

維生素 E 快速檢測法及其在食品上應用之研究

蘇 正 德

東海大學食品科學系

摘 要

本研究之目的在於確立一套迅速簡便,靈敏正確之維生素 E 檢測法,同時利用此法分析臺灣產常用食物之維生素 E 含量。

I. 生育醇檢測方法之確立:實驗中供分析的維生素 E 標準樣品為 α -, β -, γ -, δ -生育醇。利用順相型高效液相層析法(HPLC)分析各生育醇時,分析週期迅速簡短,僅費 20 分,分離效果、再現性及回收率皆很好,層析波峰面積與注入樣品濃度亦呈現線性關係,因此確立做為食品中生育醇含量之分析方法,分析條件如下,管柱:Develosil SI 60-5($4.6 \times 250\text{mm}$),沖提液:n-hexane:dioxane:ethanol(958:40:2, v/v/v),流速:1.0ml/min,偵測器:UV 298nm

II. 臺灣產常用食品中生育醇之含量分析:利用上述檢測法分析的樣品包括 48 種臺灣產常用食品及 5 種含天然維生素 E 之錠劑產品。各種食品中以油脂類,乾豆種子及堅實類,小麥胚芽,烏龍茶及芡實之生育醇含量較高。油脂中 α -生育醇含量較高的為葵花油,黃豆油,棕櫚油及花生油, γ -生育醇含量較高的為黃豆油,芝麻油及花生油。乾豆種子及堅實類食品中以花生,芝麻,黃豆,黑豆含量較高。穀物類食品中除小麥胚芽富含生育醇外,其餘樣品含量皆不豐。烏龍茶及芡實含多量生育醇,前者為 α -46.2, γ -生育醇 4.7mg/100g,後者為 α -41.6, β -18.1, γ -3.4 及 δ -生育醇 4.8mg/100g,包括家畜家禽類,蛋與乳類,水產食品類等動物性食品中大多僅含微量 α -生育醇,而且製成的加工食品中生育醇的含量更少。調查市售含天然維生素 E 錠劑之生育醇含量時,維生素 E 錠劑所含生育醇之維生素 E 效力為 14.3 - 15.9mg/100g,卵磷脂錠劑為 5.2, 5.9mg/100g。

前 言

維生素 E 為廣泛存在於動植物中的天然抗氧化劑,其最大功用在於保護食品或人體組織不受氧氣的侵襲。維生素 E 以往可從日常飲食中獲得足夠量,但是由於現今環境充滿了各種消耗維生素 E 的不利因素以及人們對高度加工速食食品的偏好,導致缺乏維生素 E 的情形極為普遍。如不充份補充維生素 E 時,會使人體內各種細胞膜喪失正常的調節機能,引發血管栓塞,動脈硬化,心肌梗塞,腦中風等疾病⁽¹⁻⁹⁾。

植物油及其種子雖然含有多量維生素 E,但在作為自身抗氧化劑時消耗大半,除非大量攝取,否則不足以提供足夠的維生素 E。植物油類

以外的食品其維生素 E 含量原本就不高,更無法做為補充維生素 E 的原料。在這種缺乏適當維生素 E 食品來源的情況下,開發富含維生素 E 新食品的工作已成為一項刻不容緩的重要研究課題。

平常稱之為維生素 E 的物質其化學名為生育醇(tocopherol),自然界較常見的有 α -, β -, γ -和 δ -型生育醇和側鏈上有三個雙鍵的 α -, β -, γ -和 δ -型生育三烯醇,後四種因僅出現於棕櫚科植物油中,且其生理活性尚不清楚,所以比較不受重視;前四種維生素 E 的生理活性依序為 $\alpha > \beta > \gamma > \delta$ ⁽¹⁰⁾,其在食品中抗氧化性的順序則適為相反⁽¹¹⁾。

在衛生署近三年所補助的臺灣地區食品之營養成份研究中,維生素之項目僅檢測 A, B, C, D, niacin 等並未包括維生素 E。在國外有關食品

內維生素 E 的含量亦僅散見於個別食品之分析報告中,還沒有全面性調查研究之出現,這可歸諸於二個原因,一為維生素 E 種類相當多,二為現有的維生素 E 檢測方法既多又複雜,缺乏一套迅速簡便,靈敏正確的分析方法可供參考。

現有的維生素 E 檢測法包括光電比色法⁽¹²⁾,薄層層析法(TLC)⁽¹³⁾,氣相層析法(GC)^(14,15)及高效液相層析法(HPLC)^(16,17)等,其中仍以最後一項的 HPLC 法比較簡便,HPLC 法又因使用層析管柱的不同,分成順相 HPLC 和逆相 HPLC 兩種方法,前法利用各種不同組成之有機溶劑沖提,後法利用不含水或含水醇類沖提,兩法互有優劣。

本研究即對於上述各種維生素 E 檢測法重新加以檢討,並由檢測結果比較各種檢測方法之優劣,再簡化繁雜的前處理過程,以確立一套迅速簡便,靈敏正確的維生素 E 檢測法,同時利用確立的檢測法分析食品中生育醇(維生素 E)的含量。

材料與方法

一、實驗材料

(一)生育醇標準樣品

α -, β -, γ -, δ -等四種生育醇(圖一)各 100mg,購自 Sigma 公司(美國),純度依次為 99.3, 98.0, 98.6, 及 97.6%,進行 GC 或 HPLC 分析時,分別溶於正己烷,配成適當濃度。

(二)食品材料

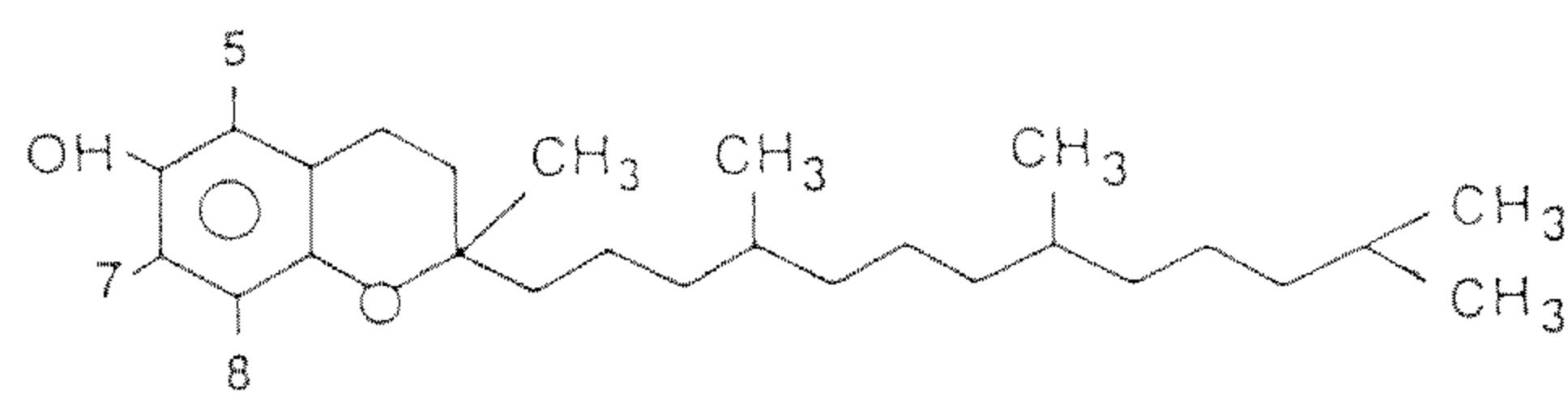
分析的食品材料包括穀物類,澱粉質根莖類,乾豆種子及堅實類,油脂類,家畜家禽類,蛋與乳類,水產食品類及其他食品類等 48 種臺灣產常見食品以及 5 種市售含天然維生素 E 之錠劑產品(3 種維生素 E 膠囊及 2 種卵磷脂錠劑),皆於 1991 年 10 月至 1992 年 5 月購自臺中地區之超級市場或藥房,生鮮食品購入後,隨即如圖二之流程進行皂化,抽取不皂化部分,減壓濃縮後充氮栓蓋,置於冷凍庫待測。

(三)試劑與溶劑

Pyrogallol, 氫氧化鉀,無水硫酸鈉皆為購自和光公司(日本)之特級試劑,dioxane,乙醇,正己烷等 LC 級溶劑購自 Merck 公司(德國)。

二、實驗方法

(一)利用毛細管型氣相層析法(GC)分析生育醇



5, 7, 8 Trimethyl = α -tocopherol

5, 8 Dimethyl = β -tocopherol

7, 8 Dimethyl = γ tocopherol

8 Methyl = δ -tocopherol

圖一 生育醇之結構式。

Figure 1. The structures of tocopherols.

將 α -, β -, γ -, δ -生育醇及膽固醇分別以正己烷配成適當濃度,取一定量注入 GC(Hitachi G-300, Hitachi, Co., Japan),GC 之分析條件如下:

管柱:fused silica 毛細管柱 30m $\times$ 0.32mm,膜厚 1.0 μ m,固定相DB-5(J & W Scientific, Folsom CA., U.S.A.)

遞載氣體流速: N_2 , 1.0ml/min

偵測器:FID

注入器溫度:300 $^{\circ}$ C

管柱溫度:285 $^{\circ}$ C

偵測器溫度:315 $^{\circ}$ C

(二)利用逆相高效液相層析法(Reversed phase HPLC)分析生育醇:將 α -, β -, γ -, δ -生育醇以正己烷配成適當濃度,取一定量注入逆相 HPLC (Hitachi LC-2000, Hitachi, Co., Japan),其分析條件如下:

管柱:Develosil ODS-5 (4.6 $\times$ 50mm) (Nomura Co., Japan)

沖提液:甲醇:蒸餾水(98:2, v/v)

流速:1.0ml/min

偵測器:UV 298nm

(三)利用順相高效液相層析法(Normal phase HPLC)分析生育醇:將溶於正己烷生育醇溶液利用順相 HPLC (Hitachi LC-2000, Hitachi, Co., Japan)分析,其條件如下:

管柱:Develosil Si 60-5 (4.6 $\times$ 250mm) (Nomura Co., Japan).

沖提液:n-hexane-dioxane-ethanol (958:40:2, v/v/v)

流 速:1.0ml/min

偵測器:UV 298nm

配成一定濃度之 α -, β -, γ -, δ -生育醇標準品溶液, 取 3, 6 及 9 μ g 注入 HPLC 分別各注入三次, 滯留時間分別為 8.2 分, 10.8 分, 11.6 分, 16.0 分(圖三), 層析圖上波峰面積與注入樣品之濃度經計算結果呈現如下的直線關係式(圖四)中。

α -tocopherol $y = -0.0182 + 0.7964x$ ($= 1.0000$)

β -tocopherol $y = -0.0094 + 0.6916x$ ($= 1.0000$)

γ -tocopherol $y = 0.0872 + 0.5838x$ ($= 0.9996$)

δ -tocopherol $y = 0.1227 + 0.4845x$ ($= 1.0005$)

(四)樣品之處理^(18, 19)

如圖五所示, 每個經磨碎或絞碎的食品材料(10g)懸浮於 60ml 含 6% pyrogallol 之乙醇溶液及 40ml 60% 氫氧化鉀溶液, 70℃ 水浴中進行皂化 20 分, 皂化過溶液加入 150ml 蒸餾水, 再以等體積正己烷抽取, 正己烷抽取液以蒸餾水洗至中性, 加入無水硫酸鈉脫水, 40℃ 下減壓濃縮, 濃縮物以正己烷配成 10 或 20mg/ml 之溶液, 過濾後, 即為注入 HPLC 之樣品, 注入量分別為 20 μ l(二次)及 16 μ l + 4 μ l 生育醇標準液(一次), 定量分析時則利用層析圖上波峰面積比照校正曲線計算。回收率則以生育醇加入芡實樣

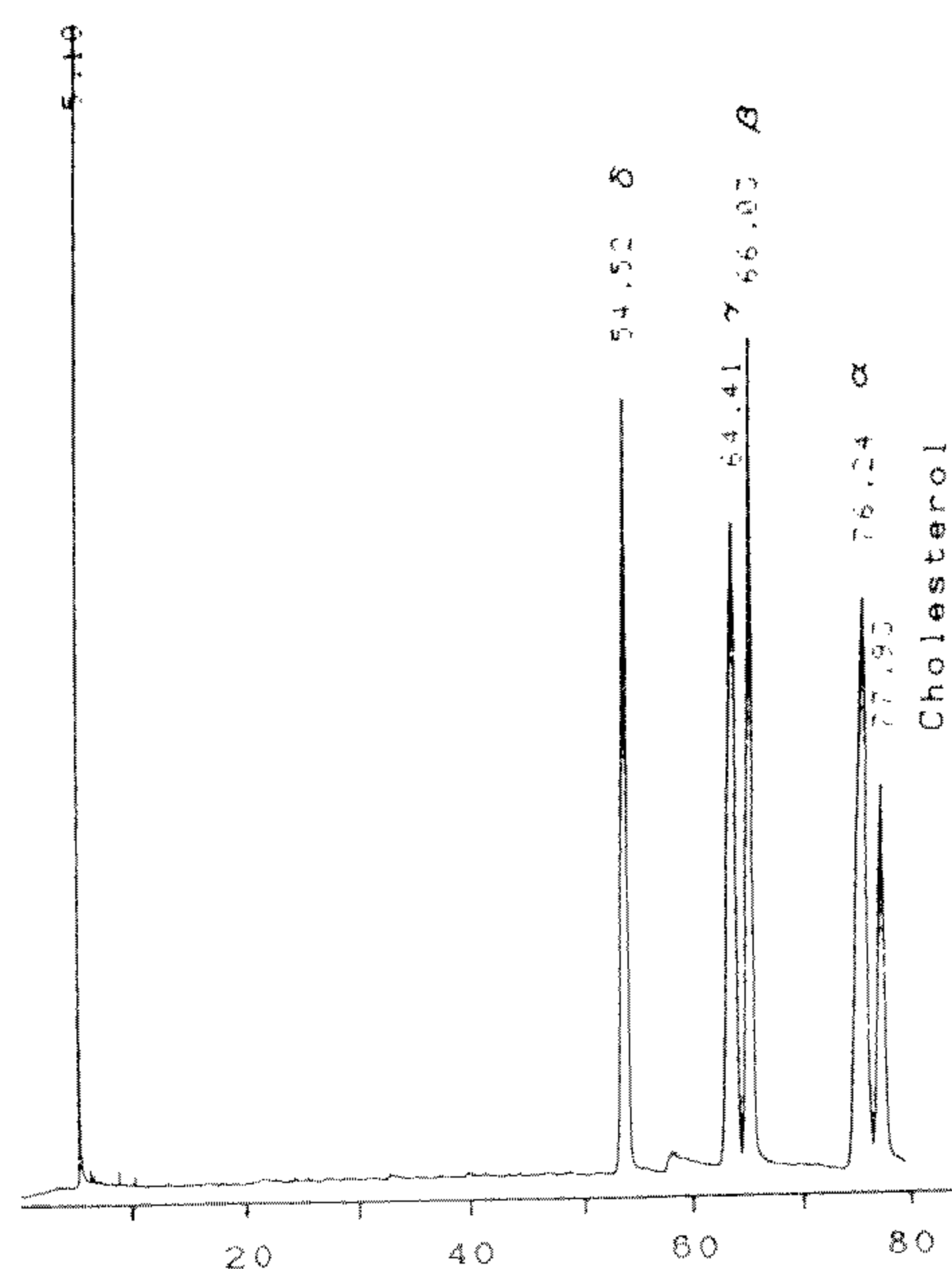
品, 再由層析圖上相對波峰之濃度計算, 分別為 α -生育醇 99.5%, β -生育醇 100.2%, γ -生育醇 98.8% 及 δ -生育醇 99.7%。

結果與討論

生育醇檢測方法之確立

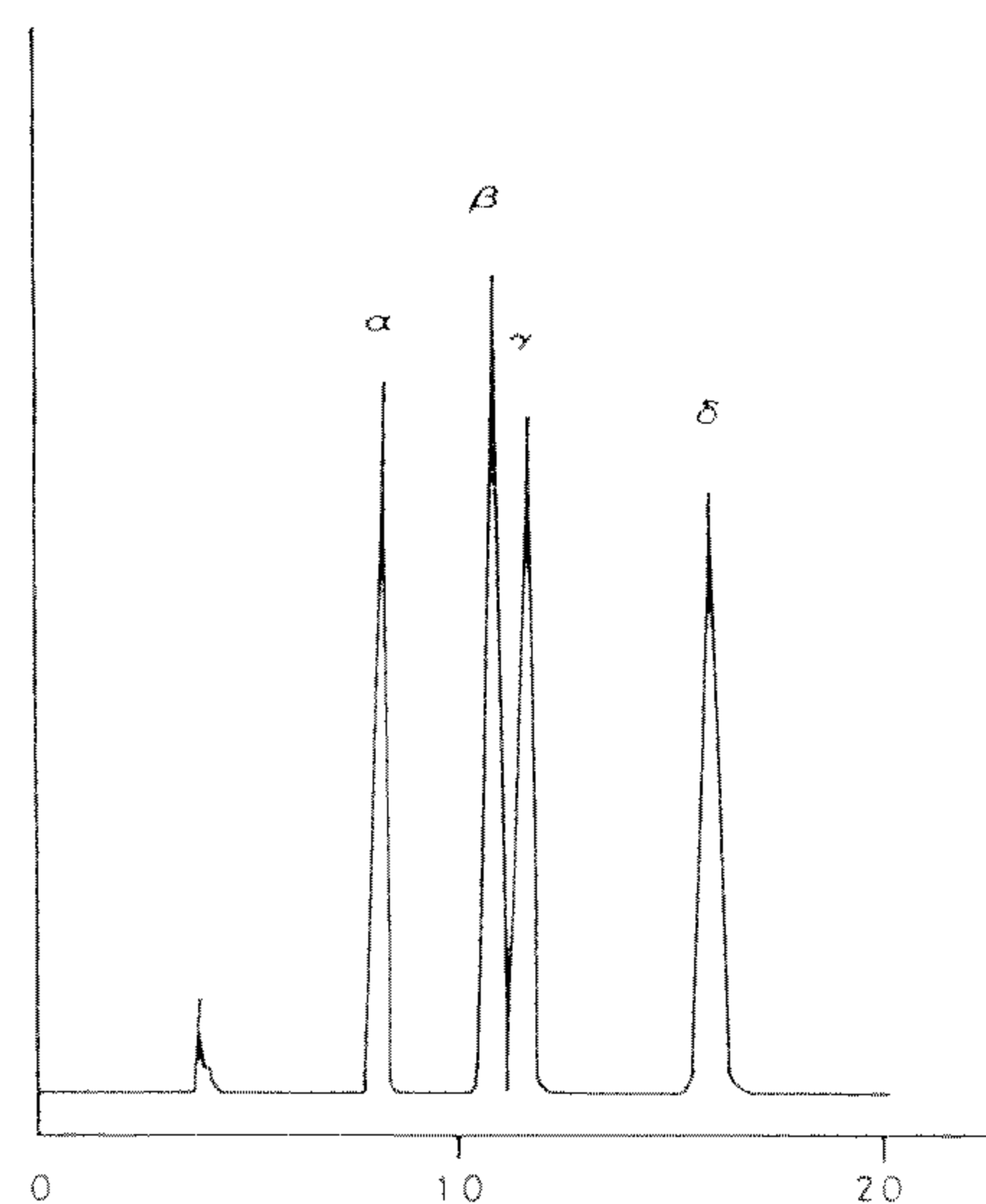
維生素 E 為具有 α -生育醇(α -tocopherol)活性之生育醇(tocol)、生育三烯醇(tocotrienol)及其衍生物之總稱, 以天然狀態存在最主要的有 α -, β -, γ -及 δ -生育醇(圖一)以及 α -, β -, γ -及 δ -生育三烯醇等, 後 4 種僅見於棕櫚科植物中。生育醇之維生素 E 效力依次為 α -100, β -50, γ -10, δ -1(10), α -生育醇之效力最高, 因此 α -生育醇含量愈高的食品, 其所具維生素 E 效力即愈強。

本研究首先針對既有生育醇之分析方法一一加以檢討。三價鐵離子被生育醇還原, 加入 dipyridal 反應形成深紅色溶液之比色分析法, 僅能測得總生育醇量, 卻無法對個別的生育醇定量⁽¹²⁾。TLC 在定性分析個別生育醇上, 雖甚簡便, 但在進行定量分析時, 卻因誤差大, 不易實施⁽¹³⁾。因此實驗中主要討論的分析方法為 GC 及 HPLC。



圖二 生育醇及膽固醇之氣相層析圖。

Figure 2. GC chromatogram of tocopherols and cholesterol.



圖三 生育醇之高效液相層析圖。

Figure 3. HPLC chromatogram of tocopherols.

利用 GC 分析生育醇時,使用的管柱分別為玻璃管柱及毛細管管柱二類型,前型管柱分別比較過 SE-30, 7% Gas Chrom Q 和 OV-17, 6% Gas Chrom Q 二種管柱⁽¹⁴⁾,分析結果共同的缺點為, β -與 γ -生育醇在 GC 層析圖上的波峰相近且有重疊現象,無法進行定量分析。改用後型管柱分析時, β -與 γ -生育醇之分離效果雖然不錯,但由於分析時間過長,加上一齊注入同屬不皂化物質的膽固醇時,卻發現其與生育醇之滯留時間十分接近(圖二),因此若欲利用毛細管型 GC 檢測生育醇時,必須經 TLC 之展開、刮取、抽取等前處理步驟,先將含膽固醇部份除去才行,由於繁雜費時,若檢測樣品較多的話,此法不太適用。

最後利用 HPLC 檢討生育醇之分析條件,亦利用逆相及順相二類型的管柱,前者的分析條件為管柱:Develosil ODS-5(4.6 × 250mm),沖提液:甲醇:蒸餾水(98:2, v/v),此條件下 β -與 γ -生育醇之層析圖上的波峰仍無法分得很理想⁽¹⁶⁾。改用後者的順相 HPLC,檢討過數種沖提條件後確立了如下所述,十分靈敏,精確的分析條件(圖三)⁽¹⁷⁾,順相 HPLC 之分析條件敘述如下:

管 柱:Develosil SI 60-5

沖提液:n-hexane:dioxane:ethanol(958:40:2, v/v/v)

流 速:1.0ml/min

偵測器:UV 298nm

利用上述 HPLC 條件分析生育醇時,每一樣品之分析週期簡短,僅費 20 分,各生育醇在層析圖上的分離效果好(圖四),再現性高,層析波峰之面積與注入樣品之濃度呈現很好的線性關係,回收率亦相當不錯,因此確立做為食品中生育醇含量之分析方法。

食品中生育醇之含量分析

食品材料先依據圖五所示流程,經磨碎,皂化,抽取不皂化物質後,再進行上述的 HPLC 分析,分析結果示於表一、二,除 α -, β -, γ -, δ -生育醇之含量外亦列出維生素 E 之計算效力。

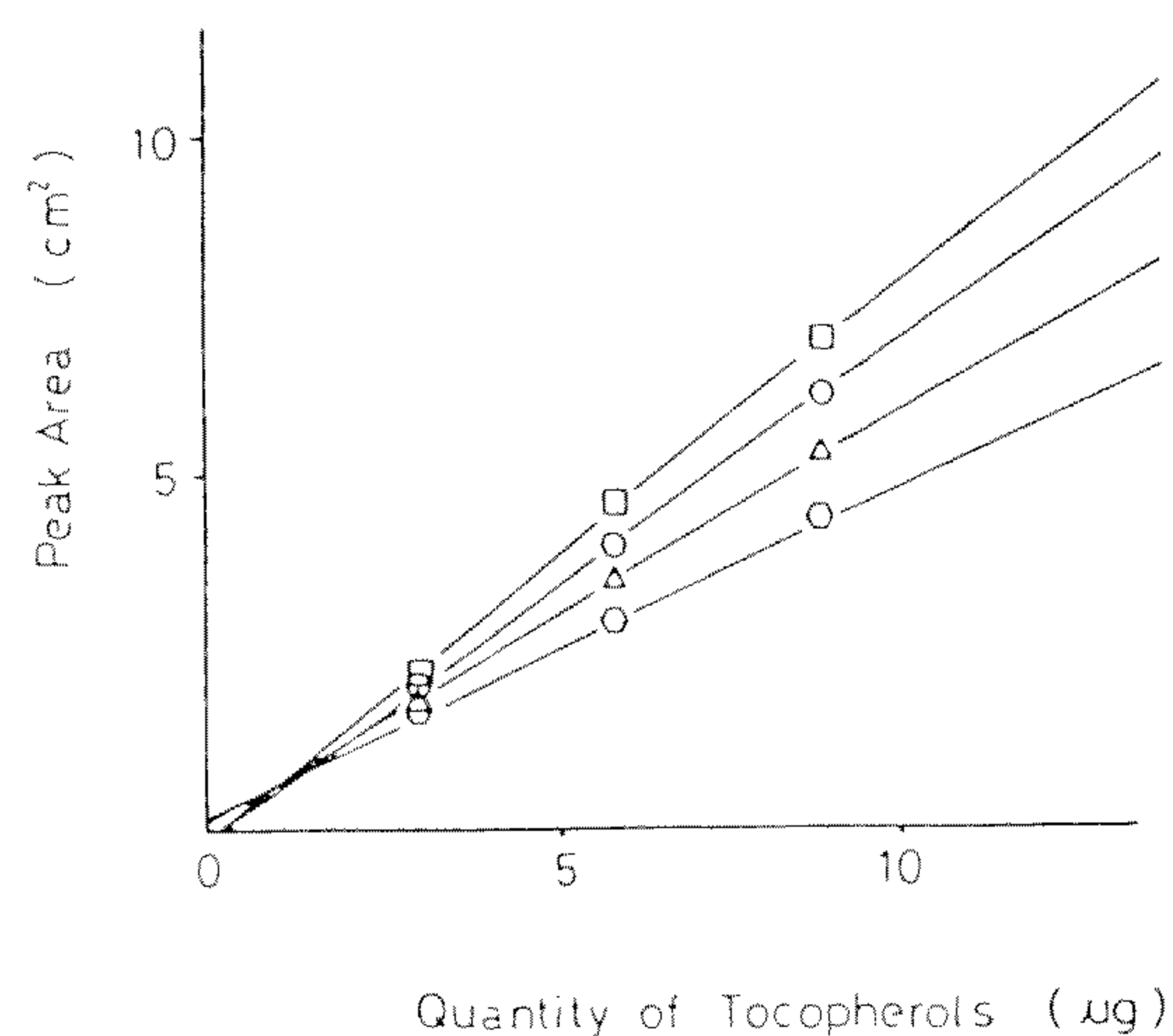
此次調查的食品包括穀物類,澱粉質根莖類,乾豆種子及堅實類,油脂類,家畜家禽類,蛋與乳類,水產食品類及其他等 48 種臺灣產常用食品(表一)以及 5 種市售含天然維生素 E 之錠劑產品(表二)等。

穀物類檢測 8 種樣品,其中以小麥胚芽含量最高(α -25.6, β -生育醇 9.8mg/100g),其他除糙

米(α -1.5, β -0.1, γ -生育醇 0.2mg/100g)及泡麵(α -1.3, β -0.1, γ -生育醇 0.1mg/100g)外,其餘樣品之生育醇含量皆在 0.1mg/100g 以下。目前含天然維生素 E 錠劑皆以小麥胚芽油為主要原料,泡麵中的生育醇稍高,可能是來自油炸過程所吸附的油脂成份。澱粉質根莖類僅檢測馬鈴薯和甘藷二種,含量不高,甘藷含 1.2mg/100g 之 α -生育醇。

乾豆種子及堅實類共分析黑豆,紅豆,花生,芝麻,黃豆,豆腐,豆乳等 7 種,除花生含較多 α -生育醇(17.2mg/100g),其他豆類皆以 γ -生育醇含量較高,如芝麻(γ -生育醇 22.7mg/100g),黃豆(γ -生育醇 12.5mg/100g),黑豆(γ -生育醇 12.2mg/100g);黃豆製成的豆腐及豆乳中 γ -生育醇之含量明顯降低,前者剩下的 γ -生育醇分別為 3.2 及 1.8mg/100g。

油脂類的樣品有豬油,棕櫚油,花生油,芝麻油,黃豆油,葵花油等 6 種,植物油可說是維生素 E 的寶庫,含量較豐富的為 α -及 γ -生育醇, α -生育醇以葵花油最高(27.2mg/100g),其次黃豆油(10.2),棕櫚油(8.5),花生油(5.8mg/100g)。 γ -生育醇以黃豆油(78.5)含量最高,其次為芝麻油(43.2)及花生油(5.1mg/100g)等。植物油因富含多元不飽和脂肪酸,容易氧化,為保護這些脂肪酸不被氧化,自然而然存在著多量天然抗氧化劑的生育醇。



圖四 生育醇之校正曲線。

Figure 4. Calibration of tocopherols.

家畜家禽類及蛋與乳類的分析樣品有 11 種, 大多僅含微量 α -生育醇(1.0mg/100g 以下)。

水產食品類共分析 12 個樣品, 大多僅含微量 α -生育醇, 以蛤子(2.8), 蝦, 蟹, 烏賊(1.8), 及槍烏賊(1.7mg/100g)稍高外, 其餘皆在 1.3mg/100g 以下。

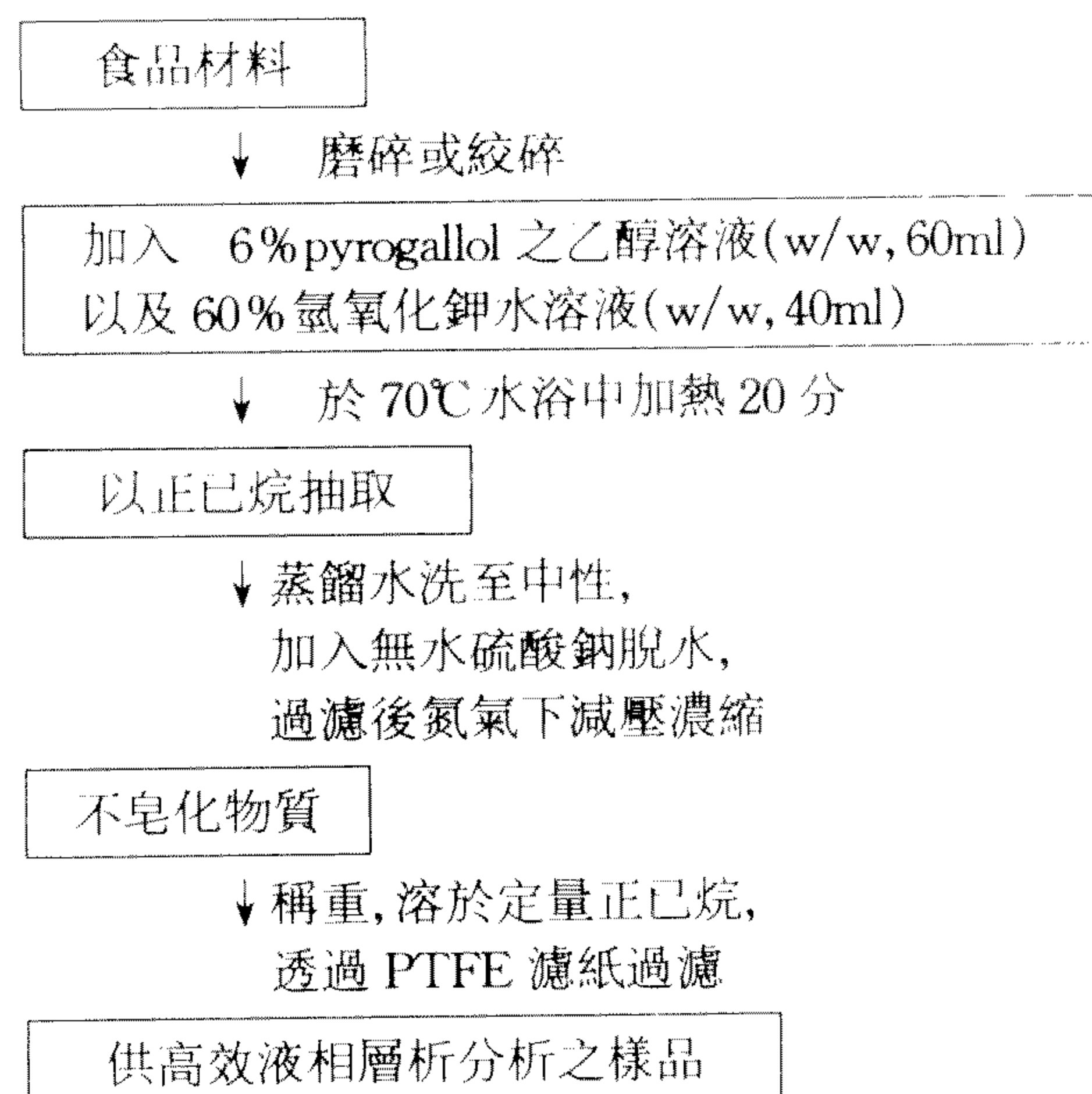
其他食品項目中檢測了烏龍茶及芡實, 兩者皆含豐富生育醇, 前者為 α -46.2, γ -生育醇 4.7mg/100g, 後者為 α -41.6, β -18.1, γ -3.4, δ -生育醇 4.8mg/100g。茶葉之生育醇含量出乎意料地高, 只不過以泡茶方式無法將脂溶性生育醇抽取出來。芡實為睡蓮種植物芡(*Euryale ferox* Salisb.)之成熟種仁, 屬於滋補強壯性之中藥, 國人經常製成四神湯食用, 其強壯滋補作用或許與高含量生育醇有關。

市售含天然維生素 E 之錠劑產品共分析了 3 件維生素 E 錠劑及 2 件卵磷脂錠劑, 前者 α -生育醇之含量為 13.5-15.0mg/100g, β -生育醇之含量為 1.6-1.8mg/100g, 後者 α -生育醇之含量為 4.9, 5.5mg, β -生育醇之含量為 0.6, 0.7mg/100g, 產品上標示的維生素 E 效力與計算之維生素 E 效力相差不遠。

結論與建議

比較光電比色法, 薄層層析法, 氣相層析法(包括玻璃管柱型及毛細管柱型), 高效液相層析法(包括逆相及順相二類型)等既有生育醇檢測法之優劣後, 確立一套簡便迅速, 靈敏正確的順相高效液相層析法(管柱: Develosil SI 60-5(4.6 $\times$ 250mm), 沖提液: n-hexane:dioxane:ethanol (958:40:2, v/v/v) 流速: 1.0ml/min, 偵測器: UV298nm)。

利用上述生育醇檢測法分析的樣品包括穀物類, 澱粉質根莖類, 乾豆種子及堅實類, 油脂類, 家畜家禽類, 蛋與乳類, 水產食品類, 其他食品類等 48 種臺灣產常用食品及 5 種含天然維生素 E 之錠劑產品。各種食品中以油脂類, 乾豆種子及堅實類, 小麥胚芽, 烏龍茶及芡實之生育醇含量較高。油脂中 α -生育醇含量較高的為葵花油(27.2), 黃豆油(10.2), 棕櫚油(8.5)及花生油(5.8mg/100g), γ -生育醇含量較高的為黃豆油(78.5), 芝麻油(43.2)及花生油(5.1mg/100g。)乾豆種子及堅實類食品中以花生(α -11.2, γ -7.2), 芝麻(γ -22.7), 黃豆(γ -12.5), 黑豆(γ -12.2mg/100g)含量較高。



圖五 高效液相層析生育醇樣品之前處理

Figure 5. Preparation of tocopherol sample subjected to HPLC

穀物類食品中除小麥胚芽富含生育醇(α -25.6, β -9.8mg/100g)外, 其餘樣品含量皆不豐。烏龍茶及芡實含多量生育醇, 前者為 α -46.2, γ -生育醇 4.7mg/100g, 後者為 α -41.6, β -18.1, γ -3.4 及 δ -生育醇 4.8mg/100g, 只不過泡茶時無法浸出脂溶性生育醇, 因此僅藉喝茶, 無法喝到足夠的生育醇; 芡實則為四神湯的原料之一。包括家畜家禽類, 蛋與乳類, 水產食品類等動物性食品中大多僅含微量 α -生育醇, 而且製成的加工食品中生育醇的含量更少。調查市售含天然維生素 E 錠劑之生育醇含量時, 維生素 E 錠劑所含生育醇之維生素 E 效力為 14.3-15.9mg/100g, 卵磷脂錠劑為 5.2, 5.9mg/100g。

僅就本調查結果分析, 欲自食品補充維生素 E, 可攝食小麥胚芽, 花生, 芝麻, 黃豆等豆類及四神湯等, 植物性油脂雖含多量生育醇, 唯因富含多元不飽和脂肪酸及高熱量, 過度攝食反易生壞處。

本研究中所分析的食品樣品, 皆依逢機方式購自超級市場或傳統市場, 由於受到經費時間等限制, 無法對於其中加工食品樣品之純度及因不同製法產生的差異性一一加以確認, 因此檢測所獲之分析數值屬參考數值, 而不足做為該類食品的代表數值。

表一 臺灣產常用食品之生育醇含量及維生素 E 效力
 Table 1. The tocopherol contents and vitamin E potency of common foods in Taiwan
 I. 穀物類 Cereals and grain products

號 碼 No.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)					mg/100g
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ	E 效力 E-potency	
1	糙 米	Rice, brown	1.5	0.1	0.2	0	1.6	
2	白 米	Rice, milled	0.4	0	0	0	0.4	
3	胚 芽 米	Rice, milled with embryo	0.9	0	0.1	0	0.9	
4	麵(熟麵)	Spagetti, cooked	0.1	0.1	0	0	0.2	
5	泡 麵	Spagetti, dried by frying	1.3	0.1	0.1	0	1.4	
6	麵粉(高筋)	Wheat flour, high protein	0.3	0.2	0	0	0.4	
7	麵 包	Wheat flour bread	0.4	0.1	0.6	0	0.5	
8	小麥胚芽	Wheat germ	25.6	9.8	0	0	30.5	

II. 澱粉質根莖類 Starchy roots and stems

號 碼 No.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)					E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ		
9	馬 鈴 薯	Potato	0.1	0	0	0	0.1	
10	甘 藷	Sweet potato	1.2	0	0	0	1.2	

III. 乾豆種子及堅實類 Legumes and nuts

號 碼 No.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)					E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ		
11	黑 豆	Black bean	1.1	0.3	12.2	1.7	2.5	
12	紅 豆	Indian bean	0.2	0.1	2.8	7.8	0.6	
13	花 生	Peanut	11.2	0.3	7.2	0.3	12.1	
14	芝 麻	Sesame seeds, black	0.1	0.2	22.7	0.3	2.5	
15	黃 豆	Soybean	1.1	0.3	12.5	7.5	2.5	
16	豆 腐	Soybean curd	0.2	0.1	3.2	1.3	0.6	
17	豆 乳	Soybean milk	0.1	0	1.8	1.0	0.3	

VII水產食品類 Fish and marine products

號 碼 No.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)				E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ	
35	鱈 魚	Cod and pollack	0.8	0	0	0	0.8
36	蟹	Crab	1.8	0	0	0	1.8
37	烏 賊	Cuttle fish	1.8	0	0	0	1.8
38	白 帶 魚	Hair-tail	1.0	0	0.6	0	1.0
39	虱 目 魚	Milk fish	1.2	0	0	0	1.2
40	虱目魚丸	Milk fish ball	0	0	0	0	0
41	牡 蠣	Oyster	1.1	0	0	0	1.1
42	沙 丁 魚	Sardines	1.3	0	0	0	1.3
43	蛤 子	Short necked clam	2.8	0	0	0	2.8
44	蝦	Shrimp	1.8	0	0	0	1.8
45	蝦 丸	Shrimp ball	0	0	0	0	0
46	槍烏龍(小管)	Squid	1.7	0	0	0	1.7

VIII其他食品類 Miscellaneous foods

號 碼 No.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)				E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ	
47	烏 龍 茶	Oolong tea	46.2	0	4.7	0	46.7
48	芡 實	Chiann-Shyr	41.6	18.1	3.4	4.8	51.0

誌 謝

本計劃承蒙行政院衛生署之經費補助 (DOH81-TD-105), 東海大學食品科學系所羅政, 吳芳真, 鄭士哲, 洪千雅等諸位同學在實驗過程給予協助, 謹致謝忱。

參考文獻

1. Desai, I.D. and Lee, M. 1974. Plasma vitamin E and cholesterol elationship in Western Canadian Indians. Am.J. Clin. Nutr. 27:334.
2. Hafeman, D.G. and Hoekstra, W.G. 1977. Pro-

tection against carbon tetrachloride-induced lipid peroxidation in rats by dietary vitamin E, selenium, and methionine as measured by ethane evolution. J.Nutr. 107:656.
3. Dillard, C.J., Litor, R.E.and Tappel, A.L. 1978.Effects of dietary vitamin E, selenium, and polyunsaturated lipids on in vivo lipid peroxidation in the rats as measured by pentane production Lipids. 13:396.
4. 福澤健治 . 1978. 脂質過酸化反應とビタミンE. ビタミン.52:518.
5. 五十嵐脩, 庄司典子, 金子佳代子 .1980. ラットにおける投與脂質過酸化物の影響及ばす各種抗酸化劑の効果, 營養と食糧 .33:309.

表二 含天然維生素 E 錠劑之生育醇含量及維生素 E 效力
Table 2. The tocopherol contents and vitamin E potency of the capsules contained natural vitamin E.

號 碼 NO.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)				E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ	
49	維生素 E 錠 劑(A)	Vitamin E capsule(A)	13.5	1.6	0.3	0	14.3
50	維生素 E 錠 劑(B)	Vitamin E capsule(B)	14.5	1.8	0	0	15.4
51	維生素 E 錠 劑(C)	Vitamin E capsule(C)	15.0	1.8	0	0	15.9
52	卵 磷 脂 錠 劑(D)	Lecithin capsule(D)	4.9	0.6	0	0	5.2
53	卵 磷 脂 錠 劑(E)	Lecithin capsule(E)	5.5	0.7	0	0	5.9

IV油脂類 Oils and fats

號 碼 No.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)				E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ	
18	豬 油	Lard, refined	0.8	0	0.1	0	0.8
19	棕 櫚 油	Palm oil	8.5	0.4	1.2	0.2	8.8
20	花 生 油	Peanut oil	5.8	0.2	5.1	0.4	6.4
21	芝 麻 油	Sesame oil	0.3	0	43.2	0.6	4.6
22	黃 豆 油	Soybean oil	10.2	1.0	78.5	18.5	18.1
23	葵 花 油	Sunflower oil	27.2	0.6	2.2	0.3	27.7

V家畜家禽類 Meat and poultry products

號 碼 NO.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)				E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ	
24	牛 肉	Beef	0.3	0	0	0	0.3
25	雞 肉	Chicken	0.3	0	0.1	0	0.3
20	豬 肉	Pork	0.1	0	0	0	0.1
23	貢 丸	Pork ball	0	0	0	0	0

VI蛋與乳類 Eggs and milk

號 碼 No.	食 品 名 稱 Name of Food		生 育 醇 (維 生 素 E) Tocopherol (VitaminE)				E 效力 E-potency
	中 文 名 稱 Chinese name	英 文 名 稱 English name	α	β	γ	δ	
28	鴨 蛋	Duck's egg	0.9	0	0.5	0	0.9
29	皮 蛋	Duck's egg, limed	0	0	0	0	0
30	鹹 鴨 蛋	Duck's egg, salted	0	0	0	0	0
31	雞 蛋	Hen's egg	1.0	0	0.6	0	1.0
32	牛 乳	Milk	0.1	0	0	0	0.1
33	脫脂奶粉	Skim milk powder	0	0	0	0	0
34	全脂奶粉	Whole milk powder	0.3	0	0	0	0.3

6. Litov, R.E., Mattews, L.C. and Tappel, A.L. 1981. Vitamin E protection against in vivo lipid peroxidation initiated rats by pentane. Toxicol. Appl. Pharmacol. 59:96.
7. Harada, N. and Takahashi, Y. 1982. Changes in levels of liver malondialdehyde, liver and serum vitamin E, serum GOT and GTP activities, and pathological changes of liver in the case of massive liver necrosis in rats fed a low casein, vitamin E deficient diet. Argic. Biol. Chem. 46:2645.
8. Herschberger, L.A. and Tappel, A.L. 1982. Effect of vitamin E on pentane exhaled by rats treated with methyl ethyl ketone peroxide. Lipids. 17:686.
9. Horwitt, M.K. 1982. ビタミンEの生理作用と營養. 營養と食糧. 35:253.
10. National Academy of Sciences-National Research Council. 1980. Food and Nutrition Board: Recommended Dietary Allowances, 9th ed. Washington, D.C.
11. Lea, C.H. and Ward, R.J. 1959. Relative antioxidant activities of the seven tocopherols. J.Sci. Food Agric. 10:537.
12. 福場博保. 1982. ビタミンE. 日本食品工業學會食品分析法編集委員會編. pp.482 光琳公司. 東京.
13. Ishikawa, S, Masani, K., and Katsui, G. 1966. Tocopherols in relation to the color reversion.
14. Slover, H.T., Shelley L.M. and Burks T.L. 1966. Identification and estimation of tocopherols by gas liquid chromatography. Chromatography. 44:161.
15. Pie, J.E., Spahis, K., and Seillan, C. 1990. Evaluation of oxidative degradation of cholesterol in food and food ingredients: identification and quantification of cholesterol oxides. J. Argic. Food Chem. 37:1309.
16. Howell, S.K. and Wang T.-M. 1982. Quantitation of physiological α -tocopherol, metabolites, and related compounds by reversed-phase high-performance liquid chromatography. J. of Chromatography. 227:174.
17. Hanematsu, H., Ushigusa, T., Maruyama, T. Niiya, I. and Matsumoto, M. 1983. Contents and compositions of tocopherols in fish, shellfish, other marine animal and seeds. Eiyo to Shokuryo. 36: 239.
18. Carpenter, A.P. 1979. Determination of tocopherols in vegetable oils, JAOCS. 56:668.
19. Igarashi, O. 1989. Vitamin E. In "Methods of Analysis of Vitamins". pp.27. Ed. The Vitamin Society of Japan, Kagakudoujin Co., Kyoto.
20. 江蘇新醫學院. 1985. 中藥大辭典. pp.1074. 上海科學技術出版社. 上海.

Studies of Rapid Determination of Vitamin E and Its Application on Natural Foodstuffs

JENG-DE SU

Department of Food Science, Tunghai University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The purpose of this study is to establish a rapid and exact method for the determination of tocopherols, and to estimate the tocopherol contents of common foods in Taiwan by the established method.

I. Establishment of tocopherol analysis

The analytical methods of tocopherols, including spectrophotometry, thin layer chromatography, gas chromatography and high performance liquid chromatography(HPLC), were evaluated. The tocopherol standards included α -, β -, γ -, and δ -tocopherol. Among these methods, the normal phase HPLC performed by the conditions as follows: column, Develosil SI60-5 ($4.6 \times 250\text{mm}$); eluent, n-hexane:dioxane:ethanol (958:40:2, v/v/v) flow rate, 1ml/min; detector, UV 298nm was the best one for the tocopherol determination because of its good calibration, reproducibility, resolution and short time analysis.

II. Quantitative determination of tocopherols in foods

The investigated food materials included 48 common food samples in Taiwan and 5 capsule samples containing natural vitamin E. The food material was

saponified with potassium hydroxide, then extracted with n-hexane and concentrated under nitrogen gas. The residue, dissolved in n-hexane to adjust an appropriate concentration, was prepared for the HPLC analysis. The sample was examined for the contents of α -, β -, γ - and δ -tocopherol, and therefore the vitamin E potency could be calculated. Among these food samples, oils, legumes seeds, nuts, wheat germ, Oolong tea and Chiann-Shyr (seeds of *Euryale ferox* Salisb.) showed a high tocopherol content. The foods showing a high α -tocopherol content were Oolong tea 46.2, Chiann-Shyr 41.6, sunflower oil 27.2, wheat germ, peanut 11.2, soybean oil 10.2, palm oil 8.5 and peanut oil 5.8mg/100g. The foods with a high content of γ -tocopherol were soybean oil 78.5, sesame oil 43.2, sesame seed 22.7, soybean 12.5, black bean 12.2 and peanut 7.2mg/100g. The contents of β -tocopherol on Chiann-Shyr and wheat germ were 18.1 and 9.8mg/100g. The vitamin E potency in the capsules of vitamin E and lecithin was 14.3-15.9, or 5.2-5.9mg/100g respectively.

Key words: Tocopherols, HPLC, Natural Foodstuffs.