

דוח סופי מספר 430-0048-07

מוגש למדען הראשי

מועצה צמחית – אגף הירקות

## השפעת 1-MCP על הבשלה, הזדקנות וטעם של מלון מטיפוס 'גליה'.

אלעזר פליק\*<sup>1</sup>, שרון טוביה-אלקלעי<sup>1</sup>, יעקב פרצלן<sup>1</sup>, שגיא גל<sup>1</sup>, עוזי רביד<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>מחלקה לחקר תוצרת חקלאית טרייה לאחר הקטיפ, <sup>2</sup>המחלקה לצמחי רפואה ותבלין  
מינהל המחקר החקלאי, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

### The influence of 1-MCP on ripening, senescence and favour of Galia type melon

Elazar Fallik\*<sup>1</sup>, Sharon Alkalai- Tuvia<sup>1</sup>, Yaacov Parzelan<sup>1</sup>, Sagi Gal<sup>1</sup>, Uzi Ravid<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Department of Postharvest Science of Fresh Produce, <sup>2</sup>Department of Aromatic  
and Medicinal Plants. ARO- The Volcani Center

\*E-mail: [efallik@volcani.agri.gov.il](mailto:efallik@volcani.agri.gov.il)

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים.  
הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

ד. כול-סך

מרץ 2008

חתימת החוקר

## א. תקציר

בשנת המחקר הראשונה נמצא כי 1-methycyclopropene (1-MCP) בריכוז של 300 נאנוליטר (נ"ל) לליטר עיכב את הבשלת הפרי אך לא את הזדקנותו לאחר הקטיף. ממצא זה נמצא על פי מספר מדדי איכות שנבחנו בתום תקופת האחסנה וחיי המדף. משך החשיפה המיטבי היה כ-24 שעות בטמפרטורה של 20 מעלות צלסיוס (מ"צ). נמצא כי 1-MCP הקטין באופן משמעותי את התפתחות הרקבנות ונזקי צינה. אולם, 1-MCP עיכב כמעט לחלוטין את הבשלת המלון שנקטף ירוק.

בשנת המחקר השנייה מצאנו כי ישום 1-MCP לפני הדינוג נמצא יעיל יותר בעיכוב הבשלת הפרי ובשימור איכותו, בתום תקופת האחסנה וחיי המדף, בהשוואה למתן החומר לאחר הדינוג. הדונג חסם את חדירת ה-1-MCP לפרי ולכן יעילותו פחתה בהרבה. מתן 1-MCP ב-20 מ"צ נמצא יעיל יותר בשמירת איכות הפרי ועיכוב הבשלתו, בהשוואה ליישום החומר ב-10 מ"צ. 1-MCP השפיע באופן שונה על איכות הזנים השונים. חשיפת זני מלון מטיפוס 'גליה' כמו 'טרופר', 'גל-96' או 'מליקה' ל-1-MCP, עיכבה את הבשלתם ושמרה טוב יותר על איכותם, בהתאם למדדי ההבשלה שנבדקו. אולם נמצא כי השפעת 1-MCP על הזן 'אורי', שהנו הכלאה בין טיפוס 'גליה' ו-'סולאר' הייתה פחותה, בהשוואה לשלושת הזנים הראשונים. הטיפוס האחרון אינו זן קלימקטרי טיפוסו כמו טיפוס 'גליה'.

בשנה השלישית נמצא כי פירות מלון שטופלו ב-1-MCP היו טעימים יותר ולכן הועדפו על ידי צוות הטועמים המאומן ובמבחנים הידוניים. הדבר נבע מתרומת הנדיפים הפירותיים, המתוקים והיחס המאוזן בין הנדיפים השונים, בהשוואה לפירות הביקורת והפירות המסחריים. בנוסף, כמעט ולא הורגשו טעמי לוואי בפירות שטופלו ב-1-MCP כפי שהורגשו בפירות המסחריים.

חיזוק לתוצאות החיוביות התקבל בניסוי החצי מסחרי שנערך בסוף המחקר.

## ב. מבוא

מלון מטיפוס 'גליה' ידוע בטעמו המיוחד וצרכנים רבים באירופה מעוניינים לקנותו. אולם בשנים האחרונות חלה ירידה חדה בייצוא המלון כתוצאה מכושר אחסנה של פחות משבועיים והתחרות מצד מדינות כמו ברזיל המייצאות לאירופה זנים דמויי 'גליה', מטיפוס 'סולאר'. זנים אלה נחותים מבחינת טעמם אך בעלי כושר אחסנה ממושך של כחודש ימים. נקודה נוספת הראויה לציון ואשר פוגמת בכושר התחרות הנה המרחק הרב יחסי של השווקים באירופה, בשילוב עם כושר אחסנה נמוך של מלון 'גליה'.

מלון הנו פרי קלימקטרי (ממשיך להבשיל לאחר הקטיף) המייצר כמויות גדולות של אתילן ותהליך הבשלתו מהיר גם בטמפרטורות אחסנה יחסית נמוכות. לפני מספר שנים פותח הגז 1-מתילציקלופרופאן (1-MCP) שהנו מעכב פעולה של אתילן. ה-1-MCP נקשר לקולטני אתילן וחוסם את אתרי הקשירה, ובכך גורם לעיכוב משמעותי של הבשלת הפרי ומאפשר על ידי כך שמירת איכותו של הפרי באחסנה ממושכת. הגז אינו רעיל, חסר ריח ומאד יעיל בריכוזים של חלקי ביליון. חומר זה אושר לשימוש מסחרי בתפוחי עץ, אפרסמון ואבוקדו – כולם פירות קלימקטריים, בריכוזים הנמוכים מ-1 חלקי מיליון. בשנת המחקר הראשונה נמצא כי טיפול פרי המלון ב-1-MCP, בריכוז של 300 נאנוליטר/ליטר, ב-20 מ"צ,

למשך כ-24 שעות, עיכב את הבשלת הפרי על פי מדד הצבע, הקטין את קצב איבוד המשקל ולכן הפרי היה מוצק יותר. טיפול זה עיכב התפתחות רקבונות ונזקי צינה, כאשר הפרי נקטף בצבע ירוק עם כ-25% צהוב. אולם, כאשר הפרי נקטף בצבע צהוב וטופל ב-1-MCP, החומר כמעט ולא השפיע על מדדי האיכות של הפרי (Gal et al., 2006). כאשר פרי המלון נקטף בצבע ירוק, 1-MCP עצר כמעט לחלוטין את הבשלת הפרי והפרי נשאר ירוק/צהוב ובלתי ראוי למכירה. מטרת המחקר בשנה השלישית והאחרונה היו לבחון את השפעת הריכוז המיטבי של 1-MCP על מדדי הטעם והריח (מבחנים סנסוריאליים) של המלון ולבחון את השפעת הטיפול על איכות הפרי בניסוי בקנה מידה חצי מסחרי.

## ג. שיטות וחומרים

### טיפול ב-1-MCP

פירות מלון מזן 'טרופר' נקטפו במצב הבשלה 3-3.5 = ירוק עם כ-25% צהוב (מפנה מתקדם, זווית צבע של כ-102° Hue) (תמונה 1). הפירות הוכנסו לתוך תאים של 250 ליטר ונחשפו ל-1-MCP (SmartFresh™, Rohm and Hass Co., Rimi Co. Ltd., Israel, 0.14% a.i.) בריכוז של 300 נאנוליטר/ליטר על ידי שחרור הגז מאבקת החומר בעזרת מים, בטמפרטורה של 40 מ"צ. אל התאים הוספו כחצי ק"ג של סיד לספיחת הפחמן-דו-חמצני (פד"ח) והתאים נאטמו ל-24 שעות, בטמפרטורה של 20 מ"צ. בתום הטיפול, התאים אווררו והפירות הועברו להמשך אחסנה של 14-15 ימים, בטמפרטורה של 5 מ"צ + שלושה ימים נוספים בטמפרטורה של 20 מ"צ.



תמונה 1: מצב הבשלת הפרי, על פי צבעו, שטופל ב-1-MCP. הפרי מימין נקטף במצב הבשלה של 3-3.5, כאשר הפרי השמאלי נקטף במצב הבשלה 5.

### מדדי איכות

הפירות נשטפו במים חמים, על גבי מברשות, למשך כ-20 שניות הטמפרטורה של כ-58 מ"צ. חלקן דונגו בדונג A (על בסיס פוליאתילן, 18% חומר יבש) כטיפול 'מסחרי' וחלקן טופלו אך ורק על ידי 1-MCP. לאחר שנשטפו במים חמים, בהתאם להמלצות. בתום תקופת האחסנה והשיווק נבחנו מדדי האיכות הבאים:

- א. מוצקות הפרי נבדקה על ידי מכשיר שטילון והתוצאות ניתנו בניוטון. ככל שהמספר יותר גבוה, הפרי מוצק יותר. הבדיקה נערכה בחמישה פירות.
- ב. צבע הקליפה החיצונית נמדד על ידי מצלמת מינולטה והצבע בוטא על ידי זווית הגוון (Hue). ככל שהמספר יותר גבוה הפרי יותר ירוק (מעל 110 = פרי ירוק; 90 = פרי צהוב; 70 = פרי צהוב /כתום).
- ג. רמת סוכר נבדקה על ידי סחיטת ציפת הפרי על מכשיר רפרקטומטר דיגיטאלי והתוצאות מובאות ב-% כלל מוצקים מומסים (כמ"מ). הבדיקה נעשתה בחמישה פירות.
- ד. רקבונות ניתנו ב-%.
- ה. הפסד במשקל בוטא ב-% ממשקל התחלתי של עשרה פירות בודדים.

#### *מבחי טעימה על ידי צוות טועמים מאומן*

מבחנים אורגנולפטיים נערכו על ידי צוות טועמים מאומן בתום תקופת האחסנה וחיי המדף, על פי השיטה שפותחה על ידי Hoberg et al. (2003). ארבעה פירות נחתכו לקוביות של כ-2 X 2 ס"מ שהוכנסו לקערת זכוכית ועורבבו בצורה הומוגנית. מקערה זו נלקחה דוגמת פירות הוכנסה לכוס זכוכית נאטמה במכסה זכוכית למשך כ-30 דקות בטמפרטורה של כ-23 מ"צ. חמש טועמות וחמישה טועמים היוו את צוות הטעימה. צוות זה נבחן על פי כישוריו להבחין בטעמים וריחות שונים וכן על פי המוטיבציה שלו. כל טועם בחן שלוש דוגמאות (בקורת לא מטופלת, טיפול מסחרי וטיפול 1-MCP) שסומנו בשלושה מספרים שונים. הצוות העריך מספר מדדים הקשורים בריח, טעם ותחושת פה על ידי סימון סרגל באורך 100 מ"מ שסומן בקצה אחד 'מאד חלש' ובקצה השני 'מאד חזק'. בין דוגמה לדוגמה התבקש הצוות לשטוף את פיו במים קרים. כל בדיקה נעשתה פעמיים.

#### *הדוניקס (מבחי טעימה על ידי צוות לא מאומן)*

נערכו מבחי טעימה, טעמי לוואי ומירקם על ידי כ-40 חברי המחלקה. קוביות פרי נחתכו כחצי שעה לפני הטעימה והונחו על גבי צלחות כהות. כל טועם טעם מספר קוביות והעריך את הטעם הכללי, טעמי הלוואי ומירקם הפרי, על פי הסולם של מ-1 עד 10, כאשר 1 נחשב כגרוע מאד, או רך (מרקם וחוסר טעם לוואי) ו-10 נחשב כטוב מאד (טעים, ארומאטי/ מרקם חזק/ טעם לוואי חזק מאד). כמו כן הטועמים התבקשו לציין את הדוגמה הטעימה ביותר לחיכם.

#### *בחינת כמות ואיכות נדיפים פנימיים*

##### *הכנת הדוגמה*

מיד לאחר הקטיף, ובתום תקופת האחסנה וחיי המדף, נחתכו ארבעה מלונים באופן אקראי לאורכם, כ-50 ג לפרי. ארבעת הדוגמאות נאספו (200 ג) ורוסקו ב-200 מ"ל NaCl 20%. ההומוגנאט סורכז ב-3000 סל"ד למשך 30 דקות ב-4 מ"צ. מיד לאחר הסרכוז הוסף סטנדרט פנימי לתסנין העליון בריכוז של 0.1 n"מ (2,6-dimethyl-5-hepten-2-ol). לתוך בקבוק של 20 מ"ל, הוכנסו 10 מ"ל מתוך התסנין

העליון ועורבבו עם 3 ג מלח כדי לעכב כל פעילות אנזימטית. הבקבוק נחתם ונשמר ב-4 מ"צ עד לבחינת הנדיפים בעזרת גז כרומטוגרף-מס ספקטרה (Fallik et al., 2001).

#### *אנליזת הנדיפים*

הנדיפים נבחנו בעזרת טכנולוגיית SPME (בחינת החלל העליון [headspace] בבקבוק ה-20 מ"ל שהוזכר בסעיף הקודם). הבקבוק חומם ל-37 מ"צ והנדיפים נספחו לקולונת ה-SPME למשך 10 דקות. בחינת זיהוי הנדיפים נעשה בעזרת גז כרומטוגרף-מס ספקטרה (אג'ילנט, ארה"ב), בשתי חזרות לכל בדיקה (Fallik et al., 2005). נערכו שלושה ניסויים זהים.

#### *ניסוי חצי מסחרי*

משטח מלונים מזן 'טרופר' שנקטף בצבע 3-3.5, נשטף במים חמים בהתאם להמלצות, חולק לשנים, כאשר מחצית המשטח (45 קרטוני שישיות) טופל ב-1-MCP בריכוז של 300 נאנוליטר/ליטר במשך כ-15 שעות בטמפרטורה של כ-18 מ"צ והמחצית השנייה שימשה כביקורת. המשטח אוסן 14 ימים ב-5 מ"צ + 6 ימים בכ-19 מ"צ. בתום תקופת האחסנה וחיי המדף נבדקו אחוזי הרקבונות, התפתחות צבע ומוצקות הפרי (שטילון).

#### *סטטיסטיקה*

כל טיפול כלל 3-4 קרטוני ייצוא. תוצאות הניסויים נותחו במבחן תחום חד כיווני, ברמת מובהקות של 5% בתכנית JMP גירסה 5.01.

## ד. תוצאות

### מדדי איכות

מיד לאחר הקטיף, צבע הפרי ( $H^\circ$ ) היה 102, מאד מוצק (80 ניוטון) ועם 11.2% סוכר (טבלה 1). בתום תקופת האחסנה ב-5 מ"צ ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ, פירות הביקורת היו צהובים, בהשוואה לצבע צהבהב עם מעט ירוק (זווית הצבע 92) של הפירות שטופלו ב-1-MCP, או צבע צהבהב שנמדד בפירות שטופלו באופן מסחרי (צבע 81). בפירות הביקורת איבוד משקל היה רב יותר באופן משמעותי מפירות שטופלו ב-1-MCP. פירות מהטיפול המסחרי איבדו את אחוז המשקל הנמוך ביותר. פירות שטופלו ב-1-MCP היו המוצקים ביותר, בהשוואה לפירות הביקורת שהיו הרכים ביותר. רמת כלל המוצקים המומסים (סוכר) ירדה עם התקדמות תקופת האחסנה. לא נמצאו הבדלים ברמת הסוכר בין הטיפול המסחרי וטיפול ה-1-MCP, אך אחוז הסוכר בשני הטיפולים הנ"ל היה גבוה מטיפול הביקורת. אחוז הרקבון בפירות הביקורת היה גבוה משמעותית מאחוזי הרקבונות בטיפולים האחרים (טבלה 1).

**טבלה 1: השפעת 1-MCP על איכות מלון מזן 'טרופר', בהשוואה לטיפול מסחרי ולפרי לא מטופל, בתום 15 ימים באחסנה ב-5 מ"צ + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ (מוצע לארבעה ניסויים)**

טיפול	צבע $H^\circ$ <sup>1</sup>	איבוד משקל (%) <sup>2</sup>	מוצקות (N) <sup>3</sup>	סוכרים (%) <sup>4</sup>	רקבון (%)
מיד לאחר הקטיף					
	102		80	11.2	0
לאחר 15 ימים ב-5 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ					
בקורת	72 א <sup>5</sup>	5.7 א	41 ג	10.2 ב	5 א
מסחרי	81 ב	2.8 ג	54 ב	10.7 א	0 ב
1-MCP	92 ג	3.5 ב	65 א	10.9 א	1 ב

<sup>1</sup>זוית הצבע מבוטא ב- $Hue^\circ$

<sup>2</sup>איבוד משקל ממשקל התחלתי

<sup>3</sup>מוצקות מבוטאת בניוטון

<sup>4</sup>כלל מוצקים מומסים (TSS)

<sup>5</sup>מספר המלווה באות זהה אינו נבדל סטטיסטית ברמת מובהקות של 5% לפי מבחן Duncan

הידוניקס, נדיפים כלליים ומבחני טעימה והרחה על ידי צוות טועמים מיד לאחר הקטיף, הפירות היו מאד טעימים, ללא טעם לוואי ועם מרקם פציח (טבלה 2). בתום תקופת האחסנה וחיי מדף, פירות שטופלו ב-1-MCP הועדפו על ידי מרבית הטועמים (43%), כאשר הפירות מהטיפול המסחרי היו הגרועים ביותר עקב טעמי לוואי חזקים (4.3). מרקם פרי הביקורת היה הרך ביותר בהשוואה למרקם קשה יותר בפירות המסחריים והפירות שטופלו ב-1-MCP (טבלה 2).

**טבלה 2: הערך ההדוני (מבחני טעימה לצוות לא מאומן) לטיפול בקורת, טיפול מסחרי וטיפול 1-MCP של מלון מזן 'טרופר', מיד לאחר הקטיף ובתום 15 ימים ב-5 מ"צ + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ (40 טועמים, שלושה ניסויים).**

טיפול	טעם (ערך הדוני) <sup>1</sup>	טעם לוואי (ערך הדוני) <sup>2</sup>	מרקם (ערך הדוני) <sup>3</sup>	העדפה (%) <sup>4</sup>
מיד לאחר הקטיף				
	8.5	0	8.0	
בתום 15 ימים ב-5 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ				
בקורת <sup>5</sup>	5.8 <sup>8</sup> ב	2.0 ב	4.3 ב	38
מסחרי <sup>6</sup>	3.6 ג	4.3 א	5.3 א	19
1-MCP <sup>7</sup>	6.6 א	1.2 ג	5.8 א	43

<sup>1</sup> טעם: 1 = טעם גרוע עם טעם לוואי חזק; 10 = טעם מצוין, ללא טעם לוואי

<sup>2</sup> טעם לוואי: 1 = ללא טעם לוואי; 10 = טעם לוואי חזק מאד (כזהלי/אצטוני)

<sup>3</sup> מרקם: 1 = מרקם רך מאד; 10 מרקם פציח

<sup>4</sup> העדפה על ידי צוות הטועמים

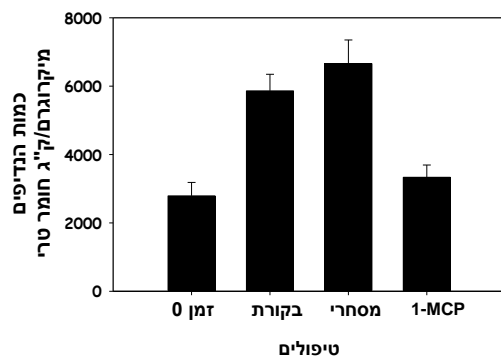
<sup>5</sup> בקורת (טיפול והברשה חמה)

<sup>6</sup> מסחרי: שטיפה והברשה חמה + דינוג

<sup>7</sup> שטיפה והברשה חמה + 1-MCP

<sup>8</sup> מספר המלווה באות זהה אינו נבדל סטטיסטית ברמת מובהקות של 5% לפי מבחן Duncan

כלל כמות הנדיפים שנמדדה בפירות עלתה במשך האחסנה וחיי המדף פי 2.1 ופי 2.4 בפירות הביקורת ובפירות המסחריים, בהתאמה, אבל עלתה רק ב-19% בפירות שטופלו ב-1-MCP (איור 1). כמות הנדיפים הכללית שנמדדה בפירות שטופלו ב-1-MCP הייתה נמוכה, באופן משמעותי מהטיפול המסחרי ופירות הביקורת, כאשר כמות הנדיפים הגבוהה ביותר נמדדה בפירות המסחריים (איור 1).



איור 1: כמות הנדיפים הכללית שהצטברה בחלל הבקבוק מיד לאחר הקטיף וכעבור 15 ימים ב-5 מ"צ + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ

טבלה 3: הנדיפים הארומאטיים החשובים שנמצאו בפירות בקורת, פירות שטופלו בטיפול המסחרי ופירות שטופלו ב-1-MCP מיד לאחר הקטיף ובתום 15 ימים ב-5 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. הנדיפים זהו וכמותו בעזרת SPME-GC/MS והתוצאות מובאות במיקרוגרם לק"ג משקל טרי. ממוצע לשלושה ניסויים.

<sup>1</sup> (RT)	החומר הנדיף	"סוג הנדיף"	0 זמן	בקורת <sup>2</sup>	מסחרי <sup>3</sup>	1-MCP <sup>4</sup>
(1.24)	Ethanol	ריח לא נעים	10±2.0	10±1.6	34±4.8	12±1.4
(1.35)	Methyl acetate	נעים	16±2.9	16±1.6	10±0.8	22±2.8
(1.61)	Ethyl acetate	פירות/ירע	262±53.4	736±79.4	1142±55.4	332±72.2
(2.30)	Ethyl propanoate	פירות/יחד	16±3.6	72±10.4	76±6.2	34±12.8
(2.33)	Propyl acetate	פירותי	68±10.2	120±11.6	106±10.4	70±7.6
(3.24)	2-methylpropyl acetate	פירותי/פרחי	470±60.0	596±62.8	380±51.2	400±70.2
(3.24)	Methyl 2-methylbutanoate	פירותי	44±8.8	82±12.2	46±7.2	100±10.8
(3.28)	Hexanal	ירוק/בוטר	56±14.4	10±3.0	0	22±2.6
(3.81)	Ethyl butanoate	פירותי/בשל	84±30.8	562±110.4	980±98.2	120±65.0
(4.19)	Butyl acetate	פירותי/מתוק	376±92.6	608±89.0	428±72.2	238±38.8
(5.40)	Ethyl 2-methylbutanoate	בשל	32±10.8	28±76.6	530±56.4	122±70.2
(6.47)	2-methylbutyl acetate	פירותי	696±142.6	1370±215.0	772±215.2	916±171.6
(10.12)	Benzaldehyde	נעים/מתקתק	52±4.2	58±12.2	58±14.2	46±16.0
(12.31)	Ethyl hexanoate	פירות/ירע	10±4.2	208±82.0	834±101.0	24±14.8
(13.00)	Hexyl acetate	פירותי	118±9.4	212±43.8	292±130.2	102±21.0
(15.32)	2,3 Butadioldiacetate	נעים/מתקתק	32±9.4	158±32.2	102±26.4	134±49.8

<sup>1</sup>זמן יציאת הנדיף בדקות

<sup>2</sup>שטיפה והברשה חמה (בקורת)

<sup>3</sup>שטיפה והברשה חמה + דונג (טיפול מסחרי)

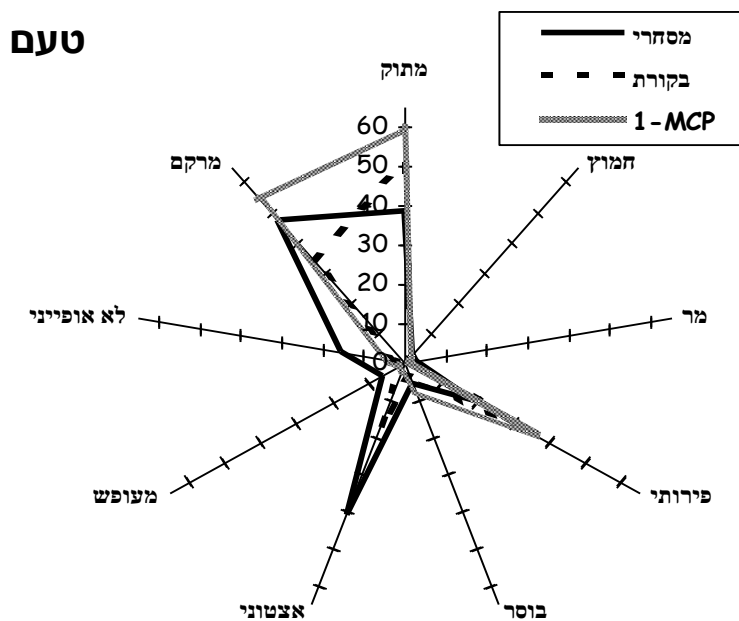
<sup>4</sup>שטיפה והברשה חמה + 1-MCP



רוב הנדיפים היו אצטט אסטרים ומעט מאד אלדהידים וכוהלים (טבלה 3). האתנול, אתיל אצטט ואתיל הקסאנואט הנם נדיפים המעורבים בטעמי לוואי ובהבשלה יתרה. כמותם בטיפול המסחרי הייתה גבוהה באופן משמעותי בהשוואה לפירות הביקורת ולפירות שטופלו ב-1-MCP בתום תקופת האחסנה וחיי המדף. מטיל אצטט, מטיל-2-מטילבוטנואט הקשורים לריח 'פירותי' נמצאו גבוהים בצורה מובהקת בפירות שטופלו ב-1-MCP, בהשוואה לשני הטיפולים האחרים. הנדיף 'הירוק' (הקסאנאל) היה יחסית מאד גבוה מיד לאחר הקטיף. נדיף זה נשאר יחסית גבוה בפירות שטופלו ב-1-MCP, כאשר נדיף זה לא זוהה בטיפול המסחרי. נדיפים אחרים המאופיינים כ'פירותיים' ו'כפרחיים', כמו 2-מטילפרופיל אצטט, בוטיל אצטט או 2-מטילבוטיל אצטט נמצאו בכמות גבוהה בפירות הביקורת (טבלה 3).

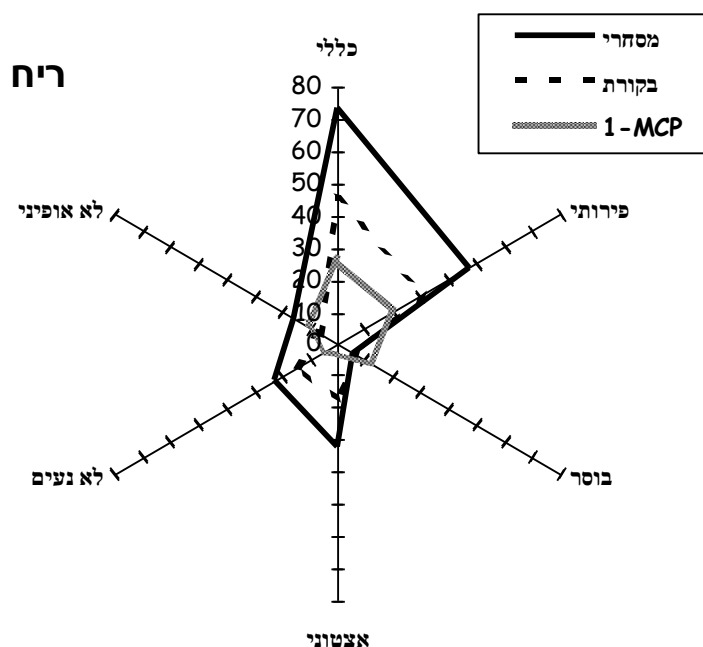
בחינת מבחני הטעימה של פירות המלון נמצא כי המתיקות הגבוהה ביותר נמצאה בטיפול 1-MCP (איור 2). מרירות ומליחות לא נמצאו בשלושת הטיפולים. בדומה, נמצאו טעמים 'פירותיים' בשלושת הטיפולים, כאשר בטיפול 1-MCP הטעם הנ"ל היה הגבוה ביותר. טעם לוואי 'אצטוני' נמצא בפרי מסחרי וטעם זה לווה בטעם 'לא אופייני'. לעומת זאת, בפירות שטופלו ב-1-MCP לא נמצא טעם 'אצטוני'. טעם 'מעופש' נמצא ברמה מאוד נמוכה בטיפול המסחרי. נמצא כי מרקם הציפה תלוי בטיפול. פירות שטופלו ב-1-MCP נמצאו עם מרקם פציח ביותר, כאשר פירות הביקורת היו עם המרקם הרך ביותר (איור 2).

איור 2: מבחני טעימה על ידי צוות מאומן. ממוצע לשני ניסויים



כמות חומרי הארומה הכלליים ורמת הריח ה'פירותי' הגבוהים ביותר נמצאו בפירות המסחריים, כאשר בפירות 1-MCP חומרים אלה נמצאו ברמות הנמוכות ביותר (איור 3). בפירות הביקורת נמצאו רמות "בינוניות" של הריח ה'פירותי'. בפירות 1-MCP נמצאה רמה יחסית גבוהה של ריח 'ירוק' המאופיין לפרי בוסר, כאשר בטיפול המסחרי כמעט ולא נמצא הריח הנ"ל. ריח 'אצטוני' מאד חזק נמצא בפירות מסחריים. ריח זה לווה בריח 'לא אופייני' ובריח 'לא נעים'. ריחות אלו לא נמצאו בפירות הביקורת או בפירות 1-MCP (איור 3).

איור 3: מבחני הרחה על ידי צוות טועמים מאומן (ממוצע לשני ניסויים)



#### ניסוי חצי מסחרי

בניסוי חצי מסחרי שנערך בתום שנת המחקר השלישית, חצי משטח מלונים נשטף במים חמים וטופל ב-1-MCP בריכוז של 300 נאנוליטר/ליטר, כאשר מחציתו השנייה של המשטח נשטפה רק במים חמים. 1-MCP עיכב באופן משמעותי את הבשלת הפרי, כפי שנמצא על פי מדד הצבע (צבע 3.9 בפרי המטופל). מוצקות הפרי המטופל הייתה גבוהה משמעותית מטיפול הביקורת ורמת הרקבנות בפירות המטופלים היה רק 10%, בהשוואה ל-70% רקבנות בפירות הביקורת (טבלה 4).

**טבלה 4: השפעת 1-MCP על איכות מלון מזן 'טרופר' בניסוי חצי מסחרי לאחר 14 ימים ב-5 מ"צ +  
6 ימים נוספים ב-19 מ"צ (מוצע ל-45 קרטונים)**

טיפול	צבע (1-6) <sup>1</sup>	מוצקות (N) <sup>2</sup>	רקבון (%)
בקורת	א 4.3	ב 72	א 70
1-MCP	ב 3.9	א 89	ב 10

<sup>1</sup> צבע קליפה: 1 = ירוק כהה; 2 = ירוק בהיר; 3 = ירוק עם מעט צהוב; 4 = צהוב עם מעט ירוק; 5 = צהוב; 6 = צהוב/כתום

<sup>2</sup> מוצקות: ניוטון

<sup>3</sup> מספר המלווה באות זהה אינו נבדל סטטיסטית ברמת מובהקות של 5% לפי מבחן Duncan

## ה. דיון ומסקנות

פרי המלון מאד פופולארי בכל רחבי העולם והנו מקור מצוין לבטא קרוטן וויטמין סי. כושר האחסנה של מלון מטיפוס 'גליה' מאד קצר וככל שמתארכת תקופת האחסנה, איכותו החיצונית והפנימית של מלון זה יורדת באופן משמעותי.

נמצא כי חשיפת פירות וירקות קלימקטריים שונים ל-1-MCP עיכבה את תהליכי ההבשלה והקטינה פגמים פיסיולוגיים ופתולוגיים במשך תקופת האחסנה וחיי המדף. בשנת המחקר הראשונה מצאנו כי חשיפת פירות מלון מטיפוס 'גליה', שנקטפו במצב הבשלה של שנוי צבע, לריכוז של 300 נאנוליטר/ליטר, גרמה לעיכוב בהבשלת הפרי תוך שמירת איכותו בתום תקופת האחסנה וחיי המדף (Gal et al., 2006). איכות פרי המלון מורכבת מצבע הקליפה, צבע הציפה, מרקם הציפה, הטעם והארומה של הפרי. כמו כן טעמו של המלון מושפע, בין היתר, גם מרמת הסוכר שבו.

פירות מלון שטופלו ב-1-MCP הועדפו על פני פירות הביקורת, ובעיקר על פני הפירות המסחריים, הן על ידי צוות הטועמים המאומן והן במבחנים הידוניים. הדבר נבע מתרומת הנדיפים והטעמים ה'פירותיים', ה'מתוקים' והיחס בין הנדיפים השונים, בהשוואה לפירות הביקורת והפירות המסחריים. בנוסף, כמעט ולא הורגשו טעמי לוואי בפירות שטופלו ב-1-MCP כפי שהורגשו בפירות המסחריים. יתכן כי נוכחות הריח והטעם הירוק, הקסאנאל שהנו בעל סף הרחה מאד נמוך, בפירות שטופלו ב-1-MCP, תרמה גם היא לאיזון הטוב בטעם והארומה של הפירות המטופלים. נקודה נוספת הראויה לציון קשורה במרקם הפרי שטופל ב-1-MCP. מרקם פרי זה היה נעים לחך ובדרגת מוצקות טובה, בהשוואה לפרי הביקורת שמרקמו היה רך.

לסיכום, חשיפת פירות מלון מטיפוס 'גליה' שנקטפו בשלב הבשלה של שינוי צבע, לרמת 1-MCP מתאימה, בטמפרטורה המתאימה (20 מ"צ), שימרה טוב יותר את איכותו החיצונית והפנימית של הפרי וכן את המרכיבים הסנסוריאליים. חיזוק לתוצאות החיוביות התקבל בניסוי החצי מסחרי שנערך בסוף המחקר. גם בניסוי זה מדדי האיכות של הפירות המטופלים ב-1-MCP היו טובים, משמעותית, מפירות הביקורת. לכן, יתכן ויהיה אפשר לטפל בפירות מלון מטיפוס 'גליה' ב-1-MCP לאחר שיעברו שטיפה

והברשה חמה וללא דוגג. יישום החומר חייב להיעשות בטמפרטורה של בין 15 ל-20 מ"צ, למשך 20 עד 24 שעות. יש לבחון את יעילות החומר על זנים נוספים שיכנסו בעתיד לגידול אינטנסיבי בניסויים מסחריים אשר יערכו לאורך כל עונת הייצוא הסתוית והאביבית.

## ה. ספרות

Fallik, E., Tuvia-Alkali, S., Horev, B., Copel, A., Rodov, V., Aharoni, Y., Ulrich, D. and Schulz, H. (2001). Characterization of aroma volatiles in 'Galia' melon after prolonged storage. *Postharvest Biol. Technol.* 22: 85-91.

Fallik, E., Shalom, Y., Alkalai-Tuvia, S., Larkov, O., Brandeis, E. and Ravid, U. (2005). External, internal and sensory traits in Galia-type melon treated with different waxes. *Postharvest Biol. Technol.* 36: 69-75.

Gal, S., Alkalai-Tuvia, S., Elkind, Y. and Fallik, E. (2006). Influence of different concentrations of 1-methylcyclopropene and times of exposure on the quality of 'Galia'-type melon harvested at different stages of maturity. *J. Hort. Sci. Biol.* 81: 975-982.

Hoberg, E., Ulrich, D., Schulz, H., Tuvia-Alkali, S. and Fallik, E. (2003). Sensory and quality analysis of different melon cultivars after prolonged storage. *Nahrung/Food*, 47: 320-324.

**1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.**  
מטרת המחקר בשנה השלישית היו לבדוק כיצד 1-MCP משפיע על מרכיבים סנסוריאליים (טעם ריח ומרקם) במלון מטיפוס 'גליה', ולבצע ניסוי בקנה מידה חצי מסחרי על מנת לבחון את השפעת הריכוז המיטבי על איכות הפרי המסחרי.

**2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.**  
פירות מלון שטופלו ב-1-MCP הועדפו כפרי הטוב והטעים ביותר, הן על ידי צוות הטועמים המאומן והן במבחנים הידוניים (טועמים לא מאומנים). הדבר נבע מתרומת הנדיפים הפירותיים והמתוקים והיחס בין הנדיפים השונים, בהשוואה לפירות הביקורת והפירות המסחריים. בנוסף, כמעט ולא הורגשו טעמי לוואי בפירות שטופלו ב-1-MCP כפי שהורגשו בפירות המסחריים.  
בניסוי חצי מסחרי נמצא כי 1-MCP עיכב באופן משמעותי את הבשלת הפרי, כפי שנמצא על פי מדד הצבע. מוצקות הפרי המטופל הייתה גבוהה משמעותית מטיפול הביקורת ורמת הרקבנות בפירות המטופלים היה רק 10%, בהשוואה ל-70% רקבנות בפירות הביקורת.

**3. המסקנות המדעיות משלושת שנות המחקר וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.**  
אין ספק כי קיים פוטנציאל רב ביישום 1-MCP במלון כמעכב הבשלת הפרי, אך לא הזדקנות. עקב כך רק פרי שנקטף קרוב לקלימקטריות שלו יושפע מהטיפול בחומר. זנים וטיפוסים שאינם קלימקטריים, או שהקלימקטריות שלהם אינה טיפוסית כמו פירות מטיפוס 'גליה', יעילות החומר 1-MCP תהיה נמוכה או שלא תהיה כלל יעילה.

יישום החומר ב-20 מ"צ טובה יותר מאשר יישום החומר בטמפרטורה נמוכה. השפעת יישום החומר על איכות הפירות לפני הדינוג טובה יותר מיישום החומר לאחר הדינוג.

**4. הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה.**  
יש לבחון את יעילות החומר על זנים נוספים (מלון מטיפוס 'גליה' ו'עין-דור') שיכנסו בעתיד לגידול אינטנסיבי בניסויים מסחריים אשר יערכו לאורך כל עונת הייצוא הסתוית, האביבית המוקדמת והאביבית המאוחרת. יש גם לבחון את השפעת מתן 1-MCP על איכות מלונים מורכבים.  
יש צורך לבחון את נחיצות הדינוג על פרי שטופל ב-1-MCP. יתכן כי יהיה אפשר לוותר בעתיד על דינוג הפרי ובכך לחסוך עלויות טיפול בפרי לאחר הקטיף.

**5. האם הוחל כבר בהפצת הידע?**  
פורסם מאמר בעיתונות זרה על ידי Gal et al. 2006. הוגש לפרסום מאמר בעברית ומאמר נוסף באנגלית הדן בנושא הסנסוריאלי.

**6. פרסום הדו"ח**

ללא הגבלה.