

רימון, גידול מטע חדש בערבה לשיווק טרי וליצור מוצרי בריאות
Pomegranate, a new crop in the Arava as an exportable fresh fruits and functional food products

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף מטעים

ע"י

טריפּלר אפי מטעים, מו"פ ערבה דרומית

חמוטל בורוכוב-נאורי טיפול בפרי הקטוף, מו"פ ערבה דרומית

מוטי הררי השבחה, מו"פ ערבה דרומית

Effi Tripler, Southern Arava Research and Development, M. P. Hevel Eilot 88820, Israel.

E-mail: tripler@agri.huji.ac.il

Hamutal Borochoy- Neori, Southern Arava Research and Development, M. P. Hevel Eilot 88820, Israel. E-mail: hamutalneori@rd.ardom.co.il

Moti Harary, Southern Arava Research and Development, M. P. Hevel Eilot 88820, Israel.

E-mail: moti@rd.ardom.co.il

יוני 2008

סיון תשס"ח

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

חתימת החוקר

תקציר

בעת האחרונה הולך וגובר הביקוש למוצרי הרימון בתגובה לדיווחים המצביעים על ערכו התזונתי והבריאותי הגבוה. באזור הערבה הדרומית יש יתרון יחסי לגידול רימונים, כתוצאה מתנאי האקלים השוררים בסתיו, בחורף ובאביב. פרי הרימון ידוע כפרי עם תכולה גבוהה במיוחד של חומרים מעכבי חמצון. מטרת מחקר זה היא לבחון השפעת טיפולים אגרוטכנולוגים על מספר זני רימון (בכירים, אפילים וירוקי-עד) על מנת לאפשר אספקת פרי איכותי טרי בעונות ייחודיות מהערבה לשוק הטרי בארץ ובחו"ל וכחומר גלם איכותי לתעשיית מוצרי רימון בעיבוד מינימלי.

במחקר זה נבחנה השפעת התנאים האקלימיים על התפתחות הנוף והפרי בתנאים מבוקרים בחלקת האינטרודוקציה, נלמדה איכות הפרי מקטיפי אביב של זן רימון ירוק-עד, נבחנה השפעת טיפולי החיגור על מדדי התפתחות של פירות נשירים ונבחנה השפעת התנאים האקלימיים על עוצמת רכיב הצבע האדום של גרגרי פרי הרימון.

חיפוי בפוליאאתילן בחורף הקדים את הלבוב אך לא את מועד הקטיפה. טיפולים בהם כוסו עצי רימון נשירים בחורף בפוליאאתילן ו/או כוסו באביב ברשת פנינה לא השפיעו על רמות היבול בהשוואה לטיפולי ההיקש. הסרת פקעי הפריחה באביב לא גרמה לגל פריחה מחודש בקיץ. לכן לא סביר לקטוף רימונים בערבה בחדשי הסתיו המאוחרים. עוצמת רכיב הצבע האדום שנמדדה בגרגרי הפרי משלושת טיפוס הרימון השתנתה עם מועד ההבשלה. בזנים הנשירים נמדד צבע ארילים אדום ביולי ובספטמבר-אוקטובר. צבע בהיר נמדד תחת תנאי חום קיצוניים באוגוסט. טמפרטורת פרי מתחת לרשת נמוכה בכ- 5 מ"צ מזו שנמדדה בפרי החשוף גרמה לעוצמת גבוהה של רכיב הצבע האדום בפירות שהבשילו מתחת לרשת בכל מועדי ההבשלה מאמצע יולי עד סוף אוגוסט. נמצאה תלות הופכית מובהקת של עוצמת רכיב הצבע האדום בכמות המצטברת של יחידות חום שנסכמה לאורך 6 שבועות קודם למועד ההבשלה. הפחיתה בעוצמת הצבע האדום הפנימי בפירות רימון המבשילים במועדים חמים יותר מתרחשת במקביל לירידה כמותית של נגזרות אנטוציאנינים פחות פולריות, שנובעת מעיכוב בהצטברות האנטוציאנינים. הממצאים שהושגו במחקר תלת-שנתי זה מעידים על אפשרות סבירה לקיים רצף שיווקי של פירות רימון איכותיים, לפי קריטריון של צבע פנימי אדום והעדר עפיצות, של פירות מזנים ירוקי עד בחדשי החורף. בסוף האביב, עם ירידת הצבע הפנימי בזנים אלו נקטפים הזנים הנשירים הבכירים, ובכך מושג שיווק רציף של רימונים במשך כחצי שנה.

תקציר דף שער

בעת האחרונה הולך וגובר הביקוש למוצרי הרימון בתגובה לדיווחים המצביעים על ערכו התזונתי והבריאותי הגבוה. באזור הערבה הדרומית יש יתרון יחסי לגידול רימונים, כתוצאה מתנאי האקלים. פרי הרימון ידוע כפרי עם תכולה גבוהה במיוחד של חומרים מעכבי חמצון. המחקר בחן השפעת טיפולים אגרוטכנולוגיים על מספר זני רימון בכדי לאפשר אספקת פרי איכותי טרי בעונות ייחודיות מהערבה לשוק הטרי בארץ ובחו"ל.

חיפוי בפוליאאתילן בחורף הקדים את הבלבול אך לא את מועד הקטיפה. הטיפולים בהם כוסו עצי רימון נשירים בחורף בפוליאאתילן ו/או כוסו באביב ברשת פנינה לא השפיעו על רמות היבול בהשוואה לטיפולי ההיקש. הסרת פקעי הפריחה באביב לא גרמה לגל פריחה מחודש בקיץ ולקטיפה בחדשי הסתיו המאוחרים. עוצמת רכיב הצבע האדום שנמדדה בגרגרי הפרי משלושת טיפוסים הרימון השתנתה עם מועד ההבשלה. בזנים הנשירים נמדד צבע ארילים אדום ביולי ובספטמבר- אוקטובר. צבע בהיר נמדד תחת תנאי חום קיצוניים באוגוסט. טמפרטורת פרי מתחת לרשת נמוכה בכ-5 מ"צ מזו שנמדדה בפרי החשוף גרמה לעוצמת גבוהה של רכיב הצבע האדום בפירות שהבשילו מתחת לרשת. נמצאה תלות הופכית מובהקת של עוצמת רכיב הצבע האדום בכמות המצטברת של יחידות חום שנסכמה לאורך 6 שבועות קודם למועד ההבשלה. הפחיתה בעוצמת הצבע האדום הפנימי בפירות רימון המבשילים במועדים חמים יותר מתרחשת במקביל לירידה כמותית של נגזרות אנטוציאנינים פחות פולריות, שנובעת מעיכוב בהצטברות האנטוציאנינים.

הממצאים שהושגו במחקר תלת-שנתי זה מעידים על אפשרות סבירה לקיים רצף שיווקי של פירות רימון איכותיים, במשך חצי שנה (פברואר- אוגוסט) לפי קריטריון של צבע פנימי אדום והעדר עפיצות, של פירות מזנים ירוקי עד בחדשי החורף. וזנים נשירים בכירים בסוף האביב.

1. מבוא

הרימון (*Punica granatum L.*) נחשב לגידול מסורתי באזור המזרח התיכון. בחלקות מסחריות העץ מתאפיין בצימוח ירוק נמרץ וגבוהו 3-4 מטרים. מיני הרימון המצויים נחלקים למינים נשירים ולמינים ירוקי עד. חלוקה קטגורית אחרת היא לפי טעם הפרי, חמוץ, חמוץ-מתוק ועד מתוק. הפירות בנויים מקליפה קשיחה דקה העוטפת מדורים המכילים את גרגירי הפרי (ארילים). לזנים השונים מגוון צבעי קליפה (אדום, צהוב וחום) וארילים (לבן עד אדום עז). חיי המדף של הפרי אינם ארוכים ולכן יש לשמור את הפירות בקירור עד לשווקם. פירות מאוסמים מאבדים מאיכותם לאורך תקופת האחסון. פרי הרימון ידוע כפרי עם תכולה גבוהה במיוחד של חומרים מעכבי חמצון. למוצרים איכותיים המתקבלים בעיבוד מזערי של הפרי, כגון, גרגרים פרוטים או מיץ, יש פוטנציאל שיווקי גבוה אם ניתן לשמר בהם את הפעילות האנטי אוקסידטיבית לאורך זמן. פיתוח תעשייה של מוצרי רימון מחייב אספקה קבועה של חומר גלם איכותי לאורך כל השנה, ככל הניתן. בעת האחרונה הולך וגובר הביקוש למוצרי הרימון בתגובה לדיווחים המצביעים על ערכו התזונתי והבריאותי הגבוה. באזור הערבה הדרומית יש יתרון יחסי לגידול רימונים, כתוצאה מתנאי האקלים השוררים בסתיו, בחורף ובאביב. מיעוט משקעים בערבה בסתיו ובחורף עשוי לאפשר הארכה של תקופת הקטיפה בזמן שבאזורי הגידול האחרים בארץ לא ניתן לקטוף עקב נזקי גשם לפירות הבשלים. הטמפרטורות הנוחות באביב והעדר ימים מעוננים מקדימים הבשלה של מיני ירקות ופירות רבים. במסגרת תצפית בחלקת אינטרודוקציה במו"פ ערבה דרומית נמצאו מספר זנים עם פירות שהבשילו כבר בסוף יוני/תחילת יולי, כחודש לפני הבשלתם באזורי הגידול המסורתיים בארץ. תנאי האקלים הייחודיים בעמק הערבה מאפשרים גידול טיפוסי רימונים אשר אינם נכנסים לתרדמה ופורחים לאורך מרבית חודשי השנה, כך שתתכן באזור חנטה וגידול הפרי בעונה ייחודית. איכותם של מי הקולחין באזור זה (קולחי אילת) טובה וזמינותם לחקלאות גבוהה. כיום הגידול הדומיננטי באזור זה הוא התמר. גידול רימונים לשיווק מוקדם ומאוחר בשוק המקומי וליצוא, כחומר טרי וכחומר גלם ליצור מוצרי מזון איכותיים להם ביקוש גובר, יכול להוות אלטרנטיבה ותוספת נאותה לתמר.

מטרת מחקר זה היא לבחון השפעת טיפולים אגרוטכנולוגים על מספר זני רימון (בכירים, אפילים וירוקי-עד) על מנת לאפשר אספקת פרי איכותי טרי בעונות ייחודיות מהערבה לשוק הטרי בארץ ובחול"ל וכחומר גלם איכותי לתעשיית מוצרי רימון בעיבוד מינימלי.

2. חומרים ושיטות

3.1 צבע פנימי ומדדים כימיים במיץ טרי מגרגרי הפרי

במחקר שימשו פירות מחלקת הרימונים הניסיונית במו"פ ערבה דרומית. בכל מועד נבחרו פירות בשלים על פי קריטריונים חיצוניים מקובלים. הפירות אוחסנו בקירור מיד עם הקטיפ ונבדקו תוך פחות מ- 24 שעות.

פריטת הגרגרים הייתה ידנית. קביעה סופית לגבי שלב ההבשלה של הפירות נעשתה על פי טעם הגרגרים, והמשך העבודה התבצע רק על פירות ללא עפירות.

מדידות צבע נעשו ב- 3 מיקומים שונים על פני שכבת גרגרים פרוטים שעובייה 3 ס"מ באמצעות מד צבע של מינולטה (מודל CR-300) מצויד באביזר לריכוז אלומת האור (CR-A33e). תוצאות המדידות מבטאות את הצבע במערכת התלת-מימדית $L^*a^*b^*$, בה L^* הוא רכיב הבהירות, a^* חיובי הוא רכיב הגוון האדום, ו- b^* חיובי הוא רכיב הגוון הצהוב.

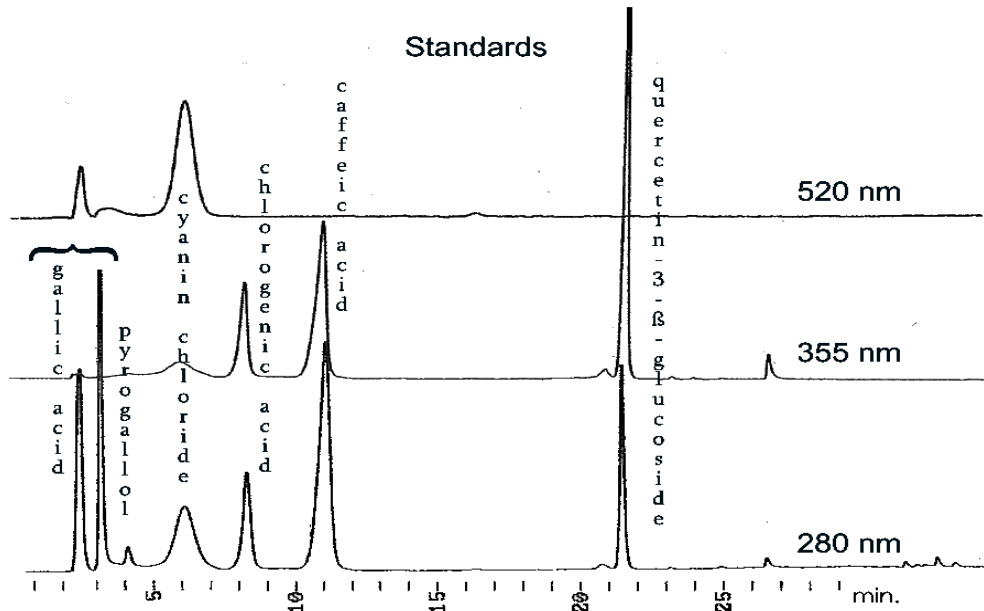
הגרגרים נסחטו במסחטת מיצים ביתית והבדיקות הכימיות נעשו על המיץ הסחוט הטרי. **ערכי pH** נמדדו תוך שימוש באלקטרודה מיוחדת למזון (Hanna FC 200). **מדידת TSS** (ריכוז מומסים ב- %) נעשתה באמצעות רפקטומטר נישא (ATAGO, ATC-1E, °Brix 0-32%). **פעילות נוגדת חמצון** נמדדה בשיטת ה-FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) על פי (Benzie and Straino 1996). השיטה מבוססת על חיזור Fe^{+3} ויצירת קומפלקס צבעוני; וויטמין C שמש לגרף הכיול והפעילות מבוטאת באקוויולנטים של ויטמין C. **זיהוי וכימות תרכובות פנוליות** נעשה תוך שימוש במערכת HPLC (Merk Hitachi, LaChrom) עם קולונה ראשית ופרה-קולונה מהסוג Licosphere 100 (Merk) RP-18. טמפרטורת הקולונה הייתה $25^{\circ}C$. ההרצה נעשתה בקצב הזרימה של 1 מ"ל/ד', עם גרדיאנט תמיסות, כמתואר להלן:

תמיסה A: אצטוניטריל,

תמיסה B: חומצה זרחתית, 0.1% (v/v) במים, pH 2.4.

TIME (min)	PRESSURE VALUE :				FLOW (ml/min)
	MAX 400	MIN 0	bar		
	%A	CONCENTRATION		%D	
		%B	%C		
0.0	10	90	0	0	1.000
10.0	10	90	0	0	1.000
20.0	25	75	0	0	1.000
25.0	50	50	0	0	1.000
30.0	80	20	0	0	1.000
35.0	80	20	0	0	1.000
36.0	10	90	0	0	1.000
45.0	10	90	0	0	1.000

הבליעה נמדדה בשלושה אורכי גל: 280, 355, 520 nm. באיור מס. 1 מוצגות כרומוטוגרמות באורכי הגל השונים של תערובת סטנדרטים פוליפנוליים הכוללת נגזרות של חומצה גלית, חומצה הידרוקסי-סינמית ואנטוציאנינים.

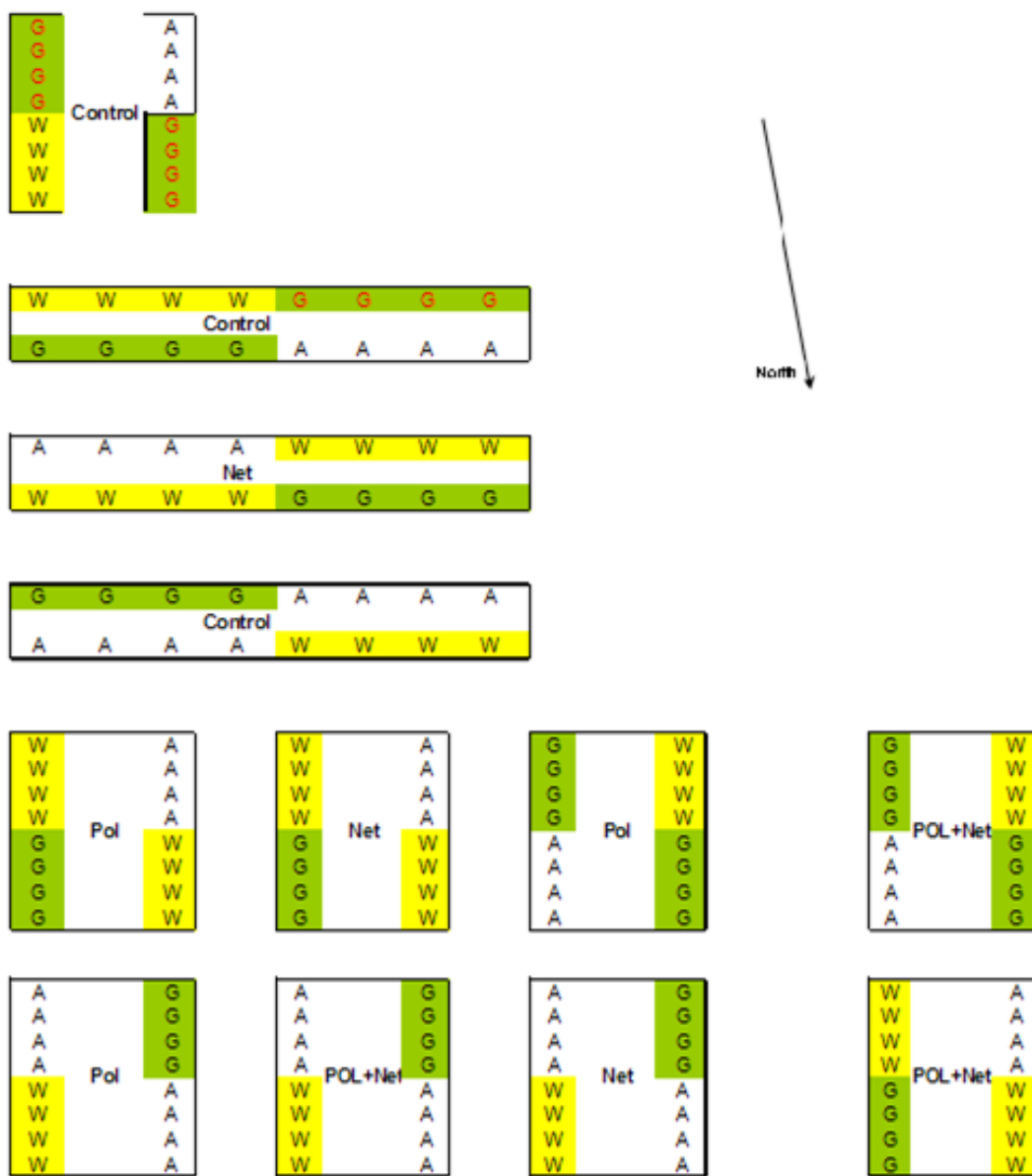


איור מס. 1: כרומוטוגרמות HPLC של תערובת ידועה של תרכובות פוליפנוליות נקיים. הפאזה הניידת הייתה גרדיאנט של תמיסה A, אצטוניטריל, ותמיסה B, 0.1% (v/v) חומצה פוספורית במים, pH 2.4. טמפרטורת הקולונה הייתה 25°C וקצב הזרימה - 1 מ"ל/ד'.

יחידות חום יומיות במ"צ חושבו כהפרש בין הטמפרטורה היומית הממוצעת ו- 25 מ"צ. לימים בהם הטמפרטורה הממוצעת הייתה > 25 מ"צ יוחסו "0" יחידות חום.

3.2 ניסויים אגרוטכניים בעצי רימון תחת תנאים מבוקרים ובשטחים פתוחים

השפעת תנאי האקלים בחממה ובבית רשת על התהליכים הפיזיולוגיים של הרימון נלמדת בניסוי במתכונת של "אקראיות גמורה". הוקמו מנהרות עבירות בעלות רוחב מפתח של 9 מ' ואורך 25 מ'. ביולי 2006 ננטעו בכל מנהרה 2 שורות בנות 8 עצים כל אחת, של ייחורי רימונים משלושה זנים: (1) זן נשיר מבכיר- "עכו" (A); (2) זן נשיר מאפיל- "וונדרפול" (W) ו- (3) ירוק עד (G). בכל זן קיימים 4 חזרות בנות 4 עצים כל אחת. החזרות פוזרו בכל טיפול באופן אקראי. הטיפולים הינם: (1) כיסוי המנהרות בפוליאאתילן שקוף IR 0.12 מ"מ, לחדשים דצמבר- פברואר; (2) כיסוי ברשת מסוג "פנינה" בעלת כושר הצללה תיקני של 50%, החל מחדש מרץ ועד תום הקטיף; (3) כיסוי בפוליאאתילן בסתיו, הסרתו באביב וחיפוי ברשת מסוג "פנינה" באביב; (4) טיפול ביקורת - גידול ללא חיפוי בשטח פתוח. סך כל העצים בניסוי: 192. מפת הניסוי מובאת באיור 1.



איור 1: מפה סכימטית של הניסוי. האותיות באנגלית מסמנות את הזן (A - "עכו"; W - "וונדרפול"; G - ירוק-עד) ואת הטיפולים (control - טיפול הביקורת; Pol - כיסוי בפוליאיתילן בחורף; Net - כיסוי ברשת פנינה 50% באביב; POL+Net - כיסוי בפוליאיתילן בחורף ורשת פנינה 50% החל מהאביב).

מדידות אקלימיות נמדדו בתנאים מבוקרים (עצי רימון מחופים ברשת פנינה) והן בלתי מחופים, באמצעות שתי תחנות מטאורולוגיות. מדידות הקרינה בוצעו תוך שימוש בפירנומטרים מסוג LI-200 מתוצרת Licor Biosciences, מדידה משולבת של טמפרטורת אויר ולחות יחסית בוצעה באמצעות גשש HMP45C-L מתוצרת Vaisala, Inc. USA. מהירות הרוח נמדדה באמצעות מד רוח כפות

מתוצרת R. M. Young Michigan USA. הגששים שפורטו לעיל חוברו חוברו לאוגר נתונים מסוג CR-200 מתוצרת Campbell scientific, Logan Utah USA.

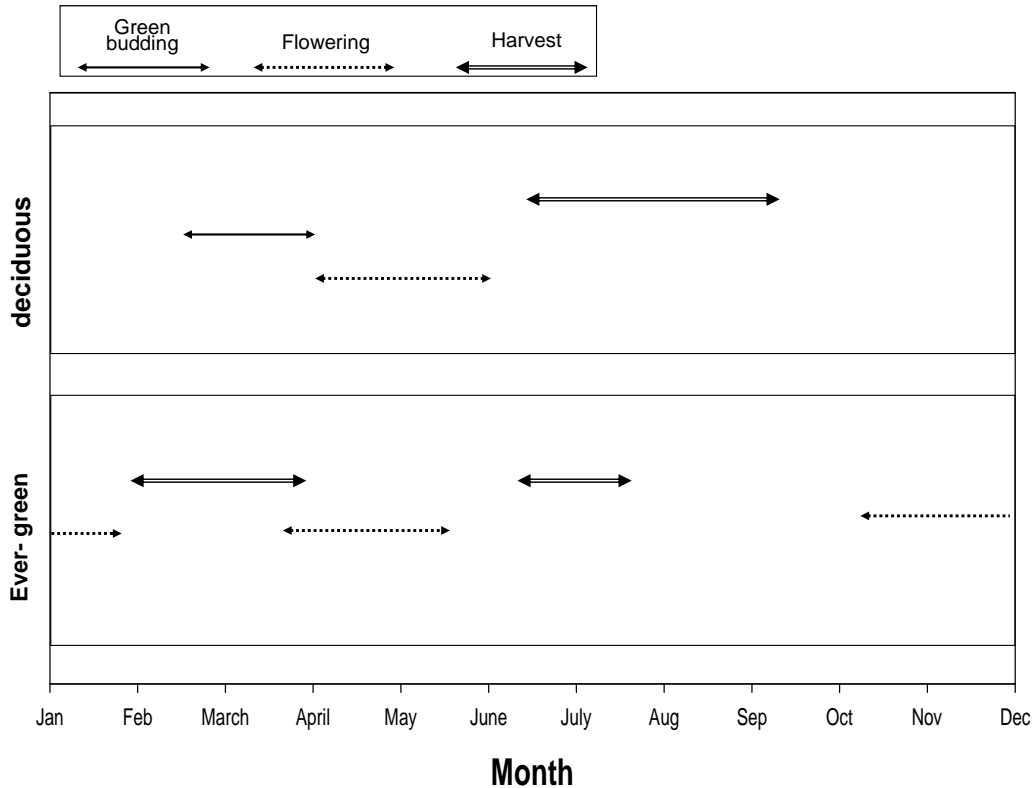
3.3 חיגור ענפים בזן "עכו"

הניסוי בוצע בעץ בגיל שש שנים, הנטוע בחלקת האינטרודוקציה של זני רימון במו"פ ערבה דרומית. נבחרו ארבעה ענפים (~ 50% מנוף העץ), הדומים בקוטרם, בגודלם, ובמספר הפירות. 10 פירות סומנו על כל ענף באופן אקראי. קוטרם ההתחלתי של הפירות נמדד ונרשם. שני ענפים, אחד מזרחי ואחד מערבי חוגרו במספריים ספרדיות בבסיסם ב- 10/07/07. ב- 1/08/07 (22 יום מחיגור) נקטפו כל הפירות המסומנים ובוצעו מדידות של משקל פרי בודד וקוטר. מנתונים אלה חושבו תוספת הנפח ותוספת המשקל של הפרי במהלך שלושת השבועות בין חיגור לקטיף. מבנה הניסוי: שני טיפולים (חיגור והיקש) X שני בלוקים (מזרח ומערב). ניתוח התוצאות בוצע JUMPIN 5.0.

3. תוצאות

4.2 ניסויים אגרוטכניים בעצי רימון תחת תנאים מבוקרים ובשטחים פתוחים

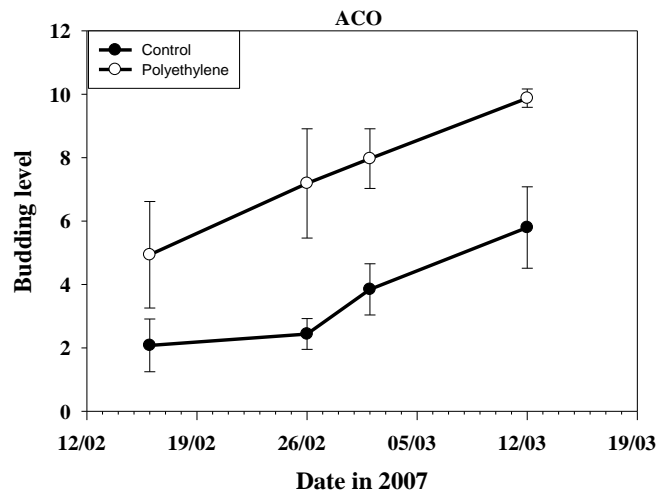
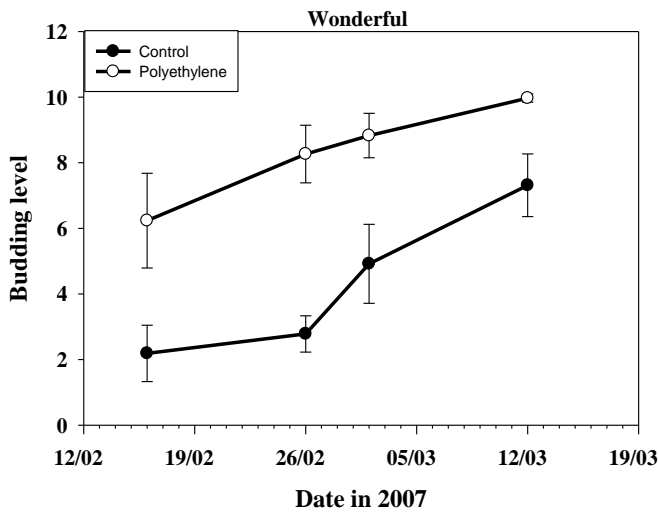
באיור 1 נראית הצגה סכימטית של שלבי ההתפתחות בעצים בחלקת האינטרודוקציה. בחלקה זו קיימים זנים בכירים ("שני", "עכו" ו"הרשקוביץ"), זני אמצע עונה (116-17 ו- 104-5) וזנים אפילים ("וונדרפול" ו- 119-20). הלבול בזנים הנשירים מתרחש מאמצע פברואר (תחילה של עלייה הדרגתית בטמפרטורות) ועד תחילת אפריל. הפריחה מתרחשת מאפריל ועד תחילת יוני. הקטיף בזנים המקדימים מתחיל באמצע יוני, ובאפילים ניתן לקטוף עד תחילת דצמבר, עקב העדר משקעים.



איור 1: הצגה סכימטית של שלבי ההתפתחות בעצים שבחלקת האימטרודוקציה בשטח הפתוח. זן ירוק העד למטה והזנים הנשירים למעלה.

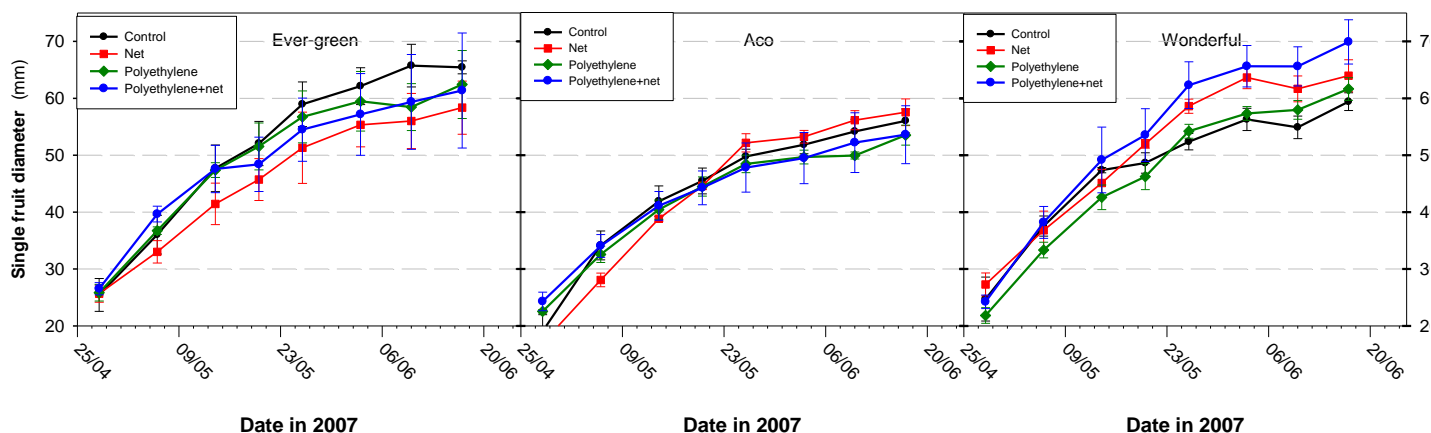
הזן ירוק העד ("גנש") פעיל כל השנה פרט לסתיו. הוא פורח בסוף הסתיו ומאמצע פברואר ניתן לקטוף פירות. במהלך הקטיף מופיעים פקעי פריחה של הפירות שייקטפו בתחילת הקיץ. בתקופה שבין נובמבר לבין אפריל נקטפו פירות בעלי צבע חיצוני ורוד וצבע פנימי אדום- ורוד. נראה כי לזן זה יש פוטנציאל שיווקי היות ובעונה זו אין רימונים טריים בשווקים המקומיים ובמקביל, איכותם של הרימונים המאוסמים ירודה.

בחינה של האפשרות לקטוף פרי איכותי בסתיו, בתנאי הערבה הדרומית בוצעה ב- 2006 על ידי הסרת פקעי הפריחה באביב בזן בכיר ("עכו") וזן אפיל ("וונדרפול"). בחינה זו הראתה כי גל הפריחה שהתקבל באוגוסט-ספטמבר התאפיין במיעוט פרחים. היבול שנאסף היה מועט, מימדי הפירות קטנים והצבע הפנימי היה אדום עז.



איור 2: רמת הבלבוב בזן "עכו" (מימין) ו"וונדרפול" (משמאל), כפי שנמדדו בפברואר ובמרץ 2007. מדידות רמת הבלבוב נעשו על ידי דירוג רמת הבלבוב בשיחי הרימון מ1 עד 10 (1 - רמת לבלוב מינימלית ו-10 - רמת לבלוב מקסימאלית).

רמת הבלבוב בפברואר ובמרץ 2007, בזנים "עכו" ו"וונדרפול" מוצגת באיור 2. מאיור זה נראה שרמת הבלבוב בעצים בטיפול הפוליאאתילן, בכל מדידה הייתה גבוהה באופן מובהק מאשר הרמה בעצים בטיפול הביקורת. בעצים שכוסו בפוליאאתילן, עוצמת לבלוב מקסימאלית נמדדה באמצע מרץ. רמת הבלבוב בעצים בטיפול הביקורת, הייתה בינונית לקראת אמצע חודש מרץ. עוצמת הבלבוב בעצים בטיפול הביקורת עלתה באופן מועט ביותר באמצע פברואר עד סופו. לאחר מכן, התרחשה עלייה חדה ברמה באותם עצים, ואחריה נמשכה עלייה מתונה יותר. לעומת זאת, עוצמת הבלבוב בעצים שכוסו בפוליאאתילן הייתה עקבית וחדה יותר במשך כל המדידות. מכאן ניתן להסיק כי החיפוי הקדים את מועד הבלבוב בעצי הרימון של שני הזנים, בהשוואה לטיפול ללא חיפוי. למרות ההקדמה במועדי הבלבוב שהושגו בטיפול בו חופו עצי רימון בפוליאאתילן שקוף, לא נצפתה הקדמה במועד הקטיפה.



איור 3: היקף פירות רימון בזנים "וונדרפול" (מימין), "עכו" (במרכז) וירוק-עד (משמאל) כתלות בזמן, בסוגי כיסויים שונים. טיפול ההיקש מיוצג בכל איור ע"י העקומים הכחולים, חיפוי בפוליאאתילן מיוצג בצבע ירוק, חיפוי ברשת בחודשי האביב מסומל בעקומים אדומים ושילוב של כיסוי בפוליאאתילן בחורף ורשת פנינה באביב מוצג בעקומים הכחולים. רווחי השגיאה מסמלים שגיאת תקן.

היקף פירות בזן "וונדרפול" שנמדד בטיפולים השונים, מוצג בתרשים 3 מימין. היקפי הפירות בטיפולים השונים גדלו עם הזמן. היקף פירות דומה נמדד עד לאמצע מאי. ובהמשך נמדד באופן מתמיד היקף פרי גדול בטיפולים בהם יושמה רשת הפנינה. בטיפול ההיקש ובטיפול בו יושם פוליאאתילן בחורף נמדדו מימדי פרי קטנים. בזן "עכו" מימדי הפירות כפי שמוצגים באיור 3 במרכז היו דומים בכל הטיפולים. בזן ירוק העד נמדדו היקפי פירות נמוכים בטיפול בו יושמה הרשת ע"ג המנהרות באביב. קוטר פירות נמוך נמדד בזן "עכו" וגבוה בשני הזנים האחרים. קוטר הפירות בזנים הנשירים, קרי, "וונדרפול" ו"עכו" גדל במהלך יוני, בעוד שקוטר הפרי בזן ירוק העד הגיע באותה עת לשיאו.

ניסוי חיגור בעצים מזן "עכו"

לא נתגלו כל סימני פגיעה בענפים המחוגרים במהלך הניסוי. בתמונה 1 ניתן לראות כי התפתחה רקמת הגלדה טובה וחתך החיגור נסגר, 3 שבועות לאחר החיגור. בטבלה 1 מוצגת השפעת חיגור הענפים על משקל וקוטר פירות מזן "עכו". מטבלה זו נראה שנמצאה השפעה מובהקת של החיגור על גודל הפרי בקטיף (77.4 מ"מ בחיגור לעומת 76.8 בהיקש), על תוספת הגדילה (7.6 מ"מ לעומת 6.5 מ"מ בהתאם), משקל בקטיף (215 גרם לעומת 209) ועל תוספת הנפח והמשקל המחושבים (66 סמ"ק לעומת 55 סמ"ק ו 63 גרם לעומת 52 גרם בהתאם).

טבלה 1: השפעת חיגור זרועות סמוך לקטיף על קוטר ומשקל הפרי בזן "עכו"

טיפול	קוטר התחלתי במ"מ 10/07/07	קוטר בקטיף במ"מ 01/08/07	תוספת קוטר במ"מ	משקל בקטיף בגרם	תוספת נפח בסמ"ק ⁽¹⁾	תוספת משקל בגרם ⁽²⁾
חיגור	69.7	77.4	7.6	215	66	63
היקש	70.2	76.8	6.5	209	55	52
מובהקות ⁽³⁾	*	*	*	*	*	*

⁽¹⁾ נפח הפרי חושב כנפח כדור ע"פ הקוטר. תוספת הנפח חושבה ע"פ נפח ביום הקטיף פחות הנפח ביום בחיגור.
⁽²⁾ תוספת המשקל חושבה ע"י מכפלת תוספת הנפח במשקל הסגולי שנמדד ביום הקטיף (0.95).
⁽³⁾ בטורים המסומנים ב * , נמצא הבדל מובהק בין ממוצעי הטיפול (Student's t פ"ע $\alpha=0.05$)



טבלה 2: מדדי יבול וצבע פנימי בזן "וונדרפול"

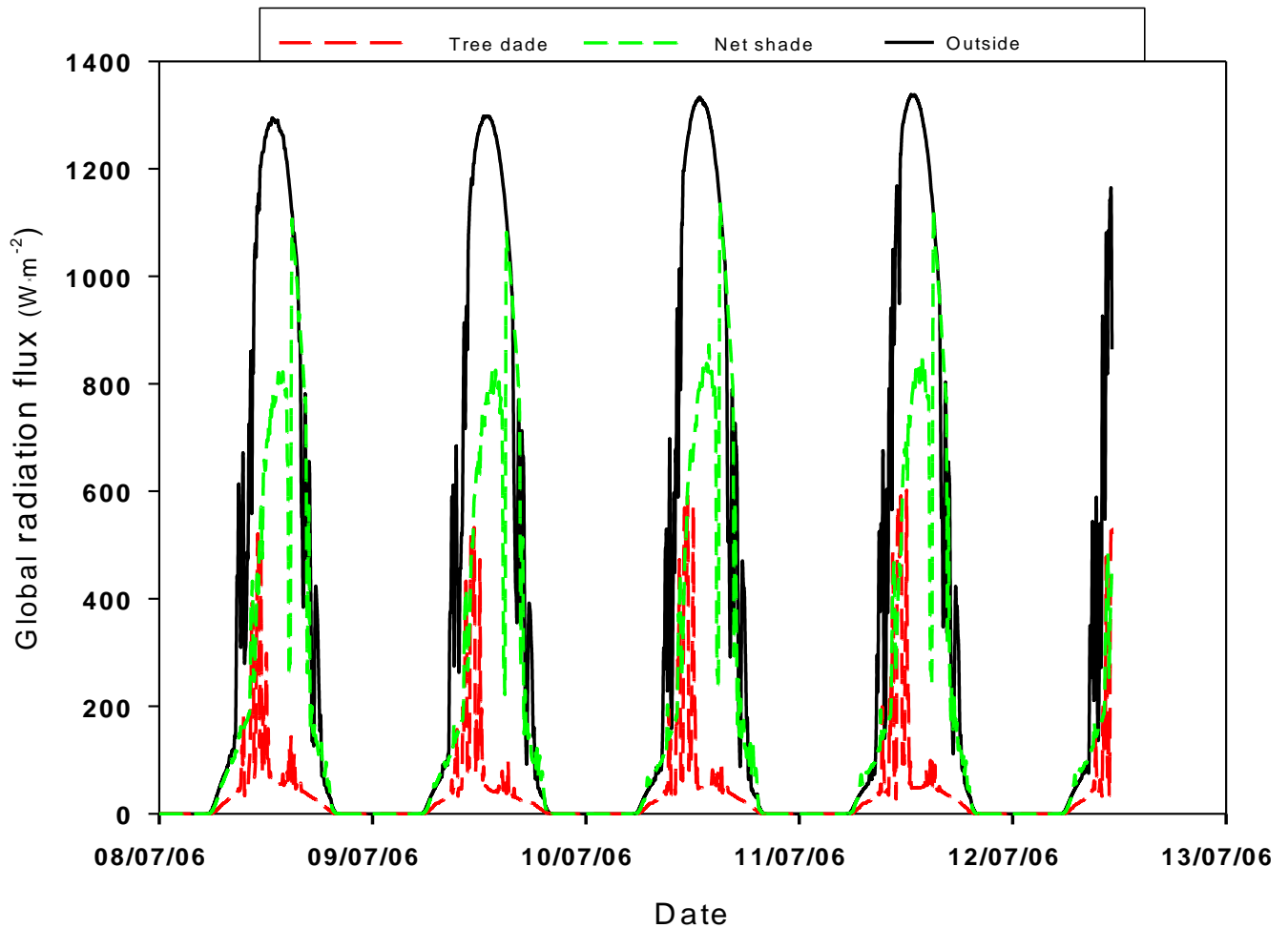
טיפול	פירות לעץ	משקל פרי בודד	יבול	צבע פנימי
		גרם	ק"ג/עץ	a*
פוליאתילן	24	538	13.05	4
פוליאתילן+ רשת פנינה	27	532	14.06	3
רשת	31	555	17.63	3
היקש	25	443	13.82	6

תמונה 1: מידת האיחוי של אזור החיגור לאחר 3 שבועות

היבול והצבע הפנימי ב"וונדרפול" מוצגים בטבלה 2. היבול ומשקל הפרי הבודד היו גבוהים בטיפול בו כוסו העצים ברשת פנינה, אולם הבדל מובהק (ר"מ 0.95) לא נמצא במבחן Tukey Kramer. בדומה ליבול, לא נמדדו ערכי צבע פנימי שונים בין טיפולי הכיסוי לבין טיפול ההיקש.

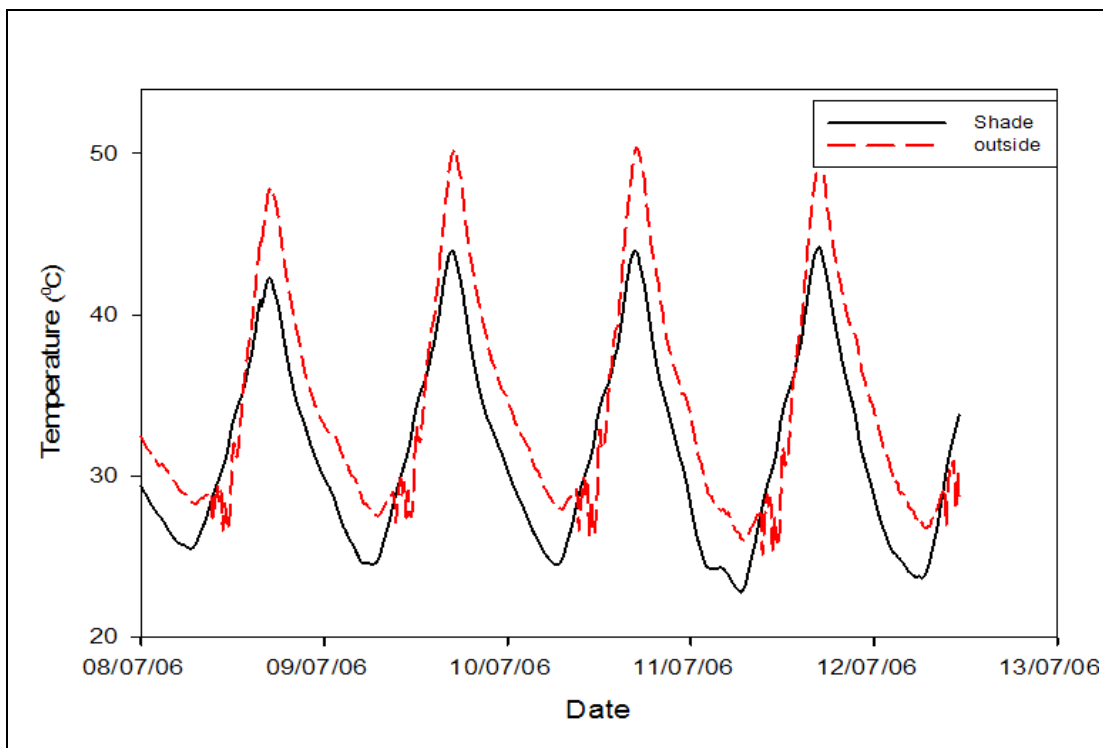
שטפי הקרינה שנמדדו ביולי 2006 תחת חיפוי ברשת "פנינה", בסבך העץ ובשטח פתוח מוצגים באיור 4. הרשת הורידה את שטף הקרינה הגלובלית בכ- 40% (בצורהיים $820 \text{ W}\cdot\text{m}^2$), בהשוואה לשטפי

הקרינה בשטח הפתוח שהיו $1280 \text{ W}\cdot\text{m}^2$. בתוך סבך עץ הרימון נמדדו ערכי קרינה גלובלית זניחים. מאיור זה ניתן ללמוד על פירוס קבוע של שטפי הקרינה בקיץ בערבה הדרומית לאורך היום.



איור 4: שטפי קרינה גלובלית שנמדדו ביולי 2006 תחת רשת פנינה (Net shade), בשטח פתוח (Outside) ובתוך סבך העץ (Tree shade).

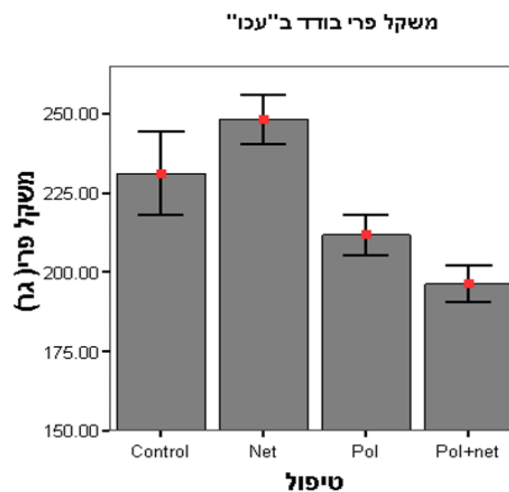
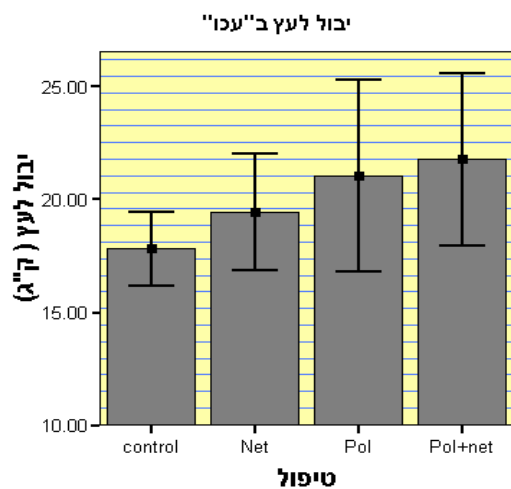
ההשפעה של הפחתת החום בסביבת הפרי במהלך ההתפתחות וההבשלה על התפתחות הצבע הפנימי נבחנה בחלקת הרימונים הניסיונית במו"פ ערבה דרומית. ב- 20/5/06 נפרשה מעל מחצית מעצי הרימון מזן "שני" רשת "פנינה" 50% צל. חיישני טמפרטורה הוחדרו לפרי חשוף לקרינה ולפרי מתחת לכיסוי והטמפרטורה נמדדה באופן רציף. טמפרטורת הפרי מתחת לרשת הייתה נמוכה בכ- 5 מ"צ מזו שנמדדה בפרי החשוף (איור 5).



איור 5: שטפי קרינה גלובלית שנמדדו ביולי 2006 תחת רשת פנינה (Net shade), בשטח פתוח (Outside) ובתוך סבך העץ (Tree shade).

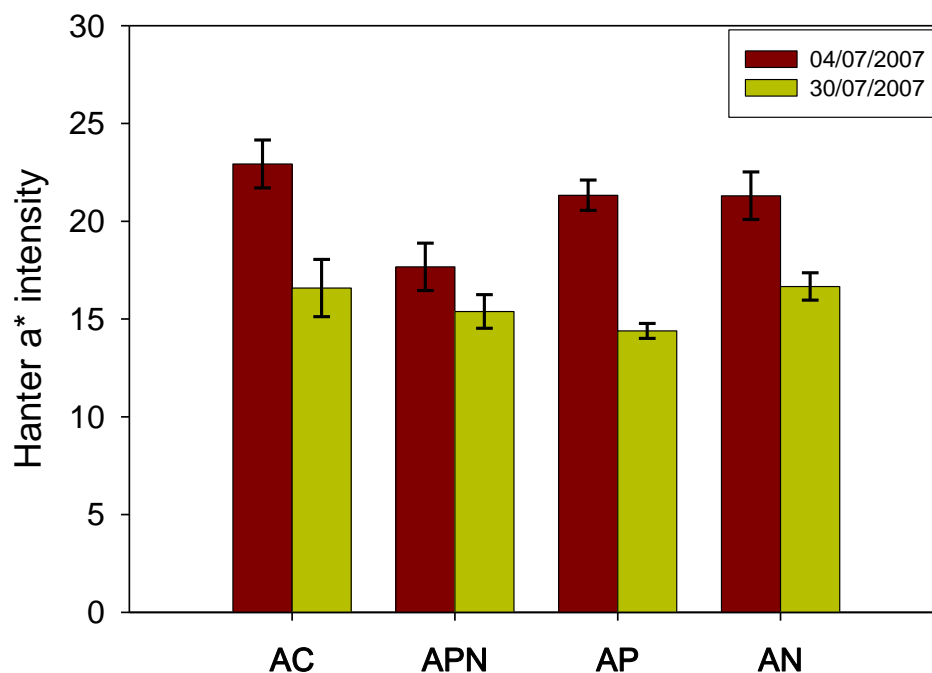
משקל הפרי הבודד ב"עכו" שנמדדו לאחר הקטיפים בחודשים יולי ואוגוסט 2007, מוצג באיור 6 מימין. נצפתה השפעה חיובית (ללא מובהקות סטטיסטית) של כיסוי ברשת על משקל הפרי הבודד. לעומת זאת, בטיפול ההיקש והפוליאיתילן ניכרה השפעה שלילית של כיסוי על משקל הפרי הבודד. יבול כללי לעץ בזן "עכו" שנמדד לאחר הקטיפים בחודשים יולי ואוגוסט 2007, באיור 6 משמאל. יבולים כלליים לעץ גבוהים נמדדו בטיפול בו כוסו העצים בחורף בפוליאיתילן ובטיפול בו הוחלף כיסוי הפוליאיתילן באביב ברשת פנינה. היבול הכללי לעץ הנמוך ביותר נמדד בטיפול הביקורת. מובהקות בהבדלים בין היבולים הכלליים לעץ בטיפולים השונים לא נמצאה.

מאיור 6 ניתן לעמוד על השפעת משקל הפרי הבודד על היבול לעץ; היבול הגבוה התקבל בטיפולים בהם משקל הפרי הבודד היה נמוך (טיפול הפוליאיתילן והטיפול המשלב רשת פנינה). יבולים נמוכים נמדדו בטיפול ההיקש ובטיפול הרשת, בהם משקל הפרי הבודד היה נמוך.



איור 6: משקל ממוצע של פרי בדיד (מימין) ויבול כללי לעץ (משמאל) בזן "עכו". טיפול הביקורת – Control; כיסוי בפוליאתילן: Pol; כיסוי ברשת פנינה 50%: Net; שילוב של כיסוי בפוליאתילן בחורף, הסרתו באביב וכיסוי ברשת פנינה: Pol+net. רווחי השגיאה בתרשים מסמלים שגיאות תקן.

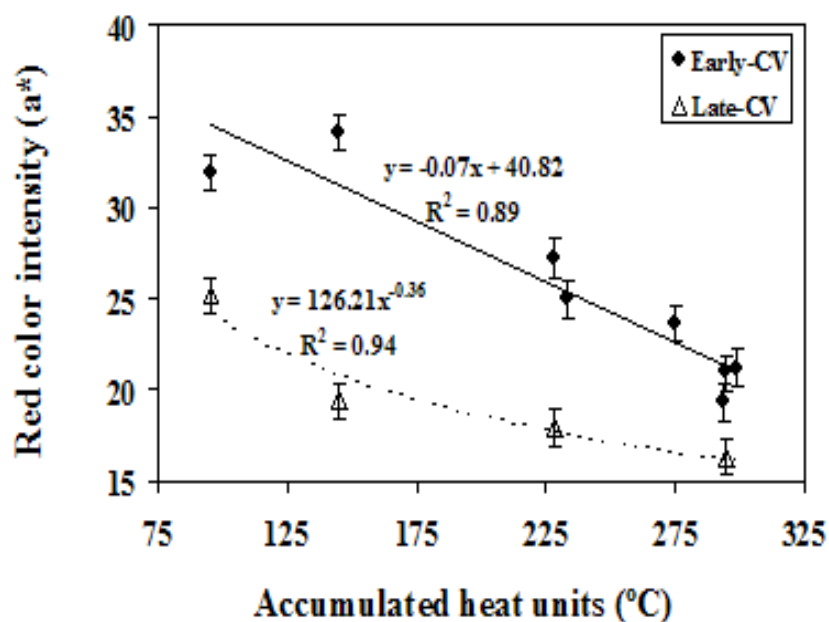
4.2 צבע פנימי ומדדים כימיים במיץ טרי



איור 7: צבע פנימי בון "עכו" (128-29). המדידות מבוטאות במערכת התלת-מימדית של תיאור הצבע L^*a^*b , שבה L הוא רכיב הבהירות, a חיובי הוא רכיב הגוון האדום, ו-b חיובי הוא רכיב הגוון הצהוב. צירופי האותיות מגדירים את סוג הטיפול בהם נמדד צבע הפרי (AC-) טיפול הביקורת, AN-) טיפול רשת הצל, AP-) טיפול הפוליאיתילן ו- APN-) טיפול שילוב הפוליאיתילן ורשת הצל (לאחריו). רווחי השגיאה בתרשים מסמלים שגיאות תקן.

צבע פרי הפנימי ב"עכו" שנמדד אחרי הקטיפים בחודש יולי 2007, מוצג באיור 7. הכיסויים

השונים בון "עכו" לא הביאו לעלייה בעוצמת הצבע האדום הפנימי ואף רובם הורידו אותה. טיפול הפוליאיתילן וטיפול הכיסוי ברשת הורידו את עוצמת הצבע האדום הפנימי במידה מועטה בהשוואה לירידה בטיפול השילוב. יש לציין כי בטיפול בו הוחלף כיסוי הפוליאיתילן באביב ברשת פנינה נמדד הפער הקטן בין עוצמת הצבע בתחילת יולי לבין סופו. מאיור זה נראה כי תנאי הניסוי (גילם הצעיר של העצים ומהלך ביצוע לקוי) לא אפשרו ביטוי לרגישות הזן "עכו" לעוצמות גבוהות של קרינה ושל טמפרטורה. רגישות כזו נמצאה בחלקת הזנים הוותיקה ומוצגת באיור מס. 8. בדוח שהוגש ב- 2006 הודגמה הרגישות של הזן "שני" (131-32) לטמפרטורה ולקרינה.



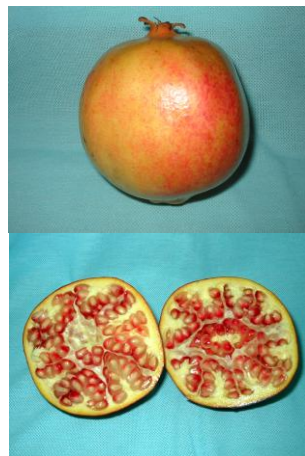
איור מס. 8: עצמת הצבע האדום הפנימי בפירות משני זני רימון נשירים כפונקציה של כמות יחידות החום המצטברת שנקלטה במהלך 6 שבועות עד הקטיף. Early-CV - "עכו"; Late-CV - "וונדרפול".

עצמת הצבע האדום הפנימי בפירות מזני רימון נשירים נמצאת ביחס הפוך לכמות מנות החום הנקלטות במהלך ההתפתחות וההבשלה (איור 8). כמו-כן התקבל שצינון הפרי על יד כיסוי ברשת במהלך ההתפתחות וההבשלה חזקו את הצבע האדום הפנימי. בדומה לזנים הנשירים, גם בפרי אביבי של זן ירוק-עד נצפתה פחיתה בצבע החיצוני והפנימי עם ההתקדמות בעונת הקטיף (תמונה מס. 2 וטבלה מס. 3). ההבדלים במדדי פרי אחרים בין מועדי ההבשלה השונים היו קטנים יותר או זניחים. פירות של זנים ירוקי עד שהבשילו בחודשי החורף הצטיינו בצבע קליפה וגרגירים אדום עז.

טבלה 3: מדדי פרי רימון ירוק-עד אביבי במועדי הבשלה שונים

מועד דגימה	עוצמת צבע אדום בגרגרים (a*)	כלל מומסים (°Bx)	תכולת חומצה (meq/100ml)	תכולת פנולים (pyrogallol eq, g/l)	פעילות נוגדת חמצון (Vit C eq, g/l)
26/3/07	24±1	±0.4 14.4	4.9±0.2	1.32±0.06	1.83±0.18
18/4/07	20±1	±0.4 14.6	5.4±0.3	1.23±0.05	1.71±0.17
25/4/07	22±2	±0.9 14.9	5.3±0.4	1.01±0.09	1.58±0.09
6/5/07	13±4	±0.2 14.3	4.8±0.2	1.12±0.33	1.63±0.18
16/5/07	11±1	±0.7 15.1	4.1±0.5	0.95±0.10	1.41±0.08
28/5/07	14±3	±0.7 14.8	4.6±0.9	0.94±0.11	1.53±0.21

28/5/07



18/4/07

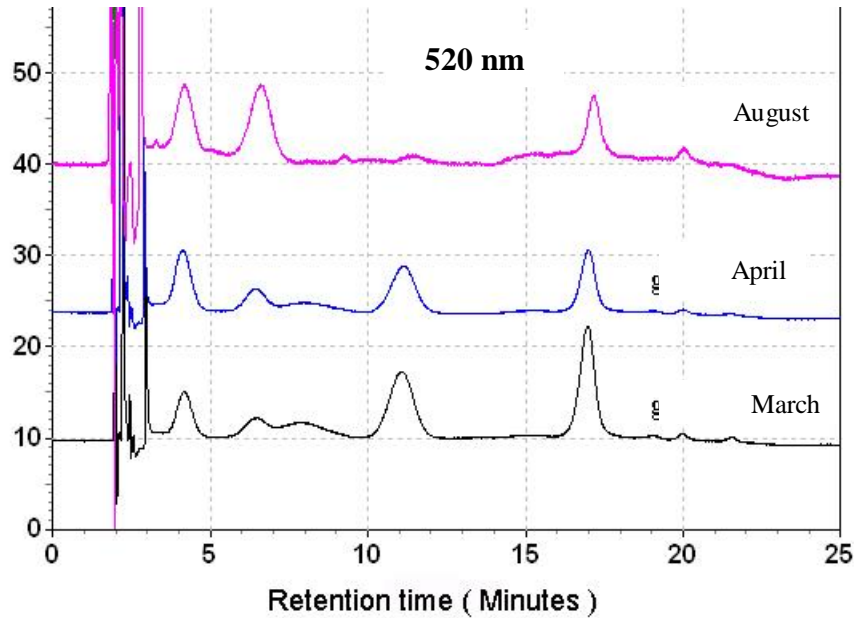


תמונה מס 2 : התבהרות הצבע החיצוני והפנימי בפרי רימון ירוק-עד אביבי עם ההתקדמות במועד ההבשלה

עוצמה פחותה של הצבע האדום נובעת מעיכוב בהצטברות האנטוציאנינים, קבוצת הפיגמנטים הצמחיים הגדולה ביותר המתבטאת בצבעים מאדום לסגול וכחול. תהליך הביוסניטיזה של אנטוציאנינים, כחלק מהמסלול הרחב יותר של סינטיזת פנילפרופנואידים, אופיין ברובו. המסלול מבוקר בשלבים התפתחותיים באמצעות הרמות האנדוגניות של גורמי גדילה, ובהשפעת גורמים חיצוניים כמו אור וטמפרטורה (Saure, 1990). כמו כן, גורמי שעתוק המווסתים ביטוי והצטברות אנזימים שונים במסלול

האנטוציאנינים מתגלים ונחקרים במחקרים עכשוויים (Lea et al., 2007; Spelt et al., 2002; Takos et al., 2006).

על מנת לזהות את המכניזם לפחיתת הצבע האדום הפנימי עם ההתקדמות בעונת ההבשלה נעשתה אנליזה של הרכב האנטוציאנינים בארילים בפירות הבשלים תוך שימוש ב-HPLC, כמפורט בפרק השיטות וחומרים.. תוצאות הקדמיות מוצגות באיור מס. 9.



איור מס. 9: כרומטוגרמות HPLC של אנטוציאנינים במיץ שהופק מארילים של פירות רימון מזן ירוק-עד במועדי הבשלה שונים. תנאי ההרצה היו כמפורט לעיל.

מאיור מס. 9 עולה שהפחיתה בעוצמת הצבע האדום הפנימי בפירות רימון המבשילים במועדים חמים יותר מתרחשת במקביל לירידה כמותית של נגזרות אנטוציאנינים פחות פולריות (ללא גלוקוזיד קשור ומונו-גלוקוזידיות) תוך עליה יחסית של תכולת נגזרות אנטוציאנין פולריות יותר (די-גלוקוזידיות).

4. דיון

דרום הערבה מתאפיין בתנאי אקלים צחיח; חורף קצר מחד, ומאידך, קיץ ארוך בו הטמפרטורה והלחות היחסית הן 42 מ"צ ו- 10%, בהתאמה. מטרת מחקר זה הייתה לבחון האם ניתן לשווק פרי איכותי טרי של זני רימון (בכירים, אפילים וירוקי-עד) בעונות ייחודיות מהערבה לשוק הטרי בארץ ובחו"ל וכחומר גלם איכותי לתעשיית מוצרי רימון בעיבוד מינימלי, על ידי טיפולים אגרוטכנולוגים שונים.

במחקר זה נמצא כי תנאים אלו מקנים לערבה יתרון יחסי על פני איזורי גידול אחרים של הרימון, בהקשר של תאריכי הנבחה ויצירת רצף שיווקי. הזנים "שני", "עכו" ו"הרשקוביץ" הניבו צבע חיצוני ופנימי אדום באמצע יוני, כלומר הקדמה של חודש. פירות בשלים של רימון מזן ירוק-עד נקטפו בפברואר-אפריל. קבלת פרי רימון איכותי טרי בתקופת האביב, בו קיים מחסור בפירות, מקנה לערבה יתרון ייחודי בענף. מעבר לכך, ניתן לקיים רצף שיווקי בתנאי הערבה הדרומית מפברואר ועד לאמצע יולי.

חיפוי בפוליאאתילן בחורף הקדים את הבלבוב, הגדיל במעט את קוטר הפרי, אולם לא הקדים את מועד הקטיפה בשני הזנים הנשירים ("עכו" ו"וונדרפול"). בטיפול זה נמדדו יבולים נמוכים מטיפולים בהם יושמה באביב רשת פנינה 50%.

נמדדה השפעה מובהקת של החיגור על גודל הפרי בקטיפה, על תוספת הגדילה, משקל בקטיפה ועל תוספת הנפח והמשקל המחושבים. אנו סבורים שחיגור מוקדם ממועד החיגור בניסוי יאפשר קבלה של פרי גדול יותר המלווה ביבול גבוה.

בטיפולים בהם יושמה רשת ה"פנינה" נמדדו שיעורי קרינה וטמפרטורות נמוכות מאלו שנמדדו בתנאים חיצוניים. תנאים אלו הורידו את טמפרטורת הפרי. התפתחות הצבע הפנימי בפירות מזני רימון שונים רגישה לטמפרטורה לה חשוף הפרי במהלך התפתחותו. נמצא יחס הפוך בין עוצמת הצבע האדום של גרגרי הפרי לכמות המצטברת של יחידות חום בתקופת ההתפתחות וההבשלה של הפרי. הורדת הטמפרטורה בפרי על ידי הצללה ברשת "פנינה" 50% צל מיתנה את הפחיתה בעוצמת הצבע הפנימי האדום הנמדדת בעונה החמה. מכאן שגישות הכוללות בקרת הטמפרטורה והקרינה בסביבת הפרי המתפתח ומבשיל עשויות לשפר את איכות הפרי ולמצב את יתרון הערבה בגידול זני רימון בכירים. מדדי האיכות שנמדדו בפירות מזנים ירוקי-עד היו דומים לאלה של זנים נשירים מצויים המניבים בקיץ. בדומה לזנים הנשירים, גם בפרי אביבי של זן ירוק-עד נצפתה פחיתה בצבע החיצוני והפנימי עם ההתקדמות בעונת הקטיפה. פירות של זנים ירוקי עד שהבשילו בחדשי החורף הצטיינו בצבע קליפה ורגגירים אדום עז. הפחיתה בעוצמת הצבע האדום הפנימי בפירות רימון המבשילים במועדים חמים יותר

מתרחשת במקביל לירידה כמותית של נגזרות אנטוציאנינים פחות פולריות, ועיכוב בהצטברות האנטוציאנינים, קבוצת הפיגמנטים הצמחיים הגדולה ביותר המתבטאת בצבעים מאדום לסגול וכחול.. הממצאים שהושגו במחקר תלת-שנתי זה מעידים על אפשרות סבירה לקיים רצף שיווקי של פירות רימון איכותיים, לפי קריטריון של צבע פנימי אדום והעדר עפיצות, של פירות מזנים ירוקי עד בחדשי החורף. בסוף האביב, עם ירידת הצבע הפנימי בזנים אלו נקטפים הזנים הנשירים הבכירים, ובכך מושג שיווק רציף של רימונים במשך כחצי שנה. המשך המחקר נדרש על מנת לזהות ולכמת את הנגזרות האנטוציאניניות ולהבין את התהליכים האחראיים להשפעת תנאי האקלים על עוצמת הצבע הפנימי ברימון. בנוסף טרם נלמדה מעורבות תנאי האקלים בתקופת ההבשלה בהרכב ותכולת האנטוציאנינים בקליפת הפרי רימון.

5. מראי מקום

- Benzie, IFF and Straino, JJ "The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay." *Analytical Biochemistry*, 1996, 239: 70-76.
- Singleton, VL, Rossi, JA "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents." *Am. J. Enol. Vitic.*1965, 16: 144-158.

סיכום עם שאלות מנחות

<p>1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה. א. בחינת ממשקים אגרוטכניים על מועדי הנבה ואיכות של זני רימון נשירים וירוקי-עד. ב. ללמוד על איכות הפרי מקטיפי אביב של זן רימון ירוק-עד ולבחון את השפעת התנאים האקלימיים על עוצמת רכיב הצבע האדום של גרגרי פרי הרימון. ג. לבחון את השפעת התנאים האקלימיים על התפתחות הנוף והפרי בתנאים מבוקרים בחלקת האינטרודוקציה</p>
<p>2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח. א. חיפוי בפוליאאתילן בחורף הקדים את הבלבול אך לא את מועד הקטיף. ב. הטיפולים בהם כוסו עצי רימון נשירים בחורף בפוליאאתילן ו/או כוסו באביב ברשת פנינה לא השפיעו על רמות היבול בהשוואה לטיפולי ההיקש. ג. הסרת פקעי הפריחה באביב לא גרמה לגל פריחה מחדש בקיץ ולקטיף בחדשי הסתיו המאוחרים. ד. עוצמת רכיב הצבע האדום שנמדדה בגרגרי הפרי משלושת טיפויי הרימון השתנתה עם מועד ההבשלה. בזנים הנשירים נמדד צבע אדילים אדום ביולי ובספטמבר- אוקטובר. צבע בהיר נמדד תחת תנאי חום קיצוניים באוגוסט. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרת המחקר בתקופת הדו"ח. א. עוצמת צבע האדילים מושפע מתנאי החום והקרינה שבסביבת פרי הרימון ב. כיסויים בפוליאאתילן בחורף ו/או רשת באביב לא השפיעו על רמות יבול ותאריכי הנבה. ג. הזן ירוק העד הניב יבול פרי בעל מדדים כימיים ופיזיקאליים דומים לאלו של זנים נשירים ד. ניתן לקיים רצף שיווקי של פירות רימון איכותיים, במשך חצי שנה (פברואר- אוגוסט) לפי קריטריון של צבע פנימי אדום והעדר עפיצות, של פירות מזנים ירוקי עד בחדשי החורף. חזים נשירים בכירים בסוף האביב. 3. הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרת המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר. א. זיהוי וכימות נגזרות אנטוציאניניות והבנת התהליכים האחראיים להשפעת תנאי האקלים על עוצמת הצבע הפנימי ברימון. ב. טרם נלמדה מעורבות תנאי האקלים בתקופת ההבשלה בהרכב ותכולת האנטוציאנינים בקליפת הפרי רימון. 5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מסי פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך. א. דו"ח על המחקר מופיע בחוברת הדוחות השנתיים של מו"פ ערבה דרומית</p>
<p>פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות) ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</p>