

## SO SÁNH PHƯƠNG PHÁP BERTRAND VÀ PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ PHỨC CHẤT, ỨNG DỤNG XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KHỬ TRONG TRÁI CÂY

VAN TRONG NGUYEN

*Khoa công nghệ hóa học, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh  
nguyenvantrong@iuh.edu.vn*

**Tóm tắt.** Trong nghiên cứu này, chúng tôi thiết lập phương pháp chuẩn độ phức chất để xác định đường khử trong một số loại trái cây. Kết quả này được so sánh với phương pháp Bertrand. Một số yếu tố như dung môi trích ly, thời gian trích ly, độ lặp, độ đúng và hiệu suất thu hồi của phương pháp đã được khảo sát. Mẫu phân tích so sánh đã được gửi đến Trung tâm kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng 3 (QUATEST 3). Kết quả nhận được đã minh chứng cho độ đúng của phương pháp. Phương pháp chuẩn độ phức chất này có nhiều ưu điểm so với phương pháp Bertrand như thời gian phân tích nhanh hơn, độ chính xác cao hơn ...

**Từ khóa.** Đường khử; trái cây; phức chất; phương pháp Bertrand.

### COMPARISON BETWEEN BERTRAND METHOD AND COMPLEX TITRATION, APPLYING TO DETERMINE SUGAR CONTENT IN FRUIT

**Abstract.** In this study, a method of complex titration to determine sugar content in a variety of fruits was established and the results are compared with Bertrand method. A range of parameters including extracting solvent, time of extraction, repeatability and accuracy of the method were investigated. The fruit samples were sent to Quality Assurance and Testing Center 3 (QUATEST 3) for testing and it is proved a high correlation between these tests. This method was also providing more superior features including short analytical time, higher accuracy in comparison with Bertrand method.

**Keyword.** Reduced sugar, complexes, Bertrand.

## 1 GIỚI THIỆU

Đường khử là các loại đường có chứa nhóm aldehyde (-CHO) như đường glucose, fructose, arabinose, maltose, lactose có công thức chung là  $C_6H_{12}O_6$  [1-2], đường khử thường có nhiều trong thực vật như củ cải đường, các loại trái cây có vị ngọt. Trong công nghiệp đường thường được dùng làm trong sản xuất thực phẩm như bánh kẹo, nước ngọt ..., ngoài ra chúng còn được sử dụng trong một số lĩnh vực công nghiệp khác [3-4]. Đường có vai trò quan trọng đối với cơ thể con người, nó cung cấp năng lượng chính cho cơ thể, duy trì hoạt động chức năng thần kinh trung ương, mỗi ngày một người cần 100-120 g đường, đường huyết phải ở mức bình thường mới có thể duy trì chức năng của não bộ, đường huyết giảm sẽ ảnh hưởng tới chức năng não bộ và có thể dẫn đến bệnh hạ đường huyết. Tuy nhiên, khi sử dụng đường dư thừa đường sẽ tích tụ trong gan làm gan nhiễm mỡ suy giảm chức năng gan là nguyên nhân làm xuất hiện các căn bệnh khác nhau trong đó có bệnh tiểu đường [5]. Việt Nam là một nước nhiệt đới, có nhiều loại trái cây như chuối, quýt, táo, xoài, nho mận, cam, dứa, đu đủ ..., đường trong các loại trái cây chủ yếu là loại đường fructose một loại đường khử, việc xác định đánh giá hàm lượng của chúng có trong các loại trái cây trên nhằm mục đích khuyến cáo người tiêu dùng có ý thức về hàm lượng đường khi sử dụng.

Trước đây để xác định đường khử thường sử dụng các phương pháp truyền thống như Bertrand, Luff-Shoorl ... Đối với phương pháp Bertrand [6-7], đường khử phản ứng với dung dịch Felling A ( $CuSO_4$ ,  $H_2SO_4$ ) và B ( $NaOH$ ,  $KNaC_4H_4O_6$ ) trong môi trường kiềm sinh ra một lượng  $Cu_2O$  tương ứng với lượng đường khử, lọc và hòa tan lượng  $Cu_2O$  bằng  $H_2SO_4$  và chuẩn độ lượng  $Cu_2O$  sinh ra bằng dung dịch  $KMnO_4$ . Từ đó tính số miligam Cu sinh ra và tra bảng thực nghiệm của Bertrand [6] sẽ tìm được hàm lượng đường khử. Phương pháp này đơn giản, có độ chính xác cao, tuy nhiên mất nhiều thời gian và còn nhiều nhược điểm như lượng  $Cu_2O$  sinh ra phải được lọc, rửa kỹ tránh tiếp xúc với không khí. Để

khắc phục tình trạng trên, Luff-Shoorl phát triển phương pháp Bertrand, bằng cách sử dụng một lượng dung dịch Felling A có chứa lượng  $\text{Cu}^{2+}$  dư chính xác, sau đó xác định hàm lượng  $\text{Cu}^{2+}$  dư bằng phương pháp chuẩn độ iod, từ đó tính ra hàm lượng đường khử [8].

Gần đây, T. Kolusheva và cộng sự [8], đã xây dựng một phương pháp xác định nhanh đường khử trong tinh bột bằng phương pháp chuẩn độ phức chất, kết quả của nghiên cứu cho thấy phương pháp có độ chính xác cao với độ lệch chuẩn < 1%, khoảng nồng độ từ 10 g/L tới 200 g/L. Ngoài ra một số phương pháp như quang phổ UV-VIS [1, 2, 9, 10], HPLC [3], điện hóa [11] cũng được sử dụng để xác định hàm lượng đường thấp có trong một số loại trái cây. Các phương pháp này sử dụng thiết bị, hóa chất và điều kiện phân tích tương đối đắt tiền dẫn đến chi phí phân tích cao.

Trong bài báo này chúng tôi công bố kết quả nghiên cứu cải tiến phương pháp Bertrand. Kết quả phân tích được so sánh với phương pháp Bertrand truyền thống. Hy vọng kết quả thu được sẽ đóng góp thêm một phương pháp phân tích mới để xác định hàm lượng đường trong trái cây ở nước ta. Trong phương pháp này, chúng tôi sử dụng một lượng  $\text{Cu}^{2+}$  trong dung dịch Felling A dư chính xác, sau khi đường khử phản ứng với dung dịch Felling A và B sẽ tạo thành một lượng  $\text{Cu}_2\text{O}$  tương ứng. Ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) đã được sử dụng để chuẩn lượng  $\text{Cu}^{2+}$  còn dư sau khi lọc, từ đó tính ra số miligam Cu đã phản ứng, dựa vào bảng tra thực nghiệm sẽ tìm được hàm lượng đường tương ứng. Bằng cách này chúng tôi hy vọng sẽ thiết lập được phương pháp phân tích hàm lượng đường khử nhanh, chính xác và tiết kiệm chi phí.

## 2 THỰC NGHIỆM

### 2.1. Thiết bị và hóa chất

Thiết bị, dụng cụ sử dụng trong nghiên cứu này gồm có cân phân tích có độ chính xác 4 số sau dấu phẩy, máy lắc, bếp điện, bộ lọc chân không. Một số loại thủy tinh như buret, pipet, erlen, bình định mức hãng Duran của Đức ...

Hóa chất, ồng chuẩn  $\text{KMnO}_4$  0,1 N và EDTA 0,05 M được mua từ hãng Merck của Đức, đường chuẩn D-(+)-Glucose (> 99,5%) được mua từ hãng Sigma của Mỹ, các hóa chất khác có độ tinh khiết cao (P.A). Nước cất được sử dụng là loại nước cất hai lần, không ion.

Dung dịch Felling A được chuẩn bị bằng cách hòa tan 34,6390 gam  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  trong nước và định mức tới vạch 500 mL bằng nước cất

Dung dịch Felling B được chuẩn bị bằng cách hòa tan 51,60 gam NaOH và 173,00 gam kali-natri tartrate ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) rồi định mức thành 500 mL bằng nước cất.

Dung dịch đệm acetat (pH 5) được chuẩn bị như sau: Thêm cẩn thận 400 mL dung dịch có chứa 80 g NaOH vào 600 mL dung dịch  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (có chứa 140 mL dung dịch  $\text{CH}_3\text{COOH}$  băng).

Chỉ thị Pyridialzoorsorcin (PAR): Trộn 0,2500 g PAR với 25,00 g  $\text{KNO}_3$  khan, nghiền và đựng trong chai sành bảo quản nơi khô ráo.

Dung dịch  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  5 %: Hòa tan 50,00 g  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  tẩm bằng 20mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đậm đặc hòa tan hoàn toàn bằng nước cất rồi định mức tới 1000mL.

### 2.2. Quy trình phân tích

#### 2.2.1. Chuẩn bị mẫu

Mẫu trái cây được thu thập từ hai tỉnh Tiền Giang và Bến Tre gồm các loại như chuối cau, quýt cái bè, táo ta, xoài cát Hòa Lộc, nho mận, cam, dứa, đu đủ. Trái cây được rửa sạch, lau khô và bảo quản trong tủ lạnh 5 °C. Trái cây được lột vỏ, bỏ hạt lấy phần ăn được từ 5 đến 10 trái tùy thuộc vào kích cỡ của trái, sao cho tổng khối lượng mẫu khoảng từ 100 đến 200 g đem xay nhuyễn đồng nhất. Sau đó cân chính xác khoảng 10 g mẫu đã được xay nhuyễn cho vào cốc có dung tích 250 mL, thêm 30 mL dung dịch trích ly, đun trên bếp cách thủy ở 80 °C trong 15 phút, lấy ra để nguội, lắng gạn lấy phần dung dịch cho vào bình định mức 500 mL. Lặp lại quá trình ly trích trên 3 lần, gộp tất cả các phần dung dịch thu được vào bình định mức 500 mL, thêm 1 mL kaliferocyanua 15 %, lắc đều và để yên 2 - 3 phút và 5 mL kẽm acetat 30 %, đậy nắp và lắc khoảng 10 phút, làm nguội và dùng nước cất định mức đến vạch. Để yên 15 phút, lọc dung dịch rửa tạp bằng nước cất nóng cho sạch, dung dịch này được đem đi xác định hàm lượng đường. [12]

### 2.2.2. Quy trình phân tích

**Phương pháp Bertrand:** Lấy 25 mL dung dịch mẫu sau lọc vào erlen 250 mL thêm 25 mL Felling A và 25 mL Felling B, lắc nhẹ và đun sôi 3 phút, lọc qua phễu thủy tinh xốp G4 với hệ thống hút chân không, giai đoạn này cần phải tránh  $\text{Cu}_2\text{O}$  tiếp xúc với không khí và rửa sạch bằng nước cất nóng sau cùng là cồn  $90^\circ\text{C}$ . Sau đó hòa tan hoàn toàn kết tủa này bằng dung dịch 20 mL  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  5 %, thêm vào dung dịch 10 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  20%. Đun nóng dung dịch và chuẩn bằng  $\text{KMnO}_4$  0.1N đến khi dung dịch xuất hiện màu hồng nhạt bền vững trong 30 giây, ghi nhận thể tích  $\text{KMnO}_4$  tiêu tốn.

**Phương pháp chuẩn độ phức chất:** Lấy 25 mL dung dịch mẫu sau lọc vào erlen 250 mL thêm 25 mL Felling A và 25 mL Felling B, lắc nhẹ và đun sôi 3 phút, lọc nhanh qua phễu thủy tinh xốp G4 với hệ thống hút chân không, giai đoạn này không phải quan tâm nhiều tới kết tủa  $\text{Cu}_2\text{O}$  mà chúng ta cần rửa và gom toàn bộ nước rửa và dung dịch lọc định mức thành 100 mL. Lấy 25 mL dung dịch này cho vào bình tam giác loại 100 mL, thêm vào bình 10 mL dung dịch đệm acetat (điều chỉnh pH khoảng 5 bằng  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), tiến hành chuẩn bằng EDTA 0,05 M với 0,1 g chỉ thị PAR đến khi dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang xanh lá, ghi nhận thể tích EDTA tiêu tốn.

### 2.2.3. Khảo sát dung môi và thời gian trích ly

Trái mận được mua tại Tiền Giang được sử dụng trong nghiên cứu này. Sau khi xử lý mẫu được mô tả ở mục 2.2.1, hàm lượng đường trong mận được xác định bằng phương pháp chuẩn độ phức chất được nêu ở mục 2.2.2 chỉ thay đổi dung môi trích ly lần lượt là nước cất nóng, HCl 10%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 % và  $\text{CH}_3\text{COOH}$  10 %.

Sau khi lựa chọn được dung môi trích ly thích hợp, chúng tôi tiếp tục khảo sát thời gian chiết tương ứng là 3; 5; 10; 15; 20 và 25 phút. Trong suốt quá trình chiết chúng tôi duy trì đun cách thủy ở  $80^\circ\text{C}$ .

### 2.2.4. Khảo sát độ lặp và độ đúng của phương pháp

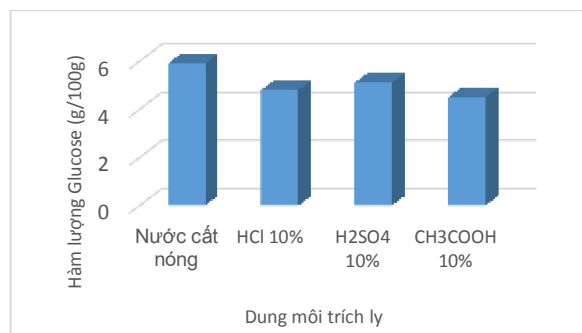
Để khảo sát các yếu tố này, chúng tôi chọn 3 mẫu đại diện gồm chuối, quýt và táo được mua từ Bến Tre đem xử lý mẫu như phần 2.2.1. Chuẩn bị 12 mẫu cho mỗi loại trái cây, 6 mẫu tiến hành phân tích độ lặp, 6 mẫu còn lại thêm 5 mL dung dịch đường chuẩn D-(+)-Glucose (1 mg/mL) để xác định hiệu suất thu hồi.

## 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

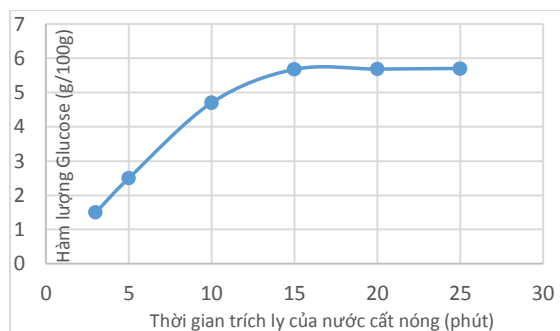
### 3.1. Kết quả khảo sát dung môi và thời gian trích ly

Đường tồn tại trong mẫu trái cây rất khó có thể trích ly chúng ra khỏi nền mẫu, vì thế chúng tôi sử dụng một số loại dung môi như nước cất nóng, HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hay  $\text{CH}_3\text{COOH}$  để tìm được dung môi chiết thích hợp nhất. Kết quả cho thấy rằng với dung môi nước cất nóng cho kết quả cao nhất với 5,9 (g Glucose/100g mận), với HCl 10 % là 4,8, với  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 % là 5,1 và  $\text{CH}_3\text{COOH}$  10 % là 4,5 % (Hình 1).

Dung môi trích ly là nước cất được đun nóng ở  $80^\circ\text{C}$  trên bếp cách thủy. Kết quả cho thấy chỉ sau 15 phút đường trong mẫu được trích ly hoàn toàn (Hình 2).



Hình 1: Biểu đồ thể hiện khả năng trích ly của dung môi với số gam Glucose/100g mận.



Hình 2: Đồ thị thời gian trích ly (phút) với số gam Glucose/100g mận.

Như vậy, dung dịch trích ly là nước cất nóng và thời gian trích ly là 15 phút đun cách thủy ở 80 °C được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo.

### 3.2. So sánh giữa hai phương pháp

Đối với phương pháp truyền thống Bertrand, khi lọc để tách kết tủa Cu<sub>2</sub>O cần phải tránh tiếp xúc với không khí, vì khi tiếp xúc Cu<sub>2</sub>O sẽ chuyển về CuO khi đó kết quả sẽ bị sai lệch, chỉ vì lý do trên việc lọc phải cẩn thận mất nhiều thời gian (2 giờ cho một mẫu) và phải có thiết bị lọc chân không dẫn đến không hiệu quả trong phân tích. Ngược lại, đối với phương pháp chuẩn độ nhanh hơn (1 giờ cho một mẫu), không cần lọc chân không mà kết quả vẫn có độ lặp, hiệu suất thu hồi từ 97,4 đến 100,4 % và kết quả chính xác tương đương với phương pháp Bertrand. Để minh chứng cho điều này, chúng tôi tiến hành gọi mẫu tại Quatest 3. Kết quả được trình bày trong **Bảng 1** cho thấy cả hai phương pháp đều không sai khác nhau nhiều, có độ lặp tương đồng với  $F(0,05; 5; 5) = 5,05 > F_m$  cho cả 3 mẫu [5].

### 3.3. Phân tích mẫu thử

Chúng tôi lựa chọn 10 loại trái cây thông dụng được mua tại hai tỉnh Tiền Giang và Bến Tre. Đây là hai tỉnh có sản lượng trái cây nhiều nhất cả nước; sau đó tiến hành phân tích bằng cả hai phương pháp. Kết quả được thể hiện trong **Bảng 2**. Kết quả ở **Bảng 2** cho thấy hàm lượng đường trong nho cho kết quả cao nhất là 8,70 g và quýt thấp nhất là 4,0 g, kết quả này cũng phù hợp với kết quả tại **Quatest 3** chứng nhận cũng như các kết quả nghiên cứu khác. [13].

*Bảng 1: Số liệu so sánh giữa hai phương pháp chuẩn độ phức chất và phương pháp Bertrand.*

Mẫu	m(g)	V(mL)	n	Phương pháp Bertrand			Phương pháp phức chất			Hàm lượng glucose (g/100g)				SD (g/100g)	RSD %
				a	a+c	H (%)	a	a+c	H (%)	Bertrand	Phức chất	Quatest 3	Ftn		
Chuối	10,0012	5,0	6	33,83	38,73	98,00	33,88	38,79	98,20	6,70	6,79	6,80	1,0180	0,12	0,35
Quýt	10,0015	5,0	6	20,33	25,38	101,00	20,38	25,40	100,40	4,07	4,10	4,00	1,0240	0,09	0,44
Táo	10,0013	5,0	6	53,42	58,29	97,40	53,45	58,32	97,40	10,71	10,66	10,80	1,0731	0,15	0,28

*Ghi chú: m: Khối lượng mẫu thử; V: Thể tích chuẩn D-(+)-Glucose 1mg/mL; n: Số lần thí nghiệm;  
a: Số mg Glucose mẫu thử tra theo bảng;  
a+c: Số mg Glucose mẫu thử + chuẩn tra theo bảng; H: Hiệu suất thu hồi của phương pháp; SD: Độ lệch chuẩn; RSD: Độ lệch chuẩn tương đối.*

Bảng 2: Số liệu phân tích mẫu trái cây của hai phương pháp chuẩn độ phức chất và phương pháp Bertrand.

Mẫu	m(g)	Mẫu trái cây Tiền Giang						Mẫu trái cây Bến Tre					
		Phương pháp Bertrand			Phương pháp phức chất			Phương pháp Bertrand			Phương pháp phức chất		
		mgCu	a (mg)	Glucose (g/100g)	mgCu	a (mg)	Glucose (g/100g)	mgCu	a (mg)	Glucose (g/100g)	mgCu	a (mg)	Glucose (g/100g)
Nho	10,0030	81,50	42,50	8,49	81,50	42,50	8,50	84,00	43,50	8,69	84,00	43,50	8,70
	10,0010	81,70	42,50	8,49	81,80	42,55	8,51	84,20	43,50	8,69	84,20	43,50	8,70
Xoài	10,0020	72,70	37,50	7,49	72,70	37,50	7,50	72,90	37,50	7,49	72,90	37,50	7,50
	10,0030	72,10	36,50	7,29	72,20	36,55	7,31	73,10	37,50	7,49	73,10	37,50	7,50
Chuối	10,0010	65,50	33,50	6,69	65,60	33,55	6,71	65,70	33,50	6,69	65,70	33,50	6,70
	10,0030	66,90	34,50	6,89	66,90	34,50	6,90	67,40	34,50	6,89	67,40	34,50	6,90
Mận	10,0020	56,50	28,50	5,69	56,60	28,55	5,71	56,50	28,50	5,69	56,50	28,50	5,70
	10,0030	56,80	28,50	5,69	56,90	28,55	5,71	56,90	28,50	5,69	56,90	28,50	5,70
Cam	10,0020	52,40	26,50	5,29	52,40	26,50	5,30	53,80	26,50	5,29	53,80	26,50	5,30
	10,0050	52,50	26,50	5,29	52,70	26,60	5,32	54,40	27,50	5,49	54,40	27,50	5,50
Dứa	10,0010	51,40	25,50	5,09	51,50	25,54	5,11	52,00	25,50	5,09	52,00	25,50	5,10
	10,0030	51,80	25,50	5,09	51,80	25,50	5,10	51,80	25,50	5,09	51,80	25,50	5,10
Dừa hấu	10,0010	46,20	22,50	4,49	46,20	22,50	4,50	49,30	24,50	4,89	49,30	24,50	4,90
	10,0060	46,90	23,50	4,69	47,00	23,55	4,71	50,10	24,50	4,89	50,10	24,50	4,90
Đu đủ	10,0040	43,90	21,50	4,29	44,00	21,54	4,31	43,10	21,50	4,29	43,10	21,50	4,30
	10,0030	43,80	21,50	4,29	43,90	21,55	4,31	43,10	21,50	4,29	43,10	21,50	4,30
Quýt	10,0020	40,70	20,00	3,99	40,90	20,09	4,02	40,70	20,50	4,09	40,70	20,50	4,10
	10,0030	41,10	20,50	4,09	41,10	20,50	4,10	41,10	19,50	3,89	41,10	19,50	3,90

Ghi chú: m: Khối lượng mẫu thử; a: Số mg Glucose mẫu thử tra bảng.

#### 4 CONCLUSION

Phương pháp chuẩn độ bằng EDTA với chỉ thị Pyridialzoorsorcin (PAR) ở một số điều kiện tối ưu như dung môi, thời gian trích ly ..., đã khảo sát, áp dụng để xác định lượng đường khử trong trái cây cho kết quả chính xác, sai số nhỏ, tương đương với phương pháp Bertrand, là phương pháp truyền thống thường được áp dụng để xác định hàm lượng trong trái cây.

Phương pháp đề xuất có độ lặp tốt RSD < 0,44%, hiệu suất thu hồi trong khoảng từ 97,40 đến 100,40 %, có thể áp dụng để thay thế phương pháp Bertrand do có ưu điểm là thời gian phân tích nhanh hơn và chi phí cho phân tích thấp hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. Aimo, E. Promancio and P. C. Damiani. Determination of reducing sugars in foodstuff applying multivariate second-order calibration. Anal. Methods, 2016, 8, 4617-4631.
- [2] S. P. Deng, M. A. Tabatabai. Colorimetric determination of reducing sugars in soils, Soil Biology and Biochemistry, 1994, 26, 473-477.
- [3] M. Polovkova, P. Simko. Determination and occurrence of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in white and brown sugar by high performance liquid chromatography, Food Control, 2017, 78, 183-186.

- [4] J. F. Novales, et al. Shortwave-near infrared spectroscopy for determination of reducing sugar content during grape ripening, winemaking, and aging of white and red wines. *Food Research International*, 2009, 42, 285-291.
- [5] Trần Cao Sơn. Sách tham định phương pháp trong phân tích hóa học và vi sinh vật, Nhà xuất bản KH - KT Hà Nội.
- [6] Tiêu chuẩn Quốc gia, TCVN 5266:1990. Sản phẩm ong – Phương pháp xác định đường khử tự do.
- [7] Tiêu chuẩn Việt Nam, TCVN 4594:1988. Đồ hộp - Phương pháp xác định đường tổng số, đường khử và tinh bột.
- [8] T. Kolusheva, A. Marinova. Fast complexometric method for analysis reducing sugars obtained during starch hydrolysis, *Journal of University of Chemical Technology and Metallurgy*, 2011, 46, 75-80.
- [9] B. Das, R. N. Sahoo, S. Pargal, et al. Quantitative monitoring of sucrose, reducing sugar and total sugar dynamics for phenotyping of water-deficit stress tolerance in rice through spectroscopy and chemometrics. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2018, 192, 41-51.
- [10] K. S. Naskan, et al. Spectrophotometric total reducing sugars assay based on cupric reduction. *Talanta*, 2016, 147, 162-168.
- [11] F. C. U. Santos, L. L. Paim, et al. Electrochemical determination of total reducing sugars from bioethanol production using glassy carbon electrode modified with graphene oxide containing copper nanoparticles. *Fuel*, 2016, 163, 112-121.
- [12] Hà Duyên Tư. Phân tích hóa học thực phẩm, Nhà xuất bản KH-KT Hà Nội, 2009.
- [13] <https://thepaleodiet.com/fruits-and-sugars/>

*Ngày nhận bài: 02/07/2019*

*Ngày chấp nhận đăng: 03/10/2019*