

ỨNG DỤNG SỰ THAY ĐỔI THÀNH PHẦN ĐỒNG VỊ $\delta^{13}\text{C}$ ĐỂ XÁC ĐỊNH SỰ PHA TRỘN ĐƯỜNG TRONG NƯỚC HOA QUẢ

HÀ LAN ANH*, NGUYỄN THỊ TƯƠI, MAI ĐÌNH KIÊN, VŨ HOÀI, VÕ THỊ ANH

Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân, 179 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

*Email: meetanh@yahoo.com

Tóm tắt: Mục tiêu của nghiên cứu này là phát triển phương pháp phân tích thành phần $\delta^{13}\text{C}$ trên khối phổ kế tỷ số đồng vị EA - IRMS để xác thực sự pha trộn đường của cây C4 vào nước ép hoa quả. Thành phần $\delta^{13}\text{C}$ trong đường tách từ nước ép táo tươi cũng như một số các sản phẩm nước táo, và đường là sản phẩm của cây mía quang hợp theo chu trình C4 được phân tích. Kết quả cho thấy thành phần đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ của đường từ nước ép táo tươi và nước táo nguyên chất có giá trị trong khoảng từ -27,00 ‰ đến -24,00 ‰. Trong khi đó thành phần đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ của các sản phẩm đường mía có giá trị trong khoảng -13,00 ‰ đến -11,00 ‰. Căn cứ dấu hiệu đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ này nhóm nghiên cứu đã xác định sự pha trộn đường C4 vào một số sản phẩm nước ép táo trên thị trường.

Từ khóa: Tỷ số đồng vị bền $\delta^{13}\text{C}$, Sự pha trộn, Nước hoa quả, Khối phổ kế tỷ số đồng vị EA-IRMS

I. MỞ ĐẦU

Vấn đề tiêu thụ thực phẩm hiện nay cho thấy sự gia tăng của các xu hướng khác nhau. Một mặt, toàn cầu hóa thúc đẩy sự đồng nhất về thị hiếu và tiêu chuẩn hóa các mô hình tiêu thụ [1,2]. Mặt khác, có các thị trường yêu cầu khác nhau xuất hiện, được đặc trưng bởi sự nhạy cảm hơn về chất lượng, quan tâm chủ yếu đến các đặc tính như cảm quan, sức khỏe, coi trọng nguồn gốc tự nhiên và văn hóa của lãnh thổ sản xuất sản phẩm [3,4].

Theo nghiên cứu về đánh giá sở thích của người tiêu dùng cho thấy, trong một số trường hợp họ sẵn sàng trả tiền cho các nhân chất lượng, nhãn chỉ dẫn địa lý của liên minh Châu Âu (Protected Designation of Origin (PDO) and Protected Geographical Indications (PGI)) [5]. Người tiêu dùng luôn muốn biết thực phẩm của họ đến từ đâu và bao gồm những gì. Ngoài việc được đảm bảo về chất lượng của sản phẩm họ mua, còn có sự quan tâm mạnh mẽ đến việc pha trộn, gian lận gây tổn hại về tài chính và có thể gây ra những nguy hiểm đáng kể cho sức khỏe. Do đó, các kỹ thuật liên quan đến việc kiểm soát thực phẩm ngày càng phát triển và ứng dụng rộng rãi. Đặc biệt là kỹ thuật phân tích đồng vị bền có ưu thế mạnh trong việc nghiên cứu sự pha trộn để đánh giá xác thực thực phẩm [6].

Các nguyên tố chính liên quan đến việc kiểm soát xác thực thực phẩm như Hydro, Cacbon, Oxy, Nito, Lưu huỳnh, được biết đến với sự xuất hiện của các đồng vị bền phân bố phong phú trên trái đất [7]. Tuy nhiên sự phân bố trong tự nhiên của các đồng vị này không phải là một giá trị cố định mà có sự biến đổi một cách rõ ràng bởi các quá trình sinh hóa và hóa lý, sự biến đổi này được gọi là quá trình phân tách đồng vị. Phần lớn các thực vật trên trái đất sử dụng quy trình Calvin để cố định CO_2 từ khí quyển (C3), giai đoạn cố định CO_2 nhờ chất nhận là RiDP (ribuloso 1.5 – diphosphate) với sự xúc tác của enzyme ribuloso 1,5 – diphosphate carboxylase tạo thành hợp chất 6C, nhưng hợp chất này không bền nên nhanh chóng bị gãy thành hai phân tử 3C là APG (axit phosphoglyxeric). Vì vậy, sản phẩm đầu tiên

của quá trình cố định CO₂ này là hợp chất 3C nên người ta gọi thực vật này là C3. Enzyme ribolozo 1,5 – diphosphate carboxylase (rubisco) tham gia quá trình này lại ưu tiên phản ứng với ¹²CO₂ và phân tách đồng vị nặng. Mặt khác, một số loại thực vật đặc biệt từ các vùng khí hậu ẩm như mía đường, ngô, kê và cây lúa miến (một loại kê) được gọi là thực vật C4 sử dụng chu trình Hatch – Slack cố định CO₂ trong một C₄ trung gian. Enzym phosphoenolpyruvate carboxylase xúc tác cho quá trình này ít phân tách hơn so với rubisco ở C3 nên thực vật C4 ít làm nghèo đồng vị Cacbon nặng. Kết quả là thực vật C4 và các chất chuyển hóa của chúng giàu đồng vị ¹³C so với các sản phẩm từ thực vật C3. Cây C4 có giá trị δ¹³C_{PDB} từ -17‰ đến -9‰ trung bình là -13‰, trong khi cây C3 cho thấy giá trị từ -32 ‰ đến -20 ‰ với giá trị trung bình -27 ‰ [8,9,10]. Dựa trên cơ sở khoa học này và kỹ thuật phân tích đồng vị phát triển giúp chúng ta có thể ứng dụng đồng vị bền của Cacbon trong việc xác thực chất lượng sản phẩm nông sản cũng như nước ép trái cây.

Ngày nay, nước ép trái cây đóng gói có sẵn cho khách hàng ở hầu hết các quốc gia trên thế giới nhờ kỹ thuật sản xuất và công nghệ đóng gói hiện đại. Việc sản xuất nước trái cây tăng đều kể từ giữa những năm 1900 đến nay, chủ yếu là sản xuất các chất cô đặc, được tái lập bằng cách bổ sung nước ngay trước khi đóng gói cuối cùng. Giá của nước hoa quả cô đặc thường cao gấp hai đến ba lần giá đường, ở quy mô thương mại, sẽ có lợi nhuận đáng kể từ việc thay thế một vài phần trăm chất rắn nước ép bằng đường mía và si-rô ngô hàm lượng Fructose cao là các sản phẩm sẵn có và rẻ tiền. Năm 1991, chính phủ Anh có cuộc khảo sát và kết luận rằng có sự pha trộn rộng rãi và có hệ thống của nước cam được bán ở Anh và các hoạt động gian lận với các loại nước hoa quả khác như nước ép quả mâm xôi, táo, lê hoặc nho [11].

Trên thế giới, phương pháp đo tỷ số đồng vị bền của Carbon thường được sử dụng để xác định nguồn đường trong các sản phẩm thực phẩm và nước ép trong khoảng gần bốn mươi năm trở lại đây. Do vậy, chúng ta có thể phát triển và ứng dụng phương pháp này để xác định nước hoa quả, hay cụ thể đường có bị thêm đường từ ngoài vào sản phẩm nguyên chất ở Việt Nam. Nếu các sản phẩm đường từ cây C4 được thêm vào các sản phẩm C3 này thì giá trị đồng vị sẽ tăng lên, vì hầu hết các siro và các loại đường là sản phẩm từ thực vật C4, giàu giá trị đồng vị δ¹³C.

II. NỘI DUNG

II.1. Đối tượng và phương pháp xử lý mẫu

Nghiên cứu tập trung vào việc phân tích thành phần δ¹³C của đường trong sản phẩm nước ép hoa quả. Việc nghiên cứu xử lý và phân tích mẫu dựa trên tiêu chuẩn Châu Âu ENV12140:1996 về xác định tỷ số đồng vị bền (¹³C/¹²C) của đường từ nước quả sử dụng khối phổ kế tỷ số đồng vị.

Nước ép táo được mua về phòng thí nghiệm, lấy khoảng 50 ml nước trái cây loại bỏ thành phần rắn bằng cách ly tâm 5000 vòng/phút trong 10 phút. Các chất hòa tan còn lại trong chất lỏng sau khi ly tâm được loại bỏ bằng cách thêm Ca(OH)₂ dạng bột vào dung dịch khuấy đều

Formatted: German (Germany)

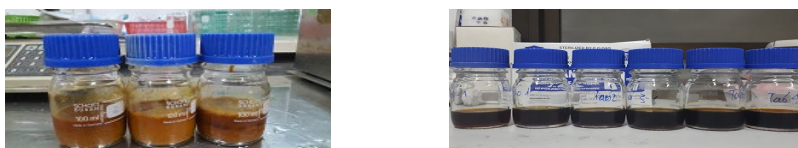
Formatted: German (Germany)

Formatted: Italian (Italy)

Formatted: Italian (Italy)

và gia nhiệt trong bể nước đặt nhiệt độ ở 90°C trong 3 phút. Trong giai đoạn này của quy trình, các axit hữu cơ, axit amin và các hợp chất khác được kết tủa. Tách riêng kết tủa bằng cách ly tâm dung dịch nóng với tốc độ 4000 vòng/phút trong 5 phút.

Chất lỏng nổi phía trên của dung dịch sẽ được loại bỏ. Sau đó, dung dịch được axit hóa với axit sulfuric 0,1 mol /L để có pH khoảng 5. Khi đạt pH theo yêu cầu, màu của dung dịch thay đổi. Dung dịch này chứa chủ yếu là đường, canxi sulfat (CaSO₄) và một thành phần nhỏ chất tạo màu[12]. Loại bỏ một phần CaSO₄ và chất tạo màu dư bằng cách bảo quản dung dịch trong tủ lạnh ở khoảng 4°C qua đêm (khoảng 15h) sau đó lọc qua phin lọc kích thước lỗ 0,45 μL lấy dung dịch. Mẫu trong khi xử lý và sản phẩm dung dịch cuối cùng thu được thể hiện trong hình 1. Dung dịch được đông khô và đông hóa chất khô lạnh thành bột mịn trước khi bảo quản trong lọ thủy tinh bằng nắp nhựa kín chuẩn bị cho phân tích tỷ số đồng vị bền của Cacbon.



Hình 1. Mẫu dung dịch nước táo trong khi xử lý và sau khi xử lý

II.2. Phân tích mẫu sử dụng khối phổ kế tỷ số đồng vị

Phân tích tỷ số đồng vị bền của Cacbon ¹³C/¹²C được thực hiện trên thiết bị khối phổ kế tỷ số đồng vị EA-IRMS. Mẫu bột được gói vào con nhôm thiếc đưa vào đốt ở nhiệt độ 1030°C trong cột phản ứng của EA có cấp thêm Oxy trên bề mặt chất xúc tác là Crom oxit và Coban. Toàn bộ khí được sinh ra trong quá trình đốt mẫu đi qua cột Đồng siêu sạch rồi tiếp tục đi qua cột sắc ký nhờ các hạt rây phân tử có kích thước 5 Å để tách và loại bỏ các loại khí khác có thể sinh ra trong quá trình đốt mẫu và sau đó đi vào khối phổ kế IRMS. Dòng khí mang He được cấp liên tục cho EA-IRMS và kéo theo khí CO₂ vào buồng ion hóa, khối phổ kế có khả năng tách các ion có số khối khác nhau và các ion được thu vào các cốc Faraday theo sự lái tia của lực từ trường. Các cốc Faraday này ghi nhận điện tích rơi vào trong cốc và cho ra chỉ thị trên các kênh ghi nhận tín hiệu. Phần mềm máy tính sẽ tính diện tích các peak của mẫu khí CO chuẩn và mẫu cần phân tích. Rồi dựa vào đường chuẩn của các chất chuẩn được phân tích cùng mẫu để tính được thành phần đồng vị δ¹³C trong các mẫu thực.

Thành phần đồng vị được tính theo công thức sau:

$$\delta = \frac{R_S - R_{Std}}{R_{Std}} \cdot 1000 (\text{‰})$$

Trong đó:

Formatted: German (Germany)

Field Code Changed

Formatted: German (Germany)

R_s : Tỷ số $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ của mẫu cần đo

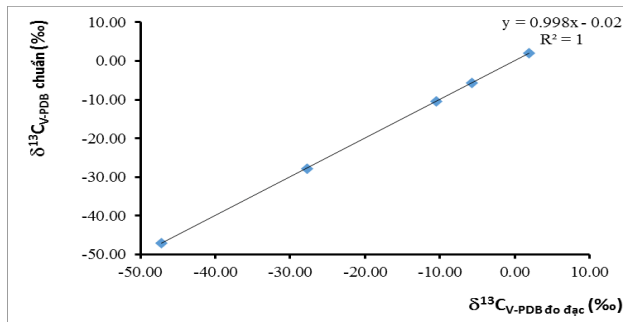
R_{Std} : Tỷ số $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ của mẫu chuẩn C

Các mẫu chuẩn được sử dụng trong nghiên cứu này là IAEA CO-8 ($\delta^{13}\text{C}: -5,75 \pm 0,06 \text{‰}$), IAEA CO-9: ($\delta^{13}\text{C}: -47,14 \pm 0,15 \text{‰}$), NBS-19 ($\delta^{13}\text{C}: +1,95 \pm 0,03 \text{‰}$), Sucrose: ($\delta^{13}\text{C}: -10,45 \pm 0,13 \text{‰}$), IAEA 600: ($\delta^{13}\text{C}: -27,77 \pm 0,04 \text{‰}$). $\delta^{13}\text{C}$ của các mẫu chuẩn được so sánh với $\delta^{13}\text{C}$ của V-PDB (Vienna Peedee Belemnite)

Các mẫu chuẩn được thực hiện như các mẫu cần phân tích và phân tích xen kẽ trong cùng một mẻ phân tích, cứ 10 mẫu cần phân tích được kẹp thêm 3 mẫu chuẩn và 2 mẫu tham khảo của IAEA. Các kết quả phân tích mẫu chuẩn được dùng để xây dựng đường chuẩn tuyến tính, hệ số làm khớp (R^2) đạt được từ 0,99 đến 1. Kết quả của mẫu phân tích (‰) được tính toán dựa vào đường chuẩn vừa xây dựng ở trên và được viết là $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$.

II.3. Kết quả và thảo luận

Nhóm nghiên cứu đã sử dụng các mẫu chuẩn và mẫu tham khảo của IAEA: CO-8 ($\delta^{13}\text{C}: -5,75 \pm 0,06 \text{‰}$), CO-9: ($\delta^{13}\text{C}: -47,14 \pm 0,15 \text{‰}$), NBS-19 ($\delta^{13}\text{C}: +1,95 \pm 0,03 \text{‰}$), Sucrose: ($\delta^{13}\text{C}: -10,45 \pm 0,13 \text{‰}$), IAEA600: ($\delta^{13}\text{C}: -27,77 \pm 0,04 \text{‰}$) xây dựng đường chuẩn và kiểm tra độ lặp lại và độ đúng của phép phân tích. Kết quả cho thấy hệ số tương quan của đường chuẩn khi sử dụng cả 5 điểm trên đạt $R^2 = 1$ với các hệ số tương quan $a = 0,998 \pm 0,001$ và $b = -0,02 \pm 0,01$ với giá trị $P < 0,05$ ($P = 8,64 \cdot 10^{-10}$). Độ lệch chuẩn của các giá trị phân tích đạt nhỏ hơn $0,05 \text{‰}$, độ chệch bias $\leq 0,6 \text{‰}$ cho thấy phép phân tích có kết quả đáng tin cậy. Kết quả được thể hiện ở hình 2 và bảng 1.



Hình 2. Xây dựng đường chuẩn

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

Formatted: German (Germany)

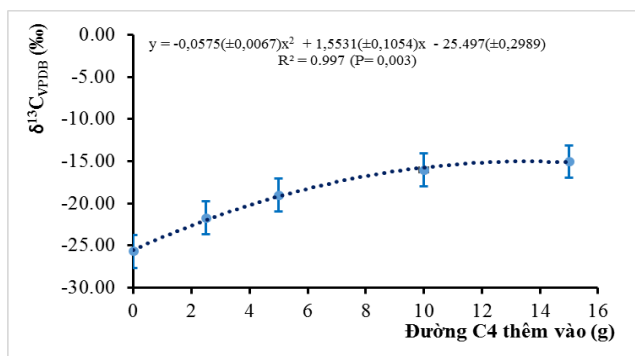
Formatted: Vietnamese

Formatted: Vietnamese

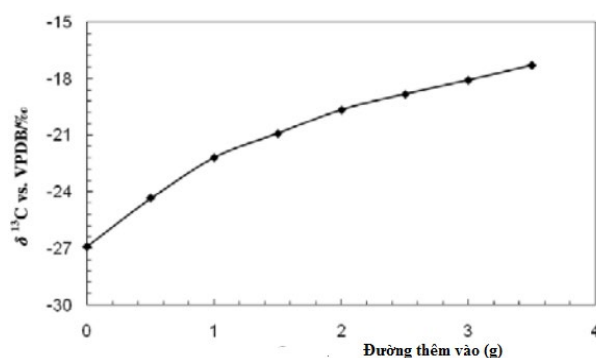
Bảng 1. Kết quả kiểm tra độ lặp lại và độ đúng của phép phân tích

Tên mẫu	IAEACO-8 $\delta^{13}C_{V-PDB} \text{ ‰}$	IAEACO-9 $\delta^{13}C_{V-PDB} \text{ ‰}$	NBS-19 $\delta^{13}C_{V-PDB} \text{ ‰}$	Sucrose $\delta^{13}C_{V-PDB} \text{ ‰}$	IAEA-600 $\delta^{13}C_{V-PDB} \text{ ‰}$
	-5,79	-47,31	1,98	-10,40	-27,78
	-5,78	-47,19	1,95	-10,41	-27,76
	-5,78	-47,28	1,96	-10,46	-27,76
	-5,74	-47,20	1,96	-10,45	-27,77
	-5,75	-47,23	1,94	-10,43	-27,78
	-5,73	-47,21	1,98	-10,42	-27,80
Độ lệch chuẩn ‰	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02
Giá trị trung bình ‰	-5,76	-47,24	1,96	-10,43	-27,78
Giá trị gốc ‰	-5,75	-47,14	1,95	-10,45	-27,77
Độ chệch bias %	-0,20	-0,21	-0,60	0,21	-0,02

Thí nghiệm thêm đường trắng Biên Hòa là loại đường mía (C4) có giá trị thành phần đồng vị $\delta^{13}C_{VPDB} = -12,48 \text{ ‰}$ vào nước ép táo tươi Kinsel - Aomori - Nhật Bản có giá trị $\delta^{13}C_{VPDB}$ -đường = $-25,70 \text{ ‰}$ theo các tỷ lệ 5%, 10%, 20% và 30%. Kết quả cho thấy sự thay đổi giá trị thành phần đồng vị $\delta^{13}C_{VPDB}$ rất rõ ràng và tuân theo quy luật hàm bậc 2 có hệ số tương quan $R^2 = 0,997$ với trị số $P = 0,003 < \alpha = 0,05$. Kết quả được thể hiện ở hình 3. Kết quả này khá tương đồng về mặt hình học với công bố của nhóm Dana Alina Magdas và cs công bố năm 2012 được thể hiện ở hình 4 [13]. Nhóm này đã công bố sự thay đổi $\delta^{13}C$ theo lượng đường C4 gần giống với đường tuyến tính và chưa đưa ra được đánh giá đường tương quan của giá trị $\delta^{13}C$ và lượng đường C4 thêm vào.



Hình 3. Sự thay đổi thành phần đồng vị $\delta^{13}C_{V-PDB}$ theo % đường C4 thêm vào



Hình 4. Sự thay đổi thành phần đồng vị $\delta^{13}C_{V-PDB}$ theo lượng đường C4 thêm vào

(Công bố của Dana Alina Magdas và cs,2012)

Dựa trên thí nghiệm thêm đường C4 vào mẫu nước ép táo, nhóm nghiên cứu đã phân tích thành phần đồng vị $\delta^{13}C$ của đường trong một số các mẫu nước táo được bán trên thị trường Việt Nam để đánh giá sự pha trộn đường C4 vào các sản phẩm nước ép táo thương mại. Kết quả được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân tích $\delta^{13}C_{V-PDB}$ trong đường của nước ép táo trên thị trường

STT	Tên mẫu	Công bố lượng đường C4 thêm vào (%)	$\delta^{13}C_{V-PDB}$ (‰)	Xuất xứ
1	Nước ép táo 1	0	-24,71	Phần Lan
2	Nước ép táo 2	0	-26,03	Việt Nam
3	Nước ép táo 3	0	-24,61	Thái Lan
4	Nước ép táo 4	0	-26,71	Australian

STT	Tên mẫu	Công bố lượng đường C4 thêm vào (%)	$\delta^{13}C_{V-PDB}$ (‰)	Xuất xứ
5	Nước ép táo 5	0	-26,45	Nhật Bản
6	Nước ép táo 6	0	-26,78	Nhật Bản
7	Nước ép táo 7	0	-25,71	Nhật Bản
8	Nước ép táo 8	5	-12,98	Việt Nam
9	Nước ép táo 9	0	-25,66	Australian

Kết quả phân tích thành phần $\delta^{13}C$ cho thấy hầu hết các sản phẩm bán trên thị trường có nhãn hiệu công bố đúng chất lượng về hàm lượng đường thêm vào. Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu đã phát hiện được một sản phẩm nước táo thêm đường C4 vào sản phẩm và công bố chưa đúng về lượng đường thêm vào. Mẫu nước ép táo 8 có giá trị $\delta^{13}C_{V-PDB}$ -12,98 ‰ là giá trị của sản phẩm đường mía có khoảng giá trị $\delta^{13}C_{V-PDB}$ từ -11‰ tới -14 ‰ [9,10].

Như vậy, mẫu nước ép số 8 với công bố 95% nước ép tự nhiên là chưa phù hợp về nhãn chất lượng. Với giá trị $\delta^{13}C_{V-PDB} = -12,98‰$ cho thấy đường trong sản phẩm nước ép táo này có giá trị xấp xỉ với giá trị $\delta^{13}C_{V-PDB}$ của đường mía Biên Hòa, Việt Nam.

III. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp phân tích tỷ số đồng vị bền của Cacbon sử dụng khối phổ kế tỷ số đồng vị EA-IRMS có độ tin cậy cao và có khả năng áp dụng trong việc xác định hàm lượng đường C4 được thêm vào nước ép táo tự nhiên.

Mối tương quan giữa lượng đường C4 thêm vào với sự thay đổi giá trị $\delta^{13}C_{V-PDB}$ -đường của nước ép hoa quả là căn cứ để xác thực công bố chất lượng nước ép táo trên thị trường.

Chín mẫu nước ép táo trên thị trường đã được xác thực hàm lượng đường C4 thêm vào, trong đó có một mẫu được phát hiện là giả với giá trị $\delta^{13}C_{V-PDB}$ -đường gần như giống với giá trị $\delta^{13}C$ của loại đường mía (C4).

Đây là hướng nghiên cứu mới về việc xác thực sự pha trộn đường C4 vào sản phẩm nước ép hoa quả sử dụng kỹ thuật đồng vị. Hướng nghiên cứu này có tính thực tiễn cao, có khả năng áp dụng trong việc xác thực tính thực - giả trong công bố của nhà sản xuất. Giúp các nhà quản lý và người tiêu dùng đánh giá chất lượng đường trong sản phẩm nước hoa quả được bán. Hướng nghiên cứu có thể tiếp tục được mở rộng với các sản phẩm khác ngoài nước táo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mak, A.H.N., Lumbers, M., Eves, A. Globalisation and food consumption in tourism. *Annals of Tourism Research* 39(1), 171–196. (2012).
- [2]. Casini L., Contini C., Romano C., Scozzafava G. Trends in food consumptions: what is happening to Generation X? *British Food Journal* 117(2), 705-718.(2015).
- [3]. Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B. and Lugasi, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – a review. *Appetite* 51 (3), 456-467. (2008).
- [4]. Meas, T., Hu, W., Batte, M.T., Woods, T.A., Ernst, S. Substitutes or Complements? Consumer preference for local and organic food attributes. *American Journal of Agricultural Economics* 19 (doi: 10.1093/ajae/aau108). (2014).
- [5]. Aprile, M. C., Caputo, V., Nayga, J.R.M. Consumers' valuation of food quality labels: the case of the European geographic indication and organic farming labels. *International Journal of Consumer Studies* 36, 158–165. (2012).
- [6]. F.J Carter., Philip J H Dunn, Helen Salouros, Sean Doyle. Forensic application of stable isotope delta values: Proposed minimum requirements for method validation. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 31(17) DOI: 10.1002/rcm.7925. (2017).
- [7]. Kelly, S., Heaton, S., Hoogewerff, J. Tracing the geographical origin of food: The application of multi-element and multi-isotope analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 555–567. (2005)
- [8]. Da-wen Sun.. Modern techniques for food authentication. *Academic Press* (2008).
- [9]. O'Leary, M. H. Carbon isotope fractionation in plants. *Phytochemistry*, 20, 553–567. DOI: 10.1016/0031-9422(81) 85134-5. (1981).
- [10]. O'Leary, M. H. Carbon isotopes in photosynthesis. *Bio-Science*, 38, 328–333. (1988).
- [11]. James F. Carter., Lesley A. Chesson. *Food Forensics: Stable Isotopes as a Guide to Authenticity and Origin*. 2017 by Taylor & Francis Group, LLC
- [12]. ENV12140:1996. Fruit and vegetable juices - Determination of the stable carbon isotope ratio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) of sugars from fruit juices - Method using isotope ratio mass spectrometry. *Published by the European Committee for Standardization*
- [13]. Dana Alina Magdas, Nicoleta Simona Vedeanu, Romulus Puscas. The use of stable isotopes ratios for authentication of fruit juices. *Chemical Papers* 66 (2), 152–155. (2012)

APPLICATION OF VARIATION IN $\delta^{13}\text{C}$ TO DETECT SUGAR ADULTERATION OF JUICE BEVERAGE

HA LAN ANH*, NGUYEN THI TUOI, MAI ĐINH KIEN, VU HOAI, VO THI ANH

Institute for Nuclear Science and Technology, 179 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Ha Noi

**Email: meetanh@yahoo.com*

Abstract: The objective of this study is the development of the isotope composition $\delta^{13}\text{C}$ analytical method using the isotope ratio mass spectrometry (EA- IRMS) to detect sugar of C4 plants adulteration in the juice beverage. The composition $\delta^{13}\text{C}$ in sugar separated from fresh apple, apple juices as well as sugar is the product of photosynthesis plants according to C4 cycle is analysed. The results show that the isotope composition $\delta^{13}\text{C}$ of sugar from fine apple juice and apple is in the range of -27.00 ‰ to -24.00 ‰. Meanwhile, the isotope composition $\delta^{13}\text{C}$ of cane sugar products is valid in the range of -13.00 ‰ to -11.00‰. Based on the isotope signs of $\delta^{13}\text{C}$ values, the research team determined the purity or mixing C4 sugar of some apple juice products on the market.

Keywords: Stable isotope composition $\delta^{13}\text{C}$, Adulteration, Fruit juice, Isotope ratio mass spectrometry EA- IRMS