

בחינת טיפולים לאחר הקטיף לשיפור חיי המדף של חציל ליצוא

זנבר מילי¹, סויסה עדי², צביאלי יורם¹, גוגיו סוולטנה¹, אופנבך רבקה¹, אושרוביץ מוטי¹, אורן תמיר¹, אלקלעי טוביה שרון³, אזולאי תמר³, צ'לופוביץ דני³ ופליק אלי³.

¹ מו"פ ערבה תיכונה וצפונית תמר, ² שירות ההדרכה והמקצוע, ³ המחלקה לחקר תוצרת

חקלאית, מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי

כתובת המחברת: milimoprn@gmail.com

תקציר

יצוא פלפל טרי מישראל יורד בעקביות במהלך השנים האחרונות עקב תמורות נמוכות ולעיתים אף שליליות למגדלים. ישנה חשיבות למציאת חלופות למגדלי הערבה התיכונה והצפונית המתבססים בעיקר על גידול זה. חציל עשוי להוות חלופה. חקלאי הערבה המגדלים חציל ליצוא סובלים מבעיות איכות קשות. במהלך החורף - פסילות רבות על רקע התפתחות מחלת העובש האפור על קליפת הפרי והעוקץ. לקראת סוף החורף ובאביב - השחרה פנימית והתמוטטות ציפת הפרי. כתוצאה מכך משלוחים רבים נפסלים על רקע של איכות ירודה וההפסד לחקלאים גדול. טמפרטורת האחסנה המיטבית של החציל הנה 12 מ"צ, ובטמפרטורה הנמוכה מ-12 מ"צ מופיעים נזקי צינה כשקעים על גבי קליפת הפרי וכן כהשחרה פנימית של הזרעים וציפת הפרי. פירות חציל אשר יחנטו במהלך החורף, בערבה, יתפתחו תוך חשיפה לטמפ' תת אופטימאליות ויקטפו במהלך פברואר ומרץ עם סיכוי גבוה להופעת השחרות פנימיות וירידה באיכות הפרי. המחקר המדווח נערך במטרה לפתח אמצעים לצמצום נזקי צינה בפירות חציל המיוצאים מהערבה. נערכה סדרת ניסויים בתחנת יאיר ובחלקה מסחרית במושב עין יהב (משק יותם גינת), במהלך עונת הגידול 2020/21. נבחנה מידת נזקי צינה בחציל ביום הקטיף ולאחר אחסון ב-12 מ"צ. בנוסף, נבדקה השפעת אחסון חציל בטמפ' תת אופטימאלית; 4 מ"צ, על מידת נזקי הקור. חשיפת הפרי לתנאים אלו נערכה למשך זמן שונים; 4, 6 ו-8 ימים מקטיף, לצורך אפיון קצב התפתחות השחרות פנימיות ונזקי קור על גבי קליפת הפרי. במהלך העונה נבחנה גם יעילותם של טיפולי טבילה לאחר קטיף, בהשריית סבילות לצינה. הטיפולים שנבדקו כללו טבילה בביופילם (0.03%), ביופילם (0.03%)+אתנול (0.3%), ברסינוליד 5ppm וטיפול ביקורת. הפירות המטופלים אוחסנו ב-4 מ"צ למשך 6 ימים ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ. בתום תקופת האחסון התבצעה הערכה של מידת נזקי הקור בקליפה ובציפת הפרי. כמו כן, נבחנה השפעת ריסוס שטח במעכב אתילן 1-MCP על הופעת נזקי צינה לאחר שישה ימי חשיפה ל-4 מ"צ ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ. קטיף הפרי בוצע יום ושבעה לאחר יישום הטיפול בשטח. בעונה זו לא נצפו נזקי קור בחציל ביום הקטיף וגם לא לאחר אחסון ממושך ב-12 מ"צ. להערכתנו הסיבה לכך קשורה לחורף המתון עם טמפ' מינימום של 10 מ"צ ויותר בחצבה בחודשי הגידול, למעט אירוע קור בודד במהלך ינואר. בפירות חציל שאוחסנו למשך שישה ימים ב-4 מ"צ הופיעה השחרה פנימית בשיעור של כ-20%. לטיפול הטבילה לאחר הקטיף לא הייתה השפעה על מידת נזקי הקור בחציל. פירות חציל שנחשפו למעכב אתילן 1-MCP לפני הקטיף, גילו סבילות משופרת לצינה, הבאה לידי ביטוי באחוז השחרות פנימיות נמוך יותר בהשוואה לפירות ביקורת לא מטופלים.

לאור השוני האקלימי בין עונה לעונה ישנה חשיבות לפתח מודל החוזה התפתחות נזקי קור תוך זמן קצר בתנאי מעבדה. כלי מחקרי זה יסייע בהבנת השפעותיהם של חומרים שונים על סבילות הפרי לצינה. מתוצאות עונה זו עולה כי חשיפת הפרי הקטוף למשך שישה ימים ל-4 מ"צ גורמת לנזק צינה

המופיע כהשחרה פנימית בשיעור של כ-20%. המשך המחקר צריך להתמקד באיתור חומרים נוספים בעלי פוטנציאל להקניית סבילות לצינה לפירות חציל תוך חשיפת הפרי לטמפי' תת אופטימאלית; 4 מ"צ למשך שישה ימים. חומר שימצא יעיל, יבחן גם בשטח לפי הצורך ותנאי האקלים בגידול.

מבוא

יצוא פלפל טרי מישראל יורד בעקביות במהלך השנים האחרונות עקב תמורות נמוכות ולעיתים אף שליליות למגדלים. ישנה חשיבות למציאת חלופות למגדלי הערבה התיכונה והצפונית המתבססים בעיקר על גידול זה. חציל עשוי להיות חלופה. בשווקי היצוא ישנו ביקוש לחציל ופרי באיכות גבוהה יפדה מחירים טובים. כמו כן ישנן תקופות בהן מחיר החציל בשוק המקומי גבוה ולחקלאים אפשרות לשווק גם בארץ. בשנים האחרונות חקלאי הערבה המגדלים חציל ליצוא סובלים מבעיות איכות קשות; במהלך החורף – פסילות רבות על רקע התפתחות מחלת העובש האפור על קליפת הפרי והעוקץ. לקראת סוף החורף ובאביב – השחרה פנימית והתמוטטות ציפת הפרי. כתוצאה מכך משלוחים רבים נפסלים על רקע של איכות ירודה וההפסד לחקלאים גדול. מקורו של החציל (*Solanum melongena* L.) מאזורים טרופיים והוא בעל רגישות גבוהה לצינה. טמפרטורת האחסנה המיטבית של החציל הנה 12 מ"צ, ובטמפרטורה הנמוכה מ-12 מ"צ מופיעים נזקי צינה כשקעים על גבי קליפת הפרי וכן כהשחרה פנימית של הזרעים וציפת הפרי (Fallik et al., 1995). טמפרטורת המינימום החודשית הממוצעת הנמוכה ביותר בתחנת יאיר (חצבה) מתקבלת בחודש ינואר ועומדת על 5 מ"צ. פירות חציל אשר יחנטו במהלך ינואר יתפתחו תוך חשיפה לטמפי' תת אופטימאליות ויקטפו במהלך פברואר ומרץ עם סיכוי גבוה להופעת השחרות פנימיות וירידה באיכות הפרי. מטרת המחקר לפתח אמצעים לצמצום נזקי צינה בפירות חציל המיוצאים מהערבה. לשם השגת מטרה זו:

1. נערכה סדרת ניסויים לשם אפיון קצב התפתחות נזקי צינה והופעת השחרות פנימיות בפרי לפני ואחרי הקטיפה.
2. נבחנו דרכי התמודדות בשיטות ואמצעים אגרוטכניים להפחתת רגישות החציל לטמפרטורה תת אופטימאלית בעת הגידול.
3. נבחנו טיפולים לאחר הקטיפה במטרה לשפר את איכות הפרי המאוחסן.

שיטות וחומרים

הניסויים נערכו בתחנת יאיר ובחלקה מסחרית (משק יותם גינת) במושב עין יהב, במהלך עונת הגידול 2020/21. חצילים מזן 206 (גדות - עדן זרעים) נשתלו (16/09/20) בתחנת יאיר. קטיף החל בתאריך 4/11/2020 ונערך פעם או פעמיים בשבוע, בהתאם להתפתחות הפרי בעונה, עד 21/04/2021.

פירות נדגמו אחת לשבועיים לצורך הערכת נזקי קור ביום הקטיף ולאחר האחסון. בכל מועד קטיף נבדקו 4 חזרות, 20 פירות בכל חזרה. מחצית מכמות הפירות נחתכו ביום הקטיף ונבדק שיעור ההשחרה הפנימית בציפת הפרי. ומחציתם אוחסנו בתנאים המדמים משלוח ימי; 17 ימים ב-12 מ"צ ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ. הפירות המאוחסנים נארוזו באריזת Xtend (חברת סטפאק, תפן) לאחר ריסוס (טבילה?) העוקצים ב- באלפאנול סופר (Naphthalene acetic acid, NAA, תפזול) 0.1% וספורטק (Prochloraz, מרחב אגרו) 0.2%, בהתאם לפרוטוקול שפותח ע"י פליק וחוב' (2000). בתום תקופת האחסון נבדק שיעור ההשחרה הפנימית בציפת הפרי ומידת נזקי הקור על גבי הקליפה.

נבדקה השפעת אחסון חציל בטמפ' תת אופטימאלית; 4 מ"צ, על פירות חציל קטופים. חשיפת הפרי לתנאים אלו נערכה למשכי זמן שונים, לצורך אפיון קצב התפתחות השחרות פנימיות ונזקי קור על גבי קליפת הפרי. פירות חציל נקטפו אחידים בגודלם (במשקל של כ-450 גרם) ואוחסנו ב-4 מ"צ למשך 4, 6 ו-8 ימים. הפרי נדגם אחת לשבועיים. בכל מועד קטיף נבדקו 4 חזרות, 10 פירות בכל חזרה.

במהלך העונה נבחנו יעילותם של טיפולי טבילה לאחר קטיף בהשריית סבילות לצינה בחציל. פירוט הטיפולים בטבלה 1. פירות חציל נדגמו אחת לשבועיים במהלך העונה ואוחסנו ב-4 מ"צ למשך 6 ימים ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ. בתום תקופת האחסון התבצעה הערכה של מידת נזקי הקור בקליפה ובציפת הפרי בטיפולים השונים ובפירות הביקורת. הבדיקה נעשתה ב 4 חזרות לטיפול בכל מועד וכללה 10 פירות לחזרה.

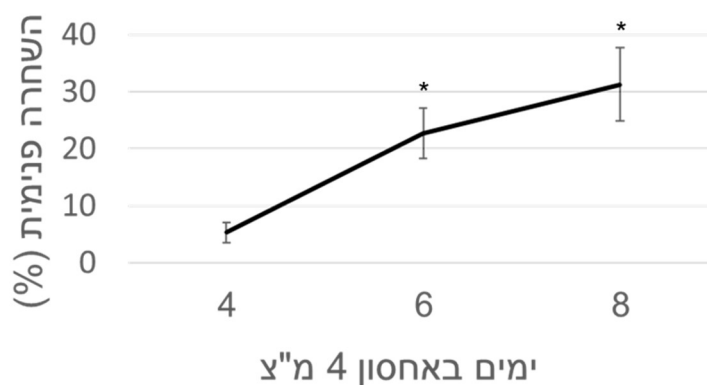
כמו כן, נבחנו השפעת חשיפה למעכב אתילן 1-MCP (1-Methylcyclopropene) בעת הגידול על רגישות פירות חציל לצינה. חלקות חציל במנהרה עבירה (שתילת 16/09/2020, משק יותם גינת, עין יהב) טופלו ב- בתכשיר 'הרוויסטה' (1-MCP 1.3%, רימי בע"מ). נערכו שלושה מועדי ריסוס בחלקות שונות: 25/11/2020, 21/12/2020 ו-27/01/2020. בכל מועד ריסוס סומנו חלקות לא מטופלות לצורך דגימת פירות ביקורת. הפירות נקטפו יום לאחר הריסוס ושבוע לאחר הריסוס והועברו למעבדת האיכות בתחנת יאיר. שם אוחסן הפרי למשך שישה ימים ב-4 מ"צ ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ. בתום תקופת האחסון התבצעה הערכה של מידת נזקי הקור בקליפה ובציפה. 4 חזרות לטיפול בכל מועד בדיקה, 10-20 פירות לחזרה.

טבלה 1. פירוט הטיפולים להשריית סבילות לצינה בחציל

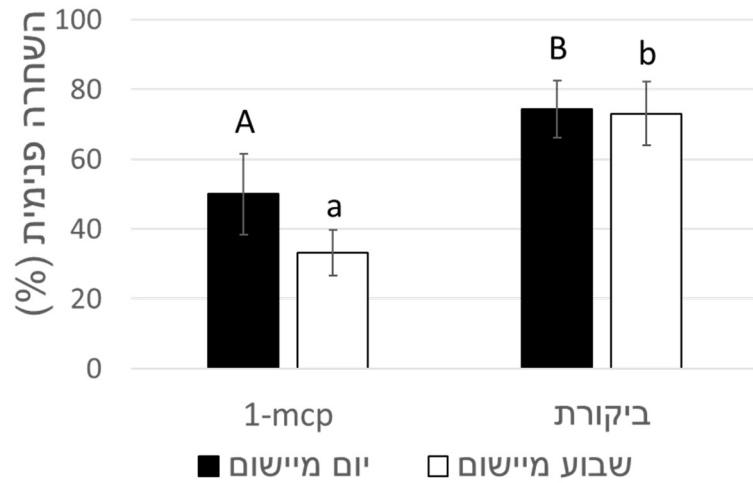
מס'	טיפול בטבילה לאחר קטיף
1	ביופילים 0.03% (fatty acids glycol esters מרחב אגרו)
2	ביופילים 0.03% (fatty acids glycol esters מרחב אגרו) + אתנול 0.3% (אתנול, רומיכל)
3	ברסינוליד 5ppm (חומר בפיתוח, תפזול)
4	ביקורת

תוצאות

שיעור השחרה פנימית בפירות חציל אשר אוחסנו למשך שישה ימים ב-4 מ"צ הגיע לכ-20% (איור 1). במהלך העונה לא נצפו נזקי צינה בפירות חציל שנבדקו ביום הקטיף וגם לא בפירות לאחר אחסון ממושך ב-12 מ"צ (מידע לא מוצג).

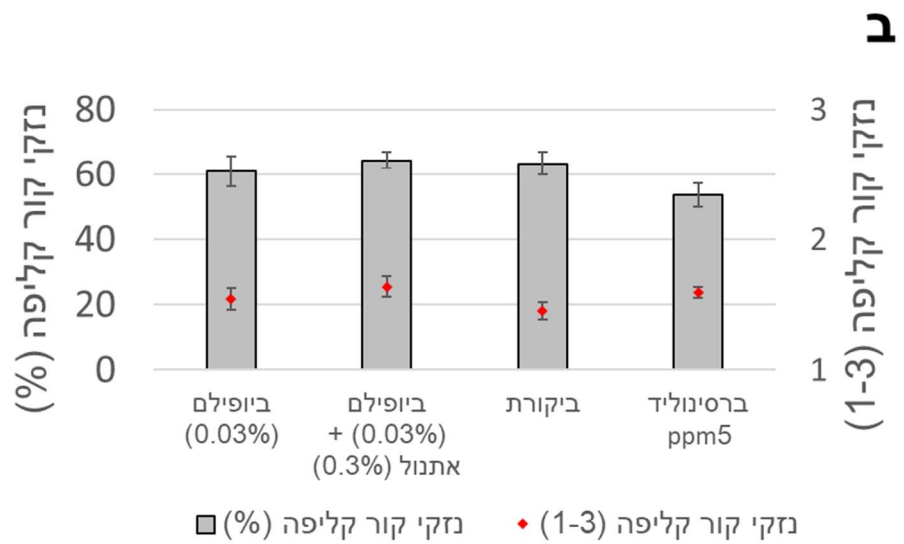
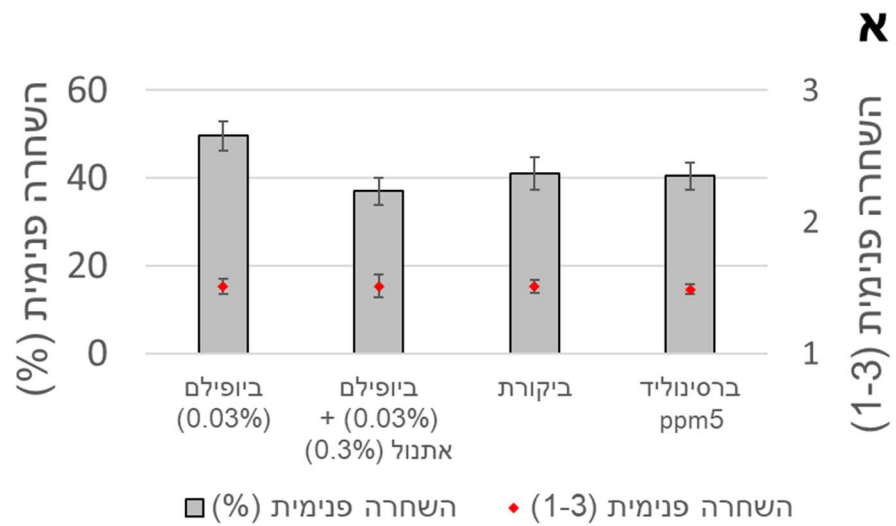


איור 1. אחוז השחרה פנימית בפירות חציל מזן 206 אשר גדלו במנהרה עבירה. הפירות נבדקו לאחר 4, 6 ו-8 ימי אחסון ב-4 מ"צ. 4 חזרות בכל מועד בדיקה 10 פירות בכל חזרה. ממוצע 11 קטיפים לאורך העונה ± שגיאת תקן. סימון בכוכבית מסמל מובהקות $P < 0.1$ לפי מבחן Tukey HSD.

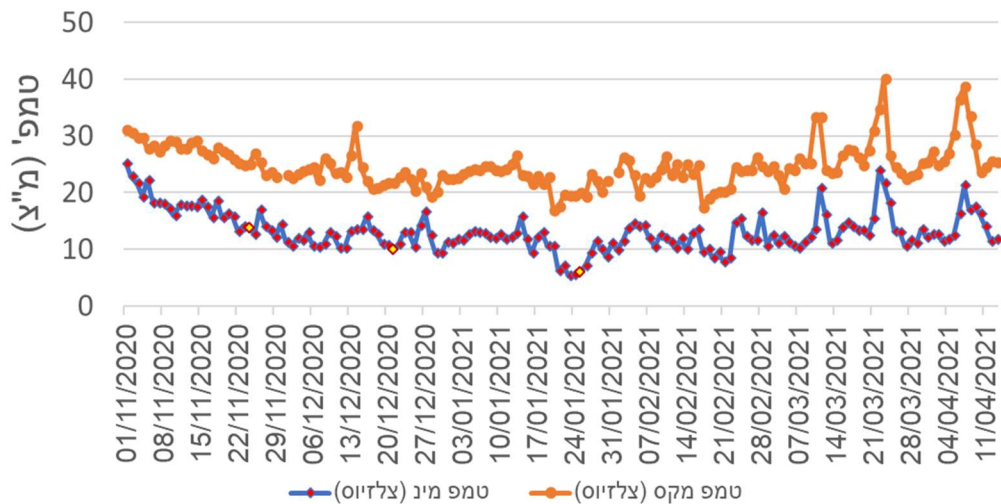


איור 2. אחוז השחרה פנימית בפירות חציל מזן 206 אשר גדלו במנהרה. השוואת יישום 1-MCP לביקורת. הפירות נבדקו לאחר שישה ימים ב-4 מ"צ ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ. 4 חזרות בכל מועד בדיקה 10-20 פירות בכל חזרה. התוצאות מהוות ממוצע של שלושה קטיפים לאורך העונה ± שגיאת תקן. אותיות שונות מסמלות מובהקות $P < 0.1$ לפי מבחן Tukey HSD.

פירות חציל אשר נחשפו למעכב אתילן 1-MCP גילו סבילות משופרת לצינה הבאה לידי ביטוי באחוז השחרות פנימיות נמוך יותר (איור 2).



איור 3. שיעור השחרה פנימית (א) ונזקי קור בקליפת הפרי (ב) בפירות חציל מזן 206, בטיפול הטבילה השונים בהשוואה לפירות הביקורת. הערכים נמדדו בתום שישה ימי אחסון ב-4 מ"צ ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ. התוצאות מהוות ממוצע 4 חזרות מכל טיפול ב-11 מועדי קטיף לאורך העונה. לפי מבחן Tukey HSD $P < 0.1$ לא התקבלו הבדלים מובהקים.



איור 4. טמפרטורות מקסימום ומינימום יומית (מ"צ) שנמדדו בחצבה בין החודשים נובמבר 2020 לאפריל 2021.

דיון ומסקנות

בחינת השחרה פנימית ביום הקטיף ולאחר האחסון

בעונה זו לא נצפו נזקי קור בחציל ביום הקטיף וגם לא לאחר אחסון ממושך ב-12 מ"צ. להערכתנו הסיבה לכך קשורה לחורף המתון העונה עם טמפרטורה מינימום 10 מ"צ ויותר בחצבה בחודשי הגידול, למעט אירוע קור בודד במהלך ינואר (איור 4). השוני האקלימי בין העונות הינו בין הגורמים להבדלים במדדי איכות פרי החציל ולחוסר הדירות בתוצאות. הבדלים אלו מקשים על הסקת מסקנות, ולכן ישנה חשיבות לפתח כלי מחקרי לחיזוי התפתחות נזקי קור תוך זמן קצר בתנאי מעבדה.

אפיון קצב הופעת נזקי צינה בפירות חציל קטופים

אפיון משך הזמן להופעת השחרה פנימית בפירות חציל קטופים יכול לשמש כלי מחקרי בהבנת השפעותיהם של חומרים שונים על סבילות הפרי לצינה. במחקר זה נחשפו פירות חציל קטופים לטמפרטורת אופטימאלית למשכי זמן שונים ונמצא כי לאחר שישה ימי אחסון ב-4 מ"צ מתפתחים נזקי קור משמעותיים הבאים לידי ביטוי בהשחרה פנימית של ציפת הפרי (איור 1). תוצאות דומות התקבלו גם בעונת המחקר הקודמת (זנבר וחוב' 2020). המשך המחקר צריך להתמקד בבחינת יישום חומרים שונים בעלי פוטנציאל להקניית סבילות לצינה לפירות חציל תוך חשיפת הפרי לטמפרטורת אופטימאלית; 4 מ"צ למשך שישה ימים. חומר שימצא יעיל, יבחן גם בשטח לפי הצורך ותנאי האקלים בגידול.

מעכב אתילן 1-MCP

אתילן המכונה "הורמון ההבשלה" הינו הורמון צמחי המעורב בתהליכי הבשלה והזדקנות של פירות קלימקטרים (Lyons, 1973). חציל אינו פרי קלימקטרי, אך הוצע בעבר כי חשיפת פירות חציל לטמפרטורה נמוכה גורמת לאקטיבציה של מסלול סינתזת אתילן, וכי חשיפת פירות חציל למעכב אתילן 1-MCP במהלך אחסון בטמפרטורה תת אופטימאלית גורמת לעיכוב בהזדקנות הפרי ולהפחתת מידת השחרת ציפת הפרי (Massolo et al., 2011, Concellon, 2005). בניסוי המדווח, ריסוס טרום קטיף במעכב אתילן 1-MCP נמצא יעיל בהפחתת נזקי צינה בחציל (איור 2). תוצאות אלה מצטרפות למסקנה מהעונה הקודמת בדבר יעילותו של החומר בהפחתת נזקי

קור בחציל (זנבר וחוב', 2020). אנו מציעים בעונה הבאה לבחון את יישום החומר ויעילותו בהתאם לתחזית האקלים במועדים שונים לפני אירוע קור ואת הפרי לאחסן בתנאים המדמים משלוח ימי; 12 מ"צ למשך 17 ימים ושלושה ימים נוספים ב-20 מ"צ.

טיפולי טבילה לאחר קטיף

התכשירים שנבדקו בעונה זו בטבילה לאחר קטיף; 1. ביופילם 2. ביופילם משולב עם אתנול 3. ברסינוליד לא נמצאו יעילים בהשריית סבילות לצינה בחציל (איור 3). גם בניסויים שנערכו בעונה הקודמת יישום ביופילם טרום/לאחר קטיף לא נמצא יעיל בהפחתת נזקי קור בחציל (זנבר מ וחוב' 2020). בהמשך ננסה לאתר חומרים נוספים בעלי פוטנציאל להקניית סבילות לצינה בחציל ובחינת יעילותם בהפחתת נזקי קור ביישום בשטח ו/או לאחר קטיף.

הבעת תודה

תודה לוועדת התמיכות משרד החקלאות על מימון תוכנית מספר 93-019-20. תודה רבה ליותרם גינת ממושב עין יהב על הסיוע בהעמדת הניסוי במשקו. תודה לחברת רימי בע"מ; שגיא גל, יוסי שטרן וליאור לוי על שיתוף הפעולה ביישום התכשיר 'הרוויסטה' ולחברת גדות - עדן זרעים על תרומת הזן 206 לניסוי. תודה לחברות סטפאק (StePac), UFlex (India) ופלסטושק על תרומת האריזות לניסוי. תודתנו נתונה למועצת הצמחים על תמיכה בניסוי זה. תודתנו נתונה לקק"ל על תמיכתה במערך הניסויים של מו"פ ערבה.

רשימת ספרות

זנבר מ', סויסה ע', צביאלי י', גוגיו ס', אופנבך ר', אושרוביץ מ', אורן ת', אלקלעי טוביה ש', אזולאי ת', צ'לופוביץ ד' ופליק א' (2020). בחינת טיפולים לאחר הקטיף לשיפור חיי המדף של חציל ליצוא. דוח שנתי 2020 לתוכנית מחקר מספר 93-019-20, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

זנבר מ', עמיחי מ', חזקיהו א' וכהן ש' (2014). טיפולים לאחר קטיף. סיכום עונת מחקרים. מו"פ רמת נגב.

זנבר מ', סויסה ע', צביאלי י', גוגיו ס', אושרוביץ מ', אושרוביץ א', בן פלאי י' ואופנבך ר' (2019). סיכום עונת מחקרים. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית תמר. <http://agri.arava.co.il>

פליק א', אהרוני נ', אלקלעי ש', חורב ב' וגרינברג ש' (2000). שימוש בביטנה מונעת הצטברות מי עיבוי בשילוב עם טבילה באוקסין נוזלי וספורטק לשמירת איכות חצילים מהזן 'קלסיק' בהובלה מימית של 3 שבועות. גן שדה ומשק. 9: 59-63.

Concellon A., Anon M.C and Chaves A.R. (2005). Effect of chilling on ethylene production in eggplant fruit. *Food Chemistry*. 92: 63-69.

Fallik E., Temkin-Gorodeiski Naomi., Grinberg Shoshana and Davidson H. (1995). Prolonged low-temperature storage of eggplants in polyethylene bags. *Postharvest biology and Technology*. 5: 83-89.

Lyons J.M (1973). Chilling injury in plants. *Annual Review of Plant Physiology*. 24: 445-466.

Massolo J.F., Concellon A., Chaves A.R and Vicente A.R. (2011). 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Delays senescence maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 59: 10-15.

Evaluation of postharvest treatments for improving fruit quality and shelf life of eggplant for export

Mili Zanbar, Yoram Zvieli, Svetlana Gogiu, Rivka Offenbach, Moti Oshrovitz, Tamir Oren - Northern and Central Arava-Tamar R&D

Adi Suisan - Extension Service (Sha'ham), Ministry of Agriculture and Rural Development

Sharon Alkalai-Tuvia, Tamar Azulay, Dani Chalupowicz, Eli Fallik – ARO, the Volcani Institute, Dept of Postharvest Science, Rishon LeZiyyon.

Writer address: milimopr@gmail.com

Keywords: Arava, *Solanum melongena*