

החברה למחקר ופיתוח קירור ואיסוס פירות ק"ש בע"מ
קרית שמונה
טל. 04-6817421, 04-6940208 פקס. 04-6940113
www.fruitlab.co.il
e-mail: fruit.storage.lab@gmail.com

השפעות מצב ההבשלה בקטיף וטיפולים לפני האחסון על התפתחות גומה בזן הדובדבן 'לפינס'

מוגש ע"י

שאול נשיץ, דני גמרסני, טלי גולדברג, הראל אגרא,
אלה צבילינג, היבא איברהים, לילך שיפמן, לילך ברקוביץ

לשולחן הדובדבן במועצת הצמחים

מבוא

התפתחות גומה (surface pitting) בפירות דובדבן מאוחסנים מהווה גורם משמעותי לפגיעה באיכות הפרי, בפרט בזנים רגישים כדוגמת 'לפינס' ו'ואן'. הזן 'לפינס' גדל בהיקפים גדולים בצפון הגולן. זהו זן איכותי שמצטיין ביבוליו, בגודל הפרי שלו ובטעמו. עם זאת, רגישותו הרבה להתפתחות גומה במהלך האחסון מאלצת את המגדלים לשווקו זמן קצר לאחר הקטיף. הביקוש המוגבל לדובדבנים איכותיים בשוק המקומי מביא לכך שאחסונם של זנים אחרים מתארך תוך פגיעה פוטנציאלית באיכות הפרי שלהם.

התוצאות שהושגו במחקר הגומה עד היום מוגבלות, בין השאר משום שהגורמים למחלה פיזיולוגית זו טרם הובררו. מחקרים קודמים שנעשו במעבדתנו הדגימו עליה בשיעור הגומה כתוצאה מנזק מכאני הנגרם לפרי, אם כי טיפול עדין בפרי לא מנע את הנזק. גם בקרה של הלחות ושל הטמפרטורה בעת האחסון לא השפיעו באורח ניכר על היקף התופעה. דיווחים בספרות קושרים בין התפתחות הגומה לתכולת הסיידן בציפת הפרי ולעומס היבול באופן כללי.

במחקר המדווח כאן בדקנו האם מצב ההבשלה (שנאמד על פי צבע קליפת הפרי ביום הקטיף) משפיע על הופעת הגומה והחמרתה במהלך אחסון ממושך יחסית. כמו כן, בחנו את הטיפולים מעכבי ההזדקנות ב-1-methylcyclopropane (1-MCP) Benzyl adenine-I (BA) בהקשר זה.

חומרים ושיטות

40 ק"ג פירות לפינוס נקטפו במטע מרום גולן בחלקת 'אביטל' בהתפלגות צבע המתאימה סטנדרט הקטיפה של 'בראשית'. מיד לאחר הקטיפה הפרי הוסע למעבדה. הפרי הופרד לשתי קבוצות על פי צבעו - בהיר או כהה – (הפרדה סובייקטיבית) והועבר לסלסלות פלסטיק בעלות תכולה של כ-1.7 ק"ג כל אחת. נבחרו פירות בריאים למראה, ללא סדקים, גומות או צלקות. הפירות מכל צבע הופרדו לשלוש קבוצות שוות: 1, 2 ו-3.

קבוצות 1 ו-2 עברו הידרוקולינג במשך 20 דקות במיכל ובו כ-245 ליטרים של מים בתוספת 40ml היפוכלורית 30% (ריכוז החומר הפעיל 50ppm). טמפרטורת המים היתה 3.9 מ"צ. טמפרטורת הפרי בסוף הטבילה היתה 6.2 מ"צ. כל סלסלה מקבוצה 3 נטבלה ב-8 ליטרים תמיסה קרה של התכשיר 'בונגרו' (חומר פעיל: Benzyl adenine) בריכוז 60ppm (10 מ"ל של תכשיר ל-8 ליטרים מים) למשך 20 דקות.

הפירות מקבוצה 2 הוכנס לחבית בנפח 200 ליטרים וניתן לו טיפול 1-MCP במינון 900ppb למשך 24 שעות. כל פירות הניסוי הושארו ב-0 מ"צ, נעטפו בשקיות LDPE מחוררות בעובי 60 מיקרון ואוחסנו למשך 21 ימים. לאחר מכן נשמרו הפירות בתנאי מדף (20 מ"צ; 65% לחות יחסית) למשך יומיים נוספים.

הבדיקות שבוצעו בפרי מפורטות בטבלה 1.

טבלה 1: תיאור המדידות שנערכו בניסוי.

בדיקה	שיטה	ביום הקטיפה	לאחר 21 יום באחסון	לאחר אחסון ויומיים בתנאי מדף
תכולת חומר יבש	ייבוש בתנור, שקילה	✓		
כלל מוצקים מסיסים (כממ)	רפרקטומטר דיגיטלי	✓	✓	✓
תכולת חומצה מאלית	טיטרטור אוטומטי	✓	✓	✓
קשיות	דורומטר מכאני		✓	✓
צבע הקליפה	10 פירות קבועים לטיפול, קולורימטר Minolta	✓	✓	✓
רקבון	הערכה ויזואלית		✓	✓
גומה	הערכה ויזואלית על פי דרגת החומרה		✓	✓
הערכת טעם	הערכה ע"י טועמים מיומנים	✓	✓	✓

מהפירות הנותרים נבחרו חמש קבוצות בנות 10 פירות שנבדלו זו מזו על פי צבען. פירות אלה עברו מדידת צבע לאפיון ערכים במרחב Lab. נערכה בהם שקילה טריה לאחר הסרת העוקץ והגלעין, ושקילה נוספת לאחר ייבוש בתנור ב-105 מ"צ למשך 48 שעות.

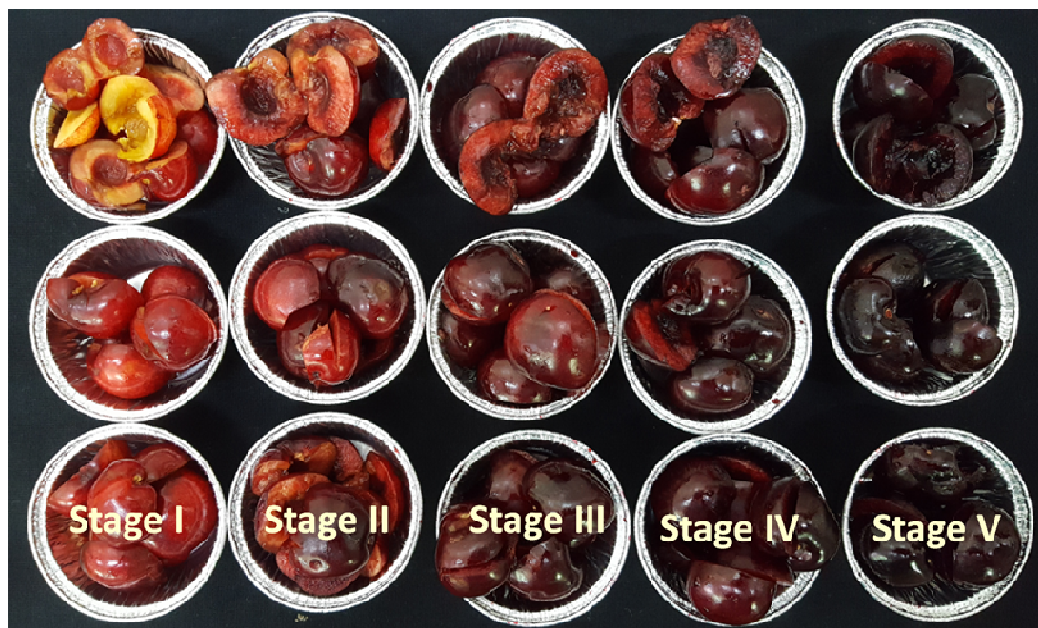
התוצאות עובדו ע"י ANOVA, מבחני פוסט-הוק (Tuckey-Kramer) וברגרסיה רבת משתנים באמצעות התכנה SAS JMP 5.0. בכל הניתוחים $\alpha=0.05$.

תוצאות ודיון

צבע הפרי, מצב ההבשלה ותכונות הפרי בעת הקטיף

חמש קבוצות ההבשלה (תמונה 1) נבדלו ביניהן באורח מובהק במדדים a (תכולת הגוון האדום) ו-C (רוויית הגוון). במדדים b, L ו-h נמצאו חפיפות בין הקבוצות ככל שהפרי היה בשל יותר (טבלה 2). הפרמטר C (רוויית הגוון של הקליפה) נבחר לייצג את מידת ההבשלה של הפרי בגלל השינויים הגדולים שהוא עובר במהלך ההבשלה.

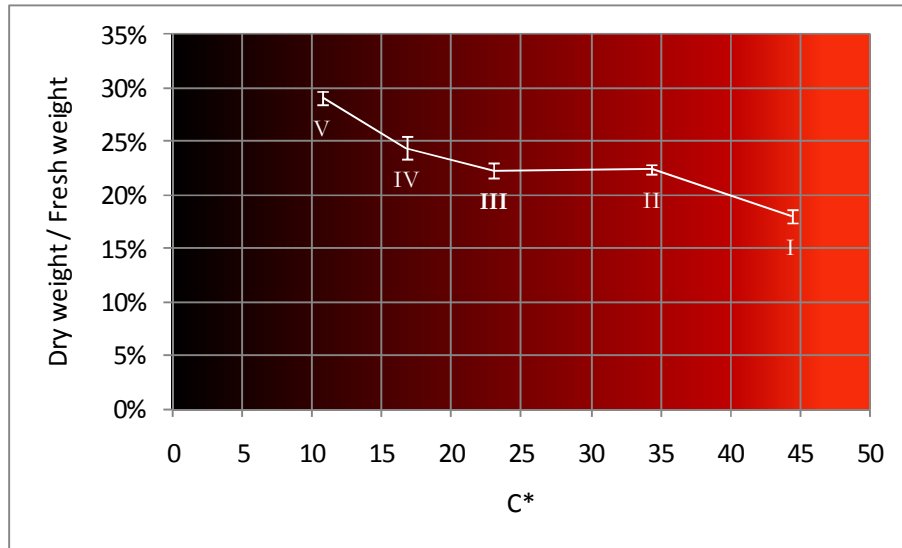
תמונה 1: תיאור של חמש קבוצות הבשלה בדובדבני 'לפינס'. ההפרדה נערכה על פי צבע הקליפה.



טבלה 2: השינויים בצבע הקליפה כפי שהם באים לידי ביטוי במדדי מרחב ה-Lab בדובדבני 'לפינס' בדרגות הבשלה שונות. אותיות שונות מייצגות הבדלים מובהקים סטטיסטית. N=10.

Maturity stage	L	a*	b*	C*	h
I	42 a	38.9 a	20.5 a	44.3 a	27.5 a
II	34.4 b	32.2 b	11.7 b	34.3 b	19.8 b
III	30.3 c	22.1 c	6.3 c	23 c	16 bc
IV	28.7 c	16.2 d	3.9 d	16.7 d	14.1 bc
V	27.8 c	10.3 e	2.7 d	10.7 e	15.4 c

תכולת החומר היבש בפרי גדלה בכ-25% משלב 1 לשלב II (איור 1), נותרה בעינה בשלב III והמשיכה לגדול במתינות החל משלב 4. אנו משערים כי הגידול הראשון בתכולת החומר היבש הוא ביטוי להעברת פחמימות מהעלים אל הפרי בעוד הגידול בתכולת החומר היבש בשלבי הבשלה מתקדמים הינו ביטוי לאובדן מים מציפת הפרי אל האטמוספירה.



איור 1: השינויים בתכולת החומר היבש של דובדבני 'לפינס' טריים בהשפעת רווית הצבע של קליפת הפרי ביום הקטיפי. העמודות האנכיות מייצגות שגיאות תקן. N=70.

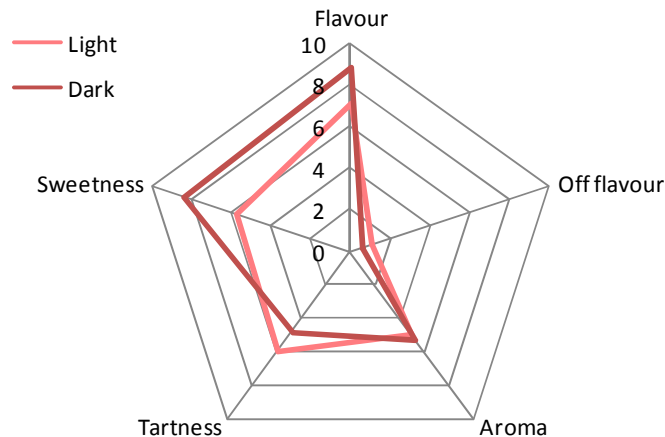
אם השערה זו נכונה, משמעות הממצאים היא כי אין יתרון בהשאת הפרי על העץ לאחר שלב הבשלה II מאחר שהפרי; אינו צובר עוד סוכרים לאחר שלב זה.

שתי קבוצות הצבע של ניסוי האחסון נבדלו ביניהן בערך C* באופן מובהק (טבלה 3). הקבוצה הבהירה היתה קרובה לדרגת הבשלה II בעוד הקבוצה הכהה היתה קרובה לדרגת הבשלה IV. הקבוצה הכהה התאפיינה בכממ גבוה מן הקבוצה הבהירה (באורח מובהק) ובערכי חומצה נמוכים במקצת מהקבוצה הבהירה (לא מובהק).

טבלה 3: אפיון רוויית הצבע, הכממ ותכולת החומצה המאלית של פירות 'לפינס' בהירים וכהים ביום הקטיפי. אותיות שונות מייצגות הבדלים מובהקים סטטיסטית. N=30.

Maturity group	C*	Lower 95% confidence	Upper 95% confidence	Total soluble solids (%)	Malic acid (%)
Light (II)	17.27 b	16.15	18.38	20.0 b	1.04 a
Dark (IV)	32.29 a	30.43	34.15	21.3 a	0.99 a

בקטיפי, הטועמים אהבו את הפרי הכהה יותר מאשר את הפרי הבהיר (איור 2) והעניקו ציונים גבוהים יותר לטעם הכללי ולמתיקות שלו. הדירוג של חמיצות הפרי הבהיר היה גבוה מזה של הפרי הכהה. במדדי הארומה וטעם הלואי לא נרשמו הבדלים מובהקים בדירוג.



איור 2: הערכת תכונות הטעם של דובדבני 'לפינס' בהירים וכהים ביום הקטיפי. N=9.

איכות באחסון ובחיי מדף

שינויים בצבע הפרי

ערכי הרוויה של צבע הקליפה פחתו במהלך האחסון וביתר שאת במהלך חיי המדף. באחסון, ערכי הרוויה פחתו בכ-4.7 יחידות C* בממוצע ללא קשר לצבע הפרי בעת הקטיפי. בחיי מדף פחתו ערכי הרוויה של הפרי הבהיר והכהה ב-13.5 וב-5.3 יחידות C*, בהתאמה. הטיפול ב-MCP-1 עיכב קלות את השינוי בצבע (לא מובהק) בעוד הטיפול ב-BA בפרי הבהיר זירז אותו (מובהק בחיי מדף).

תכולת מוצקים מסיסים וחומצה

תכולת הכממ, ובמיוחד תכולת החומצה, ירדו בין הקטיפי ותום האחסון וכן במהלך חיי המדף (טבלה 4). הפרי הכהה היה בעל תכולת כממ גבוהה באופן משמעותי מהפרי הבהיר. טיפולי ה-MCP-1 וה-BA עיכבו את הפחיתה בתכולת החומצה ביחס לביקורת. ממצא מעניין הוא השפעה חיובית של טיפול ה-MCP-1 על תכולת הסוכר ביחס לביקורת בתום האחסון, שיכולה היתה להיגרם מהאטת הנשימה של הפרי בהשפעת הטיפול.

טבלה 4: השפעת צבע הפרי בקטיף והטיפול שניתן טרם האחסון לדובדבני 'לפינס' על תכולת המוצקים המסיסים והחומצה לאחר אחסון ובתום חיי מדף. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים. N=10.

ns – לא מובהק; * - $P < 0.05$; ** - $P < 0.005$; *** - $P < 0.0005$

קבוצת הבשלה		טיפול טרום קטיף		בתום 21 ימים באחסון		בתום אחסון ויומיים חיי מדף	
בהיר	בהיר	ביקורת	0.87 B	18.58 C	0.94 B	19.8 CD	0.87 B
בהיר	בהיר	1-MCP	0.95 AB	19.95 BC	1.06 A	19.7 CD	0.95 AB
בהיר	בהיר	BA	0.97 AB	18.83 C	1.09 A	18.53 D	0.97 AB
כהה	כהה	ביקורת	0.93 AB	20.88 AB	0.97 AB	20.25 BC	0.93 AB
כהה	כהה	1-MCP	0.99 A	22.2 A	1.06 AB	21.7 AB	0.99 A
כהה	כהה	BA	0.96 AB	21.68 AB	1.01 AB	22.1 A	0.96 AB
אפקט ההבשלה			ns	***	ns	***	ns
אפקט הטיפול			*	*	**	ns	*

קשיות

הפרי הבהיר היה מוצק באורח מובהק מהפרי הכהה בתום האחסון (טבלה 5). לטיפולי טרום האחסון לא היתה השפעה מובהקת על הקשיות בשלב זה. קשיות הפרי פחתה במהלך חיי המדף וההבדלים בין הפרי הבהיר והכהה נעלמו, אולם הטיפול ב-1-MCP הביא לפרי מוצק יותר מפרי הביקורת.

טבלה 5: השפעת צבע הפרי בקטיף והטיפול שניתן טרם האחסון לדובדבני 'לפינס' על מוצקות הפרי לאחר אחסון ובתום חיי מדף. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים. N=30.

קבוצת הבשלה		טיפול טרום קטיף		קשיות (יחידות דורומטר)	
בהיר	בהיר	ביקורת	50 AB	56.8 ABC	לאחר חיי מדף
בהיר	בהיר	1-MCP	53.1 A	60.8 A	בתום האחסון
בהיר	בהיר	BA	50.2 AB	58.3 B	
כהה	כהה	ביקורת	46.5 B	52.9 BC	
כהה	כהה	1-MCP	54.8 A	53.4 BC	
כהה	כהה	BA	50.5 AB	51.1 C	
אפקט ההבשלה			ns	***	
אפקט הטיפול			**	ns	

גומה

בתום 21 ימים של אחסון התפתחה גומה בכמחצית מפירות הניסוי (רובה בדרגת חומרה קלה). שיעור הגומה בפרי שנקטף בהיר היה נמוך באופן מובהק מאשר בפרי שנקטף כהה, למעט בטיפול ה-BA שבשילוב עם פרי בהיר הביא לשיעור גבוה במיוחד של פרי נגוע בגומה וכן להחמרה בדירוגה האיכותי (תמונה 2, טבלה 6). הנזק שנגרם לפרי כתוצאה מהידרוקולינג בנוכחות BA לא חזר על עצמו בפרי שנקטף כהה. טיפול ה-1-MCP הגן על הפרי הכהה במידה מסוימת מפני התפתחות גומה. בפרי שעבר טיפול זה לא נרשמו הבדלים בהתפתחות הנזק בהשפעת מצב ההבשלה. ההבדלים בשיעור הגומה בין פירות בהירים וכהים נעלמו במהלך חיי המדף, אם כי פירות הביקורת וה-1-MCP שנקטפו בהירים הציגו חומרה פחותה של נזק בהשוואה לפירות שנקטפו כהים.

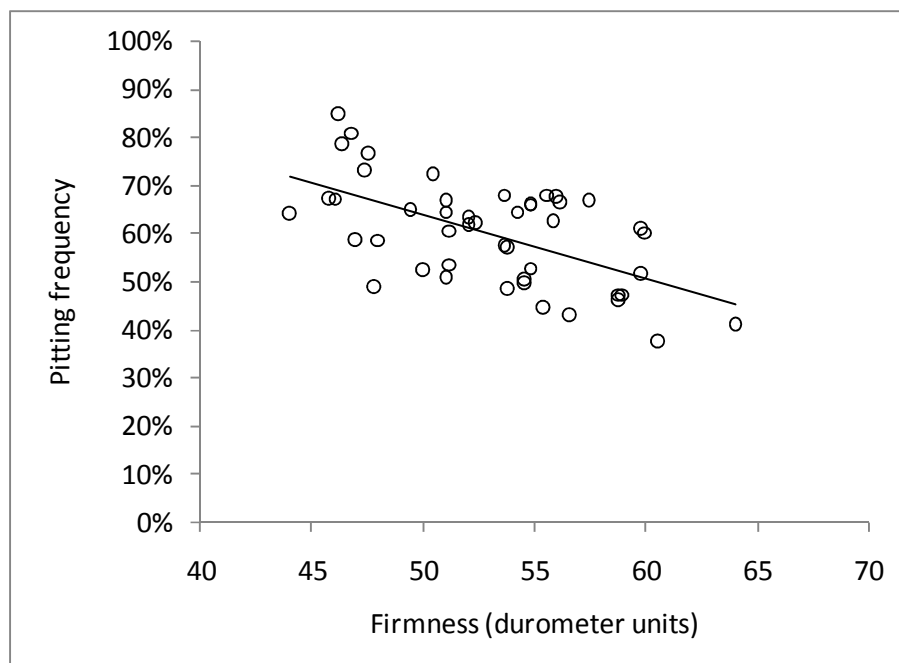


תמונה 2: תיאור ארבע קטגוריות החומרה של הגומה ששימשו בעיבוד הנתונים.

טבלה 6: השפעת צבע הפרי בקטיף והטיפול שניתן טרם האחסון לדובדבני 'לפינס' על שכיחות הגומה וחומרתה לאחר אחסון ובתום חיי מדף. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים. N=170.

בתום אחסון ויומיים חיי מדף		בתום 21 ימים באחסון		טרום	טיפול קטיף	קבוצת הבשלה
חומרת הגומה (1-4)	שכיחות הגומה (0-1)	חומרת הגומה (1-4)	שכיחות הגומה (0-1)			
1.72 B	0.64 A	1.63 B	0.47 B		ביקורת	בהיר
1.74 B	0.6 A	1.75 B	0.44 B		1-MCP	בהיר
2.14 A	0.72 A	2.01 A	0.67 A		BA	בהיר
1.89 AB	0.72 A	1.86 AB	0.62 A		ביקורת	כהה
1.91 AB	0.62 A	1.84 AB	0.48 B		1-MCP	כהה
1.9 AB	0.65 A	1.86 AB	0.6 A		BA	כהה
ns	Ns	ns	*	אפקט ההבשלה		
**	Ns	**	***	אפקט הטיפול		

שכיחות הגומה (אך לא חומרתה) עלתה בהתאמה להתרככות הפרי הן לאחר האחסון והן לאחר יומיים נוספים בתנאי מדף (איור 3). לא נמצא קשר בין שכיחות הגומה למדדי האיכות האחרים.



איור 3: שכיחות הגומה בפירות 'לפינס' לאחר אחסון בן 21 ימים וכן לאחר יומיים נוספים בחיי מדף כפונקציה של מוצקות הפרי ביום הספירה. N=48, $r^2=0.34$, $P=0.002$.

ממצא זה מרמז על כך שהגומה בדובדבן איננה מחלה פיזיולוגית בפני עצמה (כמו למשל בתפוח) אלא נמנית על התופעות הקשורות בהזדקנות הפרי לאחר הקטיף. יתכן כי התפרקות מרכיבי דופן

התא, שבאה לידי ביטוי באיבוד המוצקות, עומדת גם בבסיס התמוטטות רקמת הפריקארפ שמתבטאת בהופעת גומה. יש להניח כי טיפולים שיאטו את קצב הנשימה ואת הזדקנות הפרי (קטיף בזמן, אווירה מבוקרת, קירור, 1-MCP וכיו"ב) יביאו להפחתת הנזק מגומה.

רקבון

שיעור הרקבון שהתפתח בפרי עד תום חיי המדף נע בין 0-3%. שכיחות הרקבון לא הושפעה ממצב ההבשלה בקטיף או מהטיפולים שנתנו לפרי טרם האחסון (התוצאות אינן מוצגות).

שיעור הפרי הראוי לשיווק

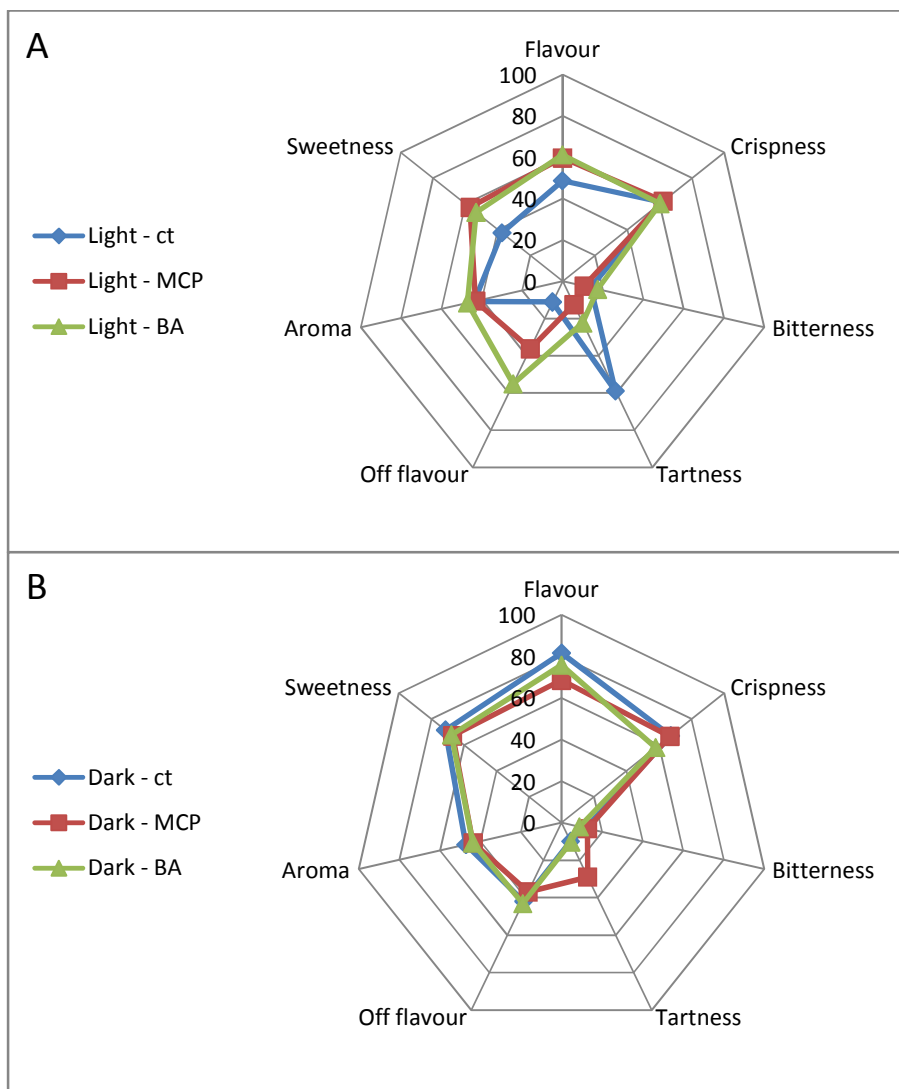
הגומה היתה הגורם העיקרי לפחיתה בשיעור הפרי הראוי לשיווק בניסוי זה. לצורך חישוב מדד זה, הוגדר הפרי הראוי לשיווק כפרי בריא, סדוק (אבל לא רקוב) וכזה הסובל מגומה קלה (קטגוריה 1). שיעורי הפרי הראוי לשיווק נעו בין 59-78% בתום האחסון ובין 50-66% בתום חיי המדף (טבלה 7). לטיפול ב-1-MCP היתה השפעה מיטיבה על התאמת הפרי לשיווק (לא שונה במובהק מהביקורת), בעוד הפרי שטופל ב-BA סבל משיעורי שיווק נמוכים. בתום האחסון. פרי שנקטף בהיר נהנה משיעורים גבוהים במקצת של התאמה לשיווק ביחס לפרי כהה. הבדלים אלה נעלמו לאחר חיי המדף.

טבלה 7: השפעת צבע הפרי בקטיף והטיפול שניתן טרם האחסון לדובדבני 'לפינס' על שכיחותו של הפרי המתאים לשיווק לאחר אחסון ובתום חיי מדף. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים. N=170.

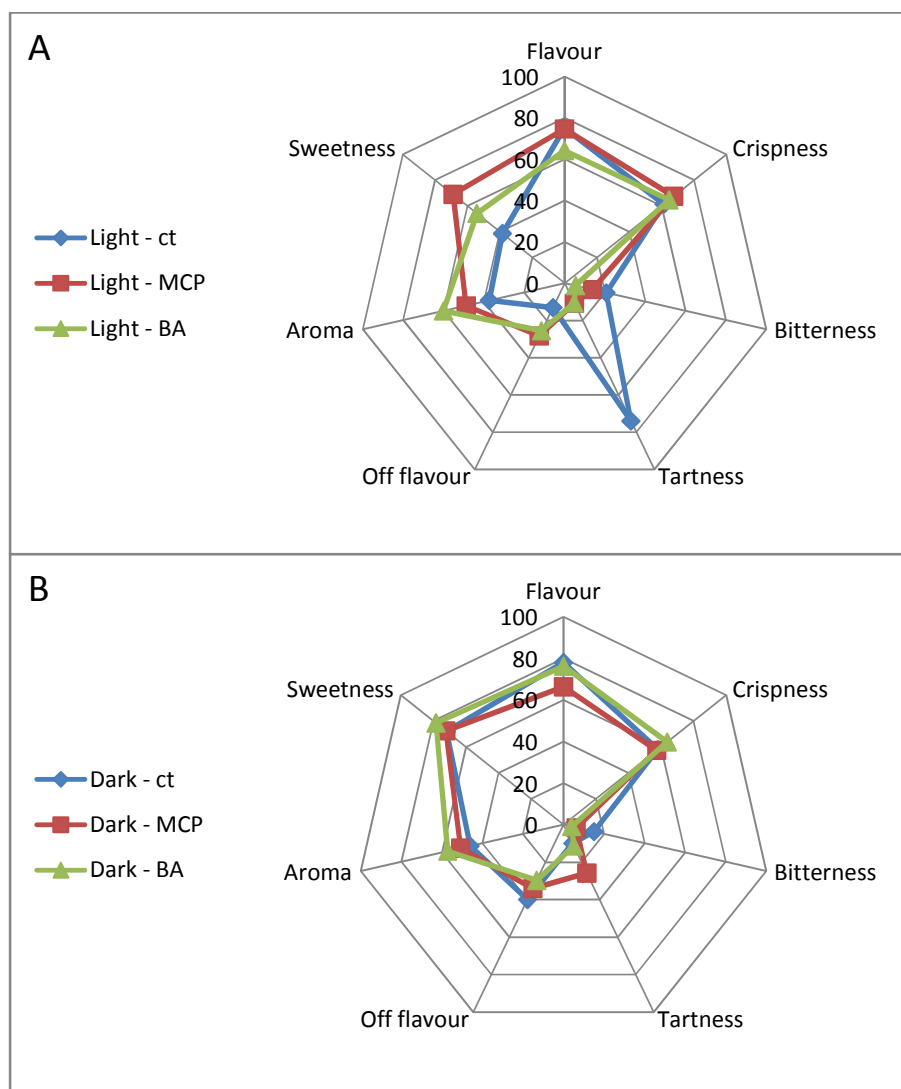
שכיחות הפרי המתאים לשיווק (0-1)		טיפול טרם קטיף	קבוצת הבשלה
בתום אחסון בן 21 ימים	בתום אחסון ויומיים בחיי מדף		
0.78 A	0.65 A	ביקורת	בהיר
0.77 AB	0.66 A	1-MCP	בהיר
0.59 D	0.5 A	BA	בהיר
0.63 CD	0.55 A	ביקורת	כהה
0.74 ABC	0.6 A	1-MCP	כהה
0.65 BCD	0.57 A	BA	כהה
*	ns	אפקט ההבשלה	
***	ns	אפקט הטיפול	

טעם

באיורים 4 ו-5 מוצגות תוצאות מבחני הטעימה של הפרי. הן לאחר האחסון והן לאחר חיי המדף הפרי נתפס כטעים, מוצק וחסר טעמי לוואי בדרך כלל. בתום האחסון (איור 4) הטועמים עדיין העדיפו את הטעם הכולל של הפרי שנקטף כהה, אבל ההבדל לא היה מובהק. פרי זה נתפס כמתוק יותר וחמוץ פחות. הפרי הבהיר שלא עבר טיפול כלשהו לפני האחסון נתפס כחמוץ וטעים פחות מפרי שעבר טיפולים ב-1-MCP או ב-BA. למרות זאת, פרי זה נתפס כבעל טעמי לוואי פחותים. בפרי הכהה טיפול ה-1-MCP, שהוערך כחמוץ יותר, היה אהוד פחות בהערכת הטעם הכללית. מגמות אלה נשמרו גם בחיי המדף (איור 5).



איור 4: תוצאות מבחני הטעם שנערכו בפירות 'לפינס' לאחר אחסון בן 21 ימים ב-0 מ"צ. פרי שנקטף בהיר (A) ופרי שנקטף כהה (B) עבר טיפולים ב-1-MCP או ב-BA טרם האחסון או שלא טופל כלל.



איור 5: תוצאות מבחני הטעם שנערכו בפירות 'לפינס' לאחר אחסון בן 21 ימים ב-0 מ"צ ויומיים נוספים בתנאי מדף. פרי שנקטף בהיר (A) ופרי שנקטף כהה (B) עבר טיפולים ב-1-MCP או ב-BA טרם האחסון או שלא טופל כלל.

סיכום

התפתחות גומה בפירות דובדבן היא הגורם המגביל את משך האחסון של הפרי, במיוחד בזנים רגישים כגון 'לפינס'. ממצאי המחקר הנוכחי מעידים על כך שהגומה היא פגע הקשור להזדקנות הפרי: הגומה החמירה כאשר הפרי נקטף כהה יותר וכאשר נשימתו לא עוכבה באמצעות 1-MCP. יתר על כן, שכיחות הפרי הנגוע בפגע זה היתה קשורה ביחס ישר להתרככות הפרי הן באחסון והן בחיי מדף.

אופן פעולת ה-1-MCP בדובדבן איננו ברור כל צרכו. הדובדבן המתוק איננו פרי קלימקטרי, דהיינו הוא מייצר רמות מזעריות של אתילן ($1 \mu\text{l/kg}\cdot\text{h} < \text{ב-}20 \text{ מ"צ}$) שאינן קשורות בהכרח לקצב הנשימה (Gong et al., 2002). עם זאת, פגיעה מכאנית מכוונת בפרי הביאה לעליה בייצור האתילן (Mitchell

et al., 1980). אנו משערים שהטיפול במעכב אתילן עשוי להפחית את נשימת הפרי במקרה של פציעה ובכך להאט את הזדקנותו.

הטיפול ב-Benzyl adenine, ציטוקינין סינתטי הידוע בתכונותו לעכב הזדקנות בתוצרת טריה, לא נבדל מן הביקורת באף אחד מן הפרמטרים שנבדקו. הקומבינציה של טבילת פרי בהיר ב-BA אף גרמה לעליה ניכרת בשכיחות ובחומרת הגומה ובשינוי דרמטי של צבע הפרי במהלך האחסון וחיי המדף. השפעה זו לא חזרה על עצמה כאשר הטיפול יושם בפרי כהה ולכן נראה כי ניתן לייחס אפקט פיטוטוקסי זה לשיבוש טכני כלשהו שחל במהלך הטיפול. אין בכשלון הגישה בניסוי זה כדי להעיד על אי יעילותה ובעתיד כדאי לבחון את השפעתו של ריסוס ב-BA לפני הקטיפה על איכות הפרי במהלך האחסון.

מקורות

Gong Y, Fan X, Mattheis JP. 2002. Responses of 'Bing' and 'Rainier' Sweet Cherries to Ethylene and 1-Methylcyclopropene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127:831-835.

Mitchell FG, Meyer G, Kader AA. 1980. Injuries cause deterioration of sweet cherries. California Agri. 4/1980:14-15.