

דווח סופי מספר 430-0247-11
מוגש למדען הראשי
המועצה הצמחית – אגף הירקות

**פיתוח טיפולי הסגר לפרי פלפל על ידי אווירה מעוטת חמצן, בשילוב עם
ביטנות, בטמפרטורה של 1.5 מ"צ**

אלעזר פליק*, שרון אלקלעי-טוביה, יעקב פרצלן, ציון אהרון,
המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

דוד נסטל
המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

רמי גולן
מו"פ ערבה תיכונה

**Development of quarantine treatments for sweet pepper by
low oxygen storage in combination with packaging materials
at 1.5°C**

*Elazar Fallik, Sharon Alkalai-Tuvia, Yacov Perzelan, Zion Aharon
Dept. of Postharvest Science of Fresh Produce, ARO-The Volcani Center*

*David Nestel
Dept. of Entomology, ARO-The Volcani Center*

*Rami Golan
R&D Arava*

*E-mail: efallik@volcani.agri.gov.il

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



חתימת החוקר

תקציר

מטרת המחקר העיקרית בעבודה זו הייתה לנסות ולפתח טיפול הסגר בקור (מתחת ל-7 מ"צ, טמפרטורת האחסנה המיטבית לפלפל בשל) לפרי הפלפל לאחר הקטיף. מטרת העבודה בשנת המחקר האחרונה היו: א. לבחון את פרוטוקול ההדבקה וקטילת הזבוב, בדרגות התפתחות שונות; L1, L2 ו-L3 (ע"פ דרישת מדינת ההסגר), בפרי צהוב; ב. לחזור שוב על בחינת השפעת 2 אריזות פלסטיק (XF) על איכות פרי אדום וצהוב שאוחסן ב-4 מ"צ ו-1.5 מ"צ; ג. לבחון, לראשונה, את קנטיקת קטילת הזבוב, בשלבי התפתחות שונים – מביצה ועד לדרגת רימה L3 (מהירות קטילת הזבוב בקור).

נמצא כי אריזת הפירות אדומים, או צהובים בביטנת XF ואחסנתם ב-4 או 1.5 מ"צ למשך שלושה שבועות, הקטינה באופן מובהק את חומרת אינדקס נזקי הצינה וכן את אחוז הפירות שנפגעו מנזקי צינה, בהשוואה לפירות שאוחסנו בטמפרטורות אלו ללא ביטנה. ככל שהטמפרטורה הייתה נמוכה יותר כך חומרת נזק הצינה ואחוז נזקי הצינה היו גבוהים יותר. הביטנה הקטינה את אחוז איבוד המים ולכן הפרי הארוז היה מוצק יותר. ביטנת 100XF נמצאה מעט טובה יותר בשימור הפלפל, בהשוואה לביטנת 140XF.

על מנת לקטול את שלושת דרגות הרימה, נמצא כי רוב הרימות שהתפתחו כעבור 5 ימים היו מהדרגה הראשונה (L1) והשנייה (L2). כעבור יומיים נוספים (7 ימי הדגרה ב-25 מ"צ), רוב הזחלים היו מדרגת L2, כאשר רוב הזחלים שהתפתחו לאחר 9 ימים בהדגרה ב-25 מ"צ היו מדרגה L3. לכן, פירות הפלפל טופלו בקור, לאחר הדבקה בביצי הזבוב והתפתחות שלושת דרגות הרימה. נמצא כי ביצי הזבוב היו הרגישים ביותר לטמפרטורות הנמוכות, כולל אחסנת הפרי המודבק ב-7 מ"צ. נמצאו רימות חיות מדרגת L3 ב-7 מ"צ בלבד. שתי טמפרטורות הקור; 4 ו-1.5 מ"צ קטלו את הרימות בשלושת דרגות התפתחותן בתום 21 ימי אחסנה.

בחינת קצב קטילה שלושת דרגות הרימה (קנטיקת הקטילה), נמצא כי רימה בדרגה L3 נמצאה עמידה יותר מרימה בדרגת L1. רימה בדרגה L2, נמצאה יותר רגישה לקור מרימה בדרגה L3, אך עמידותה לקור הייתה דומה כעבור מספר ימים בהדגרה. קטילה מוחלטת של הרימות, בשלושת שלבי התפתחותן, נמצאה לאחר 8 ימים ב-1.5 מ"צ.

המסקנות העיקריות משלושת שנות המחקר הן פיתוח פרוטוקול ההדבקה אשר הוכיח את האפשרות לקבל רימות בדרגות התפתחות שונות, על פי דרישת מדינות ההסגר, והיכולת לקטול את הביצים והזחלים בטיפול קור שונים מבלי לפגום באיכות הכללית של הפרי בתום שלושה שבועות אחסנה בקור + חיי מדף, הן בפרי אדום והן בפרי צהוב. לסיכום, בידינו טיפול הסגר יעיל לקטילת זבוב הים התיכון בפלפל אשר כמעט ואינו פוגע באיכות הפרי (נזקי צינה), אך קוטל את ביצי הזבוב ושלושת דרגות התפתחות הרימות.

מבוא, תיאור הבעיה

במהלך שנת 2011 יוצאו יותר כ-135,000 טונות של פירות פלפל, בצבעים שונים, לאירופה וארצות הברית, רובם בהובלה ימית. קיימת אפשרות לייצא פרי פלפל ליפן, או למדינות הסגר אחרות במזרח הרחוק במידה והפרי יוכל לעבור טיפול הסגר בקור, על מנת לקטול את זבוב הים התיכון,

בכל שלבי התפתחות, המהווה מזיק הסגר. טמפרטורת האחסנה של פלפל בשל לאחר הקטיף הנה 7 מ"צ. אחסנת הפרי בטמפרטורות הנמוכות מ-7 מ"צ תגרום להופעת נזקי צינה תוך שבוע עד 10 ימים. נזקי צינה אלה יחמירו עם העברת הפרי לטמפרטורות של חיי מדף (Lim et al., 2007).

בשנת המחקר השנייה נמצא כי אריזת הפירות אדומים, או צהובים בביטנת XF ואחסנתם ב-4 או 1.5 מ"צ למשך שלושה שבועות הקטינה באופן מובהק את חומרת אינדקס נזקי הצינה וכן את אחוז הפירות שנפגעו מנזקי צינה, בהשוואה לפירות שאוחסנו בטמפרטורות אלו ללא ביטנה. ככל והטמפרטורה הייתה נמוכה יותר כך חומרת נזק הצינה ואחוז נזקי הצינה היו גבוהים יותר. בשנה זו גם פותח פרוטוקול להדבקת פלפל בביצים ורימות, משלוש דרגות והתפתחות גלמים, שמטרתו הייתה גם לבחון את קטילת הזבוב, בדרגות התפתחות שונות, בטמפרטורות 1.5 מ"צ ו-4 מ"צ. הסיבה לבחינת יעילות קטילת הזבוב ב-4 מ"צ הייתה העובדה כי במהלך מעבר האוניות בקו המשווה, טמפרטורת המכולה המכוונת ל-1.5 מ"צ, עולה לכ-4 מ"צ למספר ימים. נמצא כי בטיפול הביקורת (25 מ"צ) נמדדה בקיעה של 100% מהביצים ויצירת גלמים. ממוצע יצירת גלמים לפרי בטיפול הביקורת היה כ-15 גלמים, ביעילות של 0.59. תוצאות דומות התקבלו גם בטיפול הביקורת שהודגר ב-17 מ"צ. הדגרת פירות מודבקים בביצי זבוב ב-7 מ"צ, כטיפול ביקורת של טמפרטורת אחסנה מיטבית, ובחינת טיפולי הסגר ב-4 מ"צ ו-1.5 מ"צ למשך 3 שבועות, הביא לתמותה מוחלטת של הביצים כיוון שלא נמצאו גלמים משלושת דרגות הזחל השונות. המסקנות העיקריות משנת מחקר היו כי פרוטוקול ההדבקה שפותח הוכיח את האפשרות לקבל רימות בדרגות התפתחות שונות, על פי דרישת מדינות ההסגר, וטיפול הקור שבחנו, קטלו את הביצים והרימות מבלי לפגום באיכות הכללית של הפרי, בתום שלושה שבועות אחסנה בקור + חיי מדף (הובלה ימית ממוצעת למזרח הרחוק ולצפון אמריקה).

לכן, מטרת המחקר בשנה השלישית והאחרונה היו לבחון את יישומו של פרוטוקול ההדבקה וההדברה של הזבוב בפרי צהוב הידוע באיכותו הפחותה, בהשוואה לפרי אדום (Maalecuu et al., 2004); לבחון, לראשונה, את קצב קטילת הזבוב (קנטיקת הקטילה), בדרגות התפתחות שונות, בקור (תוך כמה ימים הביצים והרימות נקטלים בקור); ולבחון שוב את השפעת טיפולי הקור על איכות הפרי שנארז בשתי ביטנות: 100XF ו-140XF, המאבדים פחות, או יותר מים, בהתאמה.

שיטות וחומרים

א. בחינת איכות הפרי

הניסויים בוצעו עם הזן האדום 7158 והזן הצהוב דינמו שנקטפו ממשק כהן בעין יהב. הקטיף התבצע בכ-85-90% צבע.

בוצעו 3 ניסויים במהלך החודשים דצמבר, ינואר ותחילת מרץ. הפירות הובאו למחלקה לאחסון, נשטפו במים חמים ב-55 מ"צ למשך כ-15 שניות (טיפול מסחרי) וטופלו כדלקמן:

א. פרי "ערום" ב-7 מ"צ (ביקורת)

ב. פרי ארוז בביטנת 140XF עם חורי מאקרו ב-7 מ"צ

ג. פרי "ערום" ב-4 מ"צ

ד. פרי ארוז בביטנת 100XF (ביטנה שמאבדת מעט מים) עם חורי מאקרו ב-4 מ"צ

ה. פרי ארוז בביטנת 140XF (ביטנה שמאבדת יותר מים) עם חורי מאקרו ב-4 מ"צ

ו. פרי "ערום" ב-1.5 מ"צ

ז. פרי ארוז בביטנת 100XF עם חורי מאקרו ב-1.5 מ"צ

ח. פרי ארוז בביטנת 140XF עם חורי מאקרו ב-1.5 מ"צ

מדדי איכות

הפירות אוחסנו ב-1.5 מ"צ, 4 מ"צ וב-7 מ"צ (ביקורת) ולחות של 95% למשך 21 ימים ו-3 ימים נוספים ב-20 מ"צ (חיי-מדף). בתום תקופת האחסנה וחיי המדף נבחנו המדדים הבאים:

- א. אחוז איבוד משקל ממשקל התחלתי.
- ב. מוצקות הפרי נמדדה בעזרת מכשיר "מד לחץ" בעזרת משקולת בת 2 ק"ג המונחת על גבי הפרי למשך כ-10 שניות, הסרתה מהפרי וקריאת הגמישות. התוצאות בוטאו במ"מ דפורמציה (גמישות). ככל והמספר גבוה יותר, הפרי גמיש יותר.
- ג. אחוז ריקבון פרי ועוקץ. פרי נחשב לרקוב כאשר תפטיר הופיע על קליפת הפרי או העוקץ. אחוז הריקבון חושב מכלל הפירות בכל טיפול.
- ד. אינדקס נזקי הצינה הוגדר בסולם של 4 דרגות, מ-0 ועד 3, על פי שטח הכיסוי וקוטר נזק הצינה בקליפת הפרי. = ללא נזק; 1 = נזק קל (עד 10% משטח קליפת הפרי); 2 = נזק בינוני (עד כ-30% משטח קליפת הפרי); 3 = נזק חמור (מעל 30% נזק צינה על קליפת הפרי). אינדקס הנזק (חומרת הנזק) פר קרטון חושב על ידי הנוסחה הבאה: (מספר הפירות ללא נזק X 0 + מספר הפירות עם נזק קל X 1 + מספר הפירות עם נזק בינוני X 2 + מספר הפירות עם נזק חמור X 3 חלקי סך כל הפירות בטיפול).
- ה. אחוז נזק צינה. פרי הוגדר עם נזק צינה כאשר נראו שקעים בעומק של לפחות 2 מ"מ עם שוליים חלקים, או שקע כהה שהופיע על העוקץ. הנזק בוטא כאחוז הפירות עם שקעים/כתמים מכלל הפירות הבריאים.
- ו. מדד ההופעה הוגדר בסולם של 5 דרגות, כאשר 1 = פרי עם ריקבון, עם נזקי צינה, רך ופגום; 3 = פרי עם איכות סבירה; 5 = פרי מעולה. פרי עם מדד הופעה הגדול מ-2.5 נחשב כמכיר.

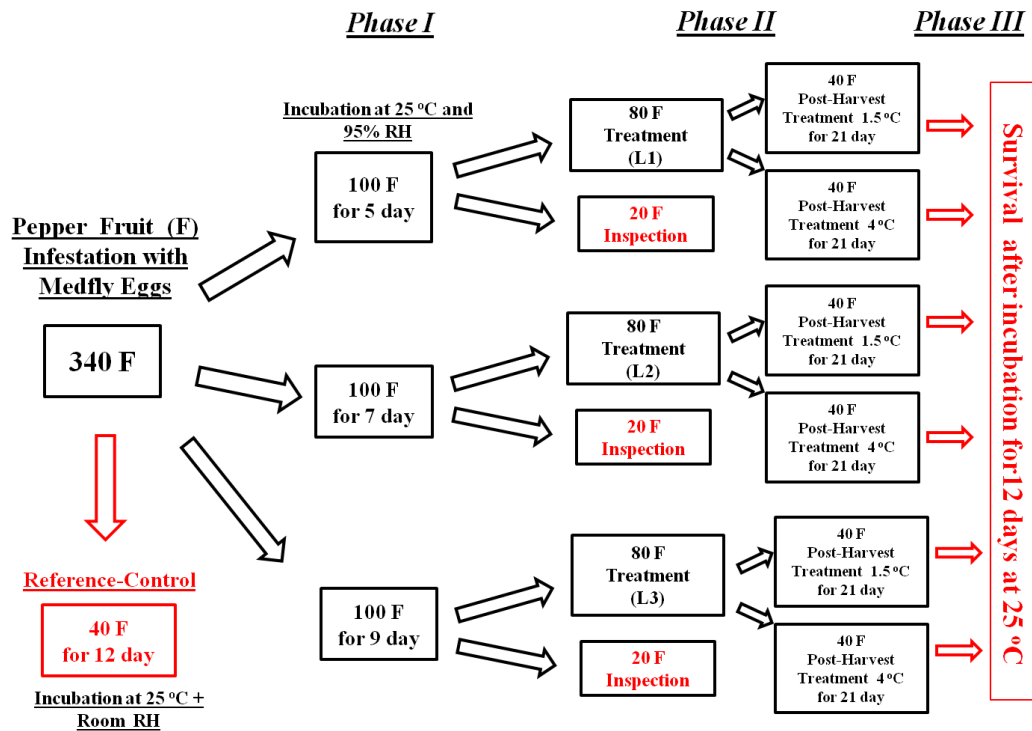
הניסויים נותחו במבחן חד כיווני בעזרת התוכנה JMP גרסה 6. כל טיפול כלל 4 קרטונים של 5 ק"ג לקרטון.

ב. השפעת טיפולים לאחר הקטיף על התפתחות ותמותת זחלי זבוב הים התיכון (איור 1)

על סמך תוצאות שנת 2010 נערכו שני ניסויים שמטרתם היה לבחון כיצד טיפולי הקור משפיעים על התפתחות ותמותת זחלי הזבוב בפרי צהוב (ב-2010 הניסוי נערך בפרי אדום). הניסויים נערכו בשלושה שלבים: 1. יצירת זחלים בשלבי התפתחות שונים; 2. טיפולי קור שונים; 3. השפעתם של הטיפולים הנ"ל על הזחלים. לאחר הדבקת הפירות בביצי הזבוב (340 פירות), הפירות הודגרו ב-25 מ"צ ולחות של 98% ל-5 ימים לשל קבלת זחל בדרגה ראשונה – L1, 7 ימים לשל קבלת זחל בדרגה שנייה – L2 ו-9 ימים לשל קבלת זחל בדרגה שלישית – L3 (על פי ניסויים הקדמיים). כל

תקופת הדגרה כללה 100 פירות, שה"כ 300 פירות. במקביל נבדקו 40 פירות שהודבקו בביצי הזבוב והודגרו ב-25 מ"צ על מנת לבחון את התפתחות וחיות הביצים (טיפול ביקורת). לאחר כל תקופת הדגרה (5, 7 ו-9 ימים), נלקחו 100 פירות עם דרגת התפתחות הזחל המתאימה, שחולקו לשתי קבוצות ניסוי: 80 פירות נלקחו לטיפול קור, כאשר 40 פירות נארזו בביטנת 100XF ואוחסנו ב-4 מ"צ ו-40 פירות נארזו באותה ביטנה ואוחסנו ב-1.5 מ"צ למשך 21 ימים. עשרים פירות נלקחו לבדיקה מיקרוסקופית על מנת להעריך את דרגת התפתחות הזחל. לאחר תקופת האחסנה בקור, כל פרי הונח בקופסת 1 ליטר שהודגרה ל-12 ימים ב-25 מ"צ כדי לאפשר לזחלים חיים להשלים את מחזור החיים. בסוף תקופה זו נספרו מספר הזבובים שהתפתחו מהזחלים ומספר הגלמים שהתפתחו, בהשוואה להתפתחות הזבובים והזחלים בטיפול הביקורת.

איור 1: סכימה המתארת את הפרוטוקול שפותח עבור בחינת השפעת טיפולי קור על זחלי זבוב הים התיכון. F מציין מספר פירות; L מציין את דרגת התפתחות הביצה לזחל בדרגה ראשונה, שנייה ושלישית.



ג. קנטיקת קטילת הביצים והרימות

פרי צהוב הודבק באופן מלאכותי ב-50 ביצי זבוב והודגר ב-25 מ"צ על מנת להגיע לשלושת דרגות הרימה; L1, L2, ו-L3 (5, 7 ו-9 ימים). בתום תקופת ההדגרה המתאימה לקבלת שלושת דרגות הרימה, הפרי הועבר לטיפול הסגר ב-1.5 מ"צ. בכל יום נבדקו 10 פירות, בכל אחת ואחת מדגרת התפתחות הרימה. בחינת קצב התמותה נעשה לאחר הדגרת הפרי למספר שעות ב-25 מ"צ בתום טיפול הקור.

תוצאות

א. השפעת טיפולי קור על איכות הפירות

בניסויים שנערכו עם פרי אדום (טבלה 1) ופרי צהוב (טבלה 2) נמצא כי אריזת הפירות בביטנות XF ואחסנתם ב-4 או 1.5 מ"צ למשך שלושה שבועות, הקטינה באופן מובהק את חומרת אינדקס נזקי הצינה וכן את אחוז הפירות שנפגעו מנזקי צינה, בהשוואה לפירות שאוחסנו בטמפרטורות אלו, ללא ביטנה. ככל והטמפרטורה הייתה נמוכה יותר כך חומרת נזק הצינה ואחוז נזקי הצינה היו גבוהים יותר. שתי הביטנות הקטינו את אחוז איבוד המים ולכן הפרי הארוז היה מוצק יותר, כאשר לביטנת 100XF נמצא יתרון קל בהקטנת איבוד המשקל ובשמירת מוצקות הפרי, בשני הזנים. איכות הפרי האדום נמצאה, בדרך כלל, טובה יותר, בהשוואה לפרי הצהוב ברוב הטיפולים שנערכו במהלך עונת הייצוא. בסיכום, הטיפול הטוב ביותר ששימר, מחד, את איכות הפרי החיצוני (מוצקות וריקבון), ומאידך, הקטין את נזקי הצינה וחומרתם, היה אחסון הפרי ב-4 מ"צ בביטנת 100XF.

טבלה 1: השפעת טיפולי הסגר על איכות פלפל אדום מזן 7158, עם או ללא ביטנה, לאחר 21 ימים בקירור + 3 ימים ב-20 מ"צ (ממוצע לארבעה קרטונים לטיפול) (ממוצע לשלושה קטיפים).

טיפול / טמפרטורת אחסנה	איבוד משקל (%)	גמישות (מ"מ)	ריקבון (%)	אינדקס נזקי צינה (0-3)	נזקי צינה (%)	הופעה (1-5)
7 מ"צ ללא ביטנה	4.4 א	3.6 א	2.9 ב	0 ג	0 ה	2.6 בג
7 מ"צ + ביטנה 140XF	1.9 ד	2.4 ב	1.9 ג	0 ג	0 ה	2.9 א
4 מ"צ ללא ביטנה	3.0 ג	3.4 א	1.7 ג	0.3 ב	1.7 ג	2.5 ג
4 מ"צ + ביטנה 100XF	1.3 ה	2.1 ג	4.9 א	0.07 ג	1.0 ד	2.4 ג
4 מ"צ + ביטנה 140XF	1.4 ה	2.2 בג	1.1 ד	0.03 ג	0.7 ד	3.0 א
1.5 מ"צ ללא ביטנה	4.0 ב	3.4 א	4.3 א	0.9 א	12 א	2.2 ד
1.5 מ"צ + ביטנה 100XF	1.5 דה	1.9 ג	1.6 ג	0.3 ב	3.5 ב	2.6 בג
1.5 מ"צ + ביטנה 140XF	1.7 ד	2.2 בג	1.7 ג	0.2 ב	3.5 ב	2.6 בג

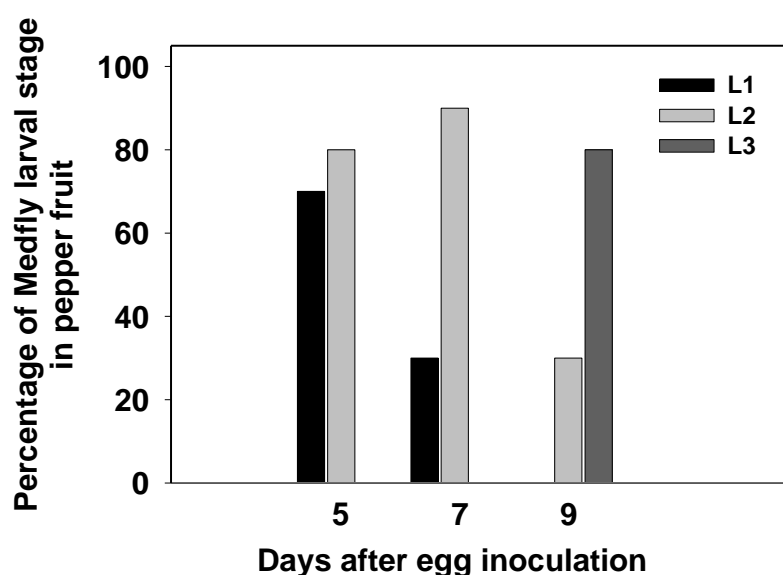
טבלה 2: השפעת טיפולי הסגר על איכות פלפל צהוב מזן דינמו, עם או ללא ביטנה, לאחר 21 ימים בקירור + 3 ימים ב-20 מ"צ (ממוצע לארבעה קרטונים לטיפול) (ממוצע לשלושה קטיפים).

טיפול / טמפרטורת אחסנה	איבוד משקל (%)	גמישות (מ"מ)	ריקבון (%)	אינדקס נזקי צינה (0-3)	נזקי צינה (%)	הופעה (1-5)
7 מ"צ ללא ביטנה	4.9 א	3.4 ב	9.9 א	0 ד	0 ה	2.1 ד
7 מ"צ + ביטנה 140XF	2.7 ד	2.7 ג	8.7 ב	0 ד	0 ה	2.4 ג
4 מ"צ ללא ביטנה	3.1 ג	3.1 ג	8.5 ב	0.4 ב	4.9 ב	2.3 ג
4 מ"צ + ביטנה 100XF	2.3 ה	2.3 ד	1.0 ו	0.04 ד	2.5 ד	2.8 א
4 מ"צ + ביטנה 140XF	2.4 ה	2.4 ד	7.2 ג	0.08 ג	2.2 ד	2.6 ב
1.5 מ"צ ללא ביטנה	3.9 ב	3.9 א	4.6 ד	1.2 א	22.0 א	1.9 ה
1.5 מ"צ + ביטנה 100XF	2.8 ד	2.8 ג	2.9 ה	0.09 ג	4.0 ג	2.6 ב
1.5 מ"צ + ביטנה 140XF	2.9 גד	2.9 ג	1.4 ו	0.08 ג	2.5 ד	2.7 אב

ב. השפעת טיפולי קור על התפתחות וחיות הזבוב והרימות

מאיוור 2 עולה כי רוב הרימות שהתפתחו כעבור 5 ימים ממועד ההדבקה היו מהדרגה הראשונה (L1) והשנייה (L2). כעבור יומיים נוספים (7 ימי הדרגה ב-25 מ"צ), רוב הזחלים היו מדרגת L2, כאשר רוב הזחלים שהתפתחו לאחר 9 ימים בהדרגה ב-25 מ"צ היו מדרגה L3.

איור 2: דרגת התפתחות הזחל לאחר הדרגת פירות פלפל מודבקים ב-25 מ"צ ולחות של 98% לאחר 5, 7 ו-9 ימים (ממוצע לשני ניסויים).



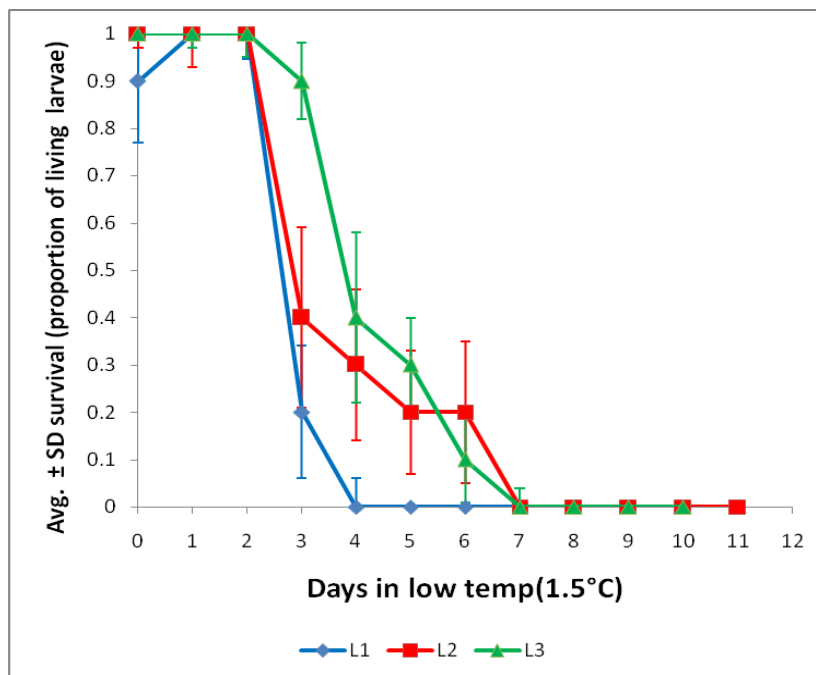
טבלה 3: השפעת תנאי האחסנה (טיפול הקור) על התפתחות ביצי זבוב בפרי צהוב שהודבק באופן מלאכותי בביצים. הפירות נארזו בביטנת 100XF למשך 21 ימים בטיפול הקור השונים [7 (בקורת), 4, 1.5 מ"צ] לאחר תקופת הדגרה של 5 ימים (L1), 7 ימים (L2) ו-9 ימים (L3) ב-25 מ"צ ולחות של 98% (ממוצע לשני ניסויים)

טיפול	אחוז הפירות היוצרים גולם (מספר הפירות)	כמות ממוצעת (\pm) של גלמים לפרי	יעילות ביצה-גולם (ממוצע מספר הביצים המודבקות / מספר הגלמים)
ביקורת התפתחות ב-25 מ"צ	90 (42)	8.1 \pm 5.0	0.25
טיפול בקור עם ביצים ב-1.5 מ"צ	0 (22)	0	0
טיפול בקור עם ביצים ב-4.0 מ"צ	0 (20)	0	0
טיפול בקור עם ביצים ב-7.0 מ"צ	0 (21)	0	0
טיפול קור עם L1 ב-1.5 מ"צ	0 (17)	0	0
טיפול קור עם L1 ב-4.0 מ"צ	0 (18)	0	0
טיפול קור עם L1 ב-7.0 מ"צ	14 (14)	0.2 \pm 0.6	0.007
טיפול קור עם L2 ב-1.5 מ"צ	0 (45)	0	0
טיפול קור עם L2 ב-4.0 מ"צ	0 (47)	0	0
טיפול קור עם L2 ב-7.0 מ"צ	60 (9)	0.9 \pm 0.8	0.03
טיפול קור עם L3 ב-1.5 מ"צ	0 (39)	0	0
טיפול קור עם L3 ב-4.0 מ"צ	0 (39)	0	0
טיפול קור עם L3 ב-7.0 מ"צ	70 (10)	1.3 \pm 1.4	0.04

מטבלה 3 עולה כי ביצי הזבוב היו הרגישים ביותר לטמפרטורות הנמוכות, כולל אחסנת הפרי המודבק ב-7 מ"צ. נמצאו רימות חיות מדרגת L3 ב-7 מ"צ בלבד. שתי טמפרטורות הקור; 4 ו-1.5 מ"צ קטלו את הרימות בשלושת דרגות התפתחות בתום 21 ימי אחסנה. בטיפול הביקורת (25 מ"צ) בכ-90% מהפירות נמצאו גלמים שהתפתחו מרימות, ועם התפתחות הרימות לדרגת L3, עלה אחוז הגלמים שנמצאו (70%).

בחינת קצב תמותת הרימות בשלושת דרגות התפתחות

ניסוי זה הצריך בדיקה יומית של פירות הפלפל שהודבקו מלאכותית על ידי ביצי הזבוב על מנת להגיע לשלושת דרגות הרימה; L1, L2 ו-L3, בהדגרה ב-1.5 מ"צ. בכל יום נבדקו 10 פירות, בכל אחת ואחת מדרגת התפתחות הרימה. השונות באה לידי ביטוי בסטיית התקן המופיע באיור. בחינת קצב התמותה נעשה לאחר הדגרת הפירות למספר שעות ב-25 מ"צ. מאיור 3 עולה כי רימה בדרגה L3 נמצאה עמידה יותר מרימה בדרגת L1. רימה בדרגה L2, יותר רגישה לקור מרימה בדרגה L3, אך עמידותה לקור דומה כעבור מספר ימים בהדגרה. קטילה מוחלטת של הרימות, בשלושת שלבי התפתחותן, נמצאה לאחר 8 ימים ב-1.5 מ"צ.



איור 3: קצב תמותת הרימות כפונקציה של זמן שהייתם ב-1.5 מ"צ

דיון ומסקנות

טיפול הסגר בקור נעשים כיום לפירות הדר כאשר הפרי מאוחסן במהלך הובלתו לשיווקי הייצוא בטמפרטורה של 1.5 מ"צ למשך כ-16 ימים. על מנת לייצוא פלפל לארצות הדורשות טיפולי הסגר נבחנו מספר טיפולים שמטרתם היו לקטול את הזבוב על שלבי התפתחותו השונים מבלי לפגום באיכותו. שנות המחקר הראשונות שנעשו במהלך אמצע העשור הקודם הראו כי טיפול קור הוא הטוב ביותר, אך בפלפל, טיפול שכזה יכול לגרום לפגיעה חמורה באיכות הפרי במידה ולא נעשים הטיפולים שימנעו או יקטינו נזקי צינה ופגמים אחרים (Fallik et al., 2009). במהלך שלושת שנות המחקר האחרונות, פותחו פרוטוקולים להדבקת פלפל אדום וצהוב (שני הצבעים העיקריים לייצוא) בביצי הזבוב, ובקבלת שלושת דרגות הרימה, שלבים חיוניים בהתפתחות הזבוב, ובחינת יכולת קטילתם של הביצים ושלבי הרימה השונים על ידי טיפולי הסגר בקור שפותחו במחקר זה. גם בתום שנת המחקר השלישית, שלמעשה חזרה על שנת המחקר השניה כדי לאשרר את ממצאי שנה זו, שוב הוכח כי טיפול קור (מתחת ל-7 מ"צ לשלושה שבועות) הנו אפשרי כדי לקטול את זבוב הים התיכון על כל שלבי התפתחותו; ביצים ורימות. אך יש צורך לארוז את הפרי, שחייב לעבור שטיפה חמה, על מנת לעכב את התכלותו הפיסיולוגית והפתולוגית ולהקטין את נזקי הצינה בטיפול הקור הנ"ל. מנגנון הפעולה של טיפול משולב זה, שהקטין את נזקי הצינה וחומרם תוך שמירת איכות הפרי, נובעת מהשטיפה חמה ב-55 מ"צ המשפעת היווצרות חלבוני עקת חום בפרי הקטוף ומקטינה התפתחות ריקבון, והקטנת איבוד המים לאחר הקטוף על ידי האריזה. אמנם אריזת הפרי בביטנת צובר לא מנעה לחלוטין את התפתחות נזקי הצינה, בעיקר בטיפול קור של 1.5 מ"צ, אך קיים סיכוי טוב להקטין את נזקי הצינה למינימום על ידי אחסנת הפרי ב-4 מ"צ. טמפרטורה זו נמצאה גם כן יעילה בקטילת ביצי ורימות הזבוב L1, L2, ו-L3 מבלי

לגרום לנזקי צינה חמורים שיפסול את שיווקו. דרגת רימה L3 נמצאה עמידה יותר לטמפרטורות נמוכות, בהשוואה לדרגות הצעירות יותר של הרימות. אך לאחר אחסנה של 8 ימים בטמפרטורה של 1.5 מ"צ, גם הדרגה השלישית נקטלה. לסיכום, הפרוטוקולים שפותחו איפשרו לבחון את השפעתם של טיפולי הקור השונים בפרי ארוז בצורה כלשהי (ביטנה או שרינק פרטני או אריזת שישיות), על יכולת קטילתו של זבוב הים התיכון בדרגות התפתחות שונות. הטיפול הטוב ביותר ששימר, מחד, את איכות הפרי החיצוני (מוצקות וריקבון), ומאידך, הקטין את נזקי הצינה וחומרם, היה אחסון הפרי ב-4 מ"צ בביטנת 100XF. בנוסף, פרוטוקולים אלה יאפשרו להתמודד עם חרקי הסגר נוספים העלולים להופיע בשטחי הגידול של הירקות והפירות בישראל.

ספרות

Fallik, E., Bar-Yosef, A., Alkalai-Tuvia, S., Aharon, Z., Perzelan, Y., Ilic', Z. and Lurie, S. (2009). Prevention of chilling injury in sweet bell pepper stored at 1.5°C by heat treatments and individual shrink packaging – 3 Years of research. *Folia Hort.* 21/2: 87-97.

Lim, C.S., Kang, S.M., Cho, J.L., Gross, K.C. and Woolf, A.B. (2007) Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits are susceptible to chilling injury at the breaker stage of ripening. *HortScience* 42: 1659-1664.

Maalekuu, K., Elkind, Y., Tuvia-Alkalai, S., Shalom, Y. and Fallik, E. (2004). The influence of harvest season and cultivar type on several quality traits and quality stability of three commercial sweet bell peppers during the harvest period. *Adv. Hort. Sci.* 18: 21-25.

נספח

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.

מטרת המחקר בשנה השלישית היו לבחון את פרוטוקול הגידול וההדבקה של זבוב היס התיכון, בפרי צהוב הידוע בהתכלותו הפיסיולוגית והפתולוגית בתנאי אחסנה ממושכת, בהשוואה לפרי אדום. במקביל בחנו בשנית את משך ההדגרה של ביצי הזבוב על מנת לקבל שלוש דרגות התפתחות של הרימות בהתאם לדרישות מדינות הסגר. מטרה נוספת הייתה לבחון את משך הזמן הדרוש לקטילת ביצי הזבוב ושלושת שלבי התפתחות, ובחינת השפעת טיפולי הקור על קטילת הזבוב בדרגות התפתחות שונות.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס בדו"ח.

שטיפת פרי אדום וצהוב במים חמים ואריזתו ביטנה מנעו כמעט לחלוטין התפתחות נזקי צינה, תוך שמירת איכות הפרי לאחר כ-21 ימים ב-4 מ"צ ו-1.5 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ. אריזת הפרי בביטנת XF100 היטיבה מעט יותר עם הפרי, בהשוואה לאריזת ה-XF140. ניסויי הדבקת הפרי הצהוב בביצי זבוב הוכיחו כי ההדבקה גרמה לאילוח הפרי והתפתחות זחלים. בהמשך הצלחנו לקבל את שלושת דרגות הזחל; L1, L2, ו-L3 אשר נקטלו בטיפול הסגר של 4 מ"צ ו-1.5 מ"צ, כרצוי וכמצופה. קטילה מוחלטת של הביצים ושלושת דרגות הרימה (קנטיקה) נצפתה כעבור 8 ימים ב-1.5 מ"צ.

3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו והבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה.

הפרוטוקולים שפותחו איפשרו לבחון את השפעתם של טיפולי הקור השונים בפרי ארוז בצורה כלשהי (ביטנה או שרינק פרטני או אריזת שישיות), על יכולת קטילתו של זבוב היס התיכון בדרגות התפתחות שונות. הטיפול הטוב ביותר ששימר, מחד, את איכות הפרי החיצוני (מוצקות וריקבון), ומאידך, הקטין את נזקי הצינה וחומרם, היה אחסון הפרי ב-4 מ"צ בביטנת XF100. בנוסף, פרוטוקולים אלה יאפשרו להתמודד עם חרקי הסגר נוספים העלולים להופיע בשטחי הגידול של הירקות והפירות בישראל.

על מנת לאשר סופית ומסחרית את פרוטוקול ההדבקה וההדברה חייבים לבחון את יעילות הטיפולים הנ"ל (שטיפה + אריזה + הדבקה + טיפול קור) עם 40,000 ביצי זבוב שכולם חייבים להיות מומתים לאחר הטיפולים שפיתחנו. ניסויים אלה יעשו עם השירותים להגנת הצומח וביקורת הפרי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר.

4. האם הוחל כבר בהפצת הידע?

המידע על תוצאות המחקר הוצג בכנס קירור 2012 תחת הכותרת: **טיפול הסגר בפלפל – פיתוח פרוטוקול להדבקה והדברת זבוב היס התיכון.**

פורסמו המאמרים הבאים:

פליק, א., בר יוסף, א., אלקלעי-טוביה, ש., פרצלן, י., גולן, ר. 2011. אחסנת פלפל ב-1.5 מ"צ כטיפול הסגר – הייתכן? שדה וירק 7, 28-32.

נמני- לביא, א., נסטל, ד., אלקלעי-טוביה, ש., פרצלן, י., פליק, א. 2012. פרוטוקול לבדיקת ההשפעה של טיפולי קור (הסגר) לאחר הקטיף על התפתחות זחלים של זבוב הפירות היס תיכוני בפלפל. שדה וירק 3, 33-35.

Fallik, E., Perzelan, Y., Alkala-Tuvia, S., Nemny-Lavy, E., Nester, D. 2012. Development of cold quarantine protocols to arrest the development of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) in pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit after harvest. Postharvest Biol. Technol. 70: 7-12.

5. פרסום הדו"ח

ללא הגבלה. אולם, אין דו"ח זה מהווה מסמך המלצות לאחסנה ב-1.5 או 4 מ"צ.