

דוח סיכום 2020 פיתוח טכנולוגיות אגרוטכניות לשיפור צבע הפרי בזני תפוח אדומים, לשיפור כושר התחרות מול פרי מיובא

Development of agrotechnological methods to improve color in red apple cultivars in order to cope with import fruits

חוקר ראשי: עומר קראין, מול"פ צפון: omerc@miga.org.il - omer.crane@mail.huji.ac.il
חוקרת משנית: מיכל אורן- שמיר. מנהל המחקר החקלאי
חוקר משני: שרוליק דורון, מול"פ צפון
חוקרת משנית: יעל גרינבלט, שה"מ
טכנאים: אילת שר שלום וסולימאן פארהת
תלמידת מחקר: ריטה מונדאר

30/04/2021

בארץ נקטפים מדי שנה כ- 110 אלף טון תפוחים בממוצע. עקב גידול האוכלוסייה ושינוי במדיניות משרד החקלאות בשנים האחרונות, קיים יבוא תפוחים לארץ מאירופה, ארה"ב ומעט מדרום אמריקה. בשנים האחרונות יש ירידה משמעותית ברווחיות התפוח הישראלי, בעיקר בשל תחרות מול הפרי המיובא. חלק מהזנים מפסידים או קרובים לנקודת האיזון, כך שמדובר במשבר קיומי. בישראל מגדלים מספר זנים צבעוניים-אדומים, ביניהם זני 'גאלה', זני 'סטרקינג' והזן 'קריפס פינק' (פינק לידל) המהווה את עיקר הפרי המיובא. מניית מעמיק של הגורמים לירידה ברווחיות על בסיס נתונים רב-שנתיים, נמצא כי כ- 33% מכלל הפרי הנקטף בזנים הצבעוניים מאופיין בצבע נחות. פרי זה, הפודה מחיר נמוך באופן משמעותי, מתקשה להחזיר את עלות הגידול, האחסון והמיון, ומהווה נטל כלכלי על רווחיות המטע. הערכה כלכלית מצביעה על כך שהקטנת אחוז הפרי עם צבע נחות מסך הפרי המשווק תשפר משמעותית את רווחיות הזנים הצבעוניים. כחלק מהתמודדות עם משבר ענף התפוח, גובשה תכנית פעולה שבמסגרתה יפותחו שיטות עיצוב למטעים קיימים, שימצו את פוטנציאל האיכות ויאפשרו שימוש במיכון לחסכון בכ"א. המחקר הנוכחי עוסק בהשפעת הסבת המטע הקיים למטע בעל נוף צר, בו רוב הפרי חשוף לאור, על צבע ואיכות הפרי בזנים אדומים. מאחר ובשנים קודמות נמצא כי הצרה חורפית היא טעות בחן המחקר בשנה הנוכחית הצרה הדרגתית על ידי הסרת ענפי שלד והחלפתם בענפים צעירים. נבחנה הסרה של 2 – 6 ענפים לעץ והשפעת הסרה זו על היבול והצבע. במקביל נבחנו מספר טיפולים לעיבוד הצימוח והסרת צימוחים ירוקים בניהם ריסוס במעכבי ביוסינטזה של גיברלין וגזומים קיציים. בנוסף נעשה מעקב אחר צבירת האנטוציאנינים במהלך ההבשלה בזן קריפס פינק. כמו כן נעשה ניסוי של קירור הפרי בקריפס פינק וריסוס במגנזיום וציטוקינים לשיפור הצבע בקטיפ. שנת 2020 הייתה חמה במיוחד בחודש ספטמבר כאשר טמפי הגיעו ל 40 מעלות צלזיוס גם בצפון הגולן. שרב חזק זה פגע קשות בענף התפוח והוביל לפחיתה משמעותית בצבע בכל החלקות והזנים. על רקע שנה חמה זו נמצא כי בסטרקינג התקבל הצבע הטוב ביותר במטע מכוסה ברשת עד לאחר הקטיפ ואילו בקריפס פינק נמצא כי בשנה חמה זו פגעה הרשת בצבע למרות שהוסרה שבועיים לפני הקטיפ. נמצא כי התחממות כחודש לפני הקטיפ פגעה בצבירת האנטוציאנינים ובדגם ביטוי הגן UFGT שהינו גן מרכזי בביוסינטזה של אנטוציאנינים בקריפס פינק. לא נראו הבדלים מובהקים בין טיפולי ההצרה השונים ונראה כי בשנה ראשונה להצרה אין חשש מהסרת עד 4 עד 6 ענפים לעץ והסרה זו לא פוגעת ביבול.

1	מבוא:
2	שיטות:
4	תוצאות:
4	מעקב פיגמנטים ומדדי הבשלה:
5	מעקב תאורה:
6	השפעת טמפ' ספטמבר על צבע בקריפס פינק (פינק לידי):
7	תוצאות קטיף:
7	תוצאות סטרקינג (טופ רד):
8	תוצאות קריפס פינק (פינק לידי):
10	בחינת תכשירים לשיפור הצבע בקריפס פינק:
11	דיון:
11	צבירת הצבע בשני הזנים:
12	הבדלי צבע בקטיף בעיצובים השונים ובטיפולים השונים:
13	רשימת ספרות:

מבוא:

בארץ נקטפים מדי שנה כ-110 אלף טון תפוחים בממוצע. עקב גידול האוכלוסייה ושינוי במדיניות משרד החקלאות בשנים האחרונות, קיים יבוא תפוחים לארץ מאירופה, ארה"ב ומעט מדרום אמריקה. בשנים האחרונות יש ירידה משמעותית ברווחיות התפוח הישראלי, בעיקר בשל תחרות מול הפרי המיובא. חלק מהזנים מפסידים או קרובים לנקודת האיזון, כך שמדובר במשבר קיומי. בישראל מגדלים מספר זנים צבעוניים-אדומים, ביניהם זני 'גאלה', זני 'סטרקינג' והזן 'קריפס פינק' (פינק לידי) המהווה את עיקר הפרי המיובא. מניתוח מעמיק של הגורמים לירידה ברווחיות על בסיס נתונים רב-שנתיים, נמצא כי כ-33% מכלל הפרי הנקטף בזנים הצבעוניים מאופיין בצבע נחות. פרי זה, הפודה מחיר נמוך באופן משמעותי, מתקשה להחזיר את עלות הגידול, האחסון והמיון, ומהווה נטל כלכלי על רווחיות המטע. הערכה כלכלית מצביעה על כך שהקטנת אחוז הפרי עם צבע נחות מסך הפרי המשווק תשפר משמעותית את רווחיות הזנים הצבעוניים. מטעי התפוח בישראל מעוצבים בשיטת ה Sollux (שמוט). בשיטת עיצוב זו נטועים כ-100-166 עצים לדונם כאשר העץ מעוצב כציר הנושא ענפי שלד מהם מתפצלים ענפי משנה הנושאים את הפרי. שיטות עיצוב זו נבחרה מאחר והיא מאפשרת קבלת נוף רחב המונע פגיעה של מכות שמש. יחד עם זאת בשיטת עיצוב זו ישנה הצללה על הפרי הפנימי אשר מתקשה לקבל צבע בהבשלה. בנוסף מקשה שיטת עיצוב זו על שימוש בבמות קטיף. כחלק מהתמודדות עם משבר ענף התפוח, גובשה תכנית פעולה שבמסגרתה יוסבו מטעים קיימים למטעים צרים, שימצו את פוטנציאל האיכות ויאפשרו שימוש במיכון לחסכון בכ"א. תוצאות 2018 (במימון שולחן מגדלים) ו-2019 הראו שהסבת מטעים על ידי גיזום חורפי לרוחב הרצוי היא בעייתית. בעוד שבפינק לידי הנושא פירות על צימוח חד שנתי גדילת הענפים מתונה ולכן הצרה חורפית עשויה להצליח בזן סטרקינג הצרה זו הובילה לצימוח נמרץ של הענפים ולהצללה שפגעה באיכות הפרי ביחס לשורות בהן לא נעשתה הצרה חורפית. בשנה האחרונה בחנו שיטת הצרה אחרת. שיטה זו מבוססת על הסרת ענפי שלד והחלפתם בענפים חדשים ודקים שיאפשרו נשיאת פרי קרוב לגזע. הסרת הענפים היא הדרגתית ובהתאם הסבת המטע לוקחת מספר שנים. במהלך 2020 ו-2021 אנחנו בוחנים הסרה של 2, 4 או 6 ענפים בכל שנה על מנת לבחון מתי נראית פגיעה ביבול. בנוסף אנחנו בוחנים טיפולי ריסון הצימוח ובחינה של חומרים לשיפור צבע בזן פינק לידי.

מטרת המחקר: שיפור רמת הצבע בזנים אדומים על ידי חשיפה לאור. **מטרות פרטניות:** 1. פיתוח פרוטוקול הסבת מטע קיים למטע צר לצורך שיפור חשיפת הפרי לאור, וטיפול יעיל בצימוח המופיע בתגובה לגיזום; 2. פיתוח פרוטוקול כיסוי ברשת צל להפחתת מכות שמש בפרי הקטוף. הדוח הנוכחי מסכם את שנת הניסויים השנייה כאשר הניסוי החל כבר ב

2018 במימון שולחן התפוח. יש לציין כי שנת 2020 הייתה חריגה מאוד בחום הקיצי וחודש ספטמבר התאפיין בגל חום קיצוני שפגע מאוד הן באיכות התפוחים והן בצבירת הצבע.

שיטות:

הצרה משקית לרוחב נוף של 90 ס"מ מכל צד של העץ על ידי מכונת גיזום נעשתה במספר משקים ושיטה זו נבחנה על ידנו במשך שנתיים. נמצא כי בזן סטרקינג חלה ירידה הן ביבול והן ברמת הצבע בחלקות בהן נעשתה הצרה חורפית. תוצאות דומות אם כי פחות חד משמעיות התקבלו גם בזן קריפס פינק (פינק ליד). בנוסף נבחנה השיטה בחלקות גדולות על ידי משק קדמת צבי בליווי שרוליק דורון. נמצא כי בדומה לממצאי המחקר גם בבחינת החלקות המשקיות בזן סטרקינג נראתה פגיעה הן ביבול והן בצבע בחלקות בהן נעשה גיזום מכונה חורפי להצרה (טבלה 1). יש לציין כי בחלקות אלו לא נעשה ניקוי ארובה כפי שנעשה במחקר ולכן חלקות אלו לא הגיעו למיצוי פוטנציאל הצבע כפי שהתקבל במחקר. בזנים זהוב וגרני (שאינם חלק מהמחקר הנוכחי) התקבלו תוצאות טובות יותר ונראה כי הצרת מכונה אפשרית בזנים אלו. הון קריפס פינק לא נבחן במסגרת המשקית.

בשנת המחקר הנוכחית בחנו כאמור הצרה הדרגתית על ידי סילוק ענפים והשארת גדם ממנו יתפתחו ענפים מחליפים נושאי פרי (תמונה 1). שיטת הסבה זו תאפשר הסבת העץ לעיצוב Tall Spindle הנהוג במקומות רבים בעולם. הסבה נעשתה בשלוש חלקות קריפס פינק ושתי חלקות סטרקינג (טבלה 2). הסרת הענפים נבחנת כהצרה איטית (הסרת 2 ענפים בשנה) או כהצרה בינונית (הסרת 4 ענפים בשנה). באלרום העצים גדולים ביחס לחלקות האחרות ולכן הוסרו יותר ענפים בכל טיפול (4 במקום 2 בהצרה איטית ו 6 במקום 4 בהצרה בינונית). במקביל המשכנו לבחון במשק מרום גולן את ההצרה החורפית כאשר שורות שעברו הצרה בשנה הראשונה עברו גיזום חורפי נוסף בחורף 2020 לרוחב של 80 ס"מ מכל צד. בכל החלקות נעשה ניקוי ארובה חורפי לשיפור חדירת האור (תמונה 1). בנוסף בחנו טיפולי גיזום קיצי וטיפול ריגאליס לעצירת צימוח (טבלה 2). הטיפולים השתנו בין הזנים בהתאם לממצאי השנה הראשונה לניסוי. בקריפס פינק הצרה קיצית נעשתה ל 70 ס"מ בכל הטיפולים בטעות. בעקבות ממצאי השנה הראשונה למחקר בחנו את השפעת החום בספטמבר על צבע הפרי בזן קריפס פינק. ניסוי נעשה בחוות מתתיהו בגליל העליון. תפוחים בניסוי נבחנו לדגם ביטוי גנים במסלול האנטוציאנינים והרכב האנטוציאנינים נבדק במעבדה של מיכל שמיר בוולקני (פירוט על ניסוי זה בהמשך) ניסוי נוסף לשיפור צבע פינק לידי נעשה בשיתוף עם המעבדה לאחסון במיגל ודר' שאול נשיץ. הניסוי נעשה במרום גולן כאשר טיפולים שונים נתנו לעצים בהתאם לממצאי השנה הראשונה לניסוי (פירוט הניסוי בהמשך). נתוני קטיף הכוללים התפלגות גדלים, מכות שמש וצבע נבדקו בבית האריזה בראשית בהתאם לנהוג במסחר. נתוני קרינה (PAR) נאספו בעזרת המכשיר-Calibration Sun 316 SQ של חברת אופג'י. צבע תפוחים בניסוי הצבע נבדק במיצוי אתנולי במעבדה. מעקב אחר מדדי הבשלה נעשה במעבדה לאחסון כאשר נבדקו מדדי קשיות, אינדקס עמילן ובריקס.

טבלה 1: יבול (טבלה ימני) וצבע (טבלה שמאלית) בזנים סטארקינג, זהוב וגרני סמיט בשנים 2018, 2019 ו 2020 בחלקות בהן נעשתה הצרה חורפית ובחלקות בהן הגיזום היה ידני. הגיזום הידני לא כלל ניקוי ארובה. החלקות נקטפו מסחרית כתת משק כאשר גודל כל חלקה 5 דונם. נתונים נאספו על ידי שחף פבזר ושרוליק דורון. יבול מוצג כטון לדונם ואחוז צבע בקטיף מייצג אחוז פרי בצבע 4+5 (שתי רמות הצבע הגבוהות על פי דירוג בית האריזה) בזן סטרקינג בלבד. צבע הפרי ב 2020 שנפגע בגלל החום מודגש בצהוב.

זן	חלקה	יבול (טון לדונם)				אחוז צבע בקטיף		
		2018	2019	2020	ממוצע 2018-20	2018	2019	ממוצע 2018-20
סטארקינג	מכונה	8.7	4.6	7.2	6.8	60.3	74.5	40.5
סטארקינג	ידני	10	5.0	9.4	8.1	67.9	71.3	51
זהוב	מכונה	7.1	4.2	5.9	5.7			
זהוב	ידני	7.5	3.6	6.9	6.0			
סמיט	מכונה	8.7	10.6	4.4	7.9			
סמיט	ידני	8.1	7.0	4.6	6.6			

טבלה 2: טיפולי חלקות ההסבה השונות. הניסוי נערך במתכונת של בלוקים באקראי (3 בלוקים לכל טיפול). כל בלוק כלל 5 עצים כאשר נתונים נאספו מ 2 עצים מרכזיים. נתונים נאספו מ 6 חזרות לכל טיפול (עץ לחזרה). מיקום החלקות השונות וטיפולי הניסוי מצוינים בטבלה.

מס' טיפול	זן	מטע	טיפול	עיצוב	גיוזים	ריסוסי עצירת צימוח
1	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	ביקורת	סולקס		ריסוס משולב: 50 גרם לדונם בתחילת פריחה. 100 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם 15 יום מאוחר יותר. ריסוס רביעי 50 גרם לדונם 20 יום אחרי ריסוס שלישי.
2	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	הצרה קיצית	סולקס	גיוזים שדירה קיצי לרוחב 70 ס"מ אמצע יוני	ריסוס משולב: 50 גרם לדונם בתחילת פריחה. 100 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם 15 יום מאוחר יותר. ריסוס רביעי 50 גרם לדונם 20 יום אחרי ריסוס שלישי.
3	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	הצרה איטית	סולקס	גיוזים חרפי 412 ענפים	ריסוס משולב: 50 גרם לדונם בתחילת פריחה. 100 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם 15 יום מאוחר יותר. ריסוס רביעי 50 גרם לדונם 20 יום אחרי ריסוס שלישי.
4	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	הצרה איטית	סולקס	גיוזים חרפי 412 ענפים	ריגאליס 300 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת.
5	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	הצרה איטית	סולקס	גיוזים חרפי 412 ענפים גיוזים שדירה קיצי תחילת אוגוסט	ללא ריגאליס
6	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	הצרה איטית	סולקס	גיוזים חרפי 412 ענפים גיוזים שדירה קיצי תחילת אוגוסט	ריסוס משולב: 50 גרם לדונם בתחילת פריחה. 100 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם 15 יום מאוחר יותר. ריסוס רביעי 50 גרם לדונם 20 יום אחרי ריסוס שלישי.
7	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	הצרה בינונית	סולקס	גיוזים חורפי של 614 ענפים	ריסוס משולב: 50 גרם לדונם בתחילת פריחה. 100 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם 15 יום מאוחר יותר. ריסוס רביעי 50 גרם לדונם 20 יום אחרי ריסוס שלישי.
8	סטרקינג (טופ רד)	מרום גולן (אבנר) אלרום	הצרה בינונית	סולקס	גיוזים חורפי של 614 ענפים גיוזים שדירה קיצי תחילת אוגוסט	ריסוס משולב: 50 גרם לדונם בתחילת פריחה. 100 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם 15 יום מאוחר יותר. ריסוס רביעי 50 גרם לדונם 20 יום אחרי ריסוס שלישי.

מס' טיפול	זן	מטע	טיפול	עיצוב	גיוזים	ריסוסי עצירת צימוח
1	סטרקינג (טופ רד)	אבנר שורה צרה	ביקורת ללא טיפול	הצרה חורפית	גיוזים חורפי לרוחב 80	
2	סטרקינג (טופ רד)	אבנר שורה צרה	גיוזים קיצי	הצרה חורפית	גיוזים חורפי לרוחב 80 וגיוזים שדירה קיצי אוגוסט	ריסוס משולב: 50 גרם לדונם בתחילת פריחה. 100 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם 15 יום מאוחר יותר. ריסוס רביעי 50 גרם לדונם 20 יום אחרי ריסוס שלישי.
3	סטרקינג (טופ רד)	אבנר שורה צרה	גיוזים קיצי	הצרה חורפית	גיוזים חורפי לרוחב 80 וגיוזים שדירה קיצי אוגוסט	מגייק 2%

מס' טיפול	זן	מטע	טיפול	עיצוב	גיוזים	ריסוסי עצירת צימוח
1	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	ביקורת	סולקס		ריגאליס כפול: 200 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם אחרי 30 יום
2	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	הצרה קיצית		גיוזים שדירה קיצי גיוזים לרוחב 70 יוני	ריגאליס כפול: 200 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם אחרי 30 יום
3	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	הצרה איטית	סולקס	גיוזים חרפי 2 ענפים	ריגאליס כפול: 200 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם אחרי 30 יום
4	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	הצרה איטית	סולקס	גיוזים חרפי 2 ענפים גיוזים שדירה קיצי לרוחב 70 יוני	ללא ריגאליס
5	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	הצרה איטית	סולקס	גיוזים חרפי 2 ענפים גיוזים שדירה קיצי לרוחב 70 יוני	ריגאליס כפול: 200 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם אחרי 30 יום
6	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	הצרה בינונית	ניקוי ארובה	גיוזים חורפי של 4 ענפים	ללא ריגאליס
7	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	הצרה בינונית	סולקס	גיוזים חורפי של 4 ענפים	ריגאליס כפול: 200 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם אחרי 30 יום
8	קריפס פינק (פינק לידי)	אלרום מרום גולן מנרה	הצרה בינונית	סולקס	גיוזים חורפי של 4 ענפים גיוזים שדירה קיצי לרוחב 70 יוני	ריגאליס כפול: 200 גרם לדונם בנשירת עלי כותרת. 100 גרם לדונם אחרי 30 יום

תמונה 1: גיוזים בחלקות.

ימין למעלה – עץ במרום גולן ללא ניקוי ארובה.

שני מימין – עץ במרום גולן לאחר ניקוי ארובה.

שלישי מימין – עץ ביקורת מהזן סטרקינג באלרום ללא הסרת ענפים.

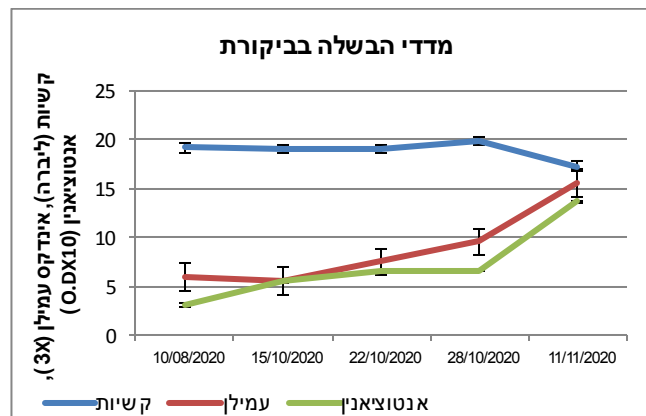
שמאלי – עץ מהזן סטרקינג לאחר הסרת 2 ענפים באלרום



מעקב פיגמנטים ומדדי הבשלה:

מעקב אחר צבירת אנטוציאנינים ומדדי הבשלה נעשה בפירוט רב בשנים הקודמות (2018 ו 2019). נמצא כי בסטרקינג בזן 'טופ רד' ישנו מתאם חיובי של $R^2=0.5$ בין הבריקס לרמת האנטוציאנינים. מתאם זה היה מובהק בעוד שלא נמצא מתאם מובהק בין אינדקס העמילן והקשיות לבין רמת האנטוציאנינים בזן זה. בזן קריפס פינק מאידך נמצא מתאם חיובי מובהק רק בין אינדקס העמילן לצבע. נראה על כן כי רק לאחר שהחל תהליך ההבשלה הכולל פירוק עמילן מתחילה צבירת האנטוציאנינים בפרי. כאמור שנת 2020 התאפיינה בספטמבר חם במיוחד וטמפ' הגיעו ל 40°C באלרום. בהתאם לתוצאות השנים הקודמות צפינו כי תהיה בעיה בצבירת הצבע. אי לכך עקבנו אחר מדדי ההבשלה בזן קריפס פינק בטיפול הביקורת באלרום במהלך אוקטובר ועד לקטיף הראשון שנעשה ב 11.11 (איור 1 תמונה 1). כל עצי הניסוי נקטפו במועד אחד. יש לציין שהמשק קטף קטיף סלקטיבי כך שקטיף החלקה נמשך כשבועיים נוספים. נמצא כי עליה משמעותית בצבע חלה במקביל לירידה בקשיות ועליה משמעותית באינדקס העמילן כשבועיים לפני הקטיף. עליה מסוימת ברמת האנטוציאנינים נראתה כבר בתחילת אוקטובר. על פי ממצא זה נראה כי עליה משמעותית בצבע חלה במקביל לתהליך הבשלה מזוהה שהחל בסוף אוקטובר. מדדי העמילן היו נמוכים מ 8 ובהתאם ניתן לשמר את התפוחים כ 8 חודשים בקירור. יחד עם זאת רמת הצבע הייתה גבולית כאשר רמת הצבע הרצויה עומדת על ערך O.D של 1.5.

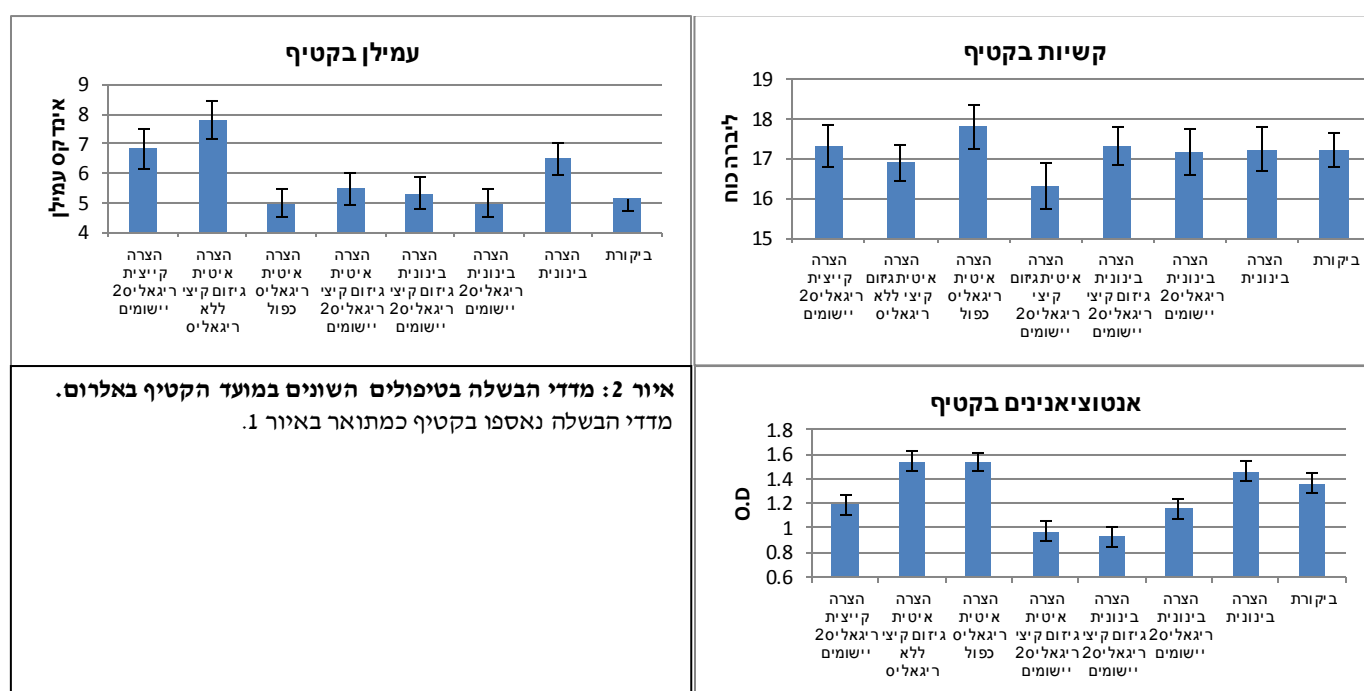
תמונה	O.D באורך גל של 520 ננומטר
	0.24
	0.66
	1.49



איור 1: מדדי הבשלה בטיפול הביקורת באלרום. מדדי הבשלה נאספו אחת לשבוע החל מתחילת אוקטובר ועד לקטיף ב 11 ל נובמבר. מדדי קשיות (ליברא כוח) ועמילן (אינדקס עמילן) נבדקו במעבדה כמקובל (Li and yuan, 2008). הקושיות נבדקה במד לחץ על סטנד בראש הגדול 11 מ"מ. **מדדי עמילן הוכפלו ב 3 ומדדי אנטוציאנין ב 10 על מנת להקל על ההצגה הגרפית.** מדדי העמילן בקטיף עמדו על 5.2 ו O.D אנטוציאנינים על 1.3. בדיקת אנטוציאנינים כללית נעשתה במיצוי אתנולי 80%. קליפה קולפה מ 4 צדדים מכל תפוח ו 2 דסקיות הוכנו מכל רצועת קילוף. דסקיות מ 5 תפוחים שונים נאספו למבחנה ואתנול בנפח זהה למשקל כלל הדסקיות הוסף לכל מבחנה. מיצוי נעשה ב 65°C למשך שתיים ואנטוציאנין נבדק על ידי קריאה באורך גל של 520 ננומטר. ממוצעים ושגיאות תקן חושבו בתכנת JMP 3 חזרות (עץ לחזרה). מכל עץ נאספו בכל מועד 5 תפוחים אקראיים. **בתמונה 1** מוצגים התפוחים השונים בהתאם לעצמת קריאת ה O.D כפי שנמצא בעבר.

במקביל למעקב ההבשלה בביקורת נעשה מעקב בטיפולים השונים (נתונים מלאים לא מובאים). במועד הקטיף נראו הבדלים בין הטיפולים השונים (איור 2) כאשר אינדקס העמילן היה הגבוה ביותר בטיפול ההצרה האיטית שכלל גיזום קיצי ללא ריגאליס. רמת עמילן זו היא גבולית מבחינת כושר האחסון. אינדקס עמילן העולה על 8 אינו מאפשר אחסון ארוך טווח. רמת הקושיות הנמוכה ביותר נראתה בטיפול ההצרה האיטית שכלל גיזום קיצי וטיפול ריגאליס. יש לציין כי כל הטיפולים היו ברמת קושיות טובה של מעל 16 ליברות. קושיות נמוכה מ 16 מקשה על האחסון לטווח ארוך. רמת האנטוציאנינים הגבוהה ביותר נראתה בטיפול ההצרה האיטית בעצים שעברו גיזום קיצי ללא ריגאליס ובעצים בהם לא נעשתה הצרה קיצית אך ייושם ריגאליס. בעוד שבטיפול ההצרה הקיצי נראה כי רמת הצבע מקורה בהבשלה מתקדמת כפי שנראה באינדקס העמילן בטיפול ללא ההצרה הקיצית אינדקס העמילן נמוך ורמת הקשיות גבוהה. נראה על כן כי טיפול זה מצטיין. יש לציין כי טיפול הביקורת נמצא כטוב גם הוא כאשר אינדקס העמילן בטיפול זה נמוך ומאידך רמת הצבע והקשיות גבוהים.

מעקבי תאורה נעשו אחת לשבוע החל מתחילת אוגוסט ועד לקטיף בזן סטרקינג ובזן קריפס פינק באלרום. עצמת אור חושבה כאחוז מעצמת הקרינה החיצונית. מאחר ונמצא כי בזן קריפס פינק צבירת האנטוציאנינים היא בחודש אוקטובר חושב ממוצע מחודש זה בלבד. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים בשני הזנים. יחד עם זאת נראו הבדלים כאשר בטיפול ההצרה האיטית, גיזום קיצי ללא ריגאליס והצרה בינונית חורפית ללא גיזום קיצי וריגאליס אחוז הקרינה בחובו של העץ היה הגבוה ביותר. בבחינת מתאם בין אחוז הקרינה לרמת האנטוציאנינים נמצא מתאם גבוה של $R^2=0.9$ בין שני הגורמים רק כאשר הוצאו מהחישוב טיפולי הביקורת וההצרה האיטית ביישום ריגאליס כפול. (נתונים לא מובאים). טיפולים אלו ייחודיים בכך שאחוז הקרינה בהם היה נמוך אבל רמת האנטוציאנינים בקטיף גבוהה. לא ברור מדוע התקבלו תוצאות אלו. בזן סטרקינג מייצג הממוצע את כלל הבדיקות שנעשו באוגוסט ותחילת ספטמבר. לא נמצאו הבדלים מובהקים אך נמצא כי בהצרה איטית ביישום ריגאליס יחיד אחוז הקרינה היה הגבוה ביותר. בזן סטרקינג לא נעשו בדיקות פרטניות לכל טיפול (הטיפולים השונים נבדקו בבית האריזה בראשית כפי שיפורט בהמשך) אך נמצא כי רמת העמילן בקטיף עמדה על 9.6 ורמת הקושיות על 12. רמות עמילן וקושיות אלו מקשות על אחסון ארוך טווח של תפוחי הסטרקינג בשנה זו.

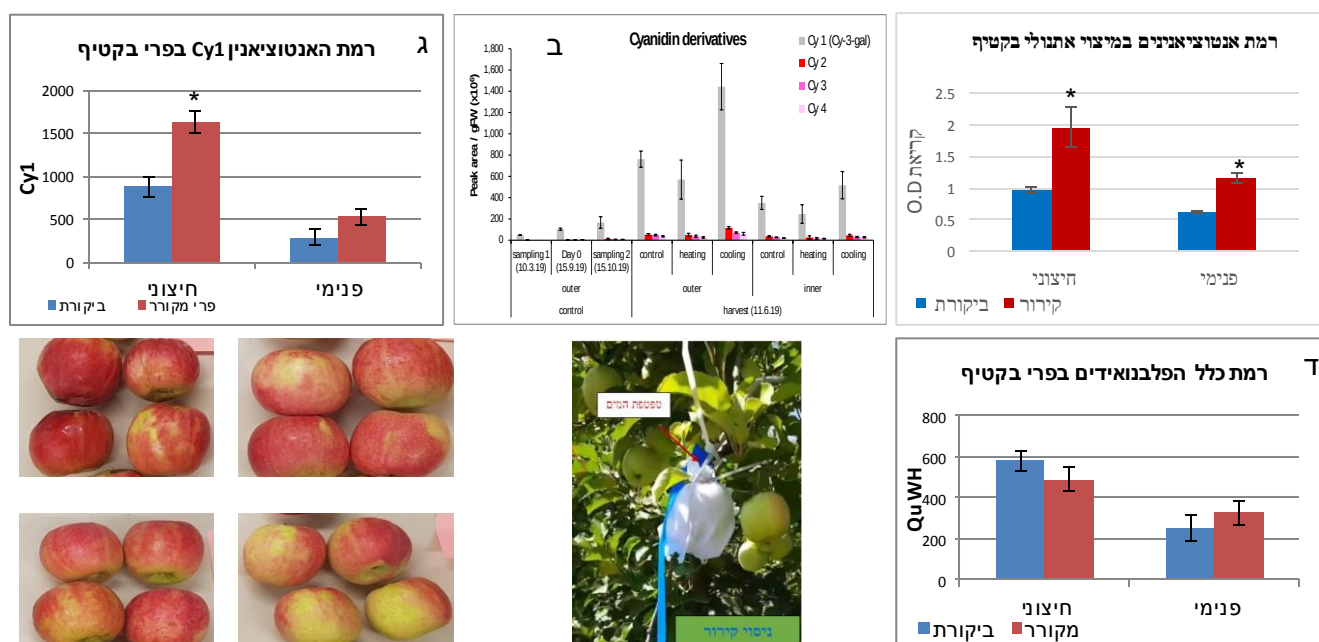


טבלה 2: נתוני קרינה כאחוז מקרינה חיצונית בזנים סטרקינג וקריפס פינק באלרום. נתונים נאספו אחת לשבוע החל מתחילת אוגוסט באלרום. נתוני קרינה (PAR) נאספו בעזרת המכשיר Calibration Sun 316-SQ של חברת אופלי בצהרי היום. בכל מועד נלקח לפני ואחרי הבדיקה מדד קרינה חיצונית וחושב אחוז הקרינה בחובו של העץ מרמת הקרינה החיצונית. ממוצעים ושונות חושבו בתכנת JMP מ 3 קריאות שונות בשלושה עצים נפרדים מכל טיפול.

טיפול בזן קריפס פינק	שונות	אחוז קרינה מקרינה חיצונית	טיפול בזן סטרקינג	שונות	אחוז קרינה מקרינה חיצונית
הצרה איטית גיזום קיצי ללא ריגאליס	A	7.2	הצרה איטית ריגאליס יישום יחיד	A	28
הצרה בינונית חורפית ללא ריגאליס וגיזום קיצי	A	7.2	הצרה איטית גיזום קיצי ריגאליס 4 יישומים	A	23
הצרה בינונית ריגאליס 2 יישומים	A	5.4	הצרה בינונית גיזום קיצי ריגאליס 4 יישומים	A	22
הצרה קייצית ריגאליס כפול	A	5.0	הצרה איטית ריגאליס 4 יישומים	A	22
הצרה בינונית גיזום קיצי ריגאליס 2 יישומים	A	3.6	הצרה בינונית ריגאליס 4 יישומים	A	17
הצרה איטית גיזום קיצי ריגאליס 2 יישומים	A	3.3	הצרה קייצית ריגאליס 4 יישומים	A	15
הצרה איטית ריגאליס כפול	A	2.4	ביקורת	A	14
ביקורת	A	2.2	הצרה איטית גיזום קיצי ללא ריגאליס 4 יישומים	A	11

השפעת טמפ' ספטמבר על צבע בקריפט פינק (פינק לידי)

ממצאי השנים הראשונות לניסוי הראו כי בקריפט פינק קרינת אוקטובר היא החשובה ביותר לצבע. יחד עם זאת התחממות מוקדמת בספטמבר (כחודש לפני תחילת ההבשלה) פוגעת בצבירת האנטוציאנינים כאשר התחממות התפוחים במועד זה הייתה במתאם שלילי לדגם ביטוי הגן UFGT. בשנת המחקר הנוכחי ניסינו לבסס טענה זו בניסוי מכוון שבדק את השפעת הטמפ' בספטמבר על צבע התפוחים בקטיף. הניסוי נעשה בחוות מתתיהו במסגרת של בלוקים באקראי, 5 חזרות לכל טיפול, תפוח לחזרה. בכל טיפול נבחרו באקראי 5 פירות מענפים פנימיים (מוצללים) ו-5 פירות מענפים חיצוניים (חשופים לקרינת השמש כל הזמן). הניסוי הועמד בשטח מתאריך 10/9/2019 ועד 3/10/2019. הורדת הטמפרטורה של הפרי קירור הפרי נעשתה ע"י טפטוף מים על בד שעטף את הפרי עד הרטבתו בעזרת מערכת ההשקיה (תמונה 2). בנוסף, עקבנו אחרי הטמפרטורה של הפירות מטיפול הקירור והביקורת ע"י הובואים (Onset HOB0 Pendant Temp/Light). בסוף העונה בזמן הקטיף המסחרי כחודש ושבע מפירוק הניסוי נאספו דוגמאות לצורך בדיקות צבע, הרכב אנטוציאנינים ופנולים במעבדה של דר' מיכל שמיר ודגם ביטוי גנים במסלול האנטוציאנינים. טמפ' המקסימום בסביבות פירות החיצוניים (כפי שנמדדה על ידי ההובו הצמוד לתפוח) בביקורת עלתה על 45°C בצהריים וטמפ' בסביבות הפירות החיצוניים המקוררים לא עלתה 30°C לאורך כל תקופת הניסוי. טמפ' בסביבות הפירות הפנימיים המקסימלית בביקורת הגיעה ל 35°C ואילו טמפ' בסביבות הפירות הפנימיים המקוררים לא עלתה על 25°C לאורך כל תקופת הניסוי (נתונים לא מובאים). במיצוי אתנולי נמצא שרמת האנטוציאנינים בתפוחים שקוררו בספטמבר הייתה גבוהה במובהק ($p < 0.05$) מרמת האנטוציאנינים בביקורת הן בפירות החיצוניים והן בפירות הפנימיים (איור 3א). בבדיקת הרכב האנטוציאנינים בפרי שנעשה במעבדה של דר' מיכל שמיר נמצא כי האנטוציאנין העיקרי בזן קריפט פינק הוא Cyanidin 3 – galactoside (איור 3ב) וכי רמת אנטוציאנין זה גבוהה בפירות המקוררים ביחס לביקורת הן בתפוחים החיצוניים והן בפנימיים (איור 3ג). בפירות החיצוניים הבדלים אלו מובהקים ($R^2 = 0.00018$) ואילו בפירות הפנימיים הבדלים אלו עמדו על סף המובהקות ($R^2 = 0.05$) כפי שנבדק במבחן T-בריבוע. הבדלים אלו ברמת האנטוציאנינים נראו גם בעין (תמונה 2). מכאן, שהורדת הטמפרטורה של הפירות בחודש ספטמבר אכן גורמת לצבירת אנטוציאנינים גבוהה יותר בזמן הקטיף. בבדיקה של רמת הפלבנואידים לא נראו הבדלים מובהקים בין שני הטיפולים (איור 3ד). בבחינה של דגם ביטוי הגנים במסלול האנטוציאנינים נמצא כי בתגובה לקירור חלה עליה בדגם ביטוי הגן PAL בפירות החיצוניים המקוררים. לא נראו הבדלים בדגם ביטוי הגן בפירות הפנימיים. דגם ביטוי הגן CHS לא נבדל בין הטיפולים השונים הן בפירות חיצוניים והן בפירות פנימיים (נתונים לא מובאים). מאידך דגם ביטוי הגן UFGT נבדל במובהק בין הטיפולים השונים ורמתו הייתה גבוהה בפירות המקוררים הן בתפוחים החיצוניים והן בתפוחים הפנימיים (איור 4). בבדיקה של מתאם בין רמת האנטוציאנינים לפלבנואידים נמצא מתאם חזק $R^2 > 0.6$ גם בטיפול הביקורת וגם בטיפול הקירור.

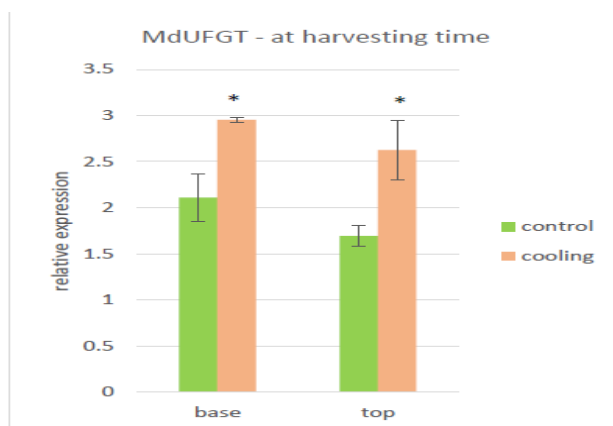


איור מס' 3: רמת האנטוציאנינים בזמן הקטיף בניסוי קירור בספטמבר.

נאספו דוגמאות בזמן הקטיף (6/11/2019) מפירות שעברו טיפול קירור בחודש ספטמבר באותה עונה ומפירות הביקורת מענפים חיצוניים וענפים פנימיים בעצים. **איור 3א** – רמת האנטוציאנינים במיצוי אתנולי כמתואר באיור 1. **איור 3ב** – הרכב האנטוציאנינים בפרי. קליפות מכל חזרה נטחנו ונשקלו 250 מ"ג מכל דוגמא. דוגמאות נבדקו ב HPLC בתמיסת מיצוי של Water : Methanol: Acetic acid (5:11:1). דוגמאות הורצו ב-HPLC בנפחי הזרקה שונים (סה"כ כ-60 הרצות). **איור 3ג** – רמת האנטוציאנין Cyanidin 3-galactoside (Cy1) בפירות פנימיים וחיצוניים בקטיף. **איור 3ד**

ד3 – רמת הפלבנואידים בפירות חיצוניים ופנימיים בקטיף. ממוצעים ושונות חושבו כמתואר באיור 1 מ-5 חזרות (תפוח לחזרה) לכל טיפול, משתי עמדות בעצים ענפים חיצוניים (5 חזרות) וענפים פנימיים (5 חזרות). הבדלים מובהקים כפי שהתקבלו במבחן T ($P < 0.05$) מסומנים בכוכבית.

תמונה 2: מבנה הניסוי ופירות שנאספו מטיפול הקירור והביקורת מענפים חיצוניים ופנימיים. תמונה ימנית: תפוחים נעטפו בבד מאורר שהורטב במים על ידי טפטפת המחוברת לקו ההשקיה. הבד הוסר בסוף ספטמבר כחודש וקצת לפני הקטיף. תמונה שמאלית: תפוחים במועד הקטיף - ימין עליון: תפוחים חיצוניים בביקורת. ימני תחתון: תפוחים פנימיים בביקורת. שמאלי עליון: תפוחים חיצוניים מקוררים. שמאלי תחתון: תפוחים פנימיים מקוררים.



איור 4: דגם ביטוי הגן UFGT במסלול הביסטיטזה של פנולים ואנטוציאנינים בקליפת קריפס פינק: ביטוי הגן היחסי נבדק ע"י מכשיר quantitative real-time RT-PCR, כ-housekeeping gene השתמשנו בגן MdACT. בקטיף נאספו פירות כמתואר באיור 3 וקליפות הפרי נלקחו חן לבדיקת הרכב האנטוציאנינים והפנולים כמתואר באיור 3 והן לבחינת דגם ביטוי הגנים. קליפות נשמרו ב-80 מעלות צלזיוס עד למועד הפקת ה-RNA. ממוצעים, שגיאות תקן ומובהקות מבחן T בריבוע כמתואר באיור 1 ו 3.

תוצאות קטיף:

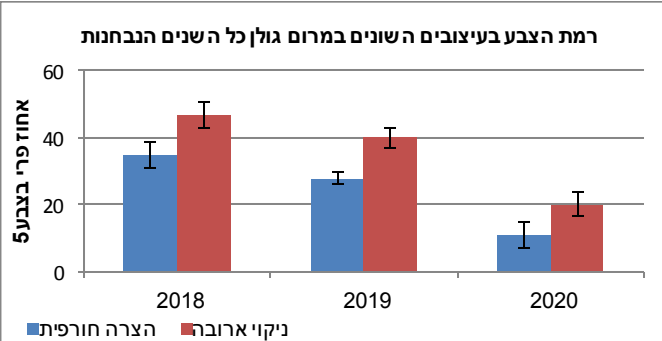
תוצאות סטרקינג (טופ רד)

בקטיף נקטף כל עץ מדידה בנפרד ונשלח למיון במערך המיון המדגמי של בית האריזה בראשית. בהשוואה בין העיצובים השונים בזן סטרקינג בחלקת אבנר במרום גולן בכל שנות המחקר עד כה (2018 במימון מגדלים) (איור 5), נמצא כי רמת הפרי בצבע 5 גבוהה בעיצוב הארובה שלא עבר הצרה חורפית בכל השנים הנבחנות. במערך המיון בבראשית מחולקים התפוחים ל 5 קטגוריות על פי אחוז כיסוי הצבע. תפוחים ברמת צבע 5 הם האדומים ביותר ופודים את המחיר הגבוה ביותר. בנוסף נמצא כי יש שונות בין השנים ברמת הצבע כאשר ב 2020 רמת הצבע הנמוכה ביותר. כאמור ב 2020 בחודש ספטמבר היה חום קיצוני שהחל כבר בסוף אוגוסט (טבלה 3) בשלב צבירת הצבע העיקרי כפי שנמצא בשנים קודמות.

טבלה 3: טמפר' ממוצעת וטמפר' מקסימלית במעלות צלזיוס בין ה 25.9 – 10.9 ב 2018, 2019 ו 2020.

שנה	2018	2019	2020
טמפר' ממוצעת	28	23	23.7
טמפר' מקסימום	34	26	26.7

איור 5. אחוז פרי ברמת צבע 5 בזן טופ רד: במועד הקטיף נקטפו עצי המבחן ונשלחו למיון במערך המיון בראשית. מיון לצבע נעשה בצילום של אחוז כיסוי הפרי. פרי ברמת צבע 5 הוא האדום ביותר ופודה את המחיר הגבוה ביותר. נתונים ושגיאות תקן חושבו מ 4 – 5 חזרות (עץ לחזרה) מכל טיפול בתכנת JMP.



מדדי הקטיף הכוללים יבול (טון לדונם), אחוז פרי בצבע 5, אחוז פרי בקוטר 70 – 80 מ"מ (גודל הפרי הפודה את המחיר הגבוה ביותר בסטרקינג) ואחוז מכות שמש נבדקו במערך המיון בבראשית (טבלה 4). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים. בעוד שבאלרום הטיפול המצטיין מבחינת צבע היה טיפול ההצרה הבינונית (6 ענפים לעץ בחלקה זו) בתוספת הצרה קיצית ויישום ריגאליס ב 4 יישומים במרום גולן בגיזום הסולקס הטיפול המצטיין היה הצרה איטית (2 ענפים בחלקה זו) ב 4 יישומי ריגאליס ללא הצרה קיצית כלל. בחלקה הצרה במרום גולן טיפול של הצרה קיצית (גיזום קיצי חזרה לרוחב 80 ס"מ) וטיפול במגייק הוביל לרמת הצבע הגבוהה ביותר. היבול באלרום היה נמוך ממרום גולן והיה סביב 5

טון לדונם. במרום גולן מאידך נע היבול בין 6 ל 10 טון לדונם. בגלל השונות הגדולה בין עצי הטיפול לא התקבלה מובהקות בין הטיפולים. רמת מכות השמש באלרום הייתה כצפוי גבוהה ורמת מכות השמש במרום גולן מאחר וחלקה זו לא מכוסה ברשת. בנוסף רמת הצבע במרום גולן הייתה גבוהה מרמת הצבע באלרום בדומה לתוצאות השנים הקודמות. תוצאה זו תומכת בהשערה כי הגורם המרכזי המשפיע על הצבע בזן סטרקינג הוא הטמפר'. אחוז הפרי בגודל הרצוי היה במתאם ליבול ($R^2=0.6$) כאשר כבר ביבול הגבוה מ 4 טון לדונם אחוז הפרי בגודל הרצוי ירד מ 70%. תוצאה זו מקורה בדילול מאוחר בחלקות הנבחנו (תוצאות לא מובאות). בנוסף לא התקבל מתאם בין יבול לצבע בשתי חלקות המבחן וזאת בניגוד לתוצאות שהתקבלו בחלקת מחפי ב 2019 (תוצאות לא מובאות).

טבלה 4. יבול כטון לדונם, אחוז פרי ברמת צבע 5 אחוז פרי בגודל מיטבי ואחוז מכות השמש בזן סטרקינג (טופ רד): במועד הקטיף נקטפו עצי המבחן ונשלחו למיון במערך המיון בראשית. מיון לצבע נעשה בצילום של אחוז כיסוי הפרי. פרי ברמת צבע 5 הוא האדום ביותר ופודה את המחיר הגבוה ביותר. יבול נשקל עבור כל עץ בנפרד וטון לדונם חושב בהכפלת מספר העצים לדונם. אחוז מכות שמש חושב על ידי הערכה וויזואלית במערך המיון. ממוצעים ושונות חושבו עבור כל חלקה בנפרד מ 6 חזרות באלרום ו 4 חזרות במרום גולן (עץ לחזרה) כמתואר באיור 1.

חלקה	גיוזם	ריגאליס	טון לדונם	אחוז פרי בצבע 5	אחוז פרי בגודל 70 - 80 מ"מ	אחוז מכות שמש
אלרום	הצרה קיצית	4 יישומים	4.5 A	4.00 A	62.0 A	13.3 A
אלרום	הצרה איטית + גיוזם שדירה קיצי	4 יישומים	5.0 A	6.00 A	73.3 A	15.6 A
אלרום	הצרה איטית	יישום יחיד	5.4 A	7.00 A	66.4 A	10.5 A
אלרום	ביקורת	ללא ריגאליס	5.0 A	8.00 A	66.7 A	13.7 A
אלרום	הצרה בינונית	4 יישומים	5.1 A	8.00 A	64.0 A	10.8 A
אלרום	הצרה איטית + גיוזם שדירה קיצי	ללא ריגאליס	5.4 A	9.00 A	71.0 A	14.8 A
אלרום	גיוזם חורפי 4 ענפים	4 יישומים	4.5 A	10.00 A	71.0 A	10.5 A
אלרום	הצרה בינונית + גיוזם שדירה קיצי	4 יישומים	4.5 A	15.00 A	63.8 A	9.2 A
מרום גולן סולקס	הצרה בינונית	4 יישומים	9.9 A	6.33 A	44.67 A	2.7 A
מרום גולן סולקס	הצרה איטית + הצרה קיצית	ללא	7.6 A	12.25 A	72.50 A	3.0 A
מרום גולן סולקס	הצרה איטית	יישום יחיד	9.1 A	19.33 A	37.00 A	2.3 A
מרום גולן סולקס	ביקורת		9.6 A	20.50 A	51.00 A	3.0 A
מרום גולן סולקס	הצרה בינונית + הצרה קיצית	4 יישומים	10.5 A	21.75 A	44.75 A	6.7 A
מרום גולן סולקס	הצרה קיצית	4 יישומים	6.2 A	25.75 A	47.50 A	2.0 A
מרום גולן סולקס	הצרה איטית + הצרה קיצית	4 יישומים	6.0 A	26.25 A	63.00 A	4.0 A
מרום גולן סולקס	הצרה איטית	4 יישומים	6.1 A	29.75 A	63.75 A	5.8 A
מרום גולן צר	ביקורת	ללא	6.0 A	7.50 A	51.50 A	8.0 A
מרום גולן צר	גיוזם שדירה קיצי	4 יישומים	6.2 A	11.33 A	49.33 A	7.3 A
מרום גולן צר	גיוזם שדירה קיצי	מגיק	7.7 A	25.75 A	51.75 A	6.3 A

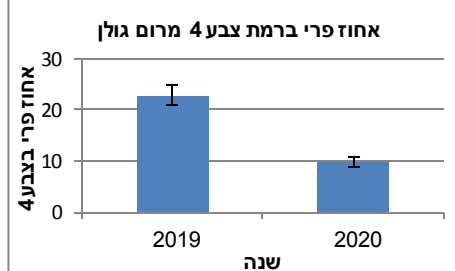
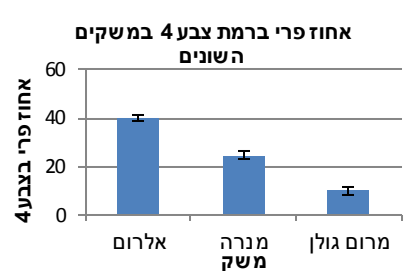
תוצאות קריפס פינק (פינק ליד):

כאמור 2020 הייתה שנה חמה עם טמפר' ספטמבר גבוהות במיוחד. בהשוואה בין ממוצע כלל הטיפולים בעיצוב הסולקס ב 2019 לכלל הטיפולים בעיצוב הסולקס ב 2020 (איור 6) נראו הבדלים מובהקים באחוז הפרי ברמת צבע 4 (רמת הצבע הגבוהה ביותר בקריפס פינק). אחוז הפרי ברמה 4 ב 2020 עמד על 9.8% לעומת 22.8% ב 2019. בהשוואה בין המשקים השונים נמצא כי רמת הצבע הגבוהה ביותר נראתה באלרום, לאחר מכן במנרה ובמרום גולן רמת הצבע הייתה הנמוכה ביותר (איור 6). כיסוי רשתות היה במרום גולן בלבד. הסרת הרשתות נעשתה כ 3 שבועות לפני הקטיף במועד מוקדם שאינו צפוי לפגוע בצבירת הצבע. יחד עם זאת רמת הצבע במשק זה הייתה נמוכה במיוחד. יתכן שרמת צבע זו מקורה בהתחממות מוגברת תחת הרשת בחודש ספטמבר. זאת מאחר ובתנאי החום הכבד בספטמבר עשויה הייתה הרשת למנוע נידוף אוויר חם מהחלקה. פרמטר זה לא נבדק.

השוואה של כלל נתוני היבול הכוללים יבול (טון לדונם), אחוז פרי בצבע 4, אחוז פרי מעל קוטר 70 מ"מ (גודל פרי הפודה את המחיר הגבוה ביותר) ומכות שמש נעשתה בין הטיפולים השונים. במנרה נמצא כי אחוז הפרי בצבע 4 היה הגבוה ביותר בהצרה איטית וגיוזם קיצי עם 2 טיפולי ריגאליס. באלרום הצבע הטוב ביותר היה בגיוזם קיצי ו 2 יישומי ריגאליס ללא הסרת ענפים חורפית ובמרום גולן הצרה איטית בתוספת גיוזם קיצי ו 2 יישומי ריגאליס היה הטיפול הטוב ביותר. יחד עם זאת במרום גולן ואלרום לא נראו הבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים. במנרה מאידך נבדל רק טיפול ההצרה האיטית ללא גיוזם קיצי מהטיפול המצטיין במובהק. אחוז הפרי הגדול מ 70 מ"מ לא נבדל בין הטיפולים השונים במנרה זאת

למרות ההבדלים הגדולים ביבול בין הטיפולים. בנוסף אחוז מכות השמש לא עלה על 5% בכל הטיפולים. אחוז מכות השמש בטיפול המיטבי היה הגבוה ביותר אם כי לא במובהק מה שמרמז שטיפול זה הוביל לשיפור בחשיפת הפרי לשמש. יבול נבדל בין הטיפולים השונים כאשר שני הטיפולים בהם היה היבול הנמוך ביותר היו טיפולי ההצרה הבינונית והאיטית בתוספת הצרה קיצית וטיפול ריגאליס בשני יישומים. במנרה לא נמצא מתאם בין יבול לצבע. באלרום לא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול אם כי יבול הטיפול המצטיין בצבע היה הנמוך ביותר. יש לציין כי באלרום נמצא מתאם שלילי של $R^2=0.5$ בין היבול לצבע כך שככל שהיבול היה גבוה יותר כך רמת הצבע הייתה נמוכה יותר (נתונים לא מובאים). הבדלים מובהקים נראו בגודל הפרי אם כי בכל הטיפולים 70% מהפירות היו גדולים מ 70 מ"מ. אחוז מכות השמש היה נמוך ולא עלה על 3%. במרום גולן רמת הצבע הייתה נמוכה מאוד ולא נבדלה בין הטיפולים. אם זאת רמת הצבע הגבוהה ביותר הייתה בטיפול ההצרה האיטית עם גיזום קיצי ויישום ריגאליס בפעמיים. יבול טיפול זה היה טוב ועמד על 8.3 טון לדונם. במרום גולן בדומה לאלרום נמצא מתאם שלילי של $R^2=0.5$ בין היבול לצבע כך שככל שהיבול גבוה יותר הצבע נמוך יותר. בהקשר זה יש לציין כי טיפול ההצרה החורפית ולאחריו הצרה קיצית הוביל לירידה מובהקת ביבול ולא שיפר את הצבע בהתאם. נראה על כן כי טיפול זה בעייתי.

איור 6. אחוז פרי ברמת צבע 4 בחלקות השונות: נתונים נאספו כמתואר בטבלה 4. ממוצעים ושגיאות תקן חושבו מכלל החזרות בכל עיצוב. מימין השוואה בין השנים במרום גולן. משמאל השוואה בין המשקים השונים ב 2020.



טבלה 5. יבול כטון לדונם, אחוז פרי ברמת צבע 5 אחוז פרי בגודל מיטבי ואחוז מכות השמש בן קריפס פינק (פינק ליד): נתונים נאספו כמצוין בטבלה 4.

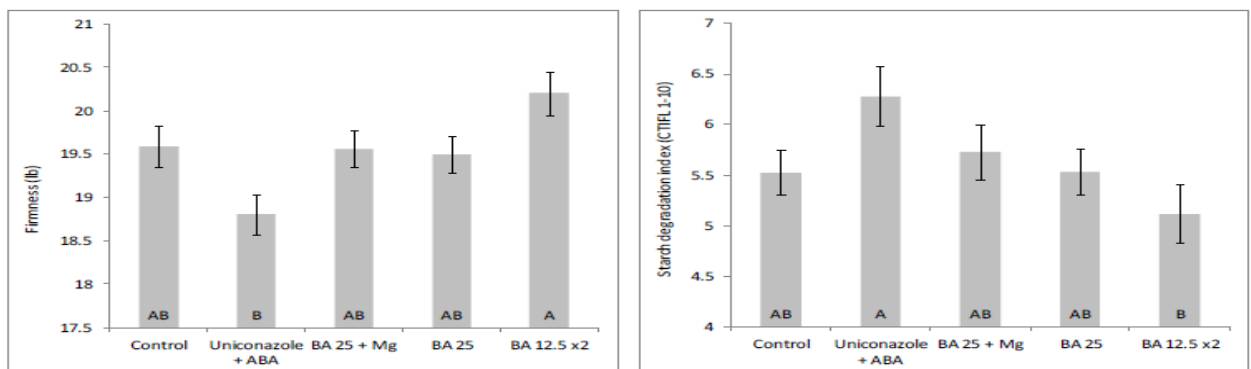
חלקה	טיפול גיזום	ריגאליס	טון לדונם	אחוז צבע	אחוז מעל 70	מכות שמש
מנרה	הצרה איטית	2 יישומים	12.7 A	17 B	90 A	2.5 A
מנרה	הצרה איטית + הצרה קיצית	ללא	8.9 AB	21 AB	90 A	2.8 A
מנרה	ביקורת	ללא	12.9 A	21 AB	89 A	3.3 A
מנרה	הצרה בינונית + הצרה קיצית	2 יישומים	5.8 B	23 AB	93 A	2.7 A
מנרה	הצרה בינונית	ללא	8.5 AB	25 AB	91 A	3.8 A
מנרה	גיזום קיצי	2 יישומים	10.2 AB	25 AB	89 A	2.5 A
מנרה	גיזום 4 נפחים	2 יישומים	10.8 AB	28 AB	90 A	3.5 A
מנרה	הצרה איטית + הצרה קיצית	2 יישומים	7.6 B	36 A	90 A	4.8 A
אלרום	ביקורת	ללא	8.0 A	33 A	69 B	2.3 A
אלרום	הצרה איטית	2 יישומים	8.1 A	35 A	72 B	2.3 A
אלרום	הצרה איטית + הצרה קיצית	2 יישומים	6.9 A	38 A	92 A	3.0 A
אלרום	הצרה בינונית	2 יישומים	8.2 A	38 A	81 AB	2.5 A
אלרום	הצרה בינונית + הצרה קיצית	2 יישומים	6.8 A	38 A	90 AB	2.7 A
אלרום	הצרה איטית + הצרה קיצית	ללא	7.4 A	40 A	87 AB	2.5 A
אלרום	הצרה בינונית	ללא	8.1 A	44 A	89 AB	1.2 A
אלרום	גיזום קיצי	2 יישומים	5.8 A	52 A	92 A	2.2 A
מרום גולן סולקס	הצרה בינונית	ללא	12.0 A	6 A	81 A	1.0 A
מרום גולן סולקס	הצרה בינונית	2 יישומים	10.1 AB	7 A	82 A	0.5 A
מרום גולן צר	ביקורת	ללא	8.1 AB	11 A	92 A	1.5 A
מרום גולן צר	הצרה קיצית	2 יישומים	5.9 B	11 A	91 A	0.5 A
מרום גולן סולקס	הצרה בינונית + הצרה קיצית	2 יישומים	9.8 AB	9 A	89 A	0.8 A
מרום גולן סולקס	הצרה איטית	2 יישומים	9.3 AB	9 A	94 A	0.0 A
מרום גולן סולקס	הצרה איטית + הצרה קיצית	ללא	8.6 AB	10 A	91 A	0.5 A
מרום גולן סולקס	ביקורת	ללא	9.6 AB	8 A	94 A	1.2 A
מרום גולן סולקס	גיזום קיצי	2 יישומים	7.7 AB	11 A	91 A	0.6 A
מרום גולן סולקס	הצרה איטית + הצרה קיצית	2 יישומים	8.3 AB	17 A	93 A	0.8 A

בחינת תכשירים לשיפור הצבע בקריפס פינק

בהתאם לתוצאות השנה הראשונה נערך גם השנה ניסוי חומרים לשיפור רמת הצבע בזן קריפס פינק. הניסוי נערך בשיתוף עם דר' שאול נשיץ מהמעבדה לאחסון במיגל במשק מרום גולן. רשימת החומרים והשילובים שנבדקו מתוארת בטבלה 6. טבלה 6: רשימת טיפולים ומועדי יישום לשיפור צבע בקריפס פינק.

טיפול	ריכוז	משטח	מועד ביחס למועד קטיף	תאריך
בקורת	ללא	ללא	ללא	ללא
פרוטון	0.2%	טריטון	שבועיים לפני קטיף	15 באוקטובר
מגיק	2%	טריטון	שבועיים לפני קטיף	15 באוקטובר
פרוטון	0.2%		<u>יומיים לאחר מכן</u>	17 באוקטובר
מגנזיום X2	0.2%	BB5-0.2%	חודש לפני קטיף	1 באוקטובר - טיפול ראשון
			שבועיים לפני קטיף	15 באוקטובר
BA - גולייט ומגנזיום	0.2%	BB5-0.2%	חודש לפני קטיף	1 באוקטובר - טיפול ראשון
מגנזיום בלבד!	0.2%	טריטון	שבועיים לפני קטיף	15 באוקטובר
			חודש לפני קטיף	1 באוקטובר
BA - גולייט	25 ח"מ ח"פ	טריטון	חודש לפני קטיף	1 באוקטובר
	12.5 ח"מ ח"פ			

בדיקת אינדקס עמילן וקשיות נבדקו במעבדה לאחסון (איור 7). נמצא כי טיפול הפרוטון בתוספת מגיק זירז את ההבשלה ביחס לטיפולים האחרים. טיפול ה BA הכפול מאידך עיכב את ההבשלה ואינדקס העמילן בטיפול זה היה נמוך ביחס לטיפולים אחרים. זאת במקביל לקשיות גבוהה.

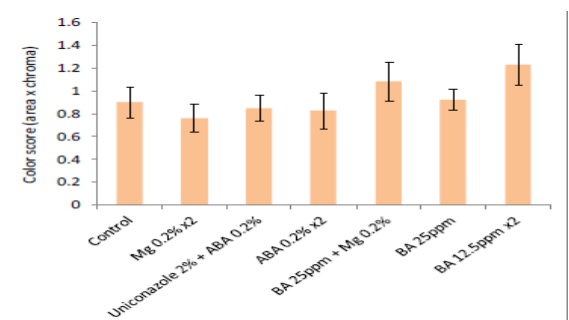


איור 7: אינדקס עמילן (ימין) וקשיות (שמאל) בקטיף. נתונים נאספו כמצוין באיור 1.

במועד הקטיף נעשתה הערכת צבע על ידי מעריך יחיד (משה עגיב). הערכה נעשתה עבור כל עץ בנפרד ומכל צד בנפרד. נמצא כי כצפוי רמת הצבע בצד הפונה לדרום (כיוון השורות הוא ממזרח למערב) גבוהה יותר. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים אם כי רמת הצבע בשני טיפולי ציטוקינן ובטיפול המגנזיום בריכוז של 0.2% הייתה הגבוהה ביותר (טבלה 6).

במועד הקטיף צולמו העצים ונעשתה הערכת צבע על פי ניתוח תמונה במעבדה לאחסון. נמצא כי רמת הצבע הייתה הגבוהה ביותר בטיפול ה BA הכפול ובטיפול ה BA + מגנזיום. תוצאות דומות התקבלו גם בהערכה וויזואלית בשטח על ידי מעריך יחיד.

איור 8: השוואת צבע הפרי על סמך תצלומים של המפנה הצפון מערבי. נתונים מייצגים צבע מחושב (שטח X רוויה). ממוצעים ושגיאות תקן חושבו מ 5 חזרות עץ לחזרה.



צבירת הצבע בשני הזנים:

לצבעו של התפוח יש משמעות רבה כאשר הוא מוצע לשיווק ותפוחים בעלי נראות וצבע מיטביים, מושכים מטבעם את הצרכן (Ritenour and Khemira 2007). לפיכך, לחקלאים יש אינטרס ברור לשווק תפוחים אדומים ויפים, שיתומחרו במחירים גבוהים. צבעו של התפוח נובע משילוב בין תרכובות שונות בקליפתו כאשר אנטוציאנינים הם התורמים העיקריים לגוון האדום בפרי. בעבודה הנוכחית נמצא כי בשני הזנים קריפס פינק וסטרקינג האנטוציאנין העיקרי הוא 3-cyaniding-galactoside (idaen) וזאת בהתאם לידוע מהספרות (Jancaster and Dougall, 1992). בתפוח ישנם שני שלבים המאופיינים בהצטברות אנטוציאנינים: בראשית התפתחות הפרי ובשלב מאוחר יותר בסמיכות להבשלה (Ritenour and Khemira 2007). הגורמים המשפיעים על התפתחות הצבע בתפוח במהלך ההבשלה נחלקים לגורמים ביוטיים וגורמים אביוטיים. בין הגורמים הביוטיים ניתן למנות זמינות סוכרים כאשר במינים רבים ובניהם התפוח עליה בריכוז הסוכר המסיס בשלב ההבשלה מובילה לעליה בביוסנתזה של אנטוציאנין (Chang et al., 2003). במעקב שנעשה בשנה שעברה נמצא כי בסטרקינג בזן 'טופ רד' אכן נמצא מתאם חיובי של $R^2=0.5$ בין הבריקס לרמת האנטוציאנינים. מתאם זה היה מובהק בעוד שלא נמצא מתאם מובהק בין אינדקס העמילן והקשיות לבין רמת האנטוציאנינים בזן זה. בזן קריפס פינק מאידך נמצא מתאם חיובי מובהק בין אינדקס העמילן לצבע. תוצאות דומות התקבלו גם בשנה זו. נראה על כן כי בקריפס פינק רק לאחר שהחל תהליך פירוק עמילן וזמינות הסוכרים המסיסים עולה מתחילה צבירת האנטוציאנינים בפרי כפי שדווח בעבר (Espley et al., 2007; Ewa et al. 2006; Shafiq et al., 2014). זאת בניגוד לסטרקינג בו זמינות מוטמעים מהעלים היא החשובה ביותר לצבע. בבחינת טיפולים שונים לשיפור הצבע בקריפס פינק נמצא כי טיפול בציטוקנין (BA) הוביל לשיפור בצבע מבלי לקדם הבשלה כפי שנמדד באינדקס העמילן והקשיות. מעורבות ציטוקנין בביוסינתזה של אנטוציאנינים דווחה בעבר בארבידופסיס ונמצא כי ציטוקנין משמש כמטווח של סיגנל הסוכרוז כך שהשפעתו היא במורד הזרם לעליה בסוכר המסיס (Kumar Das et al., 2012; Jaakola, 2013). בתפוח נמצא כי תוספת ציטוקנין כ BA או TDZ הובילה לשינוי ברמת האנטוציאנינים בתרבית רקמה בעקומת אופטימום כך שריכוזים גבוהים הובילו לעיכוב בצבירת האנטוציאנינים בעוד שריכוז אופטימלי הוביל לעליה ברמת האנטוציאנינים במקביל לעליה בדגם ביטוי גנים במסלול הביוסינתזה (Wang et al., 2018; Ji et al., 2014). שילוב הממצאים מרמז כי יישום ציטוקנין לאחר תחילת פירוק העמילן ועליה בסוכר המסיס בקריפס פינק יוביל לשיפור ברמת הצבע דרך שפעול גנים במסלול האנטוציאנינים. יש על כן לוודא שיישום הציטוקנין נעשה רק לאחר שפירוק זה מתחיל. ב 2019 נמצא כי יישום ריסוס במגנזיום בריכוז של 0.2% תרם אף הוא לצבע. זאת בהתאם לעבודה שנעשתה בעבר במעבדה של דר' מיכל שמיר שמצאה כי מגנזיום הוביל לירידה ברמת פירוק האנטוציאנין בתגובה לחום בפרחים ובתרבית תאי ענבים (Shaked-Sachray et al., 2001; Sinilal et al., 2010; Nissim-levi et al., 2007). בשנה הנוכחית טיפול במגנזיום לא נבדל מהביקורת אך טיפול משולב של מגנזיום עם BA הוביל לשיפור בצבע ביחס ליישום יחיד של BA. נראה על כן כי שילוב מגנזיום בטיפול BA כפול עשוי לשפר את רמת הצבע בקטיפ. שילוב זה ייבדק בשנה הקרובה. בשנה הקודמת מצאנו מתאם שלילי בין טמפ' ספטמבר לצבע הזן קריפס פינק כאשר נראה כי התחממות בחודש זה (כחודש וחצי לפני קטיפ) הובילה לירידה בדגם ביטוי הגן UFGT שהינו הגן האחרון במסלול הביוסינתזה של האנטוציאנין (Taiz and Zeiger, 2002). בשנה הנוכחית ביצענו ניסוי ממוקד על ידי קירור הפירות. נמצא כי אכן קירור הפירות במהלך ספטמבר הוביל לעליה ברמת הצבע ודגם ביטוי הגן הן בפירות מוצלים והן בפירות חיזוניים. ממצא זה מחזק את הטענה כי השפעת החום בספטמבר על צבע הזן קריפס פינק היא הגורם המגביל לצבירת צבע בישראל וממצא זה היה במתאם לרמת הצבע הכללי ב 2020. יחד עם זאת כפי שדווח בעבר (Ben-yehudah et al. 2016; Cheng et al. 2003; Ritenour and Khemira 2007; Takos et al. 2017) ונמצא גם בעבודה הנוכחית חייב הזן

קריפס פינק בחשיפה טובה לשמש על מנת למצות את פוטנציאל הצבע. בשנה הקרובה נבחן טיפול קירור התנדפותי במהלך ספטמבר והשפעתו על רמת הצבע בקטיפ.

הבדלי צבע בקטיפ בעיצובים השונים ובטיפולים השונים:

מרחק הנטיעה בין העצים משפיע על אופי הענפים נושאי הפרי ושיטת העיצוב הצירי. בהתאם ניתן להבחין בין עיצוב: "Solaxe" שמוט המאופיין בענפים ארוכים ושמטים המתפצלים לענפי משנה נושאי פרי לבין עיצוב "Spindle" המאופיין בענפים שמטים אך קצרים ללא ענפי משנה הנושאים מספר פירות (Musacchi and Green, 2017). עיצוב ה"Spindle" מאפשר הכנסת מיכון כגון במות קטיפ למטע המייעל את עבודת המטע ומוזיל עלויות (Sazo and Robinson, 2015). כאמור מטרת העבודה העיקרית הייתה . **פיתוח פרוטוקול הסבת מטע למטע צר לצורך שיפור חשיפת הפרי לאור וטיפול בצימוח הבא כתגובה לגיזום.** בהתאם הנחת העבודה הייתה כי הצרת המטע תוביל לשיפור בחשיפת הפרי לאור ולשיפור ברמת הצבע בקטיפ. בנוסף הצרה זו תאפשר הכנסת במות קטיפ לחיסכון בכוח אדם ושיפור איכות הפרי. במהלך 2018 ו 2019 הגיעו לביקור והדרכה 3 חוקרים בעלי שם עולמי: טרנס רובינסון ומריו סוזה ממדינת ניו יורק ואלברטו דוריאני מאיטליה. שלושת החוקרים הצביעו על הבעיה שבהסבת מטעים לשדירה והעלו חששות מפגיעה בפוריות והתמודדות קשה עם הצימוח החדש. שלושת החוקרים ציינו כי בהקפדה על שיטת השמוט ניתן להגיע לתוצאות טובות באיכות הפרי מבלי לפגוע בפוריות. ככלל נמצא כי באזורי העץ בהם רמת ההארה נמוכה מ 30% מעצמת ההארה החיצונית איכות הפרי ופוריות הפקעים נמוכה. בנוסף נמצא כי חדירת אור אפקטיבי דרך העלווה היא למטר אחד (Robinson et al., 1991). מאחר ובעיצוב השמוט "Solaxe" רוחב הנוף עולה על מטר איכות הפרי הפנימי נפגעת. בהתאם עיצוב בשיטה זו מחייב סילוק הפרי והצימוח הפנימי ליצירת ארובה המחדירה אור מפוזר לחובו של העץ (Lauri et al., 2002; Lauri & Lespinasse, 1997). במחקר הנוכחי נעשתה השוואה בין עיצוב שמוט משופר בו הקפדנו על ניקוי ארובה ושמירה על פרי ב 70 הס"מ החיצוניים לבין הסבת מטע לשדירה צרה. מסיכום 2 השנים הראשונות נראה כי הן בסטרקינג והן בקריפס פינק **הסבת המטע למטע שדירה צרה הוא טעות** אם כי בקריפס פינק מסקנה זו אינה חד משמעית. במסגרת תכנית הפעולה החדשה התחלנו השנה בהסבת המטעים על ידי הסרת ענפי שלד מרכזיים והחלפתם בענפים צעירים. כאמור שנה זו הייתה חמה במיוחד ולכן רמת הצבע בכל הטיפולים הייתה נמוכה. בזן סטרקינג לא נראו הבדלים בין הטיפולים השונים גם באלרום וגם במרום גולן כאשר רמת הצבע הגבוה במרום גולן ביחס לאלרום מלמדת על חשיבות הרשת לכל אורך העונה בזן זה. בנוסף לא נראו הבדלים מובהקים ביבול למרות הסרת הענפים ונראה כי ניתן להסיר בשנה הראשונה 4 עד 6 ענפים ללא חשש. יש לציין כי רמת היבול באלרום הייתה נמוכה ויתכן שזאת הסיבה לחוסר ההבדלים בין הטיפולים השונים. כמו כן לא נמצאו הבדלים ברמת הקרינה בין הטיפולים השונים באלרום ונראה כי הצרת השנה הראשונה לא הייתה משמעותית לנוף העץ.

בקריפס פינק נראו הבדלים מובהקים בצבע הפרי רק במנרה אך בכל שטחי הניסוי הצבע הטוב ביותר התקבל כאשר נעשתה הצרה קיצית ויושם ריגאליס לאחר הפריחה. זאת בין אם נעשתה הצרה חורפית או לא. נראה על כן כי הצרה קיצית בקריפס פינק ויישום ריגאליס משפרים צבע. הצרה קיצית נעשתה ביוני ולא היה צורך בהצרה נוספת באוקטובר מאחר ונעצר הצימוח. הצרה זו לא הובילה לעליה במכות השמש ביחס לביקורת אך כפוי אחוז מכות השמש היה גבוה יותר בחלקות ללא הרשת. מאחר ורמת הצבע בחלקת הרשת במרום גולן הייתה הנמוכה ביותר נראה כי בשנה זו הובילה הרשת להתחממות יתר בספטמבר ולכן פגעה ברמת הצבע גם כאשר קופלה בזמן.

לסיכום הנתונים עד כה נראה כי הסרת 4 ענפים בעצים סטנדרטים ו 6 ענפים בעצים גדולים בחורף לא פוגעת ביבול. נראה כי יש יתרון ליישום ריגאליס והצרה קיצית בקריפס פינק ולגידול תחת רשת בסטרקינג. נראה כי יישום ציטוקנין בשילוב עם מגנזיום לקראת הקטיפ תורם לצבע ויש להקפיד על ניקיון ארובה חורפית ושיפור חדירת השמש במהלך ההבשלה בשני הזנים. יש לציין כי בשנה זו לא ראינו פחיתה ביבול הגיזום הצר במרום גולן וזאת בניגוד למגמה הבולטת בשנים קודמות. בזן קריפס פינק יש למצוא דרכים להקטנת הטמפר' בספטמבר על מנת לשפר צבע בקטיפ מאחר והתחממות זו מהווה מגבלה על צבירת הצבע בזן זה בישראל. בשנה הבאה נמשיך בגיזום החורפי ובטיפולים השונים על פי המתוכנן. בנוסף נבחן צינון התנדפותי לקירור הפרי בספטמבר והנחן טיפולי החזרת אור קרקעיים במהלך ההבשלה בקריפס פינק.

- Ben-Yehudah, G., Korchinsky, R., Redel, G., Ovadya, R., Oren-Shamir, M., & Cohen, Y.** (2005). Colour accumulation patterns and the anthocyanin biosynthetic pathway in 'Red Delicious' apple
- Chang, Y. J., Chung, M. Y., Tseng, M. N., Chu, C. C., & Shü, Z. H.** (2003). Developmental stages affect characteristics of wax apple fruit skin discs cultured with sucrose—with special reference to color. *Scientia horticulturae*, 98(4), 397-407.
- Espley, R. V., Hellens, R. P., Putterill, J., Stevenson, D. E., Kuttly-Amma, S., & Allan, A. C.** (2007). Red colouration in apple fruit is due to the activity of the MYB transcription factor, MdMYB10. *The Plant Journal*, 49(3), 414-427.
- Ewa, B., Honda, C., Bessho, H. and Kondo, S.,** (2006). Expression Analysis of Anthocyanin Biosynthetic Genes in Apple Skin : Effect of UV-B and Temperature. *Plant Science* 170: 571–578.
- Jaakola, L.** (2013). New insights into the regulation of anthocyanin biosynthesis in fruits. *Trends in plant science*, 18(9), 477-483.
- Ji, X. H., Wang, Y. T., Zhang, R., Wu, S. J., An, M. M., Li, M., & Chen, X. S.** (2015). Effect of auxin, cytokinin and nitrogen on anthocyanin biosynthesis in callus cultures of red-fleshed apple (*Malus sieversii* f. *niedzwetzkyana*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 120(1), 325-337.
- Lauri, P. É., Térouanne, E., & Lespinasse, J. M.** (1997). Relationship between the early development of apple fruiting branches and the regularity of bearing—an approach to the strategies of various cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 72(4), 519-530.
- Lauri, P. E., Willaume, M., Larrive, G., & Lespinasse, J. M.** (2002, August). The concept of centrifugal training in apple aimed at optimizing the relationship between growth and fruiting. In *XXVI International Horticultural Congress: Key Processes in the Growth and Cropping of Deciduous Fruit and Nut Trees* 636 (pp. 35-42).
- Musacchi, F. & Greene, D.** (2017). Innovations in apple tree cultivation to manage crop load and ripening. <http://dx.doi.org/10.19103/AS.2016.0017.11>© Burleigh Dodds Science Publishing Limited.
- Nissim-Levi, A., Ovadia, R., Forer, I., & Oren-Shamir, M.** (2007). Increased anthocyanin accumulation in ornamental plants due to magnesium treatment. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(3), 481-487.
- Ritenour, M., & Khemira, H.** (2007). Red color development of apple: a literature review. *Washington State University, Tree Fruit Research and Extension Center*.
- Robinson, T. L., Lakso, A. N., & Ren, Z.** (1991). Modifying apple tree canopies for improved production efficiency. *HortScience*, 26(8), 1005-1012.
- Sazo, M.M., & Robinson, T.L.** (2015). Measuring and Extending the Benefits of Orchard Mechanization in High Density Orchards in Western NY. *NEW YORK FRUIT QUARTERLY . VOLUME 23 . NUMBER 2*
- Shafiq, M., Singh, Z., & Khan, A. S.** (2014). Pre-harvest ethephon application and training systems affect colour development, accumulation of flavonoids and fruit quality of Cripps pink'apple. *Australian Journal of Crop Science*, 8(12), 1579.
- Sinilal, B., Ovadia, R., Nissim-Levi, A., Perl, A., Carmeli-Weissberg, M., & Oren-Shamir, M.** (2011). Increased accumulation and decreased catabolism of anthocyanins in red grape cell suspension culture following magnesium treatment. *Planta*, 234(1), 61-71.
- Shaked-Sachray, L., Weiss, D., Reuveni, M., Nissim-Levi, A., & Oren-Shamir, M.** (2002). Increased anthocyanin accumulation in aster flowers at elevated temperatures due to magnesium treatment. *Physiologia plantarum*, 114(4), 559-565.
- Takos, M. A., Robinson, P. S., and Walker, R. A. (2006).** Transcriptional Regulation of The Flavonoid Pathway in The Skin of Dark-Grown 'Cripps' Red' Apples in Response to Sunlight." *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(4): 735-744.
- Taiz, L., & Zeiger, E.** (2002). *Plant Physiology*. 3rd. England: Sinauer Associates.
- Wang, Y., Sun, J., Wang, N., Xu, H., Qu, C., Jiang, S & Chen, X.** (2019). MdMYBL2 helps regulate cytokinin-induced anthocyanin biosynthesis in red-fleshed apple (*Malus sieversii* f. *niedzwetzkyana*) callus. *Functional Plant Biology*, 46(2), 187-196.