

국내에서 소비되는 일부 상용 식품의 비타민 E 함량 분석

이선미 · 이희봉 · 이준수[†]

충북대학교 식품공학과

Analysis of Vitamin E in Some Commonly Consumed Foods in Korea

Seon-Mi Lee, Hee-Bong Lee and Junsoo Lee[†]

Dept. of Food and Science Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

Tocopherol and tocotrienol contents of commonly consumed foods in Korea were determined by saponification or direct solvent extraction followed by normal phase liquid chromatography. All samples were locally obtained in the year of 2002 and 2003. The study included 13 meats, 15 fishes and shellfishes, 4 seaweeds, 7 mushrooms, 19 milk and milk products, 6 legumes, 12 nuts, 17 processed foods and 17 Korean traditional foods. All of the vitamin E isomers were quantitated and the results were expressed as α -tocopherol equivalent (α -TE). The relatively higher amount of vitamin E was found in beef boiled in soy, dried squid, toasted seaweed, milk powder, soritae, sunflower seeds, ramyon (instant noodle), and kochujang from meats, fishes, seaweeds, milk products, legumes, processed foods, and traditional foods, respectively. This study provided reliable vitamin E data in commonly consumed foods in Korea for the nutritional information and food composition database.

Key words: vitamin E, tocopherol, tocotrienol, HPLC, α -tocopherol equivalent

서 론

비타민 E는 단일 화합물이 아닌 활성이 서로 유사한 토코페롤(tocopherol)과 토코트리엔놀(tocotrienol)을 포함한다. 토코페롤과 토코트리엔놀은 각기 메틸기가 붙은 위치와 수에 따라 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 또는 토코트리엔놀이라고 명명한다. 이들 8개의 isomer들은 각각 그 생리활성 정도가 다르며 따라서 정확한 생리활성도를 측정하기 위해서는 이들 8가지 화합물을 각기 분석해야 하며 이를 위해서는 식품 조직(food matrix)으로부터 비타민 E를 추출하여야 한다. 비타민 E의 추출에는 시료를 검화한 후 지용성 용매로 비타민 E를 추출하여 HPLC로 분석하거나 지방질이 많은 식품에는 Soxhlet추출을 한 후 HPLC로 분석, 또는 클로로필과 같은 색소의 간섭이 없는 경우 직접 유기용매와 교반기를 이용하여 추출하는 방법들이 이용되고 있다(1). 최근의 연구에 의하면 견과류에 함유되어 있는 비타민 E를 분석할 때 추출방법에 따라 비타민 E의 분석결과가 상이하고 야채류에 함유되어 있는 비타민 E의 분석 시에도 추출조건에 따라 그 함량이 다르다고 보고되었다(1,2). 즉 기존의 분석방법에 의해 측정된 식품 중의 비타민 E의 함량은 실제보다 낮게 측정되었을 가능성이 많으며, 많은 식품에 대해서 비타민 E의 분석

이 다시 이루어져야 한다는 것이다. 또한, 토코트리엔놀에 대한 분석 자료 역시 중요시되고 있다. 토코트리엔놀은 콜레스테롤 합성 과정의 중요한 효소인 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase의 활성을 억제하는 것으로 알려져 있다(3,4). 그러나 이에 대한 분석 자료는 거의 없는 실정이다.

현재 우리나라에서 많이 사용되고 있는 식품성분표(5)에는 총 2,337종의 식품에 대한 영양소 분석 자료가 있는데, 그 중 30.8%인 721종의 식품에 대해서만 비타민 E의 함량에 관한 자료가 있다. 또한 그 함량 또한 mg/100 g 시료로 표시되어 있어 정확한 생리활성의 측정이 필요한 곳에서는 이를 이용할 수 없는 실정이다. 따라서 식이섭취조사 후 비타민 E의 섭취량을 계산하고자 할 때 추정치를 사용하거나 외국의 자료를 인용하여야 하는 실정이다. 그러나 국내에서 재배되는 같은 종류의 식품이라 할지라도 재배지역에 따라 영양소의 함량이 매우 달라지는데 하물며 추정치를 사용하거나 외국의 자료를 그대로 인용하여 사용하는 것은 무리가 아닐 수 없다. 또한 외국의 자료로부터 얻을 수 없는 김치, 된장 등 한국의 전통식품에 대해서는 직접 측정할 수밖에 없다. 또한 현재의 식품성분표에는 비타민 E의 함량이 mg으로 표시되어 있으나 보다 정확한 생리활성의 측정을 위해서는 8

[†]Corresponding author. E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2566, Fax: 82-43-271-4412

가지의 비타민 E의 isomer를 각각 분리 정량하여 α -TE(α -tocopherol equivalent)의 값으로 표시하는 것이 필요하다고 생각한다. 따라서 본 연구에서는 육류 13종, 어패류 15종, 두류 6종, 견과류 12종, 해조류 4종, 버섯류 7종, 우유 및 유제품류 19종, 조리가공식품류 17종, 전통식품류 17종에 대하여 토코페롤과 토코트리에놀의 함량을 분석하였으며 그 결과를 총 함량 뿐 아니라 α -TE의 값으로 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험 재료

국내에서 소비되고 있는 육류 13종, 어패류 15종, 두류 6종, 견과류 12종, 해조류 4종, 버섯류 7종, 우유 및 유제품류 19종, 조리가공식품류 17종, 전통식품류 17종을 2002년과 2003년에 청주지역의 대형마트에서 구입하여 가식부만을 이용하여 분석하였다.

시약 및 기구

토코페롤과 토코트리에놀의 표준품은 Merck(Darmstadt, Germany)로부터 구입하였으며 0.01% butylated hydroxy-toluene(BHT)이 함유된 *n*-hexane에 녹여 -4°C 이하의 냉동에서 보관하여 사용하였다. 유기용매로는 *n*-hexane, isopropanol, ethyl acetate를 J. T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 HPLC 등급을 구입하여 이용하였다. 무수 MgSO_4 , BHT와 pyrogallol(PG)은 Sigma(Louis, MO, USA)로부터 구입하였으며 KOH와 NaCl은 Shinyo Pure Chem(Minoo Osaka, Japan)에서 구입하였다.

검화방법

시료를 균질화한 후에 약 8.0 g을 정확히 측정하고 6% PG를 함유한 에탄올 20 mL을 첨가하고 질소가스로 충전한 후, 60% KOH용액 8 mL을 첨가한 후에 다시 질소가스로 재충진하여 냉각관을 연결하였다. 이를 70°C 수욕상에서 50 min 검화시킨 후 냉각하고 2% NaCl 용액을 이용하여 에탄올 농도를 30%로 조절하였다. BHT(0.01%)를 함유하고 있는 추출용매(*n*-hexane:ethyl acetate, 90:10, v/v) 15 mL을 첨가하여 3회 반복 추출하였으며 추출액은 무수 MgSO_4 를 통하여 수분을 제거하고 최종 50 mL로 정용하였다. 이 최종액 2 mL을 취하여 질소가스를 이용하여 증발시킨 후 다시 동량의 hexane으로 재 용해시킨 후 0.22 μm membrane filter (Sartorius, Goettingen, Germany)을 이용하여 여과한 후에 HPLC에 주입하였다(6).

직접용매추출법

시료를 균질화한 후 약 5 g 정도를 취하여 80°C 정도의 증류수 4 mL과 isopropanol 10 mL을 가한 후, 약 5 g 정도의 무수 MgSO_4 를 첨가한다. 시료와 유기용매간의 균질화를 위하여 25 mL의 추출용매를 가한 후, Polytron homogenizer를

이용하여 1 min 추출한다. 여과장치를 이용하여 균질화된 시료를 여과시킨 후, 남은 잔여물에 isopropanol 5 mL과 추출용매 30 mL을 가하여 재추출하고 여과한다. 여과액을 100 mL 메스플라스크로 옮긴 후 추출용매로 정용하고 추출물 2 mL을 취하여 질소가스로 농축시켜 *n*-hexane 1 mL에 재 용해시킨다. 이 용액을 0.22 μm membrane filter로 여과한 후에 HPLC에 주입하였다(6).

HPLC 조건

HPLC 장치로는 solvent delivery pump M930(Young-Lin Inc, Korea)과 Model LC305 형광 검출기(Thermo Separation Products Inc, CA, USA)를 이용하였으며, 분석 컬럼은 Merck(Darmstadt, Germany)의 LiChrosphere Diol 100 컬럼(250×4 mm, i.d., 5 μm)을 구입하여 사용하였으며, 기록계는 JASCO 807-IT(Jasco International Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하였다. 형광검출기의 파장은 excitation wavelength는 290 nm, emission wavelength는 330 nm를 이용하였으며 이동상은 1.3% isopropanol을 함유한 *n*-hexane으로 유속은 1.0 mL/min이었으며 시료 주입량은 20 μL 이었다.

α -TE(α -tocopherol equivalent) 계산식

α -TE를 구하는 식은 다음과 같으며 γ -T3와 δ -T3는 아직 생리활성이 밝혀지지 않아 포함하지 않았다(7). 여기서 T는 토코페롤, T3는 토코트리에놀을 뜻한다.

$$\begin{aligned} \alpha\text{-TE} = & (\alpha\text{-T mg}/100\text{ g} \times 1.0) + (\beta\text{-T mg}/100\text{ g} \times 0.5) \\ & + (\gamma\text{-T mg}/100\text{ g} \times 0.1) + (\delta\text{-T mg}/100\text{ g} \\ & \times 0.01) + (\alpha\text{-T3 mg}/100\text{ g} \times 0.3) + (\beta\text{-T3 mg}/ \\ & 100\text{ g} \times 0.05) \end{aligned}$$

결과 및 고찰

육류의 비타민 E 함량

육류는 검화방법을 이용하여 총 13종을 분석하였으며 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 육류내 α -토코페롤의 범위는 0.09~0.82 mg/100 g이었으며 α -TE 범위는 0.10~1.06 α -TE/100 g을 나타내었다. 육류 중에서는 장조림이 1.06 α -TE/100 g으로 가장 높은 값을 보였다. 식품성분표(5)에 의하면, 돼지고기는 0.2~0.4 mg/100 g, 돼지고기 가공품은 0.2~1.1 mg/100 g, 쇠고기는 0.1~0.3 mg/100 g, 닭고기는 0.1~0.2 mg/100 g으로 보고되어있다. Piironen 등(8)의 연구에 따르면 육류에 함유되어 있는 α -T의 범위는 0.16~0.84 mg/100 g이었으며, McLaughlin과 Weihrauch(9)에 의하면, 육류의 α -T의 범위는 0.05~0.79 mg/100 g, 닭고기의 경우 0.29 mg/100 g으로 보고되었다. 또한 최근 Eitenmiller와 Lee(10)의 연구에 의하면 육류가 0.1~0.4mg/100 g α -TE로 보고되어있다. 표준품과 시료의 chromatogram을 Fig. 1과 2에 나타내었다.

Table 1. Tocopherols and tocotrienols in meats

(mg/100 g)

| Meats | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|----------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|
| beef, blade | 0.16 | - ²⁾ | - | - | - | - | - | - | 0.16 | 0.16 |
| steamed dumpling | 0.18 | - | 0.12 | 0.27 | - | - | - | - | 0.57 | 0.20 |
| tender-loin | 0.30 | - | 0.05 | - | - | - | - | - | 0.35 | 0.31 |
| belly | 0.25 | Tr ³⁾ | 0.13 | - | - | - | - | - | 0.38 | 0.26 |
| sausage | 0.11 | 0.01 | 0.06 | 0.08 | - | - | - | - | 0.26 | 0.12 |
| bacon | 0.44 | - | 0.10 | 0.12 | - | - | - | - | 0.66 | 0.45 |
| duck meat | 0.37 | Tr | 0.11 | - | - | - | - | - | 0.48 | 0.44 |
| golden pam | 0.44 | - | 0.14 | 0.03 | - | - | - | - | 0.61 | 0.45 |
| beef boiled in soy, canned | 0.82 | Tr | 2.23 | 0.41 | - | - | - | - | 3.46 | 1.06 |
| beef, topside | 0.15 | - | 0.06 | - | - | - | - | - | 0.21 | 0.16 |
| chicken, breast | 0.09 | - | 0.07 | - | - | - | - | - | 0.16 | 0.10 |
| thigh | 0.17 | - | 0.17 | 0.02 | - | - | - | - | 0.36 | 0.19 |
| wing | 0.22 | - | 0.98 | 0.18 | - | - | - | - | 1.38 | 0.32 |

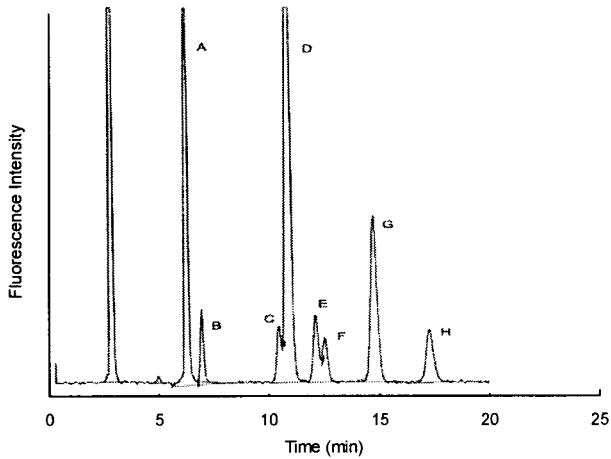
¹⁾ α -Tocopherol equivalent.²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

Fig. 1. Normal-phase LC chromatogram of tocopherols and tocotrienols standard using fluorescence detection (Ex 290 nm, Em 330 nm), flow rate of 1.0 mL/min, injection volume of 20 μ L, and mobile phase of 1.3% isopropanol in hexane. A: α -tocopherol, B: α -tocotrienol, C: β -tocopherol, D: γ -tocopherol, E: β -tocotrienol, F: γ -tocotrienol, G: δ -tocopherol, H: δ -tocotrienol.

어패류의 비타민 E 함량

어패류의 비타민 E 함량 범위는 0.02~4.69 α -TE/100 g으로 분석되었다. 마른 오징어와 고등어가 4.69 그리고 3.78 α -TE/100 g으로 비교적 높은 분석치를 보였으며 적새우살이 0.02 α -TE/100 g로 가장 낮은 값을 나타내었다. 식품성분표(5)에 의하면, 어류는 0.1~23.1 mg/100 g, 패류는 0.5~6.3 mg/100 g으로 보고되어 있다. 또한 McLaughlin과 Weihrauch (9)의 보고에 의하면 어패류의 α -T함량 범위는 0.11~15.85 mg/100 g이었으며 가장 높은 값은 대구의 간으로 15.85 mg/100 g α -T로 보고되었다. Eitenmiller와 Lee(10)의 연구에서의 어패류 내의 비타민 E 함량 범위는 0.2~22 mg/100 g α -TE로 보고되었다. 본 연구에서는 어패류의 α -T의 함량 범위는 0.01~4.38 mg/100 g을 나타내었다. 어패류의 비타민 E의 분석은 검화방법을 이용하여 분석치는 Table 2에 나타내었다.

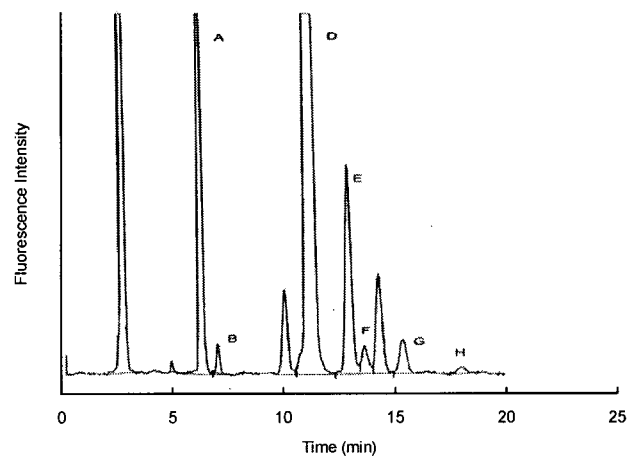


Fig. 2. Normal-phase LC chromatogram of pistachio sample using fluorescence detection (Ex 290 nm, Em 330 nm), flow rate of 1.0 mL/min, injection volume of 20 μ L, and mobile phase of 1.3% isopropanol in hexane.

A: α -tocopherol, B: α -tocotrienol, C: β -tocopherol, D: γ -tocopherol, E: β -tocotrienol, F: γ -tocotrienol, G: δ -tocopherol, H: δ -tocotrienol.

해조류 및 버섯류의 비타민 E 함량

해조류와 버섯류는 검화방법을 이용하여 분석하였으며, 해조류내의 비타민 E 함량 범위는 0.37~5.70 α -TE/100 g이었다. 식품성분표(5)에 보고된 바에 의하면, 해조류내의 비타민 E 함량 범위는 0.00~4.60 mg/100 g로 나타났다. 본 연구에서는 조미김이 5.70 α -TE/100 g로 가장 높은 분석치를 나타낸 반면에 다시마는 0.37 α -TE/100 g로 가장 낮은 값을 나타냈으며 대부분의 해조류에서는 비타민 E 함량이 낮거나 검출되지 않았다. 버섯류내의 비타민 E 함량 범위는 0.00~0.22 α -TE/100 g이었으며, 식품성분표(5)에 보고된 바에 의하면, 버섯류에서는 비타민 E 함량이 존재하지 않은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 목이버섯은 0.22 α -TE/100 g로 가장 높은 값을 나타내었고, 버섯류도 해조류와 마찬가지로 거의 비타민 E 함량이 낮거나 대부분 검출되지 않았다(Table 3).

Table 2. Tocopherols and tocotrienols in fishes and shellfishes (mg/100 g)

| Fishes and shellfishes | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|-----------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|
| squid, han chi | 1.37 | - ²⁾ | 0.04 | 0.07 | - | - | - | - | 1.48 | 1.38 |
| pacific herring | 2.16 | - | 0.06 | - | - | - | - | - | 2.22 | 2.17 |
| mackerel | 3.77 | Tr ³⁾ | 0.13 | - | - | - | - | - | 3.90 | 3.78 |
| fish paste | 0.21 | Tr | 0.21 | 0.04 | - | - | - | - | 0.46 | 0.23 |
| crab flavored | 0.07 | - | 0.17 | 0.03 | - | - | - | - | 0.27 | 0.09 |
| opossum shrimp | 0.01 | 0.01 | - | 0.01 | - | - | - | - | 0.03 | 0.02 |
| pacific saury | 0.51 | 0.02 | - | 0.15 | - | - | - | - | 0.68 | 0.52 |
| spanish mackerel | 0.78 | - | 0.04 | - | - | - | - | - | 0.82 | 0.78 |
| pacific cod | 0.28 | 0.03 | - | - | - | - | - | - | 0.31 | 0.30 |
| anchovy larvae | 0.88 | - | 1.84 | 0.02 | - | - | - | - | 2.74 | 1.06 |
| common squid, dried | 4.38 | Tr | 3.08 | 0.04 | - | - | - | - | 7.50 | 4.69 |
| pacific saury, semi-dried, salted | 0.83 | - | 0.08 | - | - | - | - | - | 0.91 | 0.84 |
| alaska pollack dried strip | 1.67 | - | 0.52 | 0.03 | - | - | - | - | 2.22 | 1.72 |
| little neck clam | 0.60 | 0.03 | - | - | - | - | - | - | 0.63 | 0.62 |
| whelk, canned | 1.13 | Tr | 0.27 | 0.03 | - | - | - | - | 1.43 | 1.16 |

¹⁾ α -Tocopherol equivalent.

²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

Table 3. Tocopherols and tocotrienols in seaweeds and mushrooms (mg/100 g)

| | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|------------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|
| Seaweeds | | | | | | | | | | |
| sea mustard | 1.12 | Tr ³⁾ | 0.61 | - ²⁾ | - | - | - | - | 1.81 | 1.26 |
| laver, toasted | 3.68 | 1.62 | 11.87 | 0.19 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.02 | 17.58 | 5.70 |
| sea lettuce, dried | 1.67 | - | 0.11 | - | - | - | - | - | 1.78 | 1.68 |
| sea tangle | 0.37 | - | 0.03 | - | - | - | - | - | 0.40 | 0.37 |
| Mushrooms | | | | | | | | | | |
| juda's ear, dried | 0.21 | - | 0.02 | 0.19 | 0.02 | - | - | 0.06 | 0.49 | 0.22 |
| lertinus edodes, dried | - | - | 0.02 | Tr | - | - | 0.52 | 0.01 | 0.55 | 0.00 |
| flamm velutipes, raw | - | - | 0.02 | 0.02 | - | - | 0.42 | 0.01 | 0.47 | 0.00 |
| mankadak, raw | - | - | 0.03 | - | - | - | 0.55 | 0.03 | 0.61 | 0.00 |
| pine mushroom, raw | - | - | 0.02 | - | - | - | 0.27 | - | 0.29 | 0.00 |
| agaricus bisporos, raw | - | - | 0.03 | - | - | - | 0.36 | - | 0.38 | 0.00 |
| oyster mushroom, raw | 0.02 | - | 0.16 | 0.03 | - | - | 0.32 | - | 0.53 | 0.02 |

¹⁾ α -Tocopherol equivalent.

²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

우유 및 유제품류의 비타민 E 함량

우유 및 유제품류는 검화방법을 이용하여 추출하였다. 우유 및 유제품류의 비타민 E 함량범위는 0.02~3.17 α -TE/100 g으로 나타났다. 식품성분표(5)에 보고된 바에 의하면, 우유 및 유제품류 내 비타민 E 함량은 0.1~5.5 mg/100 g이었으며, Syväoja 등(11)의 연구에 의하면, 우유 20.3~15.5 μ g/g fat, 아이스크림 38.3 μ g/g fat, 분유 18.7 μ g/g fat으로 보고되었다. Eitenmiller와 Lee(10)의 연구에서는 우유 및 유제품류가 0.1~1.9 mg/100 g α -TE를 보였다. 본 연구에서는 분유가 3.17 α -TE/100 g로 가장 높은 분석치를 보였으며, 저지방 우유가 0.02 α -TE/100 g로 가장 낮은 값을 나타내었다. 본 연구에서 분유가 다른 시료보다 뛰어나게 높은 분석치를 보인 이유는 식품이나 약품내 비타민 E 강화제로 ester형인 *all-rac*- α -tocopheryl acetate(TAC)을 첨가하여 검화에 의해 자연형인 *RRR*-*all*- α -tocopherol 활성에 비해 약 74%인 *all-rac*- α -tocopherol로 전환되면서 비타민 E 함량이 과대평가된 것으로 사료된다. 우유 및 유제품류의 비타

민 E의 함량은 Table 4에 나타내었다.

두류의 비타민 E 함량

두류는 직접용매추출법을 이용하여 실험하였다. 두류의 비타민 E 함량 범위는 0.10~1.52 α -TE/100 g이었으며 검은콩인 서리태가 1.52 α -TE/100 g로 가장 높은 분석치를 보였으며 강낭콩은 0.10 α -TE/100 g로 가장 낮은 값을 나타내었다. 식품성분표(5)에 보고된 바에 의하면, 두류 내 비타민 E 함량은 0.0~4.4 mg/100 g이었으며, Dial과 Eitenmiller(12)의 연구에서는 두류의 비타민 E 함량이 0.12~1.91 α -TE/100 g로 나타났다. 또한 Eitenmiller와 Lee(10)의 연구에 의하면, 두류 내의 비타민 E 함량범위는 0.1~3.7 mg/100 g α -TE를 보였으며 캔에 있는 완두콩이 1.91 α -TE/100 g, 건조된 편두가 0.92 α -TE/100 g로 높은 분석치를 보였다. 또한 대부분의 두류에서 다른 이성체보다 γ -T가 많이 분석되었다. 두류의 비타민 E 분석치는 Table 5에 나타내었다.

Table 4. Tocopherols and tocotrienols in milk and milk products

(mg/100 g)

| Milks | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|
| curd type, strawberry | 0.07 | - ²⁾ | 0.02 | - | - | - | - | - | 0.09 | 0.07 |
| curd type, low fat | 0.24 | - | 0.03 | - | - | - | - | - | 0.27 | 0.24 |
| yoghurt | 0.83 | - | 0.02 | - | - | - | - | - | 0.85 | 0.83 |
| cream light, whipping, fluid | 0.38 | - | 0.06 | - | 0.03 | Tr ³⁾ | 0.02 | - | 0.48 | 0.39 |
| banana milk | 0.03 | - | 0.03 | - | 0.05 | - | - | - | 0.11 | 0.05 |
| cafemoca milk | 0.07 | - | 0.03 | - | - | - | - | - | 0.10 | 0.07 |
| strawberry milk | 0.29 | - | 0.02 | - | - | - | - | - | 0.31 | 0.29 |
| chocolate milk | 0.37 | - | 0.04 | - | - | - | - | - | 0.41 | 0.37 |
| ordinary liquid milk | 0.03 | - | 0.02 | - | - | - | - | - | 0.05 | 0.03 |
| milk, black soybeans | 0.02 | - | 0.10 | - | - | - | - | - | 0.12 | 0.03 |
| low fat, milk | 0.02 | - | 0.02 | - | - | - | - | - | 0.04 | 0.02 |
| condensed milk | 0.11 | - | 0.04 | - | - | - | 0.02 | - | 0.16 | 0.11 |
| milk powders | 2.85 | Tr | 2.56 | 2.04 | - | - | 0.07 | - | 7.52 | 3.17 |
| cheese | 0.26 | Tr | 2.43 | 0.53 | Tr | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 3.31 | 0.52 |
| mizzarella cheese | 0.21 | - | 0.07 | - | 0.03 | - | - | - | 0.31 | 0.23 |
| sherbet | 0.19 | - | 0.14 | 0.04 | 0.05 | - | 0.11 | 0.02 | 0.55 | 0.22 |
| ice cream, chocolate | 0.30 | - | 0.96 | 0.27 | 0.05 | - | 0.11 | 0.47 | 2.16 | 0.42 |
| strawberry | 0.30 | - | 0.17 | 0.05 | - | - | - | - | 0.52 | 0.32 |
| vanilla | 0.09 | - | 0.20 | - | - | - | - | - | 0.29 | 0.11 |

¹⁾ α -Tocopherol equivalent.²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

Table 5. Tocopherols and tocotrienols in legumes

(mg/100 g)

| Pulses | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|-----------------|-------------|------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|
| kidney beans | 0.04 | - ²⁾ | 0.59 | 0.01 | - | - | - | - | 0.64 | 0.10 |
| red beans | 0.07 | Tr ³⁾ | 2.43 | 5.28 | - | - | - | - | 7.78 | 0.47 |
| mungbeans | 0.07 | - | 6.09 | 0.38 | - | - | - | 0.11 | 6.65 | 0.69 |
| soybean | 0.68 | - | 7.53 | 2.27 | 0.07 | - | 0.10 | 0.03 | 10.68 | 1.52 |
| yellow soybeans | 0.33 | - | 5.60 | 2.32 | - | - | - | - | 8.25 | 0.96 |
| soybean sprout | 0.61 | - | 2.10 | 0.45 | - | - | - | - | 3.16 | 0.83 |

¹⁾ α -Tocopherol equivalent.²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

견과류의 비타민 E 함량

견과류는 직접용매추출법을 이용하여 실험하였다. 견과류의 비타민 E 함량 범위는 0.19~17.99 α -TE/100 g이었으며, 해바라기씨가 17.99 mg/100 g으로 가장 높은 분석치를 보였으며, 밤은 0.19 α -TE/100 g로 가장 낮은 값을 나타내었다. 식품성분표(5)에 보고된 바에 의하면, 견과류 내 비타민 E 함량 범위는 0.3~31.2 mg/100 g이었으며, Slover 등(13)에 의한 보고에 따르면, 아몬드 31.7 mg/100 g α -T였으며, 본 연구에서는 아몬드 8.56 mg/100 g α -T로 분석되었다. 또한 Dial과 Eitenmiller(12)에 의해 보고된 바에 의하면, 아몬드 43.59 α -TE/100 g, 피칸 3.67 α -TE/100 g, 피스타치오 6.45 α -TE/100 g, 볶은 땅콩 2.88 α -TE/100 g, 땅콩 버터 11.28 α -TE/100 g이었다. 견과류의 비타민 E 분석치는 Table 6에 나타내었다.

조리가공 식품류의 비타민 E 함량

조리가공 식품류는 검화방법을 이용하여 실험하였다. 조리가공 식품류의 비타민 E 함량 범위는 0.15~1.96 α -TE/100 g이었으며, 가장 높은 분석치는 라면으로 1.96 α -TE/

100 g이었다. 또한 돈가스과 호박죽은 0.15 α -TE/100 g로 가장 낮은 값을 보였다. 조리가공 식품류 중 미트볼, 라면, 쇠고기 스프, 크림 스프에서 비타민 E의 8가지 유도체가 모두 검출되었다. 식품성분표(5)에 보고된 바에 의하면, 조리가공 식품류의 비타민 E 함량 범위는 0.2~0.7 mg/100 g이었다. 또한 Piironen 등(8)의 연구에 의하면 육류의 α -T의 함량은 0.16~0.84 α -TE/100 g이며, 육류 가공품의 α -T의 함량은 0.14~0.74 α -TE/100 g로 나타내었다. 조리가공 식품류의 비타민 E의 분석치는 Table 7에 나타내었다.

전통식품류의 비타민 E 함량

전통 식품류는 검화방법을 이용하여 실험하였다. 전통 식품류의 비타민 E 함량 범위는 0.27~3.48 α -TE/100 g이었으며, 고추장이 3.48 α -TE/100 g로 가장 높은 값을 보였으며, 진간장과 쌀강정이 각각 0.27 α -TE/100 g, 0.30 α -TE/100 g로 낮은 분석치를 나타내었다. 전통 식품류 중에서 된장과 두부에서 비타민 E의 8가지 유도체가 모두 분석되었다. 전통 식품류의 비타민 E의 분석치는 Table 8에 나타내었다.

Table 6. Tocopherols and tocotrienols in nuts and seeds

(mg/100 g)

| Nuts and seeds | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|
| pumpkin seeds | 1.98 | - ²⁾ | 7.95 | 0.27 | - | Tr ³⁾ | 0.27 | - | 10.47 | 2.78 |
| raisin | 0.36 | - | 0.24 | 0.07 | 0.05 | - | - | - | 0.72 | 0.40 |
| cashew | 0.69 | - | 3.64 | 0.24 | - | 0.10 | 0.03 | - | 4.70 | 1.07 |
| almonds | 8.56 | 0.18 | 0.42 | - | 0.20 | - | - | - | 9.36 | 8.75 |
| pistachio | 2.29 | - | 9.80 | 0.12 | 0.15 | 1.03 | 0.26 | 0.04 | 13.69 | 3.37 |
| sunflower seeds | 17.61 | 0.69 | 0.34 | 0.03 | - | - | - | - | 18.67 | 17.99 |
| gingko nuts | 2.12 | Tr | 1.17 | 0.04 | - | 0.02 | 0.06 | - | 3.41 | 2.24 |
| walnuts | 0.55 | - | 8.30 | 0.70 | 0.02 | 0.08 | 0.16 | - | 9.81 | 1.41 |
| pine nuts | 3.26 | - | 3.49 | 0.03 | 0.08 | 0.11 | 0.59 | - | 7.56 | 3.64 |
| pecans | 0.85 | 0.04 | 14.18 | 0.21 | 0.07 | 0.11 | 0.21 | - | 15.67 | 2.32 |
| chestnuts | 0.08 | - | 1.06 | - | - | - | - | - | 1.14 | 0.19 |
| jujube, dried | 0.30 | 0.04 | 0.41 | 0.01 | 0.16 | 0.13 | 0.97 | 0.06 | 2.08 | 0.42 |

¹⁾ α -Tocopherol equivalent.²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

Table 7. Tocopherols and tocotrienols in processed foods

(mg/100 g)

| Prepared foods | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|---------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|
| chocolate | 0.35 | Tr ³⁾ | 1.80 | 0.12 | 0.02 | - ²⁾ | 0.16 | 0.02 | 2.47 | 0.54 |
| buko kuk, alaska pollack | 1.13 | Tr | 1.13 | 0.43 | 0.07 | - | 0.11 | 0.11 | 2.98 | 1.28 |
| meat balls, frozen | 0.59 | Tr | 0.40 | 0.19 | 0.3 | 0.19 | 0.64 | 0.76 | 3.07 | 0.74 |
| ra myön | 1.28 | 0.12 | 1.19 | 0.39 | 1.48 | 0.87 | 2.68 | 0.33 | 8.34 | 1.96 |
| miyok kuk, sea mustard | 0.10 | - | 0.97 | 0.09 | - | - | - | - | 1.16 | 0.20 |
| beef chajang | 0.28 | - | 0.27 | 0.05 | 0.23 | - | 0.43 | - | 1.26 | 0.38 |
| french fried potato | 0.17 | - | - | - | 0.17 | - | 0.32 | 0.04 | 0.70 | 0.22 |
| mushroom & vegetable | 0.23 | - | 1.32 | 1.08 | - | - | 0.33 | 0.47 | 3.43 | 0.39 |
| vegetable soups, powder | 0.63 | 0.14 | 0.22 | - | 0.54 | 0.51 | 1.00 | - | 3.04 | 0.91 |
| beef soups, powder | 1.14 | 0.25 | 1.18 | 0.22 | 0.77 | 0.81 | 1.57 | 0.19 | 6.13 | 1.66 |
| cream soups, powder | 1.15 | 0.27 | 2.16 | 0.06 | 1.00 | 0.83 | 1.59 | 0.33 | 7.39 | 1.84 |
| rice gruels with abalone | 0.22 | - | 0.05 | Tr | - | - | - | - | 0.27 | 0.23 |
| rice gruels with small red bean | 0.15 | - | 0.21 | 0.16 | - | - | 0.03 | - | 0.55 | 0.18 |
| rice gruels with pumpkins | 0.11 | - | 0.39 | 0.08 | - | - | - | - | 0.58 | 0.15 |
| fish cutlet, frozen | 0.17 | 0.04 | - | 0.03 | 0.02 | - | - | - | 0.26 | 0.20 |
| pork cutlet, frozen | 0.08 | - | 0.31 | 0.22 | 0.09 | 0.11 | - | 0.14 | 0.95 | 0.15 |
| beef curry | 0.23 | - | 0.79 | 0.32 | 0.27 | - | 0.27 | 0.12 | 2.00 | 0.40 |

¹⁾ α -Tocopherol equivalent.²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

Table 8. Tocopherols and tocotrienols in Korean traditional foods

(mg/100 g)

| Korean traditional foods | α -T | β -T | γ -T | δ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | δ -T3 | Total | α -TE ¹⁾ |
|------------------------------------|-------------|------------|-------------|------------------|--------------|-------------|--------------|-----------------|-------|----------------------------|
| kochujang | 3.27 | 0.20 | 0.40 | Tr ³⁾ | 0.17 | 0.42 | 0.07 | - ²⁾ | 4.53 | 3.48 |
| soybean paste | 0.48 | 0.02 | 2.81 | 0.69 | 0.07 | 0.27 | 0.02 | 0.05 | 4.41 | 0.83 |
| kimchi | 0.58 | Tr | 0.46 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | - | 0.02 | 1.17 | 0.64 |
| hankwa | 0.39 | Tr | 0.34 | 0.21 | - | - | 0.05 | - | 0.99 | 0.43 |
| soy sause | 0.19 | - | 0.82 | 0.08 | - | - | - | - | 1.09 | 0.27 |
| dasik | 0.23 | - | 3.58 | 1.40 | - | - | - | - | 5.20 | 0.63 |
| soybean curd | 1.07 | Tr | 2.58 | 0.58 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.08 | 4.36 | 1.35 |
| buskwheat flour | 0.12 | - | 2.53 | 0.10 | 0.04 | 0.23 | - | - | 3.02 | 0.40 |
| soybean powder | 0.90 | - | 13.20 | 2.98 | - | - | 0.03 | - | 17.11 | 2.31 |
| mungbean powder | 0.11 | - | 8.17 | 0.47 | 0.03 | - | 0.10 | - | 8.88 | 0.95 |
| kangjung | 0.15 | - | 1.31 | 0.19 | 0.03 | 0.06 | - | - | 1.74 | 0.30 |
| vinegar | 0.50 | - | 0.64 | - | - | - | 0.02 | - | 1.14 | 0.56 |
| yakkwa | 0.46 | Tr | 1.99 | 0.69 | 0.07 | 0.29 | - | - | 3.50 | 0.72 |
| shrimp, salt-fermented | 0.83 | 0.09 | - | 0.02 | - | - | - | - | 0.94 | 0.88 |
| common squid, salt-fermented | 2.16 | - | 0.26 | 0.01 | - | - | - | - | 2.43 | 2.19 |
| fresh water shrimp, salt-fermented | 2.12 | - | 0.42 | 0.04 | 0.03 | - | 0.05 | - | 2.66 | 2.17 |
| peficic cod, salt-fermented | 0.80 | - | 0.35 | - | - | - | - | - | 1.15 | 0.84 |

¹⁾ α -Tocopherol equivalent.²⁾ Not detected. ³⁾ Trace amount (less than 0.01 mg/100 g).

요 약

본 연구에서는 국내에서 소비되는 일부 상용 식품의 비타민 E 함량을 측정하고자 하였다. 각 식품군들의 비타민 E는 검화방법 또는 직접용매 추출법을 이용하여 추출하였으며 이를 순상 HPLC를 통하여 분리, 정량하였다. 육류에선 장조림이 1.08 α -TE가 가장 높았으며, 어패류는 마른 오징어가 4.69 α -TE로 높게 분석되었다. 해조류는 조미김이 5.70 α -TE로 가장 높은 값을 나타내었다. 유제품은 분유에서 3.17 α -TE, 두류에선 서리태가 1.52 α -TE로 가장 높은 값으로 나타났고, 견과류에선 해바라기씨가 17.99 α -TE로 가장 높은 수치를 보였다. 조리가공식품류는 라면이 1.96 α -TE로 가장 높았으며, 전통가공 식품류에서는 고추장이 3.48 α -TE로 가장 높은 분석치를 나타내었다. 본 논문에서 분석된 자료는 식품 내 비타민 E 함량 분석을 통한 표준화된 영양 성분표의 기반확립에 도움이 되리라고 생각한다.

감사의 글

이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 신진교수연구과제 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다(KRF-2002-003-F00042).

문 헌

1. Lee J, Landen WO Jr, Phillips RD, Eitenmiller RR. 1998. Application of direct solvent extraction to the LC quantification of vitamin E in peanuts, peanut butter and selected nuts. *Peanut Sci* 25: 213-218.
2. Lee J, Ye L, Landen WO Jr, Eitenmiller RR. 2000. Opti-

- mization of an extraction procedure for the quantitation of vitamin E in tomato and broccoli using response surface methodology. *J Food Comp and Anal* 13: 45-57.
3. Qureshi AA, Qureshi N, Wright JJK, Shen S, Kramer G, Gabor A, Chong YH, DeWitt G, Ong ASH, Peterson D, Bradlow BA. 1991. Lowering of serum cholesterol in hypercholesterolemic humans by tocotrienols (palmvite). *Am J Clin Nutr* 53: 1021s-1026s.
4. Hood RL. 1995. Tocotrienols and cholesterol metabolism. In *Nutrition, Lipids, Health, and Disease*. Ong ASH, Nike E, Packer L, eds. AOAC Press, Champaign, IL, USA. p 96-103.
5. National Rural Living Science Institute, RDA. 2001. *Food composition table*. 6th ed.
6. Lee J, Suknark K, Kluitse Y, Phillips RD, Eitenmiller RR. 1999. Rapid, liquid chromatographic assay of vitamin E and retinyl palmitate in extruded weaning foods. *J Food Sci* 64: 968-972.
7. Prior WA. 1995. Vitamin E Abstract. The Vitamin E research and information service. LaGrange, IL, USA. p VII.
8. Piironen V, Syväoja EL, Varo P, Salminen K, Koivistoinen P. 1985. Tocopherols and tocotrienols in Finnish food: meat and meat products. *J Agric Food Chem* 33: 1215-1218.
9. McLaughlin PJ, Weihrauch JL. 1979. Vitamin E content of foods. *J Am Dietet Assoc* 75: 647-665.
10. Eitenmiller RR, Lee J. 2004. Food composition-Vitamin E. In *Vitamin E: Food chemistry, composition and analysis*. Marcel Dekker, New York, USA. p 425-506.
11. Syväoja EL, Piironen V, Varo P, Koivistoinen P, Salminen K. 1985. Tocopherols and tocotrienols in Finnish foods: Human milk and infant formulas. *Int J Vitam Nutr Res* 55: 159-166.
12. Dial S, Eitenmiller RR. 1995. Tocopherols and tocotrienols in key foods in the USA diet. In *Nutrition, Lipids, Health, and Disease*. Ong ASH, Nike E, Packer L, eds. AOCS Press, Champaign, IL, USA. p 327-342.
13. Slover HT, Lehmann J, Valis RJ. 1969. Vitamin E in foods: determination of tocols and tocotrienols. *JAOCS* 46: 417-420.

(2005년 5월 20일 접수; 2005년 7월 5일 채택)