

## ẢNH HƯỞNG CỦA 1 - METHYLCYCLOPROPENE (1 - MCP) ĐẾN QUÁ TRÌNH CHÍN CỦA QUẢ CHUỐI

Chu Doãn Thành<sup>1</sup>, Ingolf Gruen<sup>2</sup>,  
Lakdas Fernando<sup>2</sup>

### SUMMARY

#### Effect of methylcyclopropene (1 - MCP) on banana ripening

To investigate the effects of 1 - methylcyclopropene (1 - MCP) that has recently been developed by Rohm & Haas Company (Agrofresh Inc.), on banana ripening, a set of experiments was conducted. For this purpose, banana fruits at maturity stage 3 - 4 according to Dole 7 - point color chart (from half green, half yellow to more yellow than green) were exposed to 1 - MCP, generated from Agrofresh systems, with different concentrations varied from 150 ppb to 600 ppb with the interval of 150 ppb (i.e. 150, 300, 450, and 600 ppb) in gas - tight container at 17 - 18°C for 12 hours. Non - treated fruits were served as control. All fruits after 1 - MCP treatment were immediately stored in cool room at temperature 20 - 21°C, samplings and analyses for physicochemical and physiological characteristics were done daily for 12 days. Experiment results indicated that 1 - MCP has significantly delayed banana ripening at temperature 20 - 21°C. 1 - MCP treatment also slows down development of sugar spots on fruit skin, retains its typical light - yellow color and keeps the fruits firmer to be suitable for transportation and distribution. Among the treatments, 1 - MCP at concentration of 300 - 450 ppb is considered to be the most promising. In this work, investigation of aromatic volatiles produced by ripening banana fruits into surrounding environment have also been conducted which identified more than 37 volatiles in the environment.

**Key words:** SmartFresh Systems, 1 - MCP, aromatic volatiles, SPME, GC - MS, respiration rate.

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ<sup>1</sup>

Quá trình chín của quả chuối được kích hoạt do tiếp xúc với ethylen. Đây là một quá trình không thuận nghịch, một khi nó đã bắt đầu thì không thể dừng được nữa. Nhiệt độ thấp và hàm lượng CO<sub>2</sub> cao trong môi trường bảo quản chỉ có thể làm chậm chứ không thể làm ngừng hoàn toàn quá trình này. Ngoài ra, nếu bảo quản trong môi trường có nồng độ CO<sub>2</sub> quá cao và O<sub>2</sub> quá thấp trong thời gian dài sẽ dẫn đến hô hấp yếm khí tạo thành cồn (ethanol) làm hư hỏng sản phẩm.

Tác dụng rậm chín của ethylen chỉ được kích hoạt khi tiếp xúc với tế bào của quả. 1 - Methylcyclopropene (1 - MCP) có thể ngăn cản không cho ethylen tiếp xúc với các tế bào quả và do đó hạn chế được tác dụng làm chín của ethylen, quá trình chín của quả vì thế được kéo

dài đáng kể. Sử dụng 1 - MCP trong bảo quản rau quả tươi được coi là một đột phá trong công nghệ sau thu hoạch. 1 - MCP được nghiên cứu và phát triển bởi Công ty Rohm & Haas (AgroFresh Inc., Hoa Kỳ) với tên thương mại SmartFresh™ và Công ty VanKor Technologies với tên thương mại LupoFresh™.

Hiệu quả của 1 - MCP đối với một số rau quả tươi đã bước đầu được kiểm chứng trong thực tế bảo quản ở quy mô thương mại. 1 - MCP có nhiều ưu điểm nổi trội so với các chất bảo quản truyền thống khác không những trong việc kéo dài thời hạn bảo quản, duy trì chất lượng mà còn về vấn đề bảo vệ môi trường và vệ sinh an toàn thực phẩm. 1 - MCP đã được cấp phép sử dụng cho nông sản ở 26 nước trên thế giới, trong đó có Hoa Kỳ, các nước EU, Australia, Canada, UK, Israel...

Các chất Cyclopropene được biết đến như là các chất chống lại hoạt tính của ethylen trong thực vật (Sisler *et al.*, 2006). 1 - MCP, một dẫn xuất của Cyclopropene có tác dụng ức chế hoạt tính của ethylen trong thời gian dài, đến nay đã

<sup>1</sup> Viện Nghiên cứu Rau quả.

<sup>2</sup> Khoa Kỹ thuật sinh học và Thực phẩm, Đại học Missouri - Columbia, Hoa Kỳ.

được phát triển và thương mại hóa. Trong nhiều trường hợp, 1 - MCP phát huy tác dụng thậm chí ở nồng độ rất thấp (0.5 ppb). Chuối, cà chua, hoa cẩm chướng sau khi để trong môi trường 1 - MCP nồng độ 0.5 ppb trong thời gian 24h có khả năng chống lại hoạt tính của ethylen trong vòng 12 ngày ở nhiệt độ 23°C. Sau khoảng thời gian này, tác dụng của ethylen sẽ được khôi phục và quá trình chín lại tiếp tục diễn ra bình thường. Một dẫn xuất khác của Cyclopropene là 1 - Decyclopropene có khả năng vô hoạt ethylen đến 36 ngày thậm chí ở nồng độ rất thấp (Sisler *et al.*, 2003). Các hóa chất kể trên đều là chất khí dễ bay hơi vì vậy phải được sử dụng trong môi trường kín.

1 - MCP ngăn cản ethylen tiếp xúc với với cơ quan thụ cảm ethylen (ethylen receptor) trong tế bào thực vật vì vậy nên ức chế hoạt tính của ethylen (Sisler and Serek, 1997). 1 - MCP ức chế hoạt tính của ethylen trong nhiều nông sản như quả mận (Abdi *et al.*, 1998), dâu tây (Ku *et al.*, 1999), rau xúp lơ (Ku and Wills, 1999), cam (Porat *et al.*, 1999), quả táo (Fan *et al.*, 1999), quả bơ (Feng *et al.*, 2000), cà rốt và xà lách (Fan and Matheis, 2000) và quả chuối (Harris *et al.*, 2000). Các kết quả nghiên cứu còn cho thấy 1 - MCP chỉ có hiệu quả làm chậm chín một cách rõ rệt ở độ chín nhất định. Quả càng chín thì hiệu quả của 1 - MCP càng giảm.

Chuối là một loại quả nhiệt đới có hô hấp đột biến vì vậy thời hạn bảo quản của chúng phụ thuộc rất nhiều vào sự xuất hiện của ethylen trong môi trường bảo quản. Ngoài ra, độ chín của quả chuối có thể được xác định thông qua các chỉ tiêu vật lý, hóa học và các chỉ tiêu sinh lý của chúng như màu sắc, độ chắc, hàm lượng đường, acid, cường độ hô hấp, số lượng và hàm lượng các chất thơm... Vì vậy ảnh hưởng của 1 - MCP có thể được đánh giá một cách gián tiếp thông qua các chỉ tiêu này.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Chuối tiêu (*Musa cavendish*) ở độ chín 3 (tức là khi vỏ quả có màu nửa xanh nửa vàng). Đây là chuối đã được xử lý rằm chín bằng ethylen để chuẩn bị cho tiêu thụ.

SmartFresh systems ở dạng viên nén và dung dịch kích hoạt Smart, sẽ tạo thành 1 - MCP ở thể khí. SmartFresh systems được cung cấp bởi Công ty Rohm & Haas (thuộc AgroFresh Inc.), các hóa chất phân tích, khí chuẩn và các vật tư khác.

Các thiết bị phân tích: Sắc ký khí (Varian 50 - GC) có đầu dò TCD để xác định cường độ hô hấp (CO<sub>2</sub>); Sắc ký khối phổ (GC - MS, Varian Star 3400) với đầu dò FID để xác định chất thơm; Thiết bị đo màu (Minolta CR - 200) và bảng màu chuẩn cho chuối (của hãng Dole) để xác định màu sắc; Thiết bị đo độ chắc (TA - HDi) với đầu dò có đường kính 6.3 mm, đơn vị đo là g lực (gf); Chiết quang kế để xác định hàm lượng chất khô hòa tan tổng số...

Các thiết bị đo và lưu trữ dữ liệu tự động (Dataloggers): Dickson temperature and humidity dataloggers để theo dõi nhiệt độ và độ ẩm trong môi trường bảo quản.

Chuối tiêu ở độ chín 3 được xử lý 1 - MCP với 5 nồng độ khác nhau (Đối chứng, 150, 300, 450 và 600 ppb) theo quy trình hướng dẫn của nhà cung cấp 1 - MCP - công ty Rohm & Haas (AgroFresh Inc).

Chuối sau khi xử lý 1 - MCP được bảo quản trong phòng mát ở nhiệt độ 20 - 21°C. Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên hoàn toàn (CRBD) với 3 lần nhắc. Việc lấy mẫu phân tích được tiến hành hàng ngày dựa trên các hướng dẫn có sẵn cũng như một số phương pháp tự nghiên cứu và phát triển.

Các chỉ tiêu về màu sắc, chất khô hòa tan tổng số (TSS) và hàm lượng acid được phân tích dựa trên “Hướng dẫn về chỉ tiêu và phương pháp theo dõi chuối sau thu hoạch” của Trung tâm Phát triển Chuối quốc tế (INIBAP).

Cường độ hô hấp và các chất thơm được phân tích dựa vào phương pháp “Hệ thống kín”, theo đó chuối được để trong buồng kín trong một thời gian nhất định, CO<sub>2</sub> và các chất thơm tích tụ trong buồng này sẽ được phân tích sau khoảng thời gian 2 - 3 giờ kể từ khi đậy kín nắp buồng.

Nồng độ CO<sub>2</sub> được phân tích bằng sắc ký khí (Varian 450 - GC), theo đó khí từ bình hô hấp

được lấy ra bằng syringe (loại kín khí chuyên dùng), cho vào lọ thủy tinh dung tích 2 ml có nắp cao su. Cài đặt để sắc ký để lấy 90 µl từ mỗi lọ 2 ml nói trên và bơm vào sắc ký cho phân tích CO<sub>2</sub>. Sắc ký khí được trang bị đầu dò TCD và cột Supelco Carboxen 1010 (30 m × 0,53 mm) và khay lấy mẫu tự động. Sử dụng khí mang là Helium (He) với lưu lượng 3 ml/phút. Nhiệt độ buồng sắc ký đặt ở 35°C trong 8,5 phút sau đó nâng lên 250°C với tốc độ 24°C/phút và duy trì ở nhiệt độ này trong thời gian 20 phút. Nhiệt độ đầu bơm mẫu và đầu dò được đặt tương ứng ở 200 và 235°C. Thời gian cần thiết cho phân tích 1 mẫu là 37.46 phút.

Việc phân tích các chất thơm được tiến hành sử dụng vi chiết pha rắn (Solid Phase Micro - Extraction - SPME) và sắc ký khí (GC) với đầu dò FID và khối phổ (Mass spectrometry). Sắc ký khí sử dụng cột capillary DB - Waxetr (30m × 0.25 mm × 0.25 µm) của Hãng Agilent J & B. Khí từ bình hô hấp được bơm vào lọ thủy tinh có dung tích 10 ml có nắp cao su kín. Chất thơm trong lọ này được chiết xuất trong thời gian 30 phút theo phương pháp Vi chiết pha rắn (SPME) sử dụng bộ hấp thụ có phủ 1 lớp Polydimethylsiloxane (PDMS) có độ dày 100 µm của Hãng Supelco. Chế độ nạp mẫu tự động được thực hiện bởi Varian 8200 Autosampler ở chế độ SPME. Các chất thơm từ bộ phận hấp thụ sẽ được khuếch tán vào cột sắc ký khí ở nhiệt độ 250°C trong thời gian 5 phút. Nhiệt độ buồng GC - MS ban đầu được duy trì ở 50°C trong thời gian 5 phút, sau đó nâng lên 200°C với tốc độ 5°C/phút và giữ ở nhiệt độ này (200°C) trong thời gian 5 phút. Thời gian để kết thúc phân tích một mẫu như

vậy là 40 phút. Khí mang được sử dụng là Helium (He) với lưu lượng là 1 ml/phút với tỷ lệ phân chia là 100/1. Nhiệt độ của bộ phận tiếp mẫu và của đầu dò được duy trì ở 250°C. Chất thơm được xác định thông qua so sánh chỉ số lưu (Retention index) thực tế của chúng với các chỉ số lưu tiêu chuẩn (tham khảo tại [www.flavornet.com](http://www.flavornet.com)). Chỉ số lưu của từng chất thơm được tính dựa trên thời gian lưu (Retention time) thực tế của chúng và của 14 hydrocarbon tiêu chuẩn (từ C7 đến C20) trong Hexane được phân tích ở cùng một hệ thống GC - MS với cùng một điều kiện (phương pháp) như mô tả của Kovats (1958). Việc xác định định lượng cường độ sản sinh chất thơm của chuỗi được dựa trên số liệu của sắc ký đồ (Chromatogram) và được biểu thị bằng đơn vị k.counts/kg/phút.

Số liệu thí nghiệm được xử lý bằng chương trình IRRISTAT 5.0 for Windows.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 1. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến sự nâu hóa vỏ quả chuối (hiện tượng trùng cuốc)

Kết quả thí nghiệm cho thấy 1 - MCP có hiệu quả rõ rệt trong việc giảm hiện tượng trùng cuốc trên vỏ quả (bảng 1). Quả đối chứng bị trùng cuốc hoàn toàn chỉ sau 6 ngày kể từ khi bắt đầu bảo quản, trong khi quả ở các công thức được xử lý - sau ít nhất 8 ngày. Trong các công thức xử lý thì quả được xử lý 1 - MCP ở nồng độ 300, 450 và 600 ppb có khả năng làm chậm quá trình xuất hiện trùng cuốc trên vỏ quả đến 12 ngày. Ở ngày thứ 12 tỷ lệ xuất hiện trùng cuốc của quả được xử lý 1 - MCP ở 300, 450 và 600 ppb tương ứng là 92,78, 95,04 và 88,66%.

Bảng 1. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến tỷ lệ trùng cuốc của vỏ quả (%)

1 - MCP	Ngày 4	Ngày 5	Ngày 6	Ngày 7	Ngày 8	Ngày 9	Ngày 10	Ngày 11	Ngày 12
Đ/C	55.95 <sup>a</sup>	92.15 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>	-	-	-	-
150 ppb	3.03 <sup>b</sup>	43.19 <sup>b</sup>	85.93 <sup>ab</sup>	95.22 <sup>a</sup>	99.66 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>
300 ppb	9.18 <sup>b</sup>	39.22 <sup>b</sup>	71.52 <sup>ab</sup>	77.77 <sup>ab</sup>	81.42 <sup>a</sup>	87.53 <sup>a</sup>	91.35 <sup>a</sup>	92.78 <sup>a</sup>	92.78 <sup>a</sup>
450 ppb	0.00 <sup>b</sup>	17.50 <sup>b</sup>	64.93 <sup>b</sup>	75.31 <sup>ab</sup>	80.82 <sup>a</sup>	86.51 <sup>a</sup>	90.04 <sup>a</sup>	95.04 <sup>a</sup>	95.04 <sup>a</sup>
600 ppb	3.82 <sup>b</sup>	22.27 <sup>b</sup>	53.98 <sup>b</sup>	65.63 <sup>b</sup>	73.18 <sup>a</sup>	82.20 <sup>a</sup>	86.01 <sup>a</sup>	88.66 <sup>a</sup>	88.66 <sup>a</sup>

(Trong cùng một cột, các kết quả có cùng ít nhất một chữ cái thì không khác nhau có nghĩa ở mức p < 0,05).

### 2. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến độ chắc của thịt quả

Kết quả thí nghiệm cho thấy 1 - MCP có tác dụng duy trì độ chắc của thịt quả. Quả được xử lý 1 - MCP chắc hơn rõ rệt so với quả đối chứng (bảng 2). Quả đối chứng và quả được xử lý 1 - MCP ở nồng độ thấp (150 ppb) có độ chắc giảm rất nhanh trong quá trình bảo quản, trong khi đó quả được xử lý 1 - MCP ở nồng độ cao hơn (300, 450 và 600 ppb) có xu hướng giảm chậm hơn. Độ chắc của quả trong 5 ngày đầu hầu

như không thay đổi sau đó tăng lên cho đến ngày thứ 8 và sau đó giảm dần. Kết quả cho thấy 1 - MCP ở nồng độ 300, 450 và 600 ppb có tác dụng rõ rệt trong việc duy trì độ chắc của quả chuối. Cụ thể, ở ngày thứ 8 độ chắc của quả được xử lý 1 - MCP ở nồng độ 150, 300, 450 và 600 ppb tương ứng là 133.68, 258.32, 356.45 và 373.41 gf. Ở ngày thứ 12, độ chắc của quả được xử lý 1 - MCP ở nồng độ 300, 450 và 600 ppb lần lượt là 186.01, 281.54, 300.47 và 246.51 gf.

Bảng 2. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến độ chắc của thịt quả (gf)

1 - MCP	Ngày 4	Ngày 5	Ngày 6	Ngày 7	Ngày 8	Ngày 9	Ngày 10	Ngày 11	Ngày 12
Đ/C	248.66 <sup>c</sup>	249.62 <sup>a</sup>	210.16 <sup>b</sup>	195.25 <sup>b</sup>	136.68 <sup>c</sup>	-	-	-	-
150 ppb	274.34 <sup>b</sup>	250.82 <sup>a</sup>	272.83 <sup>ab</sup>	286.32 <sup>ab</sup>	258.32 <sup>bc</sup>	233.14 <sup>b</sup>	257.27 <sup>b</sup>	214.98 <sup>a</sup>	186.01 <sup>a</sup>
300 ppb	300.05 <sup>a</sup>	294.05 <sup>a</sup>	308.13 <sup>a</sup>	377.54 <sup>a</sup>	356.45 <sup>ab</sup>	334.93 <sup>ab</sup>	335.41 <sup>ab</sup>	269.87 <sup>a</sup>	281.54 <sup>a</sup>
450 ppb	300.80 <sup>a</sup>	278.26 <sup>a</sup>	318.07 <sup>a</sup>	346.97 <sup>a</sup>	388.39 <sup>a</sup>	292.87 <sup>ab</sup>	386.43 <sup>a</sup>	267.19 <sup>a</sup>	300.47 <sup>a</sup>
600 ppb	288.21 <sup>ab</sup>	287.94 <sup>a</sup>	275.90 <sup>ab</sup>	340.85 <sup>a</sup>	373.41 <sup>ab</sup>	341.21 <sup>a</sup>	306.86 <sup>ab</sup>	255.90 <sup>a</sup>	246.51 <sup>a</sup>

(Trong cùng một cột, các kết quả có cùng ít nhất một chữ cái thì không khác nhau có nghĩa ở mức  $p < 0,05$ ).

### 3. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến sự thay đổi màu sắc của quả

Màu sắc của vỏ quả được phân tích theo 2 phương pháp. Phương pháp thứ nhất dựa trên so sánh màu của quả với bảng màu chuẩn của chuối, bảng màu chuẩn này có 6 bậc từ 2 đến 7, bậc càng cao thì quả càng chín. Phương pháp thứ 2 dựa vào thiết bị đo màu (color meter), theo đó màu sắc được thể hiện bằng 3 tọa độ (L,a,b hoặc L,C,H) trong bánh xe màu (Color wheel). Khi sử

dụng hệ tọa độ LCH (độ sáng, độ bão hòa màu và góc màu), khi LCH giảm thì vỏ quả sẽ trở nên tối hơn và nhạt hơn.

Số liệu thí nghiệm cho thấy, trong quá trình bảo quản cả L, C và H đều có xu hướng giảm dần, có nghĩa là vỏ quả có xu hướng tối và nhạt hơn. Tuy nhiên, không có sự khác nhau có nghĩa về màu sắc giữa các công thức ở mức  $p < ,05$ . Diễn biến thay đổi của giá trị H (góc màu - hue angle) được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến góc màu (H) của vỏ quả chuối

1 - MCP	Ngày 4	Ngày 5	Ngày 6	Ngày 7	Ngày 8	Ngày 9	Ngày 10	Ngày 11	Ngày 12
Đ/C	91.06 <sup>b</sup>	89.07 <sup>a</sup>	88.52 <sup>ab</sup>	89.22 <sup>a</sup>	83.18 <sup>b</sup>	-	-	-	-
150 ppb	92.24 <sup>ab</sup>	88.93 <sup>a</sup>	86.67 <sup>ab</sup>	85.42 <sup>a</sup>	82.49 <sup>bc</sup>	81.48 <sup>a</sup>	82.09 <sup>a</sup>	83.17 <sup>a</sup>	82.41 <sup>a</sup>
300 ppb	93.07 <sup>ab</sup>	92.06 <sup>a</sup>	88.71 <sup>ab</sup>	87.43 <sup>a</sup>	84.84 <sup>ab</sup>	83.76 <sup>a</sup>	83.58 <sup>a</sup>	81.98 <sup>a</sup>	78.66 <sup>a</sup>
450 ppb	94.41 <sup>a</sup>	88.58 <sup>a</sup>	90.23 <sup>a</sup>	84.84 <sup>a</sup>	87.54 <sup>a</sup>	84.60 <sup>a</sup>	85.92 <sup>a</sup>	82.76 <sup>a</sup>	80.93 <sup>a</sup>
600 ppb	90.88 <sup>bc</sup>	88.80 <sup>a</sup>	86.21 <sup>b</sup>	85.43 <sup>a</sup>	83.30 <sup>bc</sup>	83.84 <sup>a</sup>	82.63 <sup>a</sup>	82.71 <sup>a</sup>	82.24 <sup>a</sup>

(Trong cùng một cột, các kết quả có cùng ít nhất một chữ cái thì không khác nhau có nghĩa ở mức  $p < 0,05$ ).

#### 4. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến cường độ hô hấp của quả chuối

Sau khi thu hoạch, các quá trình sống của quả chuối như hô hấp (hấp thụ O<sub>2</sub>, thải ra CO<sub>2</sub>, hơi nước và nhiệt vào môi trường chung quanh) và quá trình trao đổi chất vẫn tiếp tục diễn ra. Cường độ hô hấp phụ thuộc vào nhiệt độ bảo quản, độ già của sản phẩm, phương pháp xử lý và giống. Biết được cường độ hô hấp của quả,

đặc biệt là các loại quả có hô hấp đột biến như quả chuối, có ý nghĩa quan trọng trong việc xác định độ chín của chúng. Cường độ hô hấp còn giúp cho việc lập kế hoạch và bố trí kho và phương tiện bảo quản. Chẳng hạn, công suất của thiết bị lạnh có thể được tính toán và xác định dựa trên nhiệt lượng do quả sản sinh ra trong quá trình hô hấp.

Bảng 4. Ảnh hưởng của 1 - MCP đến cường độ hô hấp của quả chuối (ml CO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>)

1 - MCP	Ngày 4	Ngày 5	Ngày 6	Ngày 7	Ngày 8	Ngày 9	Ngày 10	Ngày 11	Ngày 12
Đ/C	34.35 <sup>a</sup>	48.26 <sup>a</sup>	20.56 <sup>a</sup>	35.90 <sup>a</sup>	27.68 <sup>a</sup>	-	-	-	-
150ppb	33.50 <sup>a</sup>	16.50 <sup>a</sup>	37.94 <sup>a</sup>	39.16 <sup>a</sup>	21.88 <sup>a</sup>	37.89 <sup>a</sup>	51.51 <sup>a</sup>	45.45 <sup>a</sup>	59.56 <sup>a</sup>
300ppb	38.89 <sup>a</sup>	42.91 <sup>a</sup>	36.23 <sup>a</sup>	17.21 <sup>a</sup>	26.85 <sup>a</sup>	46.77 <sup>a</sup>	43.26 <sup>a</sup>	53.19 <sup>a</sup>	62.57 <sup>a</sup>
450ppb	34.77 <sup>a</sup>	7.77 <sup>a</sup>	20.18 <sup>a</sup>	15.47 <sup>a</sup>	23.91 <sup>a</sup>	52.57 <sup>a</sup>	39.82 <sup>a</sup>	47.53 <sup>a</sup>	48.10 <sup>a</sup>
600ppb	38.63 <sup>a</sup>	28.77 <sup>a</sup>	44.95 <sup>a</sup>	20.74 <sup>a</sup>	20.79 <sup>a</sup>	43.73 <sup>a</sup>	48.04 <sup>a</sup>	52.10 <sup>a</sup>	69.09 <sup>a</sup>

(Trong cùng một cột, các kết quả có cùng ít nhất một chữ cái thì không khác nhau có nghĩa ở mức p < 0,05).

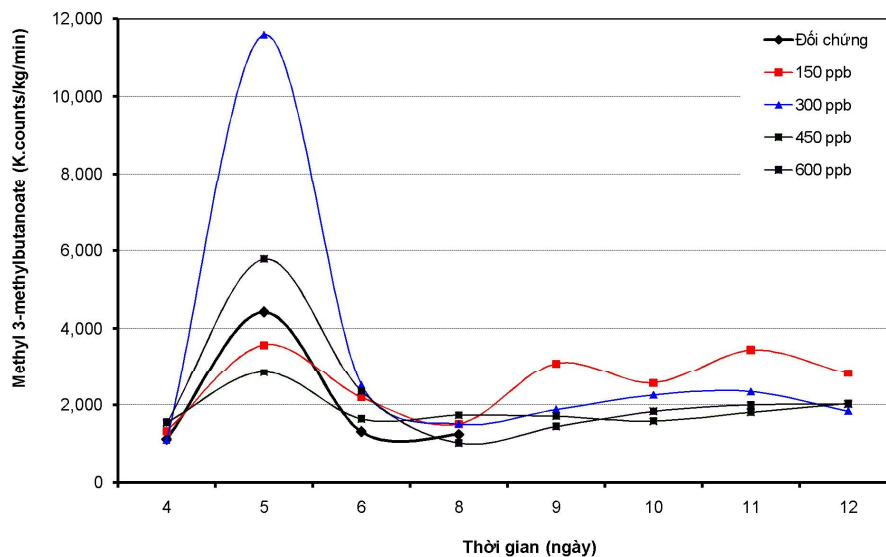
Số liệu ở bảng 4 cho thấy trong 7 ngày đầu sau khi xử lý cường độ hô hấp của quả chuối biến thiên không theo quy luật nhất định và có xu hướng giảm đến 21 - 28 ml CO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ở ngày thứ 8. Từ ngày thứ 9 đến ngày thứ 12 thì cường độ hô hấp bắt đầu ổn định và có xu hướng tăng và đạt 60 - 69 ml CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ở ngày thứ 12. Tuy nhiên, không có sự khác nhau có nghĩa ở mức p < 0,05 về cường độ hô hấp giữa các công thức xử lý khác nhau. Điều này có nghĩa là 1 - MCP ở nồng độ từ 150 - 600 ppb không ảnh hưởng đến cường độ hô hấp của quả chuối.

#### 5. Xác định thành phần chất thơm trong môi trường bảo quản chuối và hiệu quả của 1 - MCP đến cường độ sản sinh chất thơm của quả chuối trong quá trình bảo quản

Các nghiên cứu về các chất thơm có trong thịt quả chuối ở các độ chín khác nhau cho thấy các ester dễ bay hơi, rượu, acid và carbonyls là 4 nhóm chất thơm chủ yếu tạo nên mùi vị đặc trưng của quả chuối. Ngoài ra, các chất amin và phenol cũng góp phần đáng kể. Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành xác định thành phần chất thơm do quả chuối giải phóng vào môi

trường bảo quản cũng như xác định ảnh hưởng của 1 - MCP đến cường độ sản sinh các chất thơm này. Để thực hiện mục tiêu này, các mẫu khí trong môi trường bảo quản chuối được phân tích trên hệ thống sắc ký khối phổ (GC - MS) theo phương pháp như đã đề cập ở phần “Phương pháp nghiên cứu” trên đây. Kết quả cho thấy có 37 chất thơm trong môi trường bảo quản chuối được nhận biết và xác định. Trong đó 6 chất có diện tích peak chiếm gần 70% tổng diện tích peak của cả 37 chất thơm được xác định. Sáu chất thơm này là Diethyl Acetal (CAS#105 - 57 - 7), 3 - Pentanone (CAS#96 - 22 - 0), Methyl 3 - methylbutanoate (CAS#556 - 24 - 1), Hexanal (CAS#66 - 25 - 1), Ethyl valerate (CAS#539 - 82 - 2) và 2 - Heptanol (CAS#543 - 49 - 7).

Kết quả cũng cho thấy, ngoại trừ Diethyl acetal thì cường độ sinh chất thơm của chuối đều tăng rất nhanh cho đến ngày thứ 5, sau đó cũng giảm rất nhanh cho đến ngày thứ 6 và cuối cùng hầu như không thay đổi trong suốt thời gian còn lại. Tuy nhiên, không có sự khác nhau có nghĩa giữa các công thức xử lý ở mức p < 0,05. Kết quả phân tích chi tiết đối với Methyl 3 - methylbutanoate được đề cập ở đồ thị dưới đây.



#### Đồ thị Ảnh hưởng của 1 - MCP đến cường độ sản sinh Methyl 3 - methylbutanoate của quả chuối

Methyl 3 - methylebutanoate (còn có tên khác là Methyl isovalerate) là một chất thơm có công thức phân tử  $C_6H_{12}O_2$  và có số đăng ký hóa chất là CAS#556 - 24 - 1. Đây là chất phổ biến được dùng để sản xuất các chất mùi nhân tạo. Đồ thị cho thấy, cường độ sản sinh Methyl 3 - methylbutanoate của chuối tăng rõ rệt, đặc biệt là các ở công thức được xử lý 1 - MCP với nồng độ 300 ppb, đến 2,900 - 11,600 k.counts  $kg^{-1}min^{-1}$  ở ngày thứ 5, sau đó giảm nhanh chóng xuống 1,300 - 2,500 k.counts  $kg^{-1}min^{-1}$  và hầu như giữ nguyên ở mức này trong suốt thời gian còn lại.

#### IV. KẾT LUẬN

(1) 1 - MCP có ảnh hưởng rõ rệt trọng việc hạn chế sự nâu hóa vỏ quả (hiện tượng trũng cuốc). Trong đó, xử lý 1 - MCP ở nồng độ 300, 450 và 600 ppb khả năng làm chậm quá trình nâu hóa vỏ quả đến 6 ngày so với công thức đối chứng.

(2) 1 - MCP có khả năng duy trì độ chắc của thịt quả chuối. Tại ngày thứ 8, độ chắc của thịt quả đối chứng và của quả được xử lý 1 - MCP với nồng độ 150, 300, 450 và 600 ppb lần lượt là 133.68, 258.32, 356.45, 388.39 và 373.41 gf. Ở ngày thứ 12, độ chắc của các quả được xử lý ở 150, 300, 450 và 600 ppb lần lượt là 186.01, 281.54, 300.47 và 246.51 gf.

(3) 1 - MCP có khả năng duy trì màu sắc của vỏ quả chuối. Tuy nhiên, không có sự khác biệt có nghĩa ở mức  $p < 0,05$  về màu sắc giữa công thức đối chứng và các công thức có xử lý 1 - MCP.

(4) 1 - MCP không ảnh hưởng đến cường độ hô hấp (cường độ sản sinh  $CO_2$ ). Kết quả cho thấy, trong tất cả các công thức cường độ hô hấp của quả chuối giảm trong 8 ngày đầu sau khi xử lý 1 - MCP đến mức 21 - 28 ml  $CO_2 kg^{-1}h^{-1}$ , sau đó tăng dần và đạt 48 - 69 ml  $CO_2 kg^{-1}h^{-1}$  ở ngày thứ 12.

(5) Có 37 chất thơm trong môi trường bảo quản chuối được xác định, trong đó có 6 chất chủ yếu là Diethyl acetal, 3 - Pentanone, Methyl 3 - methylbutanoate, Hexanal, Ethyl valerate và 2 - Heptanol. Kết quả cho thấy mặc dù có sự khác biệt số học về cường độ sản sinh chất thơm của quả được xử lý 1 - MCP ở các nồng độ khác nhau.

#### LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn: 1) Bộ Nông nghiệp và PTNT vì sự hỗ trợ về tài chính để thực hiện nghiên cứu; 2) Khoa Kỹ thuật sinh học và Thực phẩm (Trường Đại học Missouri - Columbia, Hoa Kỳ) về sự hỗ trợ nguyên vật liệu, trang thiết bị nghiên cứu và kỹ thuật; 3) Công ty Rohm & Haas (Hãng AgroFresh, Hoa Kỳ) vì sự hỗ trợ vật chất (1 - MCP ở dạng SmartFresh systems); Tiến sĩ. Deirdre Holcroft (Rohm & Haas Company, Hoa Kỳ) và ông Harold Huff (Food Engineering Laboratory - University of Missouri - Columbia, Hoa Kỳ) vì sự hỗ trợ vật chất, tư vấn và kỹ thuật.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- Abdi N., McGlasson W.B, Holford P., M. Williams and Mizrahi Y. (1998), Responses of climacteric and suppressed - climacteric plums to treatment with propylene and 1 - methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 14, pp. 29 - 39.
- Dadzie B.K., Orchard J.E. Routine post - harvest screening of banana/plantain hybrids: Criteria and methods. INIBAP Technical Guidelines 2.
- De Wild *et al.* (1999), Carbon dioxide and 1 - MCP inhibit ethylen production and respiration of pear fruit by different mechanisms. *J. Exp. Bot.* 50, pp. 837 - 844.
- Elena Ibáñez, Sara López - Sebastián, Elena Ramos, Javier Tabera and Guillermo Reglero (1998), Analysis of volatile fruit components by headspace solid - phase microextraction. *Food Chemistry*, Vol. 63, No.2, pp. 281 - 286.
- Ettre L.S. Retention index expressions (2003), *Chromatographia* 58, 491 - 494.
- Fan X., Argenta L. and Mattheis J.P. (2000), Inhibition of ethylen action by 1 - methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Technol.* 20, pp. 135 - 142.
- George A. Burdock. Fenaroli's handbook of flavor ingredients. Vol. II, third edition, CRC Press, pp. 818 - 819.
- Janusz Pawliszyn (1997), *Solid Phase Microextraction: Theory and Practice*. Wiley - VCH.
- Ku V.V.V, R.B.H. Wills and S.B. Yehoshua (1999), 1 - Methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylen. *Hort. Sci.* 34, pp. 119 - 120.
- Mário Roberto Maróstica Jr., Gláucia Maria Pastore (2007). *Tropical fruit flavour (in Flavours and Fragrances - Chemistry, Bioprocessing and Sustainability, Springer Berlin Heidelberg*, pp. 189 - 201.
- Porat R, Weiss B., Cohen L., Daus A., Goren R. and Droby S. (1999). Effects of ethylen and 1 - methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. *Postharvest Biol. Technol.* 15, pp. 155 - 163.
- Serek M., Sisler E.C. and Reid M.S. (1995). 1 - Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylen action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. *Acta Hort.* 394, pp. 337 - 345.
- Sisler E.C, Serek M and Dupille E. (1996).. Comparison of cyclopropene, 1 - methylcyclopropene, and 3,3 - dimethylcyclopropene as ethylen antagonists in plants. *Plant Growth Regul.* 18, pp. 169 - 174.
- Tai - Ti Liu, and Tsung - Shi Yang (2002). Optimization of solid - phase microextraction analysis for studying change of headspace flavor compounds of banana during ripening. *J.Agric.Food Chem.*, 50 (4), 653 - 657.
- Younes *et al.* (2003). Effects of 1 - Methylcyclopropene on ripening of greeehouse tomatoes at three storage temperatures. *Postharvest Biol. Technol.* 27, pp. 285 - 292.
- Jiang Y, D.C. Joyce and A.J. Macnish (1999). Responses of banana fruit to treatment with 1 - methylcyclopropene. *Plant Growth Regul.* 28, pp. 77 - 82.