

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU VÀ CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ

ISBN: 978-604-913-586-6

KỸ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC

PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ NHẬN DẠNG
CHẤT ĐỘC TRONG THỰC PHẨM



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

MỤC LỤC

	trang
1 Dang Thuan Tran, Thi Cam Van Do, Quang Trung Nguyen, Truong Giang Le, Quang Tung Nguyen² - Advanced methodologies for detection and determination of heavy metals in food	1
2 Ly T. Kiet, Hoang N. Vinh, Nguyen T. Duy, Ho T. Dat, Le T. Hoa, Vu H. Thai, Vu H. Giang, Nguyen Q. Hung, Chu V. Hai - Structural identification and quantitation of auramine in food	14
3 Chris Cheah - Orbitrap-based HRAM Workflows for Next Generation Contaminants Screening	22
4 Phạm Thị Phương Thảo, Nguyễn Quang Trung, Vũ Đức Nam, Nguyễn Thị Xuyên, Nguyễn Ngọc Tùng, Phạm Thị Trà, Etsuko Kawasaki - Xác định một số chất bay hơi trong rượu bằng kỹ thuật không gian hơi tĩnh kết hợp GC/MS	38
5 Tran Cao Son, Nguyen Thi Ha Binh, Le Thi Hong Hao, Do Huu Tuan, Nguyen Thi Minh Hoa, Nguyen Thi Anh Huong - Simultaneous determination of six Trichothecenes in cereals and related products by liquid chromatography tandem mass spectrometry	47
6 Lê Thế Tâm, Lê Thị Mỹ Châu - Định lượng một số phẩm màu công nghiệp Sudan 1, Rhodamin B, Orange G trong thực phẩm bằng phương pháp Sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC)	56
7 Vũ Thu Trang, Nguyễn Thị Thảo, Tomoko Shimamura - Nghiên cứu sự tạo thành Aminoreductone trong phản ứng Maillard và ứng dụng kiểm soát quá trình gia nhiệt trong công nghệ chế biến sữa	66
8 Phạm Hoài Thu, Javier Santos-Aberturas Andrew Truman, Lê Trường Giang - Nghiên cứu một vài hợp chất thiên nhiên từ vi khuẩn Streptomyces scabies trên vỏ khoai tây bị nhiễm bệnh vẩy nến	72
9 Redefining ICP-MS tackle your Challenging Food Matrices - ThermoFisher Scientific	80
10 Lê Văn Trọng, Lê Ngọc Sơn - Nghiên cứu xác định Acrylamide trong thực phẩm bằng phương pháp sắc ký khối phổ GC-MS	98
11 Cao Văn Hoàng, Phạm Quốc Trung, Nguyễn Ngọc Tùng, Bùi Hương Mỹ - Nghiên cứu quy trình phân tích đồng thời Pyrophosphate, Triphosphate trong chả và xúc xích bằng phương pháp điện di mao quản sử dụng Detector đo độ dẫn không tiếp xúc (CE-C ⁴ D)	107
12 Nguyen Thi Minh Tu, Dang Thuy Linh, Le Thi Ha My, Ta Thi Thuy Chi, Le Tran Ngoan - Review heterocyclic amines in food processing and its food safety issues	118
13 Nguyễn Văn Lợi - Xác định ảnh hưởng của màng bảo quản Chitosan đến sự biến đổi chất lượng của củ khoai tây sau thu hoạch	128

- 14 **Tổng Thị Thanh Vượng, Trần Cao Sơn, Lê Thị Hồng Hảo, Lê Đình Chi** - 137
Determination of okadaic acid, dinophysistoxin-1 and dinophysistoxin-2 by UPLC - MS/MS in green mussel *Perna viridis* and blood cockle *Anadara granosa*
- 15 **Đoàn Duy Tiên, Lê Trường Giang, Nguyễn Thị Kim Liên, Lưu Đức Phương, Phạm Hoài Thu, Nguyễn Ngọc Tùng, Nguyễn Quang Trung** - 145
Nghiên cứu định lượng Chlorophyll trong một số nguyên liệu thiên nhiên, tách chiết và chuyển hoá Chlorophyll thành chất màu thực phẩm Pheophytin A
- 16 **Cao Văn Hoàng, Phạm Quốc Trung, Nguyễn Lê Minh Dương, Nguyễn Quang Trung, Lê Trường Giang** - 152
Application of capillary electrophoresis with capacitively coupled contactless conductivity detection for food control in Vietnam
- 17 **Hoang Quoc Tuan, Nguyen Thi Thao** - 161
Authentication of natural edible oils on fatty acid profiles
- 18 **Nguyễn Thị Xuyên, Nguyễn Quang Trung, Nguyễn Ngọc Tùng, Phạm Thị Phương Thảo, Vũ Đức Nam** - 167
Bước đầu phân tích thuốc trừ sâu clo hữu cơ trong một số loại rượu ở Việt Nam trên thiết bị GC/MS
- 19 **Lê Thế Tâm, Lê Thị Mỹ Châu** - 179
Xác định hàm lượng Vitamin E (α -Tocopherol) trong lòng đỏ trứng bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC)
- 20 **Trần Thị Hồng Hạnh, Nguyễn Thị Hương, Lê Thị Viên, Nguyễn Xuân Cường, Nguyễn Văn Thanh, Nguyễn Thị Kim Thúy, Quách Thị Thanh Vân, Nguyễn Hoài Nam** - 186
Các hợp chất Flavonoid Glycosit phân lập từ cây trà bù gia mập
- 21 **Nguyễn Đức Hoàng, Trần Quang Cảnh** - 192
Thẩm định phương pháp xác định Rhodamin B bằng phương pháp HPLC và đánh giá thực trạng sử dụng chất này trong một số loại thực phẩm tại Hải Dương
- 22 **Nguyễn Thuý Ngân Hà, Nguyễn Thành Duy, Lý Tuấn Kiệt, Đặng Thị Kim Hằng, Chu Văn Hải** - 202
Xác định Hàm lượng Aflatoxin trong thực phẩm bằng phương pháp không dẫn xuất với sắc ký lỏng nhanh, hiệu năng cao đầu dò Fluorescence
- 23 **Trịnh Thu Hà*, Phạm Hoài Thu, Lưu Đức Phương, Đặng Thị Mai, Đào Hải Yến** - 209
Phân tích tồn dư FENOBUCARB trong thịt bò bằng phương pháp QuEChERS trên thiết bị sắc ký lỏng khối phổ 2 lần (LC-MS/MS)
- 24 **Phạm Thị Trà, Nguyễn Quang Trung, Nguyễn Ngọc Tùng, Phạm Thị Phương Thảo, Lee Jong Chol** - 215
Xác định một số kim loại trong đồ uống không cồn bằng phương pháp quang phổ nguồn Plasma cảm ứng cao tần ghép nối khối phổ (ICP-MS)
- 25 **Phan Thị Tuyết Cẩm, Nguyễn Thị Nguyên Thảo, Trần Vĩnh Thiện, Cao Văn Hoàng, Phạm Quốc Trung** - 223
Nghiên cứu quy trình xác định hàm lượng Nitrate trong một số loại rau ăn lá bằng phương pháp điện di mao quản sử dụng Detector đo độ dẫn không tiếp xúc (CE-C4D)
- 26 **Dương Thị Hiền, Đặng Thanh Minh, Phạm Thị Duyên, Nguyễn Văn Nguyên** - 232
Thực trạng ô nhiễm thực phẩm được kiểm nghiệm tại Trung tâm Y tế dự phòng tỉnh Bắc Giang, 2012 – 2016

XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG VITAMIN E (α -TOCOPHEROL) TRONG LÒNG ĐỎ TRỨNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ LỎNG HIỆU NĂNG CAO (HPLC)

DETERMINATION OF α -TOCOPHEROL (VITAMIN E) IN EGG YOLK BY HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY FLD DETECTION METHOD

Lê Thế Tâm^{1*}, Lê Thị Mỹ Châu^{1*}, Lê Thị Hồng Nhung²

¹Viện Công nghệ Hóa sinh – Môi trường, Trường Đại học Vinh, 182 - Lê Duẩn, Vinh, Nghệ An

²56A-Hóa, Viện Sư phạm Tự nhiên, Trường Đại học Vinh, 182 - Lê Duẩn, Vinh, Nghệ An

*Email: tamlt@vinhuni.edu.vn; lemychau83@gmail.com

ABSTRACT

Vitamine E is a very important micronutrient for human. It has been reported to have antioxidant, anti-aging and a treatment for skin. Determined content vitmine E by extraction method with non-polar solvents, and then the simple was determined by HPLC - FLD. The results obtained the method was exacted with determined content of vitamine E and LOQ 0.06406 mg/kg. The performance recovery of method about 90%. Content of vitamine E in simples: hen egg (7.2498 $\pm$ 0.032 mg/kg), egg industry (5.1104 $\pm$ 0.158 mg/kg), gooseegg (8.1757 $\pm$ 0.045 mg/kg).

Keywords: Food, High-performance liquid chromatography, Vitamin, α -tocopherol, γ -tocopherol, δ -tocopherols.

1. MỞ ĐẦU

Từ lâu, trứng được coi là một nguồn protein, vitamin và khoáng chất quý giá cho con người. Trứng bao gồm 2 phần là lòng trắng và lòng đỏ có giá trị dinh dưỡng khác nhau. Hiện nay các nhà khoa học đang nghiên cứu các hàm lượng vi chất trong các đối tượng thực phẩm khác nhau thì lòng đỏ trứng chứa rất nhiều loại vitamin A, D, E, B1, B6, B12,... các khoáng chất canxi, magiê, sắt và kẽm,... có lợi cho cơ thể con người. Vitamin là nguồn vi chất dinh dưỡng rất quan trọng, chế độ ăn và dinh dưỡng của người Việt Nam hiện nay được đánh giá là chưa đầy đủ và cân bằng về vi chất, dẫn đến thường thiếu hụt một số vi chất quan trọng. Việc thiếu hụt này chúng ta được khuyến cáo là nên hấp thu từ thực phẩm sẽ mang lại nhiều lợi ích hơn là sử dụng từ thuốc, do đó việc phân tích hàm lượng của các vi chất dinh dưỡng (vitamin) trong các loại trứng là điều cần thiết để khảo sát nguồn thực phẩm giàu vitamin ở Việt Nam.

Ở Việt Nam, ngành chăn nuôi đã phát triển rất lâu đời, từ trong các hộ gia đình, trong các trang trại. Việc chăn nuôi gia cầm để lấy trứng bổ sung vào nguồn thực phẩm là rất quan trọng. Hiện nay có hai loại mô hình chăn nuôi gia cầm chủ yếu là chăn nuôi

nhỏ lẻ hộ gia đình, ở quy mô chăn nuôi này, số lượng đàn thường nhỏ, thức ăn chủ yếu từ các nguồn tận dụng của gia đình, và đàn gia cầm thường có thời gian nuôi dưỡng lâu hơn cho đến cân nặng trưởng thành. Mô hình thứ hai là chăn nuôi quy mô công nghiệp, trang trại, ở quy mô này từ giống đến thức ăn đều chủ yếu sử dụng dạng công nghiệp. Do đó số lượng đàn, năng suất trứng,... đều lớn hơn rất nhiều so với quy mô hộ gia đình. Theo quan niệm lâu nay của rất nhiều người tiêu dùng Việt Nam là trứng gia cầm được nuôi từ những hộ gia đình thì chất lượng bao giờ cũng tốt hơn, giá trị dinh dưỡng cao hơn, có độ an toàn thực phẩm tốt hơn. Bài báo này là những kết quả công bố của chúng tôi về hàm lượng α -tocopherol trong lòng đỏ của một số loại trứng trên thị trường để có cái nhìn rõ hơn ở khía cạnh các vi chất dinh dưỡng trong các loại trứng, từ đó có nhận xét chính xác hơn về chất lượng của các loại trứng khác nhau và quy mô chăn nuôi khác nhau ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng trứng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất và thiết bị sử dụng

Cột sắc ký: cột ZORBAX Eclipse XDB – C18(4,6x150 mm, 5 μ m) (Agilent), cân phân tích chính xác 0,0001 g, máy siêu âm, máy nghiền mẫu thực phẩm, máy ly tâm, các dụng cụ thủy tinh cần thiết khác. Màng lọc dung môi 0,45 μ m, các hóa chất là các sản phẩm thương mại của hãng Merck loại tinh khiết dùng trong phân tích: n-hexan, methanol, KOH, ethanol, K₂SO₄ khan. Chất chuẩn ($\pm$)- α -tocopherol-synthetic, $\geq 96\%$, axit ascorbic đều phải là loại tinh khiết cho phân tích HPLC (hãng Sigma-Aldrich).

2.2. Phương pháp lấy mẫu

Các mẫu trứng được thu thập ở các siêu thị và đại lý trên địa bàn thành phố Vinh. Mỗi mẫu lấy 3 quả đựng vào túi nilon sạch, bảo quản lạnh trong hộp xốp, đưa về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, mỗi mẫu được xử lý sơ bộ tách riêng lòng trắng và lòng đỏ. Sau đó lòng đỏ mới được đưa đi tách chiết.

2.3. Thực nghiệm

Điều kiện sắc ký: Cột sắc ký: cột ZORBAX Eclipse XDB– C18 (4,6x150 mm, 5 μ m), pha động: 100% methanol (methanol đối với hệ thống RP, sau khi khảo sát tỉ lệ nước trong methanol dựa vào sự cân đối và thời gian lưu của peak, chúng tôi chọn dung môi là 100% methanol), nhiệt độ cột: 300°C, tốc độ dòng: 0,5 ml/phút, detector FLD có bước sóng kích thích 293nm, bước sóng phát xạ 336 nm [1].

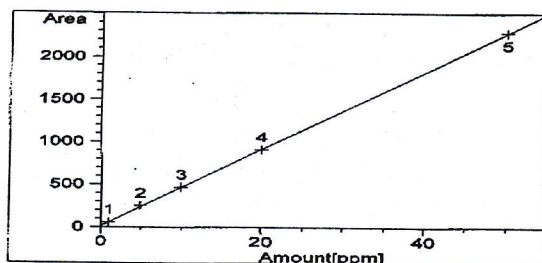
Xây dựng đường chuẩn α – tocopherol: Cân 10mg ($\pm 0,1$ mg) chất chuẩn α -tocopherol $\geq 96\%$ ($M(C_{29}H_{50}O_2) = 430,7$ g/mol) vào bình định mức 100 ml, hòa tan và định mức đến vạch bằng methanol thu được dung dịch chuẩn gốc 100 ppm. Dãy chuẩn α - tocopherol được khảo sát có nồng độ như sau: 1ppm; 5 ppm; 10 ppm; 20 ppm; 50 ppm. Phân tích các chuẩn nói trên và xác định phương trình hồi quy tuyến tính dựa vào diện tích các peak như sau:

$$y = 45,56473x + 7,26523$$

$$R^2 = 0,99997$$

Bảng 1 : Diện tích peak của α -tocopherol tương ứng với từng nồng độ chuẩn

Nồng độ chuẩn	Diện tích peak	a	b	R ²
1ppm	53,89987	45,56473	7,26523	0,99997
5ppm	246,64784			
10ppm	462,66498			
20ppm	911,91278			
50ppm	2287,03296			



Hình 1: Đường chuẩn biểu thị mối quan hệ giữa diện tích peak và nồng độ chuẩn α – tocopherol

Chuẩn bị mẫu:

Cân 5 g lòng đỏ trứng đã được tách cho vào bình tam giác. Thêm vào 20 ml KOH 2M + 0,5g Axit ascorbic rồi khuấy 250 vòng/phút ở nhiệt độ thường trong vòng 16 h trong điều kiện tránh ánh sáng. Sau đó tráng bằng nước cất rồi cho vào phễu chiết. Tiếp tục đem đi chiết 2 lần với n-hexan (mỗi lần 40 ml) lắc 30 phút để yên 30 phút, giữ lại phần trên và bỏ phần dưới. Phần trên được đem đi chiết tiếp với 30 ml nước cất để ion lắc 30 phút, để yên 30 phút, thử quỳ cho đến khi không còn màu xanh. Loại bỏ hết nước bằng cách làm khô trên natri sulfat. Giữ lại dung dịch phía trên đem đi cô quay chân không rồi định mức bằng 3 ml methanol cho qua màng lọc 0,45 μ m đưa vào vial và bơm vào máy HPLC để phân tích [2-5].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá phương pháp định lượng [6]

3.1.1. Khảo sát giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) của phương pháp

Trong bài báo này, việc xác định LOD và LOQ được thực hiện dựa trên đường chuẩn (Bảng 2). Tiến hành chạy lặp lại điểm chuẩn ở các nồng độ 3 lần, tính giá trị độ lệch chuẩn (SD) của 3 lần lặp lại, dựa vào độ dốc của đường chuẩn để tính giá trị LOD, LOQ theo các công thức:

$$LOD = \frac{3 \times SD}{a} \quad LOQ = \frac{10 \times SD}{a} = \frac{10 \times LOD}{3}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{tb})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{tb})^2}{k}}$$

Trong đó:

SD là độ lệch chuẩn;

n là số lần phân tích lặp lại của mỗi nồng độ chuẩn i;

k là số bậc tự do (k= n-1);

x_i là giá trị nồng độ mẫu tại lần đo thứ i;

x_{tb} là giá trị nồng độ trung bình của n lần đo;

a là hệ số góc của phương trình hồi quy tuyến tính ($y = ax + b$).

Bảng 2: Giá trị LOD và LOQ của α -tocopherol từng nồng độ chuẩn

Nồng độ chuẩn α -tocopherol (ppm)	Nồng độ đo được (ppm)			SD	SD(trung bình)	LOD (ppm)	LOQ (ppm)
	Lần 1	Lần 2	Lần 3				
1	1,02348	1,42565	1,64925	0,31710	0,29187	0,01922	0,06406
5	5,25368	4,88576	5,44652	0,28490			
10	9,99457	10,21352	10,40201	0,20390			
20	19,85412	20,36425	20,68675	0,41982			
50	50,03360	49,89912	50,42156	0,23363			

3.1.2 Xác định độ lặp của phương pháp

Theo lý thuyết thống kê, các đại lượng đặc trưng cho độ lặp lại là độ lệch chuẩn SD và hệ số biến thiên CV% (RSD).

Thực hiện phân tích 5 g lòng đỏ trứng, tiến hành phân tích lặp lại 3 lần trong cùng một điều kiện. Kết quả phân tích 3 lần lặp lại và độ lặp lại của phương pháp được nêu ra ở Bảng 3. Độ lặp lại của phương pháp được đánh giá qua độ lệch chuẩn tương đối (RSD).

Bảng 3: Kết quả trung bình, độ lệch chuẩn, hệ số biến thiên của các mẫu trứng

TT	Mẫu trứng gà nhà		Mẫu trứng gà công nghiệp		Mẫu trứng ngỗng	
	Khối lượng (g)	Hàm lượng α -tocopherol (mg/kg)	Khối lượng (g)	Hàm lượng α -tocopherol (mg/kg)	Khối lượng (g)	Hàm lượng α -tocopherol (mg/kg)
1	5,0016	7,2498	5,0008	5,1104	5,0010	8,1757
2	5,0010	7,2387	5,0011	5,1124	5,0009	8,1618
3	5,0019	7,2644	5,0002	5,1006	5,0006	8,1456
X_{tb}	7,251		5,1078		8,1610	
S	0,0127		0,00601		0,01506	
CV(%)	0,1751		0,1177		0,1845	

Nhận xét: Kết quả tính toán cho thấy, phương pháp có lặp lại cao cho độ đúng tốt đáp ứng yêu cầu định lượng.

3.2 Xác định hàm lượng α - tocopherol trong các mẫu trứng

Sau khi tiến hành phân tích trên các mẫu trứng bằng máy sắc ký lỏng hiệu năng cao chúng tôi tính hàm lượng α -tocopherol (mg/g) có trong mẫu theo công thức sau :

$$C = (C_0 / m) \cdot V_{dm} \cdot f$$

Trong đó:

C: Nồng độ α -tocopherol có trong mẫu tính bằng (mg/g).

C_0 : Nồng độ α -tocopherol trong dịch chiết từ đường chuẩn, tính theo ppm.

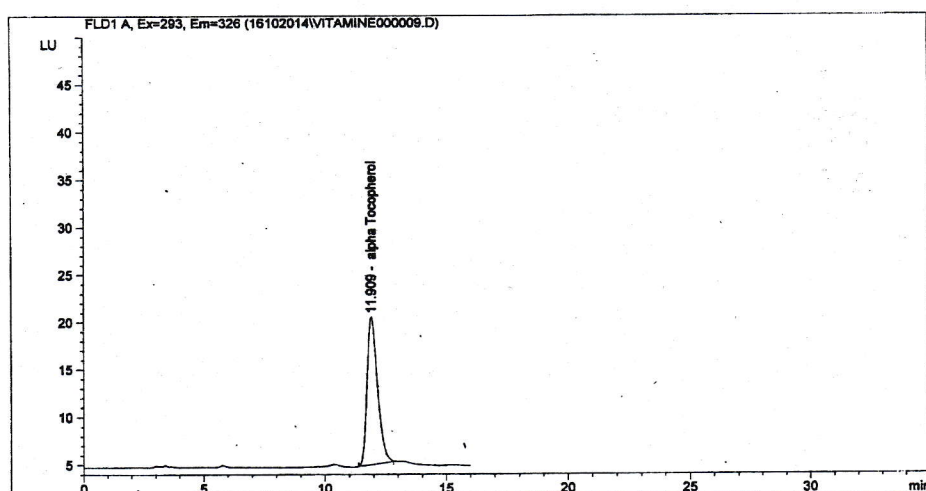
V_{dm} : Thể tích bình định mức.

f: Hệ số pha loãng (nếu có).

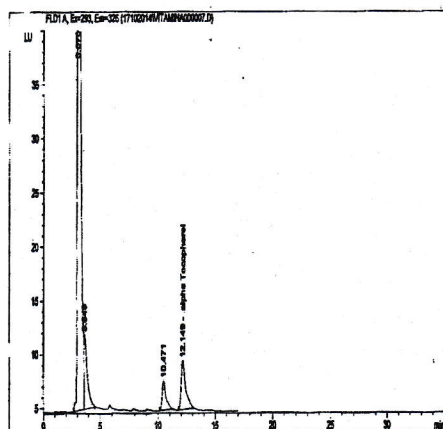
m: Khối lượng mẫu (g).

Bảng 4 : Kết quả phân tích hàm lượng α - tocopherol trong các mẫu trứng

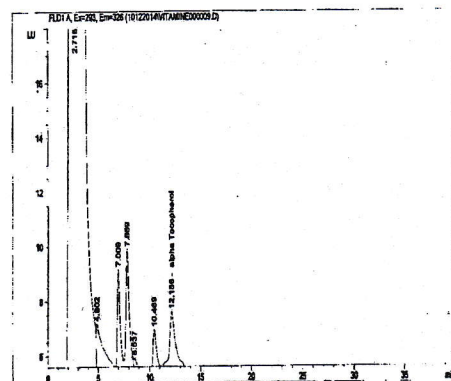
Mẫu	Các mẫu	C_0 (ppm)	Khối lượng mẫu (g)	Diện tích pic	Thể tích định mức (ml)	C (mg/kg)
1	Trứng gà nhà	3,62590	5,0016	172,47826	10	7,2498
2	Trứng gà công nghiệp	2,55565	5,0008	123,71268	10	5,1104
3	Trứng ngỗng	4,08865	5,0010	188,20457	10	8,1757



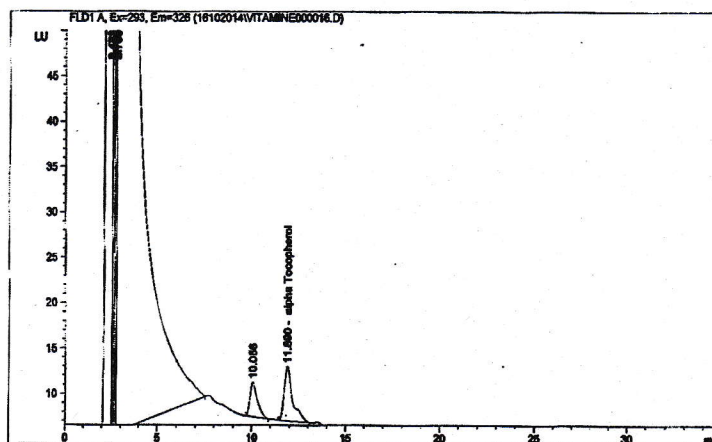
Hình 1: Sắc đồ mẫu chuẩn có nồng độ 10ppm



Hình 2: Sắc đồ mẫu trứng gà nhà



Hình 3: Sắc đồ mẫu trứng gà công nghiệp



Hình 4: Sắc đồ mẫu trứng ngỗng

3.3. Xác định hiệu suất thu hồi

Độ thu hồi của phương pháp cũng được xác định bằng cách tiến hành phân tích 3 lần lặp lại đối với mẫu trứng gà nhà đã được tiến hành tách chiết theo quy trình xử lý và phân tích mẫu với nồng độ thêm chuẩn là 2 ppm [6]. Kết quả thu được ghi ở bảng 5.

Bảng 5: Kết quả xác định hiệu suất thu hồi của phương pháp

Mẫu	Số lần	C _m (ppm)	C _{s+m} (ppm)	C _{so} (ppm)	H%
Trứng gà nhà	1	7,2498	9,0421	2	89,615
	2	7,2387	9,0652	2	91,325
	3	7,2644	9,0669	2	90,125

Qua kết quả cho thấy hiệu suất thu hồi cao, tỉ lệ % tìm lại chất phân tích là Htb% = 90,335% đáp ứng yêu cầu phân tích.

4. KẾT LUẬN

Đã xác định hàm lượng α - tocopherol (thành phần của vitamin E) bằng cách tách chiết với các dung môi không phân cực, sau đó đem đi xác định bằng HPLC – FLD sử dụng cột ZORBAX Eclipse XDB - C18. Kết quả cho thấy phương pháp đưa ra là chính xác trong việc xác định hàm lượng vitamin E và giới hạn định lượng là 0,06406 mg/kg. Phương pháp này cho giá trị thu hồi khoảng 90%. Nồng độ của phân tích được phát hiện trong các loại trứng: mẫu trứng gà nhà ($7,2498 \pm 0,032$ mg/kg), trứng gà công nghiệp ($5,1104 \pm 0,158$ mg/kg), trứng ngỗng ($8,1757 \pm 0,045$ mg/kg).

Đã tiến hành đánh giá phương pháp định lượng và cho thấy phương pháp thỏa mãn tính thích hợp của hệ thống sắc ký, tính chính xác, tính tuyến tính, tính đúng, tính đặc hiệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn Quốc Gia: 8276 : 2010. Xác định vitamin E bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao- Định lượng α -1, β -, γ -, và δ -tocopherol. Nhà xuất bản Hà Nội (2010).
2. Hongxin Zhang, Renlu Huang, Qiuxia Yang, Xiaohu Guo and Hui Chen. High-performance liquid chromatography (HPLC) analysis of the α -tocopherol deposition in the egg yolk: Effect of dl- α -tocopheryl acetate application in feed of breeding hens. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.10 (1) (2012), pp 385-390.
3. H. D. Karsten, P. H. Patterson, R. Stout, G. Crews, "Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens," Renew. Agric. Food Syst., vol. 25 (2010), No.1, pp. 45–54.
4. K. E. Anderson, "Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities," Poult. Sci, vol 90, (2011) No 7, pp. 1600–1608.
5. A. V. Mori, C. X. Mendonca Jr., C. R. M. Almeida, M. C. G. Pit, "Supplementing hen diets with vitamins A and E affects egg yolk retinol and α -tocopherol levels," J. Appl. Poult. Res., vol. 12 (2003), No. 2, pp. 106– 114.
6. Trần Cao Sơn, Phạm Xuân Đà, Lê Thị Hồng Hào, Nguyễn Thành Trung. Thẩm định phương pháp trong phân tích Hóa học và vi sinh vật. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật 2010.