변을 예방하였다고 보고하였다. 2020년 한국인 영양섭취기준에 따르면 토크페롤의 하루 충분섭취량은 영아 3~4 mg  $\alpha$ -TE/일, 유아 5~6 mg  $\alpha$ -TE/일, 6세 이상은 7~12 mg  $\alpha$ -TE/일이다. 한편 레티놀은 성장 필수 인자로 주로 달걀노른자, 동물의 간, 유제품 등 동물성 식품에 주로 존재하며, 화장품 원료인 레티노산의 전구체로 기능성 화장품의 원료로도 사용되고 있다(Kong 등, 2016). 프로비타민 A인 베타카로틴은 과일 및 채소 등에 다량 함유된 천연색소로 토크페롤과 함께 대표적인 지용성 항산화제로 알려져 있다. 레티놀과 베타카로틴은 대표적인 비타민 A로 식품으로부터 섭취한 베타카로틴은 인체 내에서 레티놀로 전환되어 비타민 A의 생물학적 활성을 나타낸다(RDA, 2016). 따라서 비타민 A는 레티놀 활성당량(retinol activity equivalent, RAE)으로 환산하여 보고되고 있다(RDA, 2016). 레티놀과 베타카로틴은 인체 조직 내 지방의 산화로 인한 과산화물 형성을 억제하여 세포막을 보호하고, 시각 기능, 면역 반응 조절, 세포증식 및 분화조절 등 성장과 발달에 중요한 역할을 한다(Larsson 등, 2007; Nagao, 2014). 따라서 건강한 식생활 개선을 위하여 식품에 함유된 이들 영양성분의 함량에 대한 DB 구축 및 정확한 정보제공이 필요하다. Shin 등(2013)은 가공 및 외식식품 중 면류 및 빵류에서 레티놀과 베타카로틴 함량을 분석하여 보고하였다. 이들 지용성비타민과 함께 콜레스테롤은 체내에서 일정량 합성되어 세포막의 구성 성분 및 지질대사에 중요한 역할을 하지만, 식품을 통해 다량 섭취하여 체내에 축적하게 되면 심혈관질환 등 만성질환의 주요인이 된다(Lee 등, 2015; Wilson과 Rudel, 1994). 이들 지용성 영양성분은 식품으로부터 섭취할 때 지방과 함께 섭취되어 흡수되며, 식품

에 함유된 지방의 지방산 조성(포화지방산, 불포화지방산, 트랜스지방산) 중에 불포화지방산 조성은 심혈관질환 개선에 중요한 지표가 될 수 있다. 다가불포화지방산인 eicosa-pentaenoic acid(EPA)나 docosaheptaenoic acid(DHA) 같은 오메가-3( $\omega$ -3) 계열은 혈소판의 응집에 의한 혈전을 방지하여 뇌 질환이나 심혈관계 질환 예방 역할을 할 수 있다고 알려져 있다(Jeong 등, 2014).

국내에서 소비되는 가공식품 및 음식의 영양성분 DB 구축은 식품의약품안전처에서 제공하고 있으며, 본 연구에서는 국가식품영양성분 DB 구축의 일환으로 국내에서 소비되고 있는 다빈도 해산물 외식식품류 탕 및 국류 8종(북어미역국, 굴미역국, 바지락미역국, 참치미역국, 아귀매운탕, 홍합탕, 만두전골, 강된장찌개), 해산물 외식식품 5종(명엽채, 북어강정, 새우전, 양념명란젓, 양념조개젓), 기타 외식식품 4종(치즈스틱, 치즈떡볶이, 채소달걀찜, 계란덮밥)을 선정하여 지용성 영양성분(토크페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤, 포화지방산, 불포화지방산 및 총 지방산)의 함량을 분석하였다. 각 영양성분은 분석법 검증과 분석 품질관리(quality control, QC)를 수행함으로써 분석 결과에 대한 신뢰도를 확보하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

지용성비타민(레티놀, 토크페롤, 베타카로틴) 및 콜레스테롤, 지방산 분석을 위해 전처리(검화 및 산분해) 및 용매추출(solvent extraction) 단계에서 사용된 유기용매들은 normal-grade(diethyl ether, petroleum ether, ethanol, n-hexane, ethyl acetate)였으며, 성분들의 정량을 위한 기기 분석에 사용된 유기용매들(iso-octane, chloroform, n-hexane, acetonitrile, methanol, dichloromethane, isopropanol)은 HPLC-grade(Fisher Scientific Korea Ltd., Seoul, Korea)였다. 전처리 검화 과정 및 유기용매 추출에 사용된 potassium hydroxide(KOH,  $\geq 93.0\%$  purity)와 butylated hydroxytoluene(BHT)은 Daejung Chemicals Metals Co.(Siheung, Korea)에서 구입하였고, sodium chloride(NaCl,  $\geq 99.5\%$  purity)는 Showa Chemical Co.(Tokyo, Japan)로부터 구입하여 사용하였다. 항산화제로 사용된 pyrogallol 시약과 콜레스테롤 유도체화 시약들인 hexamethyldisilazane( $\geq 99.0\%$  purity)과 chlorotrimethylsilane( $\geq 99.0\%$  purity)은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입했으며, dimethylformamide(DMF)는 Tokyo Chemical Industry Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하였다. 정량 분석을 위한 검량선 작성에 사용된 고순도 표준품들( $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol,  $\delta$ -tocopherol, retinol,  $\beta$ -carotene, cholesterol, 5 $\alpha$ -cholestan)은 Sigma-Aldrich Co.에서 구입하였다. 지방산 정량을 위한 내부표준물질인 triundecanoic(C11:0)은 Nu-

Chek Prep(Elysian, MN, USA) 제품을 사용하였고, 표준물질로는 Supelco 37 Component FAME mix(CRM47885, Supelco, Bellefonte, PA, USA)를 사용하였다.

### 시료 준비

본 연구에서 분석된 시료들은 국내에서 다빈도로 소비되는 주요 식품으로 Lee 등(2021a)의 방법에 따라 제7기 국민건강영양조사 자료(2016~2018) 등에 근거하여 선정되었다. 선정된 다빈도 외식식품류 중에서 해산물류 외식식품류를 다음과 같이 분류하여 보고하였다. 탕 및 국류의 외식식품 8종(북어미역국, 굴미역국, 바지락미역국, 참치미역국, 아귀매운탕, 홍합탕, 만두전골, 강된장찌개), 해산물 외식식품 5종(명엽채, 북어강정, 새우전, 양념명란젓, 양념조개젓), 기타 외식식품 4종(치즈스틱, 치즈떡볶이, 채소달걀찜, 계란덮밥)을 선정하였다. 시료의 대표성을 확보하기 위해 각 식품을 6개의 사업장으로부터 시료를 수거하였으며, 이를 분쇄·균질화한 시료를 숙명여자대학교 National Laboratory System(Seoul, Korea) 센터(Lee 등, 2021b)로부터 제공받아 -20°C에서 냉동 보관한 후 실험에 사용하였다.

### 지용성 영양성분의 분석법 검증 및 분석 품질관리

각 지용성 영양성분의 분석법 검증을 위해 AOAC 분석법 검증 가이드라인(AOAC, 2002)에 준하여 직선성(linearity)과 정확성(accuracy), 정밀성(precision)을 확인하였다. 직선성 검증은 검량선 작성으로 확인하였다. 정확성 검증은 National Institute of Standards and Technology(NIST, Gaithersburg, MD, USA)에서 구입한 인증값(reference value)이 제시된 인증표준물질(Standard Reference Material, SRM) 1869(Infant/Adult Nutritional Formula II, milk/whey/soy-based)를 구입하여 사용했으며, 분석값을 이용하여 회수율(%)과 z-score로 나타내었다. z-score의 결괏값이  $|Z| \leq 2$ 를 만족하는 경우 양호로 평가하였다.

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

$$Z \text{ score} = (\text{analysis value} - \text{assigned value}) / \text{standard deviation of assigned value}$$

정밀성 검증은 국내에서 판매되고 있는 영유아용 분유(infant formula, Imperial dream XO, Namyang, Seoul, Korea)를 구입하여 사용했으며, 지방산의 정밀성 검증은 검은 콩가루(black soybean powder, Designnongboo, Jeonju, Korea)를 사용하였다. 반복성(repeatability)은 하루에 4회 3 반복 실험하여 평가하였고, 재현성(reproducibility)은 3일 동안 하루에 한 번씩 3 반복으로 분석하여 RSD(relative standard deviation, %)로 나타내어 평가하였다. 시료의 분석 품질관리를 위해 지방산 분석은 검은 콩가루(Designnongboo)를 내부 분석 품질관리(In-house quality control, IHQC) 시료로 사용하였고, 지용성 영양성분(레티

놀, 토코페롤, 베타카로틴, 콜레스테롤)의 분석은 영유아용 분유(Imperial dream XO, Namyang)를 사용하여 분석 품질관리도표(QC chart)를 작성하였다. 성분별 QC chart는 내부 분석 품질관리 시료를 8회 이상 분석하여 얻은 평균값과 표준편차를 기준으로 관리 상·하한선(Upper and Lower Control Line, UCL and LCL)과 조치 상·하한선(Upper and Lower Action Line, UAL and LAL)을 다음과 같이 계산하여 설정하였다(AOAC, 2002). 시료를 분석하는 동안 내부 분석 품질관리 시료를 이용한 QC chart를 작성하여 지용성 영양성분 분석의 품질관리가 주기적으로 이루어지도록 관리하였다.

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

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

### 지용성비타민(토코페롤, 레티놀, 베타카로틴)과 콜레스테롤 추출을 위한 검화 과정

지용성비타민과 콜레스테롤 추출 방법은 Lee 등(2015)과 Hwang 등(2016)의 방법으로 진행하였다. 추출관에 균질화된 시료 5 g을 쥘 후, 6% pyrogallol ethanol 용액 10 mL를 첨가하여 시료와 잘 섞이도록 vortex mixer로 혼합하였다. 이후 추출관의 내부 산소를 1분 동안 질소가스로 치환하고, sonication을 10분 동안 20°C에서 진행하였다. 시료 추출관에 60% KOH 용액 8 mL를 첨가하여 vortex mixer로 혼합한 후 질소로 충전하고 환류관(air condenser)을 연결하여 알칼리 검화 과정을 수행하였다. 검화는 75°C, 100 rpm으로 설정된 shaking water bath(VS-310SWR, Vision Scientific Co., Daejeon, Korea)에서 1시간 동안 이루어졌다. 검화 후 충분히 냉각한 시료 추출관에 2% NaCl 용액 20 mL와 추출용매[hexane : ethyl acetate = 85:15, v/v, 0.01% 2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol(BHT)] 10 mL를 첨가하여 2분 동안 충분히 vortex mixer로 혼합한 후 상온에 방치하여 층을 분리하였다. 상등액은 anhydrous sodium sulfate가 채워진 glass pipet을 통과하여 잔여 수분을 제거하고 50 mL 정용 플라스크에 수집하였다. 이 추출 과정은 4회 반복하였고 50 mL로 정용하여 지용성비타민과 콜레스테롤 기기분석을 위한 시험용액으로 사용하였다.

### 토코페롤과 레티놀 함량 분석

외식식품 17종에 함유된 토코페롤과 레티놀 함량 분석은 식품영양성분 데이터베이스 구축사업 SOP 매뉴얼(MFDS, 2019)과 Lee 등(2015)의 방법에 근거하여 진행했으며, 토코페롤과 레티놀의 정량은 등용리 조건에서 normal-phase HPLC(JASCO, Tokyo, Japan)로 이루어졌다. 검화 과정으로 얻어진 추출액 50 mL 중 토코페롤 분석을 위해 4 mL를 취하였고, 레티놀은 10 mL를 각각 취하여 질소로 용매를 완전히 제거하였다. 토코페롤은 n-hexane(0.01%, BHT) 2 mL에 재용해하였고, 레티놀은 n-hexane과 chloroform 혼합용매(1:1, v/v, 0.01% BHT) 1 mL에 재용해하여 PTFE

0.5 µm disposable syringe filter(13JP050AN, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과하였다. 토크페롤과 레티놀 분석에 사용된 컬럼은 LiChrospher® DIOL 100(4×250 mm, 5 µm, Merck, Darmstadt, Germany)이었으며, 이동상은 n-hexane : isopropanol=99.4:0.6(v/v) 혼합용매(토크페롤)와 n-hexane : isopropanol=95:5(v/v) 혼합용매(레티놀)를 각각 등용리로 설정하여 분석하였고 분석을 위한 유량은 1 mL/min이었다. 토크페롤과 레티놀 검출을 위해 사용된 fluorescence detector의 조건은 각각 Exλ=290 nm, Emλ=330 nm와 Exλ=326 nm, Emλ=470 nm였다. 정량 분석을 하는데 필요한 토크페롤 표준품으로는 Sigma-Aldrich에서 구입한 α-tocopherol(T3251-5 g), β-tocopherol(Supelco 46401-U), γ-tocopherol(T1782-25 mg), δ-tocopherol(T2028-25 g)을 사용하였다. 각 표준품의 검량선 작성을 위한 농도 범위는 0.039~40 µg/mL였으며, 각 검량선은 Fig. 1에 나타내었다. 토크트리엔올은 각 토크페롤 검량선을 이용하여 정량(mg/100 g)했으며, 토크페롤 함량은 비타민 E 체내 활성을 나타내는 α-tocopherol equivalent(α-TE)로 환산하여 나타내었다. 레티놀 정량을 위한 검량선 작성은 레티놀 표준품(R7632-25 mg, Sigma-Aldrich Co.)을 사용하여 0.039~20 µg/mL의 농도 범위로 작성하였다(Fig. 1). 레티놀 분석 결과는 검량선에 대입하여 µg/100 g의 단위로 나타냈으며, 비타민 A 함량은 레티놀과 프로비타민 A(베타카로틴)의 함량을 retinol activity equivalent(RAE)로 환산하여 나타내었다(RDA, 2016).

$$\alpha\text{-TE} = (\alpha\text{-T} \times 1.0) + (\beta\text{-T} \times 0.5) + (\gamma\text{-T} \times 0.1) + (\delta\text{-T} \times 0.01) + (\alpha\text{-T3} \times 0.3) + (\beta\text{-T3} \times 0.05)$$

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

### 베타카로틴 함량 분석

베타카로틴 함량 분석은 식품영양성분 데이터베이스 구축사업 SOP 매뉴얼(MFDS, 2019)과 Hwang 등(2016)의 방법에 근거하여 진행하였다. 검화 후 얻어진 추출액 10 mL를 25 mL vial에 취하고, 용매를 질소로 완전히 제거한 후 n-hexane 1 mL(BHT 0.01%)를 첨가하여 재용해하였다. 재용해한 추출액을 PTFE 0.5 µm disposable syringe filter(hydrophobic, Advantec)로 여과하여 외식식품 17종에 함유된 베타카로틴 함량을 reversed-phase HPLC(JASCO)로 분석하였다. 분석에 사용된 컬럼은 Capcellpak C18 UG 120(5 µm×4.6×250 mm, Shiseido, Tokyo, Japan)이었으며, 이동상은 기용기용리로서 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 1 mL/min으로 흘러주었다(MFDS, 2019; Hwang 등, 2016). 검출에 사용된 검출기는 UV/Vis detector(wavelength: 450 nm)를 사용하였고 정량을 위한 주입량은 20 µL였다. 검량선 작성에 사용된 β-carotene standard(Sigma-Aldrich Co.)는 0.078~40 µg/mL 농도 범위로 희석하

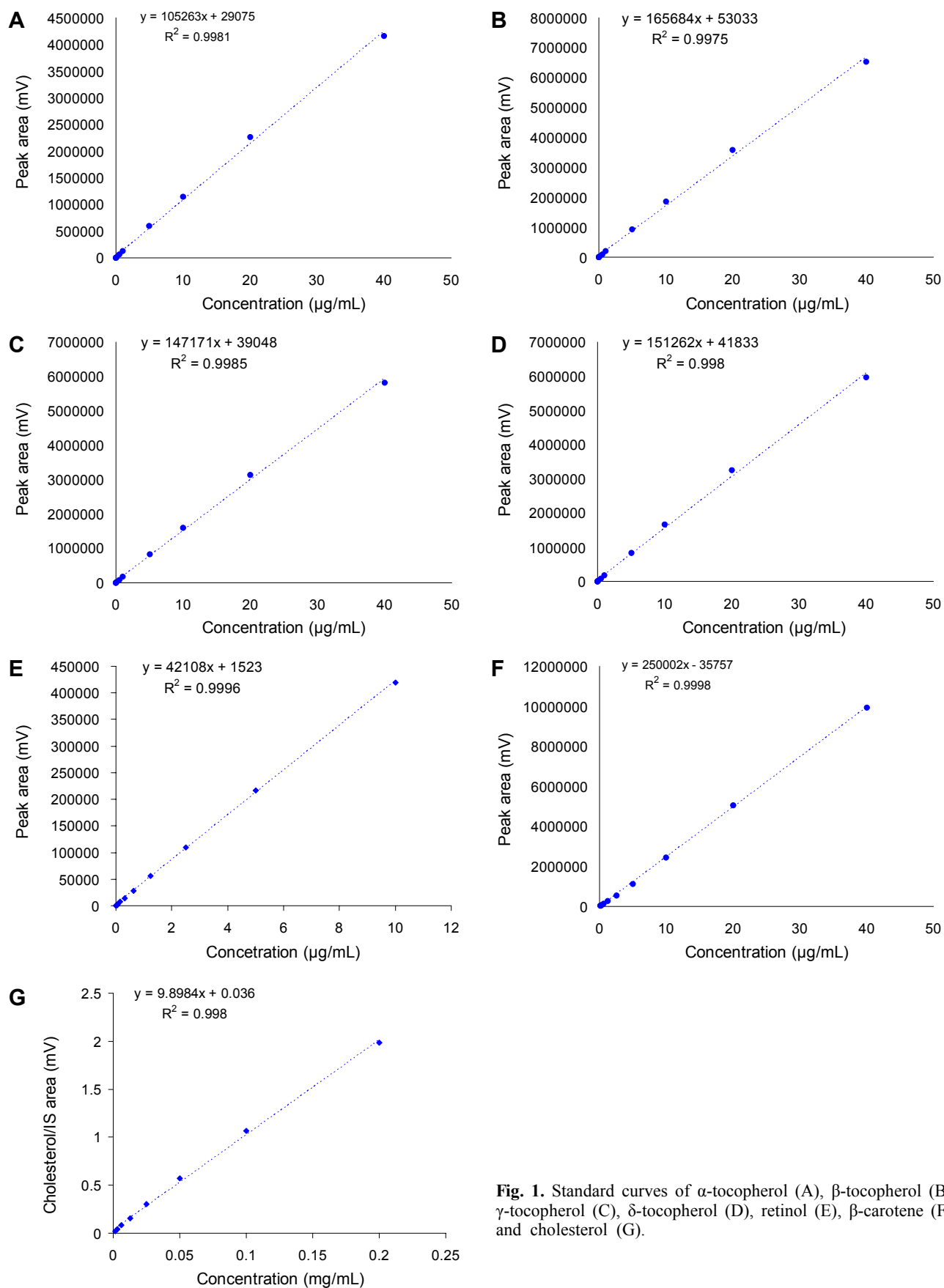
였고, 작성된 검량선은 Fig. 1에 제시하였다. 베타카로틴 분석 결과는 검량선에 대입하여 µg/100 g으로 나타내었으며, 비타민 A의 활성인 RAE로 계산하였다.

### 콜레스테롤 유도체화 및 함량 분석

콜레스테롤 유도체화와 함량 분석은 식품영양성분 데이터베이스 구축사업 SOP 매뉴얼(MFDS, 2019)과 Lee 등(2015)의 방법에 따라 이루어졌다. 추출액 12 mL를 25 mL vial에 취해 용매를 질소로 완전히 제거한 다음, 수분을 완전히 제거하기 위해 acetone 3 mL를 첨가하여 vortex 후, 질소로 용매를 다시 완전히 제거하였다. 콜레스테롤을 유도체화하기 위해 건조된 시료 vial에 dimethyl formamide (DMF) 3 mL를 넣고 vortex로 혼합한 후 시험액 1 mL를 test tube에 취하였다. 다음 hexamethyldisilazane 0.2 mL와 trimethylchlorosilane 0.1 mL를 취한 후 vortex 혼합하고 상온에서 15분 동안 정치한 다음 내부표준물질인 5α-cholestane(0.1 mg/mL in heptane, ≥97%) 1 mL와 증류수 10 mL를 첨가하여 1분 동안 진탕하였다. 상온에서 정치한 후 분리된 상층(heptane 층)을 anhydrous sodium sulfate column에 통과시켜 얻어진 탈수된 heptane 층을 flame ionization detector(FID)가 장착된 GC(YL6100, Younglin, Anyang, Korea)로 분석하였다. Column은 HP ultra-2 (Crosslinked 5% PH ME siloxane, 25 m×0.2 mm×0.33 µm, Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 사용했으며, oven 온도는 250°C에서 5분 동안 유지된 후 285°C까지 10°C/min으로 증가하여 20분을 유지함으로써 피크의 분리능을 높였다. Carrier gas는 He를 이용했으며, injector 온도는 280°C, detector 온도는 300°C로 설정하였다. 콜레스테롤 검량선은 콜레스테롤 표준품(Sigma-Aldrich Co.)을 DMF 용매를 이용하여 0.0015~0.2 mg/mL의 농도 범위로 희석한 후 내부표준물질(5α-cholestane, 0.1 mg/mL)과 함께 면적비(cholesterol area/IS area ratio)를 구하여 작성했으며(Fig. 1), 콜레스테롤 분석 결과는 작성한 검량선에 대입하여 mg/100 g으로 나타내었다.

### 산분해법에 의한 조지방 추출 및 지방산 함량 분석

시료의 조지방 추출 및 지방산 함량 분석은 식품영양성분 데이터베이스 구축사업 SOP 매뉴얼(MFDS, 2019)과 AOAC (2001)의 방법에 따라 수행되었다. 균질화된 시료 1 g을 50 mL vial에 취하고, 항산화제로 6% pyrogallol ethanol 용액 2 mL와 내부표준물질인 triundecanoin(C11:0, 5 mg/mL in iso-octane) 용액 1 mL를 첨가한 후 vortex로 1분 동안 균질화하였다. 8.3 M HCl 10 mL를 넣어 30초간 vortex 혼합한 뒤, 80°C, 200 rpm으로 설정된 shaking water bath (VS-310SWR, Vision Scientific Co.)에 1시간 중탕하며 20분 간격으로 vortex 하였다. 중탕이 끝나면 찬물에서 충분히 냉각한 후, diethyl ether 15 mL를 첨가하여 1분 동안 vortex 한 후 원심분리(2,500 rpm, 3분)하였다. 상층액



**Fig. 1.** Standard curves of  $\alpha$ -tocopherol (A),  $\beta$ -tocopherol (B),  $\gamma$ -tocopherol (C),  $\delta$ -tocopherol (D), retinol (E),  $\beta$ -carotene (F), and cholesterol (G).

(ether 층)을 취해 sodium sulfate anhydrous column으로 탈수하여 새로운 50 mL vial에 모은 뒤, petroleum ether 15 mL를 첨가하여 같은 방법으로 진행하고 이를 2회 반복하여 추출하였다. Vial에 모인 ether 층을 질소가스로 완전히 제거하여 지방산 함량 분석에 필요한 조지방(%)을 얻었다(AOAC, 2001). 추출하여 얻어진 조지방에 0.5 N methanolic NaOH 용액 3 mL를 첨가한 후 85°C로 설정된 shaking water bath(VS-310SWR, Vision Scientific Co.)에서 10분 동안 methylation 하였다. 반응 후 20°C에서 2분 동안 충분히 냉각한 후 14% BF<sub>3</sub>-methanol 용액 5 mL를 첨가하고 다시 shaking water bath(85°C, 10분)에서 반응한 후 냉수에서 충분히 냉각하였다. 다음 반응물에 iso-octane 5 mL를 첨가하여 1분 동안 vortex 혼합하고, saturated NaCl 용액 1 mL를 첨가해 다시 1분 동안 vortex 한 뒤에 원심분리기(Fleta 5, Hanil Scientific Inc., Gimpo, Korea)에서 2,500 rpm, 3분 동안 원심분리하였다. 층 분리 후 상층액을 취하여 anhydrous sodium sulfate column에 통과시켜 수분을 제거한 다음 FID가 장착된 GC(Hewlett-Packard 6890 series, Agilent)에서 분석하였다. Column은 SP<sup>TM</sup>-2560 (100 m×0.25 mm, 0.2 µm film thickness, Sigma-Aldrich Co.)을 사용했으며, carrier gas는 0.7 mL/min의 He를 이

용하였다. Injector와 detector 온도는 각각 225°C와 285°C로 설정하였다. Autosampler를 이용하여 1 µL를 주입했으며, split ratio는 200:1로 설정하였다. 각각의 지방산 동정은 Supelco 37 Component FAME(CRM 47885, Supelco)를 이용해 이루어졌으며, 지방산 정량은 g/100 g으로 나타내었다(MFDS, 2021; Jeong 등, 2014).

## 결과 및 고찰

### 지용성 영양성분 분석을 위한 분석법 검증

지용성 영양성분(토코페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤, 지방산)의 분석법 검증을 위해 직선성, 정확성, 정밀성을 확인하였다. 정량을 위한 각 토코페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤 성분들의 농도별 검량선은 Fig. 1에 나타내었다. 성분별 검량선의 상관계수(R<sup>2</sup>)는 0.9975~0.9998의 범위로 나타나 우수한 직선성을 확인하였다. 각 영양성분 분석법의 정확도는 인증값이 제시된 SRM 1869를 분석하여 회수율(%)을 측정해 확인하였다(Table 1). SRM 1869 시료에서 알파토코페롤, 베타토코페롤, 감마토코페롤, 델타토코페롤의 분석값은 각각 21.12±0.18 mg/100 g(recovery 97.2%), 0.41±0.02 mg/100 g(97.6%), 9.71±0.65 mg/

**Table 1.** Analysis of SRM<sup>1)</sup> (SRM 1869) for the recovery test of tocopherols, retinol, β-carotene, cholesterol, and fatty acids analyses

Sample	Analytes	Analysis value	Assigned value	Recovery (%) <sup>2)</sup>	z-Score <sup>3)</sup>
Infant/Adult Nutritional Formula II (SRM 1869)	α-Tc	21.12±0.18	21.72±0.62	97.2	-0.97
	β-Tc	0.41±0.02	0.42±0.07	97.6	-0.14
	γ-Tc	9.71±0.65	9.94±0.51	97.7	-0.45
	δ-Tc	3.27±0.08	3.25±0.29	100.6	0.07
	Retinol (µg/100 g)	1,874.80±28.06	1,927±32	97.3	-1.63
	β-Carotene (µg/100 g)	104.79±2.13	105±26	99.8	-0.01
	Cholesterol (mg/100 g)	12.77±0.90	13.02±0.47	98.1	-0.53
	8:0	1.26±0.05	1.30±0.09	96.9	-0.44
	10:0	1.04±0.03	1.02±0.06	102.0	0.33
	12:0	0.04±0.00	0.04±0.01	100.0	0.00
	14:0	0.08±0.00	0.09±0.01	88.9	-1.00
	16:0	1.29±0.02	1.31±0.22	98.5	-0.09
	16:1	0.02±0.00	0.02±0.01	100.0	0.00
	18:0	0.50±0.01	0.49±0.11	102.0	0.09
	18:1(n-9)c	6.44±0.10	6.60±1.30	97.6	-0.12
	18:1(n-7)c	0.19±0.00	0.15±0.03	126.7	1.33
	18:2(n-6)c	5.04±0.08	4.98±0.82	101.2	0.07
	18:3(n-3)	0.57±0.01	0.52±0.08	109.6	0.62
	20:4(n-6)	0.13±0.00	0.12±0.02	108.3	0.50
	22:6(DHA, n-3)	0.13±0.00	0.12±0.01	108.3	1.00
Fatty acids (g/100 g)	MUFA <sup>4)</sup>	6.72±0.10	6.80±1.40	98.8	-0.06
	PUFA <sup>5)</sup>	5.91±0.10	5.83±0.94	101.4	0.09
	trans-FA <sup>6)</sup>	4.37±0.11	4.41±0.44	99.1	-0.09
	ω-3	0.71±0.01	0.65±0.10	109.2	0.60
	ω-6	5.07±0.08	5.21±0.86	97.3	-0.16
	Total FAs <sup>7)</sup>	17.12±0.31	17.90±2.80	95.6	-0.28

<sup>1)</sup>SRM, standard reference material. <sup>2)</sup>Recovery (%)=(analysis value/ assigned value)×100.

<sup>3)</sup>z-Score=(analysis value - assigned value)/ standard deviation of assigned values. <sup>4)</sup>MUFA, monounsaturated fatty acids.

<sup>5)</sup>PUFA, polyunsaturated fatty acids. <sup>6)</sup>trans-FA, trans fatty acids. <sup>7)</sup>Total FAs, the sum of total fatty acids.

Experimental values are mean±SD (n=3).

100 g(97.7%),  $3.27 \pm 0.08$  mg/100 g(100.6%)으로 측정되어 97.2~100.6%의 회수율과 z-score 범위가 절댓값 2 이내를 나타내어 양호한 수준이었다. 레티놀의 분석값은  $1,874.80 \pm 28.06$  µg/100 g으로 97.3% 회수율과 -1.63의 z-score를 나타내었고, 베타카로틴은  $104.79 \pm 2.13$  µg/100 g의 분석값으로 99.8% 회수율과 -0.01의 z-score를 나타내었다. 콜레스테롤은  $12.77 \pm 0.90$  mg/100 g으로 98.1% 회수율과 -0.53의 z-score로 양호한 수준이었다. AOAC (2002) 가이드라인에 따르면 1 mg/100 g의 농도에서는 80~115%의 회수율 범위가 허용되며, 1 µg/100 g의 농도에서는 70~125%의 회수율 범위에 분석값이 존재할 때 우수한 정확성을 나타낸다고 하였다. 따라서 분석한 토크페롤 4종, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤 성분은 97.2~100.6%의 회수율과 절댓값 2 이내의 z-score를 나타내어 우수한 정확도를 나타내었다.

단일불포화지방산과 다가불포화지방산의 회수율은 각각 98.8%와 101.4%였으며, 트랜스지방산과 총 지방산의 회수율은 99.1%와 95.6%를 나타내어 우수한 정확성을 보였다. 분석법의 정밀성을 확인하기 위해 성분별 IHQC를 사용하여 반복성과 재현성을 확인하였다(Table 2와 Table 3). 토크페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤의 반복성과 재현성은 각각 1.14~7.48%와 1.90~6.66% 범위를 보이며 양호한 결과를 나타내었다. 개별지방산과 총 지방산 함량의 반복성과 재현성도 각각 0.62~7.98%와 0.16~1.69% 범위를 보여 우수한 정밀성을 확인하였다.

### 지용성 영양성분 분석을 위한 분석 품질관리

외식식품류의 영양성분별 분석 품질관리는 내부 분석 품질관리 시료(영유아용 분유: 알파토코페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤; 검은 콩가루: 지방산)를 이용한 QC chart를 Fig. 2와 같이 작성하여 분석 결과에 대한 신뢰도를 확보하였다. 토크페롤의 품질관리는 분석 기간 중 매회 시료를 분석할 때마다 영유아용 분유에 함유된 알파토코페롤을 분석함으로써 이루어졌다(총 8회). 알파토코페롤은 평균 8.979 mg/100 g의 기준값을 중심으로 UAL과 LAL은 각각 9.509와 8.448 mg/100 g이었으며, UCL과 LCL은 각각 9.333과 8.625 mg/100 g이었다. 레티놀의 평균 기준값은 524.942 µg/100 g이었으며, UAL과 LAL은 각각 552.110과 497.775 µg/100 g이었고 UCL과 LCL은 각각 543.054와 506.831 µg/100 g이었다. 영유아용 분유의 베타카로틴 함량은 평균 103.768 µg/100 g을 기준으로 UAL과 LAL은 각각 116.169와 91.366 µg/100 g이었고, UCL과 LCL은 각각 112.035와 95.500 µg/100 g이었다. 콜레스테롤의 평균 기준값은 46.765 mg/100 g이었으며, UAL과 LAL은 각각 49.730과 43.801 mg/100 g이었고, UCL과 LCL은 각각 48.742와 44.789 mg/100 g이었다. 분석 기간 중 분유를 활용한 QC chart에서 알파토코페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤의 분석값들은 UAL과 LAL의 범위 안에 들어왔으며, 분석값들에 대한 신뢰성을 확보하였다. 지방산은 검은 콩가루를 분석하여 총 지방산 함량을 구하였으며, 평균 기준값은 17.401 g/100 g이었고 UAL과 LAL은 각각 18.729와 16.073 g/

**Table 2.** Analysis of in-house quality control material (IHQC, infant formula) for the precision test of tocopherols, retinol,  $\beta$ -carotene, and cholesterol analyses

Analytes	Parameters	Precision	
		Repeatability <sup>1)</sup>	Reproducibility <sup>2)</sup>
$\alpha$ -Tocopherol	Mean (mg/100 g)	9.02±0.12	9.28±0.19
	RSD% <sup>3)</sup>	1.33	2.01
$\beta$ -Tocopherol	Mean (mg/100 g)	0.25±0.00	0.26±0.01
	RSD%	1.14	3.85
$\gamma$ -Tocopherol	Mean (mg/100 g)	7.73±0.23	7.55±0.22
	RSD%	3.01	2.93
$\delta$ -Tocopherol	Mean (mg/100 g)	2.28±0.17	1.88±0.13
	RSD%	7.48	6.66
Total tocopherol	Mean (mg/100 g)	19.27±0.52	18.97±0.36
	RSD%	2.68	1.90
Retinol	Mean (µg/100 g)	523.63±8.02	523.29±10.49
	RSD%	1.53	2.00
$\beta$ -Carotene	Mean (µg/100 g)	104.82±1.67	105.98±4.81
	RSD%	1.60	4.53
Cholesterol	Mean (mg/100 g)	47.42±1.67	46.78±1.97
	RSD%	3.52	4.21

<sup>1)</sup>Repeatability, refers to the results of independent determinations obtained by analyzing IHQC (infant formula) samples four times on a same day.

<sup>2)</sup>Reproducibility, refers to the results of independent determinations obtained by analyzing IHQC (infant formula) samples four times on a different day.

<sup>3)</sup>Relative standard deviation (%) =  $SD/mean \times 100$ .

**Table 3.** Analysis of in-house quality control material (IHQC, black soybean powder) for the precision test of fatty acid analysis

Fatty acids	Parameters	Precision	
		Repeatability <sup>1)</sup>	Reproducibility <sup>2)</sup>
16:0	Mean (mg/100 g)	1.92±0.02	1.92±0.00
	RSD% <sup>3)</sup>	0.87	0.25
16:1	Mean (mg/100 g)	0.01±0.00	0.01±0.00
	RSD%	7.98	1.37
18:0	Mean (mg/100 g)	0.56±0.01	0.55±0.00
	RSD%	0.93	0.34
18:1(n-9)c	Mean (μg/100 g)	3.58±0.03	3.56±0.01
	RSD%	0.89	0.26
18:1(n-7)c	Mean (μg/100 g)	0.28±0.00	0.27±0.00
	RSD%	1.06	0.37
18:2t	Mean (mg/100 g)	0.01±0.00	0.01±0.00
	RSD%	1.88	1.69
18:2(n-6)c	Mean (mg/100 g)	9.49±0.09	9.44±0.02
	RSD%	0.91	0.24
20:0	Mean (mg/100 g)	0.05±0.00	0.05±0.00
	RSD%	0.80	0.53
20:1	Mean (mg/100 g)	0.03±0.00	0.03±0.00
	RSD%	0.62	0.66
18:3(n-3)	Mean (μg/100 g)	1.48±0.01	1.47±0.00
	RSD%	0.64	0.16
Total fatty acids	Mean (mg/100 g)	17.44±0.15	17.35±0.04
	RSD%	0.86	0.24

<sup>1)</sup>Repeatability, refers to the results of independent determinations obtained by analyzing IHQC (black soybean powder) samples four times on a same day.

<sup>2)</sup>Reproducibility, refers to the results of independent determinations obtained by analyzing IHQC (black soybean powder) samples four times on a different day.

<sup>3)</sup>Relative standard deviation (%) = SD/mean × 100.

100 g이었으며 UCL과 LCL은 각각 18.286과 16.516 g/100 g이었다. 8회 분석한 총 지방산 분석값들은 LAL 및 UAL을 초과하지 않았고, 분석 품질관리가 잘 진행되어 분석값에 대한 신뢰도를 확보하였다.

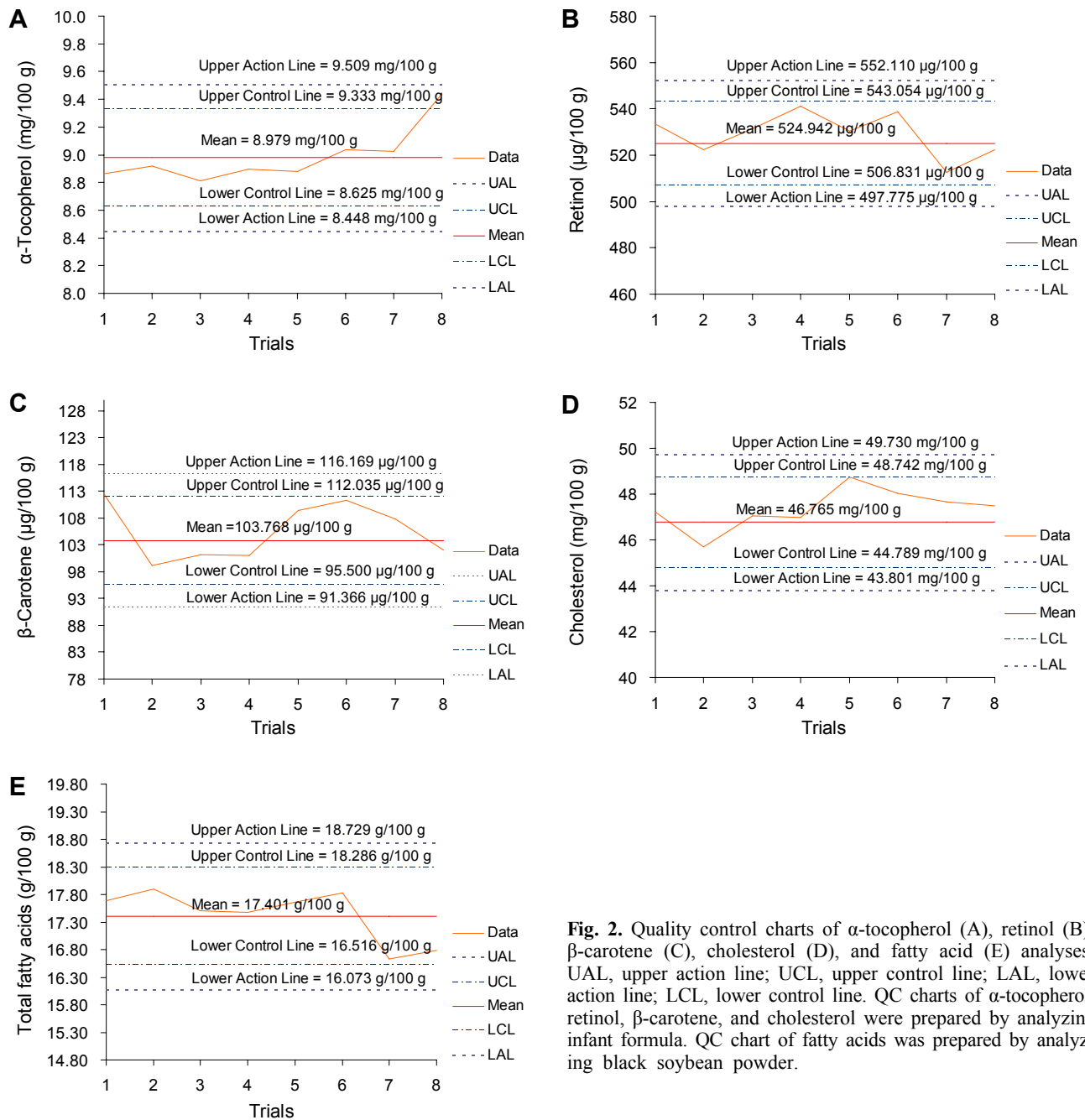
### 해산물 외식식품류의 토코페롤 함량

국내에서 다빈도로 소비되는 식품으로 탕 및 국류 8종(북어미역국, 굴미역국, 바지락미역국, 참치미역국, 아귀매운탕, 홍합탕, 만두전골, 강된장찌개), 해산물 외식식품 5종(명엽채, 북어강정, 새우전, 양념명란젓, 양념조개젓), 기타 외식식품 4종(치즈스틱, 치즈떡볶이, 채소달걀찜, 계란덮밥)을 분석하여 각 토코페롤 개별 함량(mg/100 g)과 비타민 E 활성당량인 α-TE값을 나타내었다(Table 4). 비타민 E 중에서 인체 내 생리활성이 가장 큰 것은 알파토코페롤이며, 베타, 감마, 델타 토코페롤은 체내 토코페롤 결합단백질(α-tocopherol transfer protein)에 대한 친화력에 따라 서로 다른 생리활성을 나타낸다고 보고되고 있다(Hosomi 등, 1997). 따라서 이를 감안하여 개별 토코페롤을 α-TE로 환산하였다.

탕 및 국류 8종에서 총 토코페롤 함량은 0.09~3.71 mg/

100 g의 범위를 나타내었다. 토코페롤 중에서 알파토코페롤이 차지하는 비율은 아귀매운탕과 홍합탕이 74.2%와 47.4%를 나타내어 높았고, 나머지 국 및 탕류에서는 감마토코페롤이 42.6~69.2% 내외를 차지하였다. 총 토코페롤 함량은 강된장찌개(3.71 mg/100 g), 아귀매운탕(0.62 mg/100 g), 홍합탕(0.57 mg/100 g), 만두전골(0.47 mg/100 g) 순으로 검출되었다. 체내 비타민 E 활성당량은 총 토코페롤 함량과 마찬가지로 강된장찌개 1.17 mg α-TE/100 g, 아귀매운탕 0.48 mg α-TE/100 g, 홍합탕 0.28 mg α-TE/100 g, 만두전골 0.21 mg α-TE/100 g 순으로 높았다. 만개의 레시피(www.10000recipe.com)와 국가식품성분표(RDA, 2021)에 따른 강된장찌개에 함유된 재료의 토코페롤 함량을 비교하면, 채소류(감자, 양파, 표고버섯, 호박 등)보다는 두부(0.7 mg/100 g), 찌개용 개량된장(0.81 mg/100 g), 특히 고추장(개량, 2.58 mg/100 g; 재래, 3.61 mg/100 g)에서 높은 함량의 토코페롤을 함유하고 있기 때문으로 사료된다. 해산물 외식식품 5종에서는 총 토코페롤 함량이 0.14~9.75 mg/100 g의 범위였으며, 북어강정(9.75 mg/100 g)과 양념명란젓(5.17 mg/100 g), 새우전(4.61 mg/100 g)에서 비교적 높게 검출되었다. 비타민 E 활성당량은 알파토코페롤의 함





**Fig. 2.** Quality control charts of  $\alpha$ -tocopherol (A), retinol (B),  $\beta$ -carotene (C), cholesterol (D), and fatty acid (E) analyses. UAL, upper action line; UCL, upper control line; LAL, lower action line; LCL, lower control line. QC charts of  $\alpha$ -tocopherol, retinol,  $\beta$ -carotene, and cholesterol were prepared by analyzing infant formula. QC chart of fatty acids was prepared by analyzing black soybean powder.

량이 높았던 양념명란젓(4.36 mg/100 g)에서 4.45 mg  $\alpha$ -TE/100 g으로 높았으며, 북어강정에서 3.61 mg  $\alpha$ -TE/100 g을 함유하였다. 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스(MFDS, 2020)에 따르면, 북어포의 총 토크페롤 함량은 1.35 mg/100 g으로 검출되었다. 북어강정에서는 원재료뿐만 아니라 부재료 및 조리법에 따른 튀김유의 사용으로 토크페롤 함량이 높게 나타난 것으로 사료된다. 기타 외식식품 4종의 총 토크페롤 함량은 0.77~3.96 mg/100 g의 범위와  $\alpha$ -TE값은 0.36~1.29 mg  $\alpha$ -TE/100 g의 범위를 나타내었다. 계란도넛의 총 토크페롤 함량이 0.77 mg/100 g(0.36

mg  $\alpha$ -TE/100 g)으로 가장 낮았으며, 치즈스틱에서는 3.96 mg/100 g(1.29 mg  $\alpha$ -TE/100 g)으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 치즈스틱의 총 토크페롤 함량에서 감마토크페롤이 59.1%(2.34 mg/100 g)를 차지하여 가장 높았고, 알파와 델타토크페롤은 각각 23.2%와 14.6%를 차지하였다. 한국인 영양소 섭취기준(KNS, 2020)에 따르면 하루에 필요한 성인 남녀의 비타민 E 충분섭취량은 12 mg  $\alpha$ -TE/d로 보고되어 있다. 따라서 하루에 필요한 성인 남녀의 비타민 E 충분섭취량을 기준으로 각 식품류의 비타민 E 함량(mg  $\alpha$ -TE/100 g)의 상대적인 %(relative % of recommended

**Table 4.** Tocopherol (Tc) and tocotrienol (Tc3) contents in seafood-based restaurant foods frequently consumed in Korea

Samples	Tocopherol and tocotrienol contents (mg/100 g)								$\alpha$ -TE <sup>3)</sup> (mg $\alpha$ -TE/ 100 g)		RI <sup>4)</sup>		
	$\alpha$ -Tc	$\beta$ -Tc	$\gamma$ -Tc	$\delta$ -Tc	Total Tc <sup>1)</sup>	$\alpha$ -Tc3	$\beta$ -Tc3	$\gamma$ -Tc3	$\delta$ -Tc3	Total Tc3 <sup>2)</sup>			
Tang and Guk	Miyeok-guk (bugeo)	0.05±0.00	ND <sup>5)</sup>	0.18±0.00	0.03±0.00	0.26±0.01	ND	ND	ND	ND	0.07±0.00	0.58	
	Miyeok-guk (oyster)	0.06±0.00	ND	0.15±0.00	0.05±0.00	0.26±0.01	ND	ND	ND	ND	0.08±0.00	0.67	
	Miyeok-guk (bajirak)	0.03±0.00	ND	0.05±0.00	0.01±0.00	0.09±0.00	ND	ND	ND	ND	0.04±0.00	0.33	
	Miyeok-guk (tuna)	0.07±0.00	0.01±0.00	0.13±0.00	0.03±0.00	0.23±0.01	ND	ND	ND	ND	0.08±0.00	0.67	
	Maeun-tang (agwi)	0.46±0.01	0.03±0.00	0.11±0.00	0.03±0.00	0.62±0.02	Trace	ND	ND	ND	0.48±0.01	4.00	
	Honghap-tang	0.27±0.02	0.01±0.00	0.05±0.01	0.24±0.01	0.57±0.04	ND	ND	ND	0.03±0.00	0.03±0.00	0.28±0.02	2.33
	Mandu-jeongol	0.18±0.02	0.03±0.00	0.20±0.02	0.07±0.01	0.47±0.05	Trace	0.01±0.00	Trace	ND	0.02±0.00	0.21±0.02	1.75
	Gang doenjang-jjigae	0.87±0.01	0.13±0.01	2.27±0.08	0.44±0.05	3.71±0.12	0.02±0.00	0.06±0.00	ND	ND	0.08±0.00	1.17±0.01	9.75
Seafood- based foods	Myeongyeopchae	0.04±0.00	ND	0.07±0.00	0.03±0.00	0.14±0.01	ND	ND	ND	ND	0.05±0.00	0.42	
	Bugeo-gangjeong	2.86±0.16	0.27±0.01	6.01±0.52	0.60±0.02	9.75±0.68	0.02±0.00	0.03±0.00	0.02±0.01	ND	0.06±0.02	3.61±0.21	30.08
	Saeu-jeon	0.30±0.00	1.61±0.06	0.15±0.01	2.56±1.43	4.61±1.48	0.01±0.00	0.03±0.00	0.06±0.01	ND	0.10±0.01	1.14±0.04	9.50
	Myeongnan-jeot (seasoning)	4.36±0.03	0.01±0.00	0.78±0.02	0.01±0.00	5.17±0.03	ND	ND	ND	ND	ND	4.45±0.03	37.08
	Jogae-jeot (seasoning)	1.40±0.03	0.07±0.03	0.52±0.02	ND	1.99±0.07	0.01±0.00	ND	ND	ND	0.01±0.00	1.49±0.04	14.42
Other foods	Cheese stick	0.92±0.01	0.12±0.00	2.34±0.02	0.58±0.02	3.96±0.02	0.19±0.02	0.11±0.00	0.23±0.00	0.04±0.02	0.56±0.04	1.29±0.01	10.72
	Tteok-bokki (cheese)	0.58±0.01	0.03±0.00	0.25±0.01	0.05±0.00	0.91±0.02	0.02±0.00	0.02±0.00	0.05±0.00	0.01±0.00	0.10±0.00	0.63±0.01	5.25
	Dalgjal-jjim (vegetable)	0.55±0.05	ND	0.41±0.03	0.07±0.01	1.02±0.08	0.02±0.00	ND	ND	ND	0.02±0.00	0.59±0.05	4.92
	Deopbap (egg)	0.31±0.00	0.01±0.00	0.37±0.02	0.09±0.00	0.77±0.02	0.05±0.00	ND	0.09±0.00	0.01±0.00	0.15±0.00	0.36±0.00	3.00

<sup>1)</sup>Total Tc = ( $\alpha$ -Tc) + ( $\beta$ -Tc) + ( $\gamma$ -Tc) + ( $\delta$ -Tc).<sup>2)</sup>Total Tc3 = ( $\alpha$ -Tc3) + ( $\beta$ -Tc3) + ( $\gamma$ -Tc3) + ( $\delta$ -Tc3).<sup>3)</sup>Vitamin E activity is expressed as mg  $\alpha$ -tocopherol equivalent ( $\alpha$ -TE)/100 g.  $\alpha$ -TE = ( $\alpha$ -Tc  $\times$  1.0) + ( $\beta$ -Tc  $\times$  0.5) + ( $\gamma$ -Tc  $\times$  0.1) + ( $\delta$ -Tc  $\times$  0.01) + ( $\alpha$ -Tc3  $\times$  0.3) + ( $\beta$ -Tc3  $\times$  0.05).<sup>4)</sup>RI%, relative % of recommended dietary intake was calculated based on the value of 12 mg  $\alpha$ -TE/d.<sup>5)</sup>ND, not detected.Experimental values are mean $\pm$ SD (n=3).

dietary intake, RI)를 구하여 Table 4에 나타내었다. 탕 및 국류 8종에서는 하루 비타민 E 충분섭취량 대비 0.33~9.75%를 차지했으며, 해산물 외식식품 5종에서는 양념명란젓, 북어강정, 양념조개젓 100 g을 섭취했을 때 충분섭취량 대비 RI는 각각 37.08%, 30.08%, 14.42%를 차지하였다. 그 외에 치즈스틱은 10.72% 수준이었고, 계란덮밥, 치즈떡볶이, 야채달걀찜은 3.00~5.25% 내외 수준이었다.

#### 해산물 외식식품류의 레티놀과 베타카로틴 함량

탕 및 국류 8종(북어미역국, 굴미역국, 바지락미역국, 참치미역국, 아귀매운탕, 홍합탕, 만두전골, 강된장찌개), 해산물 외식식품 5종(명엽채, 북어강정, 새우전, 양념명란젓, 양념조개젓), 기타 외식식품 4종(치즈스틱, 치즈떡볶이, 채소달걀찜, 계란덮밥)에 함유된 레티놀과 베타카로틴 함량( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )을 분석하고 이들을 비타민 A 함량 즉, 레티놀 활성당량(RAE,  $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ )으로 환산하여 나타내었다(Table 5). 한국인 영양소 섭취기준(KNS, 2020)에 따르면 하루에 필요한 성인여자의 비타민 A( $\mu\text{g RAE}/\text{d}$ ) 권장섭취량은 650  $\mu\text{g RAE}/\text{d}$ 이며, 성인남자의 권장섭취량은 800  $\mu\text{g RAE}/\text{d}$ 이다. 따라서 하루에 필요한 성인여자의 비타민 A 권장섭취량을 기준으로 각 식품류의 비타민 A 함량의 상대적인 %(RI)를 환산하여 Table 5에 제시하였다.

탕 및 국류 8종에서 미역국 3종(굴, 바지락, 참치)에 함유된 레티놀 함량은 0.37~2.07  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 의 범위로 검출되었으며, 북어미역국에서는 검출되지 않았다(Table 5). 비타민 A인 레티놀이 상온에서 공기 중에 노출되었을 때 산화로 인한 감소가 두드러진다고 보고한 결과(Francis 등, 2012)에

준하여 북어 건조공정으로 인해 동물성 식품임에도 불구하고 검출되지 않은 것으로 사료된다. 이들 미역국 4종(북어, 굴, 바지락, 참치)의 베타카로틴 함량은 2.17~21.20  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 이었으며, 비타민 A 함량은 0.55~2.34  $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 의 범위였고, 권장섭취량 대비 RI는 0.08~0.36%에 해당하였다. 홍합탕은 레티놀과 베타카로틴 함량이 각각 11.49  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 과 71.38  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 비타민 A 함량이 17.43  $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 이었으며, 권장섭취량 대비 RI는 2.68%에 해당하였다. 아귀매운탕은 레티놀 5.69  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 과 베타카로틴 303.89  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 을 함유하며, 비타민 A 함량이 31.01  $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 이었다. 이 수치는 권장섭취량 대비 4.77%의 RI에 해당하였으며, 8종의 탕 및 국류 중에서 비교적 가장 높은 비타민 A 함량을 보였다. 아귀매운탕의 높은 베타카로틴 함량은 홍고추(295  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ), 고추장(개량, 291  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ), 고춧가루(614  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )의 재료들로부터 유래된 것으로 사료된다(RDA, 2021; www.10000recipe.com). 베타카로틴 함량이 비교적 높게 검출된 만두전골(160.98  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )과 강된장찌개(298.13  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )는 비타민 A 함량이 각각 14.33  $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 과 25.94  $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 이었으며, 이들의 권장섭취량 대비 RI는 각각 2.20%와 3.99%였다. 해산물 외식식품 5종 중 명엽채에서는 레티놀 함량이 3.70  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 낮은 함량을 보였으며, 베타카로틴은 검출되지 않았고 비타민 A 함량은 3.70  $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ 으로 가장 낮았다(Table 5). 명엽채의 권장섭취량 대비 RI는 0.57% 수준이었다. 북어강정과 새우전은 비교적 높은 베타카로틴 함량(북어강정 473.95  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; 새우전 419.14  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )과 낮은 레티놀 함량(북어강정 1.72  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; 새우전 16.67  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )

**Table 5.** Retinol and  $\beta$ -carotene contents and their retinol activity equivalent (RAE) in seafood-based restaurant foods

Samples		Retinol ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	$\beta$ -Carotene ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	RAE <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g RAE}/100\text{ g}$ )	RI% <sup>2)</sup>
Tang and Guk	Miyeok-guk (bugeo)	ND <sup>3)</sup>	21.20 $\pm$ 1.33	1.77 $\pm$ 0.11	0.27
	Miyeok-guk (oyster)	2.07 $\pm$ 0.25	3.18 $\pm$ 0.29	2.34 $\pm$ 0.25	0.36
	Miyeok-guk (bajirak)	0.37 $\pm$ 0.10	2.17 $\pm$ 0.40	0.55 $\pm$ 0.11	0.08
	Miyeok-guk (tuna)	0.41 $\pm$ 0.02	3.26 $\pm$ 0.70	0.69 $\pm$ 0.06	0.11
	Maeun-tang (agwi)	5.69 $\pm$ 0.14	303.89 $\pm$ 20.24	31.01 $\pm$ 1.65	4.77
	Honghap-tang	11.49 $\pm$ 0.46	71.38 $\pm$ 2.03	17.43 $\pm$ 0.54	2.68
	Mandu-jeongol	0.92 $\pm$ 0.08	160.98 $\pm$ 6.68	14.33 $\pm$ 0.59	2.20
	Gang doenjang-jjigae	1.10 $\pm$ 0.25	298.13 $\pm$ 6.15	25.94 $\pm$ 0.73	3.99
Seafood-based foods	Myeongyeopchae	3.70 $\pm$ 0.27	ND	3.70 $\pm$ 0.27	0.57
	Bugeo-gangjeong	1.72 $\pm$ 0.29	473.95 $\pm$ 13.88	41.22 $\pm$ 1.13	6.34
	Saeu-jeon	16.67 $\pm$ 0.56	419.14 $\pm$ 23.78	51.59 $\pm$ 2.13	7.94
	Myeongnan-jeot (seasoning)	30.68 $\pm$ 1.55	109.55 $\pm$ 8.13	39.81 $\pm$ 1.77	6.12
	Jogae-jeot (seasoning)	24.89 $\pm$ 2.33	635.83 $\pm$ 51.86	77.88 $\pm$ 5.59	11.98
Other foods	Cheese stick	53.63 $\pm$ 5.06	38.45 $\pm$ 2.59	56.83 $\pm$ 5.22	8.74
	Tteok-bokki (cheese)	19.43 $\pm$ 1.08	391.41 $\pm$ 28.69	52.05 $\pm$ 1.41	8.01
	Dalgjal-jjim (vegetable)	24.65 $\pm$ 1.98	98.32 $\pm$ 9.03	32.85 $\pm$ 2.66	5.05
	Deopbap (egg)	17.79 $\pm$ 0.51	54.81 $\pm$ 0.32	22.36 $\pm$ 0.51	3.44

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

<sup>2)</sup>RI%, Relative % of recommended dietary intake was calculated based on the value of 650  $\mu\text{g RAE}/\text{d}$ .

<sup>3)</sup>ND, not detected.

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

100 g)을 보였다. 이들의 비타민 A 함량은 각각 41.22 µg RAE/100 g(복어강정)과 51.59 µg RAE/100 g(새우전)이었으며, 권장섭취량 대비 RI는 각각 6.34%와 7.94% 수준이었다. 양념명란젓과 양념조개젓에서는 베타카로틴 함량이 각각 109.55 µg/100 g과 635.83 µg/100 g이었으며, 레티놀 함량은 각각 30.68 µg/100 g과 24.89 µg/100 g으로 검출되었다. 식품의약품안전처의 식품영양성분 데이터베이스에 따르면, 맛조개 생것의 베타카로틴 함량은 68 µg/100 g으로 보고되어 양념조개젓에서의 함량보다 현저히 낮은 수준을 보였다(MFDS, 2020). 따라서 양념조개젓에서의 높은 베타카로틴 함량은 양념의 부재료에 의한 것으로 판단된다. 양념명란젓과 양념조개젓의 비타민 A 함량은 각각 39.81 µg RAE/100 g과 77.88 µg RAE/100 g이었으며, 권장섭취량 대비 RI는 각각 6.12%와 11.98%의 수준으로 비교적 높은 함량을 보였다. 그러나 실제로 한 끼 식단에서 섭취할 수 있는 양을 감안하여 비타민 A 수준을 고려해야 할 것으로 사료되었다. 기타 외식식품 4종에서 치즈스틱과 치즈떡볶이에 함유된 레티놀 함량은 각각 53.63 µg/100 g과 19.43 µg/100 g이었으며, 베타카로틴 함량은 각각 38.45 µg/100 g과 391.41 µg/100 g이었다. 치즈떡볶이(52.05 µg RAE/100 g)는 높은 베타카로틴 함량에도 불구하고 치즈스틱(56.83 µg RAE/100 g)보다 낮은 비타민 A 함량을 보였다. 이것은 체내 비타민 A 활성당량에 베타카로틴 1 µg이 레티놀의 1/12 µg과 같은 활성을 나타내어 레티놀 함량이 더 높은 치즈스틱에서 더 높은 비타민 A 함량을 나타내었다. 이들의 권장섭취량 대비 RI는 각각 8.74%와 8.01% 수준으로 비교적 높은 함량을 보였다. USDA Food Data Central(2019)에 따르면 떡볶이의 베타카로틴 함량을 285 µg/100 g으로 보고하고 있다. 채소달걀찜과 계란덮밥의 레티놀 함량은 각각 24.65 µg/100 g과 17.79 µg/100 g이었으며, 베타카로틴 함량은 각각 98.32 µg/100 g과 54.81 µg/100 g이었다. 이들의 비타민 A 함량은 각각 32.85 µg RAE/100 g(채소달걀찜)과 22.36 µg RAE/100 g(계란덮밥)이었으며, 비타민 A 권장섭취량 대비 RI는 각각 5.05%와 3.44%에 해당하는 수준이었다. 분석에 사용된 해산물 외식식품류 17종에 함유된 비타민 A 함량은 전반적으로 성인여자의 비타민 A 권장섭취량 대비 적게는 0.08~2.68%, 많게는 6.12%~11.98% 내외를 함유하고 있었다.

#### 해산물 외식식품류의 콜레스테롤 함량

탕 및 국류 8종(복어미역국, 굴미역국, 바지락미역국, 참치미역국, 아귀매운탕, 홍합탕, 만두전골, 강된장찌개), 해산물 외식식품 5종(명엽채, 복어강정, 새우전, 양념명란젓, 양념조개젓), 기타 외식식품 4종(치즈스틱, 치즈떡볶이, 채소달걀찜, 계란덮밥)에 함유된 콜레스테롤 함량을 Table 6에 나타내었다. 한국인 영양소 섭취기준(KNS, 2020)에 따르면 19세 이상에서 하루 콜레스테롤 섭취량을 300 mg/d 미만으로 권고하고 있다. 따라서 하루 콜레스테롤 제한 섭취 권고

량을 기준으로 각 식품류의 콜레스테롤 함량의 상대적인 %(RI)를 환산하여 Table 6에 제시하였다.

탕 및 국류 8종에서 미역국 4종(복어, 굴, 바지락, 참치)에 함유된 콜레스테롤 함량은 2.53~9.29 mg/100 g으로 제한 섭취 권고량 대비 0.84~3.10%의 수준이었다. 만두전골과 강된장찌개에서는 각각 5.84 mg/100 g과 15.24 mg/100 g의 콜레스테롤을 함유하고 있었으며, 제한 섭취 권고량 대비 RI는 각각 1.95%와 5.08%의 수준이었다. 탕 및 국류 중에서 아귀매운탕과 홍합탕에서 제한 섭취 권고량 대비 RI는 각각 14.21%(42.62 mg/100 g)와 8.38%(25.13 mg/100 g) 수준의 콜레스테롤을 함유하고 있었다. 식품의약품안전처 식품영양성분 DB(MFDS, 2019)에 따르면 해물매운탕의 콜레스테롤 함량은 47.65 mg/100 g으로 본 실험에서 검출된 아귀매운탕의 콜레스테롤 함량과 유사하였다. 해산물 외식식품 5종 중에서 명엽채는 2.29 mg/100 g으로 비교적 낮은 콜레스테롤(RI 0.76%)을 함유하였다. 복어강정과 새우전에는 각각 53.82 mg/100 g과 131.08 mg/100 g의 콜레스테롤을 함유하였다. 특히 새우전은 섭취 권고량 대비 RI가 43.69%로 매우 높은 함량을 보였다. USDA Food Data Central(2019)에 따르면 냉동새우에 함유된 콜레스테롤 함량은 195 mg/100 g으로 보고되어 있다. 또한, 제10개정 식품성분표에는 새우(꽃새우, 찢것)에 함유된 콜레스테롤이 211 mg/100 g이라고 하였다(RDA, 2021). 따라서 기본적으로 새우에 함유된 콜레스테롤이 높기 때문에 새우전에서 높은 콜레스테롤 함량을 보인 것으로 사료된다. 양념명란젓과 양념조개젓에서는 콜레스테롤 함량이 각각 247.92 mg/100 g과 35.16 mg/100 g으로 검출되었으며, 특히 양념명란젓은 제한 섭취 권고량 대비 RI가 82.64%로 매우 높은 함량을 나타내었다. 기타 외식식품 4종에서 치즈스틱과 치즈떡볶이에는 제한 섭취 권고량 대비 각각 7.40%(22.20 mg/100 g)와 6.89%(20.66 mg/100 g)의 콜레스테롤을 함유하고 있었으며, 채소달걀찜과 계란덮밥에는 제한 섭취 권고량 대비 RI가 각각 26.72%(80.17 mg/100 g)와 15.18%(45.54 mg/100 g)의 콜레스테롤 함량을 나타내었다. 식품의약품안전처 식품영양성분 DB(MFDS, 2019)에 따르면 우유달걀찜에는 339.15 mg/100 g(제한 섭취 권고량 대비 RI 113%)을 함유하고 있고, 새우젓달걀찜에는 378.51 mg/100 g(RI 126%)을 함유한다고 하였다. 채소달걀찜은 우유나 새우젓달걀찜보다 비교적 낮은 콜레스테롤 함량을 보였다.

#### 해산물 외식식품류의 포화, 불포화, 트랜스지방산 및 총 지방산 함량

탕 및 국류 8종(복어미역국, 굴미역국, 바지락미역국, 참치미역국, 아귀매운탕, 홍합탕, 만두전골, 강된장찌개), 해산물 외식식품 5종(명엽채, 복어강정, 새우전, 양념명란젓, 양념조개젓), 기타 외식식품 4종(치즈스틱, 치즈떡볶이, 채소달걀찜, 계란덮밥)에 함유된 포화지방산, 불포화지방산, 트랜스지방산 및 총 지방산 함량을 Table 6에 나타내었다. 한

Table 6. Cholesterol and fatty acids contents in seafood-based restaurant foods

Samples	Cholesterol (mg/100 g)	RI <sup>1)</sup>	Fatty acids (g/100 g food)				EPA+DHA (mg/100 g food)		RI <sup>2)</sup>
			ΣSFA <sup>2)</sup> (g/100 g, fat%)	ΣUSFA <sup>3)</sup> (fat%)	Σtrans-FA <sup>4)</sup> (fat%)	ω-3 <sup>5)</sup> (fat%)	ω-6/ ω-3	Total FAs <sup>7)</sup>	
Miyeok-guk (bugeo)	9.29±0.40	3.10	0.09±0.00 (16.91%)	0.44±0.01 (82.78%)	Trace (0.30%)	0.09±0.00 (17.49%)	1.98	0.54±0.01	8.1
Miyeok-guk (oyster)	6.03±0.23	2.01	0.12±0.00 (19.49%)	0.49±0.00 (79.17%)	0.01±0.00 (1.34%)	0.22±0.00 (15.29%)	2.34	0.61±0.01	14.2
Miyeok-guk (bajirak)	2.53±0.06	0.84	0.04±0.00 (20.28%)	0.17±0.01 (78.88%)	Trace (0.83%)	0.02±0.00 (11.72%)	3.03	0.21±0.01	3.7
Miyeok-guk (tuna)	4.60±0.05	1.53	0.07±0.00 (12.45%)	0.47±0.01 (87.27%)	Trace (0.28%)	0.06±0.00 (11.08%)	2.29	0.54±0.01	5.1
Maeun-tang (agwi)	42.62±0.41	14.21	0.08±0.00 (24.15%)	0.26±0.01 (75.85%)	ND <sup>9)</sup>	0.07±0.00 (21.88%)	1.58	0.34±0.01	10.9
Honghap-tang	25.13±0.88	8.38	0.14±0.01 (30.96%)	0.30±0.01 (67.20%)	0.01±0.00 (1.85%)	0.13±0.01 (29.44%)	0.49	0.44±0.02	24.0
Mandu-jeongol	5.84±0.47	1.95	0.55±0.02 (33.29%)	1.09±0.03 (66.20%)	0.01±0.00 (0.51%)	0.04±0.00 (2.31%)	9.29	1.64±0.06	—
Gang doenjang-jjigae	15.24±0.94	5.08	0.65±0.00 (15.53%)	3.50±0.02 (84.13%)	0.01±0.00 (0.34%)	0.39±0.00 (9.27%)	5.05	4.16±0.02	1.2
Myeongyeopchae	2.29±0.17	0.76	0.21±0.00 (33.30%)	0.43±0.01 (66.43%)	Trace (0.26%)	0.14±0.00 (21.79%)	1.21	0.65±0.01	23.1
Bugeo-gangjeong	53.82±1.80	17.94	3.09±0.11 (15.71%)	16.40±0.55 (83.46%)	0.16±0.00 (0.83%)	10.15±0.35 (7.12%)	7.25	19.66±0.66	49.1
Saeu-jeon	131.08±4.79	43.69	1.95±0.01 (19.25%)	8.10±0.06 (80.11%)	0.06±0.00 (0.64%)	0.53±0.00 (5.22%)	8.72	10.11±0.07	12.0
Myeongnan-jeot (seasoning)	247.92±4.67	82.64	0.72±0.01 (19.72%)	2.89±0.07 (78.96%)	0.05±0.00 (1.32%)	0.98±0.01 (26.94%)	0.82	3.66±0.08	186.9
Jogae-jeot (seasoning)	35.16±0.25	11.72	0.38±0.01 (22.72%)	1.26±0.04 (76.32%)	0.02±0.00 (0.96%)	0.26±0.00 (15.74%)	2.05	1.65±0.04	46.6
Cheese stick	22.20±1.03	7.40	5.66±0.15 (34.00%)	10.87±0.21 (65.27%)	0.12±0.00 (0.73%)	0.60±0.01 (3.63%)	9.54	16.65±0.36	—
Tteok-bokki (cheese)	20.66±1.53	6.89	1.26±0.01 (49.07%)	1.28±0.02 (49.92%)	0.03±0.00 (1.00%)	0.06±0.00 (2.29%)	8.89	2.56±0.02	2.5
Dalgyl-jjim (vegetable)	80.17±3.81	26.72	1.33±0.10 (29.88%)	3.09±0.22 (69.60%)	0.02±0.00 (0.52%)	0.08±0.00 (1.83%)	12.78	4.43±0.33	5.0
Deopbap (egg)	45.54±1.83	15.18	0.61±0.02 (30.69%)	1.37±0.05 (68.93%)	0.01±0.00 (0.38%)	0.05±0.00 (2.52%)	11.02	1.99±0.07	1.4

<sup>1)</sup>RI%, relative % of cholesterol was calculated based on the restricting dietary cholesterol level of 300 mg/d.  
<sup>2)</sup>ΣSFA, saturated fatty acids=butyric acid (C4:0)+caproic acid (C6:0)+caprylic acid (C8:0)+lauric acid (C10:0)+myristic acid (C12:0)+palmitic acid (C14:0)+stearic acid (C18:0)+arachidic acid (C20:0).  
<sup>3)</sup>ΣUSFA, unsaturated fatty acids=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)+docosadienoic acid (C22:2)+docosapentaenoic acid (C22:5, DPA)+docosahexaenoic acid (C22:6, DHA).  
<sup>4)</sup>Σtrans-FA, trans fatty acids=elaidic acid (C18:1*trans*)+linoleaidic acid (C18:2*trans*)+linolenaidic acid (C18:3*trans*).  
<sup>5)</sup>ω-3=α-linolenic acid (C18:3)+eicosatrienoic acid (C20:3)+eicosapentaenoic acid (C20:5, EPA)+docosapentaenoic acid (C22:5, DPA)+docosahexaenoic acid (C22:6, DHA).  
<sup>6)</sup>ω-6=linoleic acid (C18:2)+γ-linolenic acid (C18:3)+dihomo-γ-linolenic acid (C20:3)+arachidonic acid (C20:4)+docosadienoic acid (C22:2).  
<sup>7)</sup>Total FAs, total fatty acid contents (g/100 g food). <sup>8)</sup>RI%, relative % of recommended dietary intake was calculated based on the value of 500 mg/d (DHA+EPA content).  
<sup>9)</sup>ND, not detected.  
 Experimental values are mean±SD (n=3).

국인 영양소 섭취기준(KNS, 2020)에 따르면 성인(19~64세의 남녀)의 지방 섭취는 총에너지의 15~30%로 충분섭취량(Adequate Intake)을 설정하였고, 리놀레산(오메가-6,  $\omega$ -6)은 7.0~13.0 g/d, 알파-리놀렌산(오메가-3,  $\omega$ -3)은 1.2~1.6 g/d, EPA+DHA는 150~500 mg/d로 섭취하도록 권장하고 있다. 또한, 포화지방산의 1일 영양소 섭취기준은 전체 에너지 섭취량의 7% 미만이고 하루 2,000 kcal를 섭취할 경우 15 g 미만으로 섭취하도록 하며, 트랜스지방산의 1일 영양성분 섭취기준은 전체 에너지 섭취량의 1% 미만이고 하루 2,000 kcal를 섭취할 경우 2.2 g 미만으로 섭취하도록 권고하고 있다(KNS, 2020). 따라서 분석된 식품류에서 하루 EPA+DHA 섭취권장량을 기준으로 각 식품류의 EPA+DHA 함량(mg/100 g food)의 상대적인 %(RI)를 환산하여 Table 6에 제시하였다.

탕 및 국류 8종에서 미역국 4종(복어, 굴, 바지락, 참치)에 함유된 총 지방산 함량은 0.21~0.61 g/100 g food 내외였으며, 이 중에서 지방 100 g에 함유된 총 포화지방산 함량( $\Sigma$ SFA, g/100 g, fat%)은 12.45~20.28%였고 총 불포화지방산 함량( $\Sigma$ USFA, fat%)은 78.88~87.27%를 보였다(Table 6). 대체로 포화지방보다는 불포화지방이 높게 함유되어 있으며, 오메가-6 지방산과 오메가-3 지방산의 비율( $\omega$ -6/ $\omega$ -3)은 1.98~3.03이었다. 총 트랜스 지방은 trace~0.01 g/100 g food 내외로 적게 함유되어 있으며, EPA+DHA 함량이 18.3~70.8 mg/100 g food로 성인 충분섭취량 500 mg을 기준으로 하였을 때 5.1~14.2%에 해당하는 수준이었다. 아귀매운탕과 홍합탕의 총 지방산 함량은 각각 0.34 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 0.08 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 0.26 g/100 g food)와 0.44 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 0.14 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 0.30 g/100 g food)였다. 지방 100 g에 함유된 총 포화지방산 함량( $\Sigma$ SFA)과 총 불포화지방산 함량( $\Sigma$ USFA)의 비율은 아귀매운탕에서 24.15%(fat%,  $\Sigma$ SFA)와 75.85%(fat%,  $\Sigma$ USFA)였으며, 홍합탕에는 30.96%(fat%,  $\Sigma$ SFA)와 67.20%(fat%,  $\Sigma$ USFA)로 불포화지방산의 함량이 더 높았다. 아귀매운탕과 홍합탕의 EPA+DHA 함량은 각각 54.7 mg/100 g food와 120.1 mg/100 g food로 홍합탕에는 0.13 g/100 g food의 오메가-3 지방산들을 비교적 높게 함유하고 있었다. 만두전골과 강된장찌개에는 총 지방산 함량이 각각 1.64 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 0.55 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 1.09 g/100 g food)와 4.16 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 0.65 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 3.50 g/100 g food)로 비교적 높은 함량을 보였다. 지방 100 g에 함유된 총 포화지방산 함량(fat%,  $\Sigma$ SFA)의 비율은 만두전골과 강된장찌개에서 각각 33.29%와 15.53%였으며, 총 불포화지방산 함량(fat%,  $\Sigma$ USFA)의 비율은 각각 66.20%와 84.13%로 불포화지방산의 함량이 더 높았다.  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 만두전골과 강된장찌개에서 각각 9.29와 5.05를 나타내며, 오메가-6 지방산 함량이 더 높은 경향을 보였다.

해산물 외식식품 5종 중 명엽채에는 총 지방산 함량이

0.65 g/100 g food로 총 포화지방산과 총 불포화지방산 함량이 각각 33.30 fat%와 66.43 fat%를 차지하였다(Table 6).  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 1.21이었으며, EPA+DHA 함량은 115.5 mg/100 g food로 성인 충분섭취량 500 mg을 기준으로 했을 때 23.1%에 해당하는 수준이었다. 복어강정과 새우전에 함유된 총 지방산 함량은 19.66 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 3.09 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 16.40 g/100 g food)와 10.11 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 1.95 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 8.10 g/100 g food)였으며, 불포화지방산 함량이 80.11~83.46 fat%를 차지하였다. 복어강정과 새우전의 지방산 조성에서  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 각각 7.25와 8.72로 오메가-6 지방산의 비율이 높았으며, EPA+DHA 함량은 각각 245.4 mg/100 g food와 59.9 mg/100 g food로 성인 충분섭취량 500 mg을 기준으로 했을 때 각각 49.1%와 12.0%에 해당하였다. 복어강정과 새우전에서 높은 지방함량과 오메가-6 지방산 비율(45.55~51.64 fat%)을 보이는 것은 튀김유로 사용되는 부원료에 의한 것으로 사료된다. 양념명란젓과 양념조개젓에서는 총 지방산 함량이 각각 3.66 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 0.72 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 2.89 g/100 g food)와 1.65 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 0.38 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 1.26 g/100 g food)로 불포화지방산 함량이 76.32~78.96 fat%를 차지하였다. 양념명란젓과 양념조개젓의  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 각각 0.82와 2.05로 오메가-3 지방산 비율이 비교적 높았으며, EPA+DHA 함량은 각각 934.7 mg/100 g food와 233.0 mg/100 g food로 RI는 각각 186.9%와 46.6%에 해당하였다. 기타 외식식품 4종에서 치즈스틱과 치즈떡볶이의 총 지방산 함량은 각각 16.65 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 5.66 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 10.87 g/100 g food)와 2.56 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 1.26 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 1.28 g/100 g food)로 치즈떡볶이의 경우 포화지방산과 불포화지방산 비율이 각각 49.07 fat%와 49.92 fat%로 17종의 외식식품 중에서 포화지방산 함량이 비교적 높았다. 이들의  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 8.89~9.54로 오메가-6 지방산의 비율이 높은 경향을 보였다. 채소달걀찜과 계란덮밥의 총 지방산 함량은 4.43 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 1.33 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 3.09 g/100 g food)와 1.99 g/100 g food( $\Sigma$ SFA 0.61 g/100 g food,  $\Sigma$ USFA 1.37 g/100 g food)였다. 대체로 불포화지방산 함량(68.93~69.60%)이 포화지방산 함량보다 높았으며, 이들의  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 11.02~12.78로 오메가-6 지방산의 비율이 상당히 높았다. EPA+DHA 함량은 7.1~25.1 mg/100 g food 내외로 낮은 경향을 보였으며, 이 수치들은 성인 충분섭취량 500 mg을 기준으로 했을 때 각각 1.4~5.0%에 해당하는 비교적 낮은 수치였다. 전반적으로 17종의 외식식품류에는 트랜스지방산 함량이 ND~0.16 g/100 g food 수준으로 비교적 낮은 함량을 차지했으며, 이 수치는 전체 지방함량 대비 ND~0.85% 내외의 수준으로 한국인 영양소 섭취기준에 따른 트랜스지방산의 1일 영양성분 섭취기준(전체 에너지 섭취량의 1% 미만)에 충족되었다.

## 요 약

본 연구에서는 국내 다빈도 해산물 외식식품류 17종의 지용성 영양성분(토코페롤, 레티놀, 베타카로틴, 콜레스테롤, 포화지방산, 불포화지방산 및 총 지방산)을 국가식품영양성분 데이터베이스 구축을 위한 기초자료를 제공하기 위해 분석하였다. 각 지용성 영양성분은 Standard Reference Material(SRM 1869, NIST, Infant/Adult Nutritional Formula II)과 내부 분석 품질관리 시료(분유, 검은 콩가루)를 이용하여 분석법 검증 및 분석 QC chart를 작성하여 분석 결과에 대한 신뢰도를 확보하였다. 미역국 4종(북어, 굴, 바지락, 참치)에서는 주로 알파토코페롤과 감마토코페롤, 델타토코페롤이 검출되었으며, 비타민 E(mg  $\alpha$ -TE/100 g) 함량은 성인 남녀의 비타민 E 충분섭취량(12 mg  $\alpha$ -TE/d) 대비 RI가 0.33~0.67% 내외였고, 아귀매운탕과 홍합탕, 만두전골, 강된장찌개에서 충분섭취량 대비 RI는 1.75~9.75%의 수준을 보였다. 강된장찌개에서 총 토코페롤의 함량이 3.71 mg/100 g(1.17 mg  $\alpha$ -TE/100 g)으로 비교적 높은 수준을 보였다. 해산물 외식식품 5종(명엽채, 북어강정, 새우전, 양념명란젓, 양념조개젓)에서 충분섭취량 대비 RI는 알파토코페롤의 함량이 높았던 양념명란젓에서 높은 비타민 E(37.08%) 함량을 보였고 그 외에 북어강정 30.08%, 양념조개젓 14.42%, 새우전 9.50% 순으로 높았다. 4종의 기타 외식식품(치즈스틱, 치즈떡볶이, 야채달걀밥, 계란덮밥)에서는 3.00~10.72% 내외의 RI를 보였다. 식품 중 함유된 비타민 A 함량은 분석된 레티놀과 베타카로틴 함량을 레티놀 활성당량으로 환산하여 권장섭취량(650  $\mu$ g RAE/d) 대비 RI%로 나타내었다. 탕 및 국류 8종에서 비타민 A 함량은 0.55~31.01  $\mu$ g RAE/100 g으로 권장섭취량 대비 RI는 0.08~4.77%의 수준을 나타내었다. 해산물 외식식품 5종에는 3.70~77.88  $\mu$ g RAE/100 g의 비타민 A를 함유했으며, 권장섭취량 대비 RI는 0.57~11.98% 수준이었다. 이들 식품류 중에서 양념조개젓과 새우전의 권장섭취량 대비 RI 수치가 각각 11.98%와 7.94%로 비교적 높았다. 기타 외식식품류 4종에서는 권장섭취량 대비 비타민 A의 RI 범위가 3.44~8.74%였다. 치즈스틱과 치즈떡볶이의 비타민 A 함량이 56.83  $\mu$ g RAE/100 g과 52.05  $\mu$ g RAE/100 g으로 8.01~8.74% 내외의 RI 수준을 보였다. 탕 및 국류 8종에서 콜레스테롤 함량은 제한 섭취 권고량(300 mg/d 미만) 대비 RI가 0.84~14.21% 내외로 비교적 낮은 함량을 보였고, 해산물 외식식품 5종의 양념명란젓(제한 섭취 권고량 대비 RI 82.64%)과 새우전(RI 43.69%)을 제외한 식품류에서 제한 섭취 권고량 대비 RI는 0.76~17.94%였다. 양념명란젓과 새우전에는 각각 247.92 mg/100 g과 131.08 mg/100 g으로 높은 콜레스테롤 함량을 보였다. 기타 외식식품류 4종에서 제한 섭취 권고량 대비 콜레스테롤 RI는 6.89~26.72% 수준이었다. 탕 및 국류 8종의 지방산 분석 결과, 총 지방산 함량은 0.21~4.16 g/100 g food로 낮은 경향을 보였고 지방함량을 기준으로

$\Sigma$ SFA와  $\Sigma$ USFA의 비율은 12.45~33.29 fat%와 66.20~87.27 fat% 내외로 불포화지방산의 함량이 더 높았으며,  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 0.49~9.29로 다양하였다. EPA+DHA의 RI는 섭취권장량(500 mg/d) 대비 0~24.0%의 수준을 보였다. 탕 및 국류 8종 중에서 홍합탕의 섭취권장량 대비 RI(24.0%)가 가장 높았다. 해산물 외식식품 5종의 총 지방산 함량은 0.65~19.66 g/100 g food로 북어강정(19.66 g/100 g food)과 새우전(10.11 g/100 g food)이 높은 지방산 함량을 보였다. 이들의  $\Sigma$ SFA와  $\Sigma$ USFA의 비율은 15.71~33.30 fat%와 66.43~83.46 fat% 내외로 탕 및 국류와 유사하게 불포화지방산 함량이 높았다. 명엽채, 양념명란젓, 양념조개젓의  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 0.82~2.05였고, 지방함량이 높은 북어강정과 새우전의  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 7.25와 8.72였다. 이것은 튀김류를 부원료로 조리한 식품류이기 때문에 높은 오메가-6 지방산 함량(45.55~51.64 fat%)을 나타내었다. EPA+DHA 함량은 양념명란젓(934.7 mg/100 g food, RI 186.9%), 북어강정(245.4 mg/100 g food, RI 49.1%), 양념조개젓(233.0 mg/100 g food, RI 46.6%) 순으로 높게 검출되었다. 기타 외식식품류 4종의 총 지방산 함량은 1.99~16.65 g/100 g food였고  $\Sigma$ SFA와  $\Sigma$ USFA의 비율은 29.88~49.07 fat%와 49.92~69.60 fat%를 보였으며, 치즈떡볶이의 경우 포화지방산 함량(49.07 fat%)이 비교적 높았다.  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 비율은 8.89~12.78로 오메가-6 지방산 함량이 높았으며, 이들의 EPA+DHA 섭취권장량 대비 RI는 0~5.0 내외로 아주 낮은 수준을 보였다. 국내 다빈도 해산물 외식식품류 17종에 함유된 트랜스지방산 함량은 ND~0.16 g/100 g food(ND~0.85 fat%)로 검출되어 한국인 영양소 섭취기준에 따른 트랜스지방산의 1일 영양성분 섭취기준(전체 에너지 섭취량의 1% 미만)에 충족되었다.

## 감사의 글

본 연구는 2020년도 국립강릉원주대학교 학술연구조성비 지원과 2020년도 식품의약품안전처의 연구개발비(20162식생안087) 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- AOAC. AOAC guidelines for single laboratory validation of chemical methods for dietary supplements and botanicals. Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg, MD, USA. 2002. p 12-31.
- AOAC. Fat (total, saturated, and unsaturated) in foods, hydrolytic extraction gas chromatographic method. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Urbana, IL, USA. 2001. Methods 996.06.
- Cho W. A study on the health consciousness and eating habits of the Seongnam dining owners. J Korean Soc Food Cult. 2015. 30:447-456.
- Francis J, Rogers K, Dickton D, et al. Decreasing retinol and  $\alpha$ -tocopherol concentrations in human milk and infant for-

- mula using varied bottle systems. *Matern Child Nutr.* 2012. 8:215-224.
- Hosomi A, Arita M, Sato Y, et al. Affinity for  $\alpha$ -tocopherol transfer protein as a determinant of the biological activities of vitamin E analogs. *FEBS Lett.* 1997. 409:105-108.
- Hwang KH, Shin JA, Lee KT. True retention and  $\beta$ -carotene contents in 22 blanched vegetables. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2016. 45:990-995.
- Jeong SH, Shin JA, Kim IH, et al. Comparison of fatty acid composition by fat extraction method: Different parts of chicken by cooking method. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2014. 43: 1257-1263.
- Kamal-Eldin A, Appelqvist LA. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids.* 1996. 31: 671-701.
- Kim SH, Lee KI, Heo SY, et al. The consumer behavior survey for food 2019 (E16-2019). Report of Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea. 2019. p 225-316.
- KNS. 2020 Dietary reference intakes for Koreans: Energy and macronutrients. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea. 2020. p ix-202.
- Kong R, Cui Y, Fisher GJ, et al. A comparative study of the effects of retinol and retinoic acid on histological, molecular, and clinical properties of human skin. *J Cosmet Dermatol.* 2016. 15:49-57.
- Korean Statistical Information Service (KOSIS). Annual sales by net profit ratio to annual sales to annual sales and industrial classification 2-digit. 2020 [cited 2020 Dec 29]. Available from: [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1EP1233&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=101\\_K2\\_200&seqNo=&lang\\_mode=ko&language=kor&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EP1233&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=101_K2_200&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE)
- Kwon KI, Yoon SW, Kim SJ, et al. A survey on customers' perceptions of nutrition labeling for processed food and restaurant meal. *Korean J Nutr.* 2010. 43:181-188.
- Larsson SC, Bergkvist L, Näslund I, et al. Vitamin A, retinol, and carotenoids and the risk of gastric cancer: a prospective cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2007. 85:497-503.
- Lee JH, Lee HN, Shin JA, et al. Content of fat-soluble nutrients (cholesterol, retinol, and  $\alpha$ -tocopherol) in different parts of poultry meats according to cooking method. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2015. 44:234-241.
- Lee JS, Shim JS, Kim KN, et al. Key Foods selection using data from the 7th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2016-2018). *J Nutr Health.* 2021a. 54:10-22.
- Lee S, Choi E, Aum J, et al. Fat, sugar, and sodium content in commonly consumed bakery bread in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2021b. 50:1177-1187.
- Lee SM, Choi EK, Cho MS, et al. A study on the development and consumer preference of the soup-stew HMR new products. *The Journal of the Korea Contents Association.* 2019. 19:123-136.
- MFDS. Food nutrient component database service. 2020 [cited 2022 Aug 25]. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/nutrient/>
- MFDS. Korea food code. 2.1.5.4. Fatty acids. 2021 [cited 2021 Sep 15]. Available from: [https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_03.jsp?idx=11036](https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=11036)
- MFDS. National Food and Nutrient Database. NLS standard operating procedure analytical methods. Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Korea. 2019. p 78-92, 99-109, 116-121.
- Nagao A. Bioavailability of dietary carotenoids: Intestinal absorption and metabolism. *JARQ.* 2014. 48:385-391.
- RDA. Food composition table II. 9th Rev. Rural Development Administration, Wanju, Korea. 2016. p 1-570.
- RDA. Korean food composition table. 10th Rev. Rural Development Administration, Wanju, Korea. 2021. p 32-329.
- Ricciarelli R, Zingg JM, Azzi A. Vitamin E: protective role of a Janus molecule. *FASEB J.* 2001. 15:2314-2325.
- Shin JA, Chun JY, Lee J, et al. Determination of  $\beta$ -carotene and retinol in Korean noodles and bread products. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2013. 42:1949-1957.
- U.S. Department of Agriculture (USDA-ARS). Food Data Central. 2019 [cited 2019 Apr 1]. Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/>
- Wilson MD, Rudel LL. Review of cholesterol absorption with emphasis on dietary and biliary cholesterol. *J Lipid Res.* 1994. 35:943-955.
- Zimmer S, Stocker A, Sarbolouki MN, et al. A novel human tocopherol-associated protein: Cloning, *in vitro* expression, and characterization. *J Biol Chem.* 2000. 275:25672-25680.
- Özer NK, Şirikçi O, Taha S, et al. Effect of vitamin E and probucol on dietary cholesterol-induced atherosclerosis in rabbits. *Free Radical Biol Med.* 1998. 24:226-233.