

עיכוב התמרות בתמר

Inhibition of excessive trunk growth in date palms

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולשולחן תמר במועצה הצמחית

יובל כהן – המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן
*אוריה אדום - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן
יהושע קליין - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן
*רענן פומרנץ - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן
רעיה קורצ'ינסקי - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן
דיויד סנדלהם - חוות עדן - מו"פ בית שאן

Yuval Cohen, Department of Fruit-Tree Sciences, ARO, Bet-Dagan 50250.

E-mail: vyuvalc@volcani.agri.gov.il

Uria Edom, Department of Fruit-Tree Sciences, ARO, Bet-Dagan 50250.

Joshua Klein, Department of Agronomy and Natural Resources, ARO, Bet-Dagan 50250.

Raanan Pumerantz, Department of Fruit-Tree Sciences, ARO, Bet-Dagan 50250.

Raia Korchinsky, Department of Fruit-Tree Sciences, ARO, Bet-Dagan 50250.

David Sandelham, Eden Research Station, Beit-Shean Mobile Post, 11710

* - סטודנטים ועובדים ארעיים המשתתפים בביצוע המחקר.

מאי 2010

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים אינם מהווים המלצות למגדלים.

חתימת החוקר הראשי:

תקציר

עצי התמר גבהים במשך כל חייהם בקצב של כ-30-70 ס"מ לשנה ומגיעים לגבהים של למעלה מ-25 מטר. העלייה לעצים הגבוהים נעשית באמצעות כלי גובה ייחודיים, שהינם יקרים ומסוכנים. הצימוח הגבוה מקצר מאוד את משך הכדאיות הכלכלית, ומחייב עקירת עצים גבוהים. חומרים מרסני צמיחה משמשים לריסון הצימוח הווגטטיבי בצמחים (ובניהם גם בעצים) דו פסיגיים. חומרים אלה נמצאו יעילים גם בריסון הצימוח הווגטטיבי במערכות של חד פסיגיים, כדגנים שונים ודשאים. מטרת המחקר היא לבחון שימוש בחומרים מרסני צמיחה לריסון הצימוח הווגטטיבי ולעיתים היתמרות התמר. בשנה האחרונה המשכנו לבחון את השפעת מרסני הצמיחה על קצב הצימוח והיתמרות התמר במערכות מודל בזריעים צעירים של תמר ובעצים בוגרים ומניבים של תמר משני זנים מתמרים – 'מג'הול' ו'זגלול'. מרסני הצימוח פקלובוטרוזול (קולטר) ויוניקונזול P (מג'יק) הוחדרו בהגמאה דרך מערכת השורשים של הדקל. בזריעים הצעירים בחנו גם טיפולים במרסני צמיחה נוספים קצרי טווח, וכן דרכי החדרה שונות של החומרים לצמח. בניסויים התקבלו השפעות בולטות של מעכבי הצמיחה על תהליכי הצימוח בתמרים ודקלים. אלו כללו ירידה בקצבי צימוח הלולבים, קיצור הלולבים והעלים ובמידה מסוימת גם השפעה על מספר העלים הצעירים שצמחו. מרסני הצמיחה הביאו לציפוף דורי העלים, וכתוצאה מכך לריסון הצימוח של הגזע לגובה (ההיתמרות). בכל המערכות הניסיוניות שנבדקו, מרסני הצמיחה עיכבו את הצימוח הווגטטיבי במשך תקופה ארוכה של למעלה מארבע שנים, ובחלקם השפעה זו עדיין נמשכת גם כארבע שנים לאחר הטיפול. לא נמצאה השפעה מובהקת של הטיפול על איכות הפרי או היבול. התוצאות שהתקבלו יאפשרו למצוא התנאים האידיאליים שירסנו את מידת הצימוח הווגטטיבי מבלי לפגוע בפוריות העץ, ליצירת פרוטוקול ריסון צימוח שיופץ למגדלים.

רשימת פרסומים

פרסומים בכתב

אלוני, ד.ד., פומרנץ, ר., חזון, ה., קרפ, ח., סנדלהם, ד., גלבע, א., כהן, י. (2009) עיכוב היתמרות בתמר. עלון הנוטע, 63, 22-27.

Aloni, D.D., Hazon, H., Edom, U., Karp, C., Pumeranc, R., Sandelham, D. and Cohen, Y. (2010). Effects of growth retardants on vegetative growth of date palms. *Acta Horticulturae*, in press.

הרצאות בעל-פה

עיכוב היתמרות התמר, הרצאה במסגרת יום עיון ארצי למגדלי התמרים. ביקעת הירדן, 3.3.09
Use of Growth Retardants to Control Excessive Trunk Growth of Palm Trees. Presented at the *ISHS - 11th Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production*, September 20-23, 2009, Bologna, Italy.

תקציר ופוסטר בכנס מדעי:

Use of Growth Retardants to Control Excessive Trunk Growth of Palm Trees. Presented at the *PALMS 2010 Symposium*, Montpellier, France.

עצי התמר (*Phoenix dactylifera* L.) גבהים במשך כל חייהם בקצב של כ-30-70 ס"מ לשנה ומגיעים לגבהים של למעלה מ-25 מטר. בעולם ידועים מאות רבות של זני תמר שבודדו באופן מסורתי במשך מאות שנים. חלק מהזנים (כזן 'מג'הול') נוטים מאוד להיתמר ומגיעים לגבהים של יותר מ-25 מטר. זנים אחרים (כזן 'חדראווי') נוטים פחות להיתמר (ברנשטיין, 2004). בארץ, העלייה לעצים הגבוהים נעשית באמצעות כלי גובה ייחודיים. ככל שהעץ גבוה יותר, הטיפול בו צורך ציוד יקר יותר, זמן רב יותר, והינו מסוכן יותר. הצימוח הגבוה מקצר מאוד את משך הכדאיות הכלכלית, ומחייב עקירת עצים גבוהים והחלפתם בעצים צעירים. הנטיעה המסיבית של הזן 'מג'הול' הנוטה להיתמר, רק מחריפה את בעיית ההיתמרות. בראיה ארוכת טווח, צפוי שעצים רבים אלה שניטעו בשנים האחרונות יעלו את גובה העץ הממוצע, והדרישה לפתרונות (באמצעות כלי גובה גבוהים עוד יותר, או באמצעות פתרונות יצירתיים אחרים) רק תגבר. על כן, פיתוח מערכת לעיכוב היתמרות מבוקר של עץ התמר יהיה בעל חשיבות כלכלית רבה.

בניגוד למרבית הצמחים ולעצים דו-פסיגיים המכילים מספר רב של קדקודי צמיחה, בעץ התמר הבוגר פקע טרמינלי יחיד, "לב התמר" - קודקוד הצמיחה האפיקלי, האחראי על יצירת כל העלים והתפרחות החדשות של העץ. פקע זה מייצר את כל העלים בצורה לוליינית תוך כדי הגבהה של הגזע בפלסטוכרון של 13. פגיעה בלב התמר תגרום להפסקת יצירת איברים חדשים ולמות העץ כולו. העדר התפצלויות של הגזע לענפים והתפתחות נצרים חיקיים, לא מאפשרים עיצוב וגיזום העץ למניעת היתמרותו.

בשנים הראשונות מהנטיעה קצב הגידול של העץ הוא איטי, אך לאחר כחמש-שש שנים חלה תקופת גדילה מואצת היכולה להגיע לכדי מטר בשנה. בעצים מבוגרים (בני למעלה מ-40 שנה) נמצא שהגידול מתמתן וקצב הצימוח לגובה מצטמצם, למרות שעצים אלה ממשיכים ליצר אותה כמות של עלים ותפרחות (ברנשטיין, 2004). מידע זה מצביע על כך שהמרחק האנכי בין עלה לעלה מצטמצם עם התבגרות העצים, ומרמז על האפשרות שהוא תלוי במאזן ההורמונאלי של העץ.

במהלך השנים התגלו מאות חומרים המווסתים את מידת הצימוח. חומרים אלה נקראו חומרים מווסתי צמיחה (Plant growth regulators). בין אלו, התגלו חומרים רבים כחומרים מרסני צמיחה (Growth retardants). מרבית חומרים אלה הינם מעכבי סינתזת ג'יברלינים (Rademacher 2000, 2001). חומרים אלה פועלים בעיקר על ידי צמצום מידת ההתארכות של התאים בגבעול אך, במידה מסוימת, גם על ידי צמצום מספר חלוקות התאים שמתרחשות (Rademacher, 2000; Miller, 2003). חומרים אלו משמשים להגבלת הצימוח הווגטטיבי באופן בו לא תשתנה התבנית ההתפתחותית של הצמח. החל משנות השישים של המאה ה-20, חומרים אלה שימושיים ונפוצים במערכות חקלאיות רבות לעיכוב של צמיחת ענפים בעצים דו-פסיגיים, ללא ירידה בולטת ברמת הפוריות של העץ. חומרים אלה הוכחו כיעילים גם בצמחים חד-פסיגיים רבים. במיוחד נעשו ניסיונות בדגנים עשבוניים כמו חיטה ואורז כנגד תופעת ההשתרעות (lodging). מעכבי צמיחה טריאזולים, כמו פקלובוטרוזול ויוניקונזול-P, שמשו רבות לעיכוב ההשתרעות בדגניים (Izumi, 1984). מספר עבודות במעכבי צימוח נעשו אף על נבטים של עצים חד-פסיגיים כמו בננה ודקל שמן. טיפולים באנטי-ג'יברלינים עיכבו את צמיחתם (Reuveni, 1993; Carvajal, 1998). פעמים רבות טיפולים אלה משמשים להעלאת הפוריות של הצמח, על ידי הקצאת משאבים רבים יותר מהצימוח הווגטטיבי לפקעים הרפרודוקטיביים, וליצירת, התפתחות וגדילת הפירות. בשנים האחרונות, במסגרת פרויקט זה, הצגנו

תוצאות המצביעות על יכולתם של מרסני הצימוח לרסן את הצימוח הווגטיבי של גזע התמר (אלוני, 2007; 2009).

מטרות המחקר

מטרת המחקר היא לפתח מערכת לשליטה וריסון הצימוח הווגטיבי של עץ התמר תוך שימוש בחומרים מרסני צימוח וזאת בלי לפגוע, ואולי אף תוך הגדלת היבול המתקבל. מטרות המחקר הספציפיות הן:

1. בחינת השפעת מעכבי צמיחה שונים על מידת ההיתמרות של גזע התמר ועל הצימוח הווגטיבי שלו.
2. אפיון וצמצום תופעות נוספות, ארוכות טווח, העלולות להיגרם בעקבות השימוש במעכבי הצמיחה.
3. בחינה של דרכים שונות להחדרת מרסני הצימוח לעץ.

התוצאות שיתקבלו יאפשרו פיתוח פרוטוקול מסחרי לריסון הצימוח של עצי תמר.

פירוט הניסויים העיקריים

התארכות גזע התמר הינו תהליך ארוך ומתמשך. בשנים הקודמות למחקר, ראינו שהשפעת מרסני הצמיחה הינה ארוכת טווח ונמשכת על פני שנים ארוכות. גם התפתחות העלים בתמר הינה ארוכה מאוד ויכולה להגיע למעל 4 שנים. לכן, בסיכום זה מוצגות תוצאות מניסויים שונים שחלקם החלו עוד לפני מספר שנים, ואחרים שהחלו רק בשנה האחרונה.

מערכות ניסיוניות לבחינת השפעות מרסני צימוח על התמרים:

1. **השפעות ארוכות טווח במינונים גבוהים של מרסני צמיחה על זריעים צעירים (בני כשנתיים) של תמר:** במערכת זו ביצענו טיפולים קיצוניים במיוחד, כדי לזהות השפעות מרביות (כולל השפעות הרסניות לעץ) שיכולות להתקבל. הוגמעו 60 זריעים של תמר המגודלים בעציצים בני שלושים ליטר, בקולטר (2.5 או 6.25 גרם פקלובוטרוזול לעץ) או במג'יק (0.5 או 1.25 גרם יוניקונזול לעץ). הטיפול נעשה בהגמעה מהקרקע בקיץ 2005. כביקורת נבחנו זריעים לא מטופלים. הניסוי נעשה ב-12 חזרות של עצים בודדים (שכללו 4 קבוצות של זריעים, אחדים ככל האפשר בתוך כל קבוצה מבחינת מקור הזרעים).

2. **בחינת ריכוזי מרסני צמיחה מינימאליים שהינם אפקטיביים בריסון הצימוח:** בנוסף למערכת הניסוי שפורטה לעיל, בהן נבחנו טיפולים קיצוניים, נעשה גם ניסוי לבדיקת השפעת מינון מרסני הצימוח על התהליך (Dose response). ניסוי זה מבוצע בזריעי תמר צעירים. נבדקו 48 זריעי תמר (מזרעי פירות הזן 'חיאני'), אליהם יושומו בקיץ 2006 בהגמעה החומרים לעיל, ב-7 ריכוזים שונים (סדרות מיהולים בטווח של 2.5-0.0025 גר' פקלובוטרוזול לעץ או 0.5-0.0005 גר' יוניקונזול לעץ), טיפולים אלה מושווים לזריעים דומים לא מטופלים.

3. **בחינת מרסני צמיחה נוספים בעלי טווח פעולה קצר – Moddus ו-prohexadione Ca:** החומרים (Moddus) Trinexapac-ethyl, ו-Regalis Prohexadione-Ca (במינונים של 2 ו-5 גר חומר פעיל לעץ) ניתנו ביוני 2008 לזריעים של תמר בני 3 בהגמעה חד פעמית לקרקע, מהולים בליטר מים (לאחר 24 שעות של הצמאה של הצמח). נבחנו טיפולים דומים גם במרסן הצמיחה פקלובוטרוזול (1.25 גר לעץ) ויוניקונזול-P (0.25 גר' לעץ), ואלו הושוו לטיפול לטיפולי הגמעת קרקע ולעצים לא מטופלים.

4. **בחינת החדרת מרסני הצימוח קולטר Moddus ו-prohexadione Ca בהגמעה ישירות לכותרת העץ:** זריעים טופלו בחומרי הצמיחה Moddus ו-Regalis (5 גר' חומר פעיל) וכן קולטר (1.25 דר' חומר

פעיל) גם בהגמעת הכותרת ישירות לבסיס העלים (כדי למנוע נגירה משמעותית של החומר לקרקע העציץ, טיפול זה ניתן על ידי הזלפה של החומר המהול בצינור דק בהדרגה במשך 3-4 ימים). הגמעת הכותרת נהוגה בתמרים לטיפול במחלת "הכוויה השחורה" הנגרמת על ידי פטריה (*Thelaviopsis paradoxa*) התוקפת את לב התמר ואת העלים העובריים המקיפים אותו).

5. החדרה של מרסני הצמיחה פקלובוטרוזול ויוניקונזול בקידוח והזרקה לגזע העץ: השימוש במרסני הצמיחה בהגמעה בקרקע יוצר בעיות סביבתיות ופרקטיות ביישום. החומר נספח לקרקע וחודר דרך השורשים לעץ רק במשך תקופה ארוכה. עקב הרצון להימנע מהשפעות אפשריות של חומרים מווסתי צימוח על אזור בית הגידול של המטע וזיהום אפשרי של הקרקע החלטנו לנסות ולהחדיר את החומר בהזרקה ישירה לעץ ולא דרך הקרקע כמו בניסויים קודמים. לגישה זו יתרון במניעה של זליגת החומר לבית הגידול באזור המטע. גישה זו יכולה להביא גם לחיסכון אפשרי במרסני הצמיחה, ובפעולה מהירה יותר שלו מכיוון שכול החומר מוחדר ישירות לעץ. לגישה זו יש גם סיכונים אפשריים: הפגיעה בחלק מצינורות ההובלה בגזע, שחד פסיגיים בלתי ניתן לתיקון על ידי העץ, פגיעה ברקמת הצימוח של העץ – הלב (במיוחד בעצים צעירים בהם "לב" התמר נמצא נמוך בבסיסו של הגזע) ועקב כך גרימת נזק בלתי ניתן לתיקון, חוסר השפעה של החומר על העץ בגלל המבנה המורפולוגי של הגזע והשפעה רק על חלק מהעץ בגלל המבנה של צינורות ההובלה המבודדים ויצירת עצים מעוותים. יתכן גם שמכיוון שכל החומר יקלט וינוע במהירות בצמח, נקבל תגובה חזקה בהרבה של מרסני הצמיחה, וניסוס מוגזם (בדומה למתקבל בזריעים צעירים במתן מינונים גבוהים של מרסני צמיחה).

כניסוי מקדמי נבחרו 6 זריעים מהזן חיאני בני כ-6 שנים. בכל עץ נקדחו 3 חורים מקדח בקוטר 10 מ"מ בתחתית הגזע בזווית כלפי מטה על מנת להגיע מתחת ללב בכל חור הוכנסו 10 מ"ל של חומר. ב-3 עצים 1 מ"ל של מג'יק מהול במים מזוקקים וב-3 עצים מים מזוקקים בלבד סה"כ לכל עץ מטופל 0.15 מ"ל ח"פ. הניסוי החל ב-28/10/09. בהמשך, בצענו ניסוי נוסף, בהיקף של 20 זריעי תמר (מזרעי הזן מג'הול) ב-2 מינונים שונים של מג'יק. ניסוי דומה מתוכנן להיערך גם בעצים בוגרים בקיץ 2010.

6. ניסוי בעמידות עצים מטופלים במוסתי צמיחה לעקת יובש: מרסני צימוח ידועים כמעלים את עמידות הצמחים לעקות. כחלק נבדקה השפעת מרסני הצימוח לעמידות למחסור במים. בניסוי ראשון, בשני בלוקים מתוך הניסוי של השפעת מרסני צמיחה קצרי טווח שונים (מודוס, רגליס, קולטר ומג'יק) הופסקה ההשקיה לחלוטין במשך שבועיים (מה-12/05/09 ועד ה-26/05/09) בשני בלוקים אחרים נמשכה ההשקיה כרגיל כל עציץ נשקל בצורה שבועית נמדד קצב התארכות הלולב ונלקחו דגימות עלים על מנת לבדוק תכולת מים יחסית בסוף הניסוי נספרו העלים היבשים בכל עץ לכל בלוק הוסף עציץ מלא באדמה בלבד על מנת שישמש כביקורת. בניסוי שני (2/12/09-14/1/10) נלקחו 10 עצים 2 מכל בלוק בשני טיפולים 0.25 מג'יק וביקורת (5 עצים לכל טיפול) לעצים הופסקה ההשקיה לחלוטין למשך כחודש וחצי במהלכם נמדדו משקל העציץ תכולת מים יחסית בעלים מוליכות פיוניות וריכוז כלורופיל בעלים.

7. טיפולים בג'יברלינים להפסקת ההשפעה של מרסני הצימוח: נבחנה האפשרות לסתור את השפעת מווסתי הצמיחה באמצעות הוספת ג'יברלין אקסוגני לעצים מטופלים בהם הצימוח צומצם בצורה קיצונית. עצים שטופלו במספר מרסני צמיחה טופלו בג'יברלין לאחר קבלת ההשפעה בולטת על קיצור העלים. בסיסי

העלים הוגמנו בתכשיר ג'יברלון (GA_3) מהול ביחס של 1:10 כל עץ קיבל 500 מ"ל של חומר מהול נמדד נמדד קצב התארכות הלולב של העצים באופן שבועי

8. בחינת השפעתם של מעכבי הצימוח בעצים בוגרים ומניבים של תמר: השפעת מרסני הצימוח נבחנה גם בעצי תמר מניבים משני זנים – 'זגלול' ו'מג'הול' בני כ-6 שנים בחוות עדן (נטיעת 1999). העצים הוגמנו בקיץ 2005 בקולטר (62.5 גרם פקלובוטריזול לעץ) או במג'יק (12.5 גרם יוניקונזול לעץ). כביקורת נלקחו עצים לא מטופלים. בגלל הסיכון לפגיעה בעצי התמר המניבים, ניסוי זה בוצע בהיקף מצומצם יותר, רק בריכוז אחד של כל מרסן צמיחה וב-4 חזרות בנות עץ בודד בכל זן.

9. השתתפות בניסוי ראשוני לבחינה של רישוי מרסני צימוח לעבודה בתמרים: בעקבות התוצאות המעודדות בניסויים בזריעים צעירים של תמר וכן בעצים בוגרים, משני זנים, הצלחנו לעניין חברה מסחרית ברישוי מרסני צמיחה בתמר. חברת תרסיס אגריקם העמידה ניסוי לרישוי של שני מרסני צמיחה – 'ג'ימיק' (50 g/L Uniconazole, במינונים של 50, 100 ו-150 מ"ל לעץ), ו'קטלס' – (50 g/L Flurprimidol, במינונים של 10 ו-15 מ"ל לעץ). במסגרת המחקר אנחנו בוחנים

ב. בחינת השפעות מרסני הצמיחה על הצימוח הוגטטיבי: השפעות מרסני הצימוח (השפעות קצרות הטווח וארוכות הטווח) נבחנו בכל מערכות הניסוי שפורטו. בחלק מהטיפולים השפעת מרסני הצמיחה נמשכת גם מעבר לתקופה של כארבע וחצי שנים שעברו ממתן חומרי הצמיחה ואנו ממשיכים לעקוב אחר ההשפעות ארוכות הטווח של הטיפולים. בכל אחר מהמערכות הניסיוניות נמדדו קצב התארכות הלולב (קה"ל), אורך הכפות, אורך ההוצים (בעצי תמר בוגרים), מידת התארכות הגזע. נבדקו גם שינויים מורפולוגיים (האם יש שינויים בצורת הכפות הנוצרות, בצבען, או בכיוון יצירתן, האם הגזע נראה שונה ועוד...). בעצי התמר הבוגרים נבחנו גם השפעות מרסני הצמיחה על מדדי פוריות (מספר תפרחות, פרחים וחסנים) ויבול (כמות היבול לעץ וגודל הפירות).

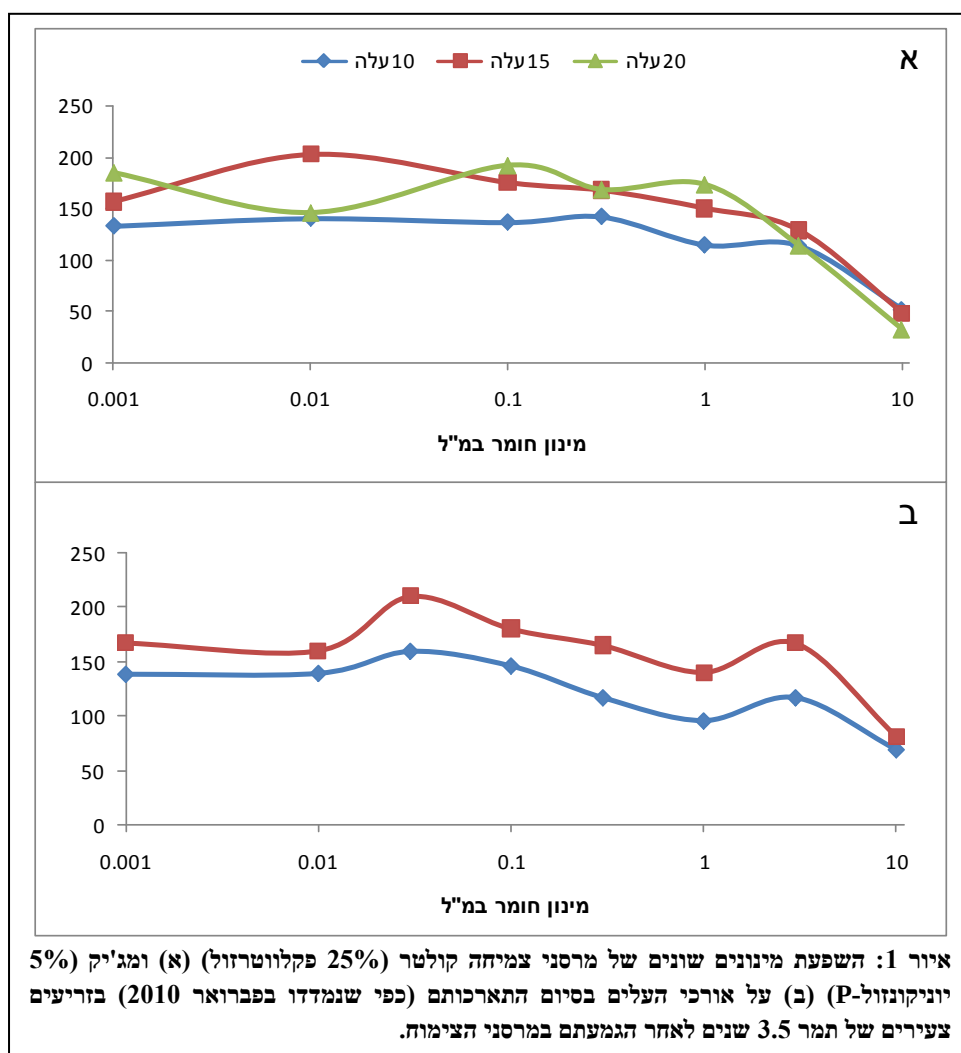
תוצאות

חשוב לציין שחלק מהניסויים נמשכים זו השנה החמישית ואנו עוקבים בהם אחרי תהליכים והשפעות ארוכות טווח של מרסני הצימוח על עצי התמר. במהלך שנה זו סיימנו את המעקב אחר שלושת ניסויי הזריעים הראשונים.

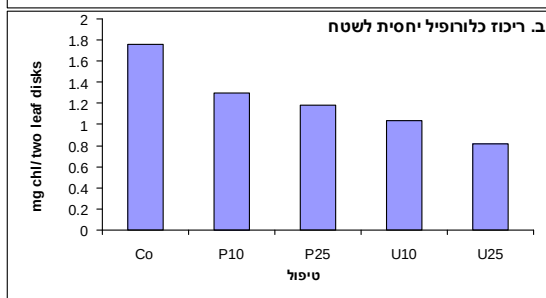
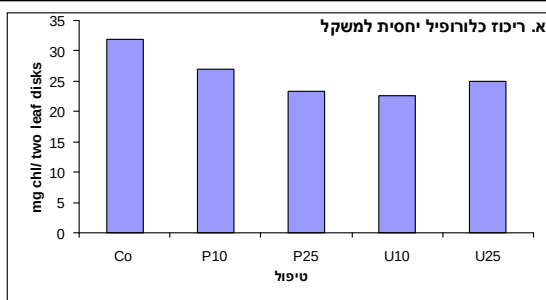
א. השפעות מרסני הצימוח על קצב צימוח הלולב: בכל המערכות ניתן היה לראות השפעה של מרסני הצמיחה על קה"ל. קצב זה מושפע מאוד ממזג האוויר, והינו נמוך מאוד גם בעצי הביקורת כאשר הטמפרטורות נמוכות בעונת החורף. עקבנו אחרי מערכות זריעי התמר (ניסוי לבחינת ריכוזים קיצוניים, עצים בניסוי לבחינת הריכוז האופטימלי של מרסני הצימוח, ובניסוי לבחינת השפעות מרסני צימוח קיצרי טווח) עד חודש מאי 2009. לאורך כל תקופות הניסויים מצאנו הבדלים בין הטיפולים לבין הביקורת כבר כחודש אחרי יישום החומרים. הפער בין הטיפולים נשמר לאורך שנים, והתמתן בטיפולים במינונים נמוכים בפקלובוטריזול (P10), ובמידה מסוימת גם באלו שטופלו בריכוז נמוך של יוניקונזול (10U). למרות זאת, גם לאחר כארבע וחצי שנים עדין מעוכב הצימוח בחלק מהזריעים הצעירים שנבדקו, בעיקר בטיפולים במינונים גבוהים של יוניקונזול (תוצאות דומות הוצגו בדחות המחקר הקודמים).

בניסוי לבחינת הריכוז האופטימאלי של מרסני הצימוח פקלובוטרוזול או יוניקונזול בזריעי תמר שהחל בסוף חודש יולי 2006, נבחנה גם השפעת מינון מרסני הצמיחה על קצב צימוח הלולב. כבר לאחר חודש-חודשיים, חלה ירידה בקצב צימוח הלולב בטיפולים במינונים הגבוהים יותר של פקלובוטרוזול (2.5 – 0.25 גר' לעץ), ויוניקונזול (0.5-0.05 גר' לעץ). בשני המקרים הירידה בקצב הצימוח בריכוזים הנ"ל נמשכה עד לתום הניסוי, כשלוש שנים לאחר היישום. בריכוזים נמוכים מספיק אלה, לא התקבל עיכוב משמעותי בצימוח הלולב. כי ניתן שחלק משמעותי מכמות החומר הנמוכה נשאר ספוח לקרקע ולכן לא השפיע על התארכות הצמח. בעצים הבוגרים, בשני הזנים הואט קצב צימוח הלולב בעצים המטופלים החל מחודש לאחר יישום החומרים. לאורך כל תקופת הניסוי נמצא צימוח לולב מהיר יותר בעצי הביקורת לעומת שני הטיפולים. בחודשי החורף, בהם הטמפרטורות הנמוכות מקטינות מאוד את קצב הצימוח גם בביקורת היו הבדלים אלו בולטים פחות. אולם, בעונות החמות של 2005, ובהמשך בקיץ 2006, היו הבדלים אלה בולטים מאוד. בשנים 2007 החלו להצטמצם ההבדלים בקצב צימוח הלולב בין טיפולי הפקובוטרוזול והיוניקונזול לעומת עצי הביקורת וב-2008 לא נמצאו הבדלים בולטים בקצב צימוח הלולבים בין העצים שטופלו במרסני הצמיחה ובין עצי הביקורת. בהתאם, לא בחנו את קצב התארכות הלולב בעצים אלה במהלך שנת 2009.

השפעת מרסני הצימוח על מבנה העלים: השפעת מרסני הצימוח על מימדי העלים נבחנה במספר ניסויים. נמצא שאורך העלים התקצר בהשפעת מרסני הצימוח (ראה דיווחים קודמים), אולם במינון נמוך למרסני הצימוח היתה השפעה מועטה בלבד. בדיקה מקיפה של עצי התמר מטיפולים קיצוניים הצביעה על ירידה באורך השידרות (איור 1), במספר ההוצים ובאורכם (טבלה 1). לא התקבל שינוי משמעותי ברוחב העלים אולם אלה הפכו לעבים יותר. העלים הפכו רחבים יותר, והכילו מספר רב יותר



של שכבות תאים. הם הכילו יותר כלורופיל ליחידת שטח עלה (אולם, כשנבדק ריכוז הכלורופיל יחסית למשקל, נמצא שאחוז הכלורופיל פחת) (איור 2).



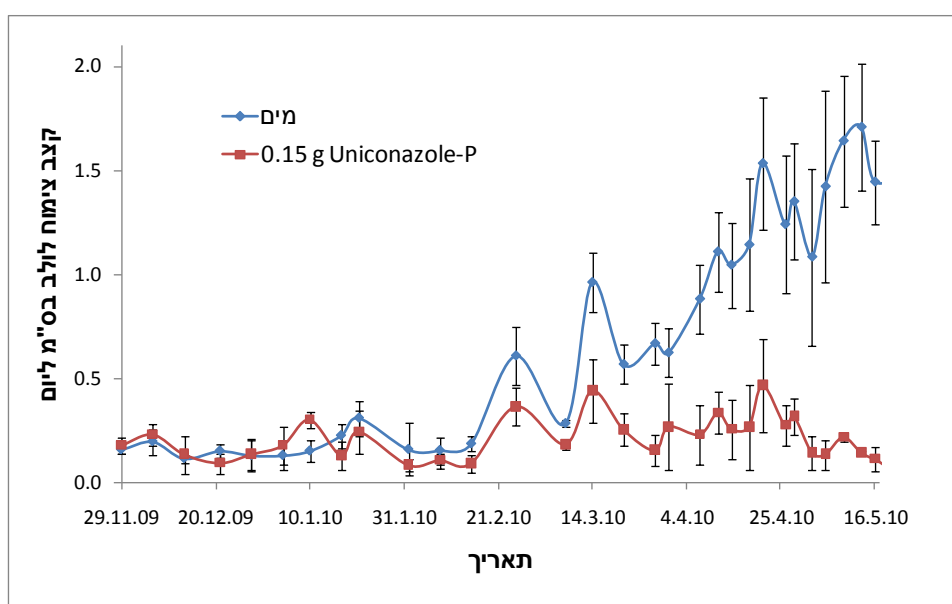
איור 2: השפעת מרסני הצמיחה על כמות הכלורופיל בהוצי עלי של זריעי תמר. (א) כמות הכלורופיל יחסית למשקל דסקיות העלה. (ב) כמות מחושבת יחסית לשטח דסקיות העלה הנמדדות.

טבלה 1: השפעת מרסני צמיחה על מימדי ההוצים האפיקליים בעצי תמר צעירים. מימדי העלים נבדקו לאחר כ-5 שנים ממתן מרסני הצמיחה בעלה ה-10 ממתן חומרי הצמיחה. אותיות שונות באותה עמודה מצביעות על מובהקות סטטיסטית ($P < 0.05$).

טיפול	אורך הוצים (mm)	רוחב הוצים (mm)	עובי הוצים (mm)
ביקורת	186.3 ^A	14.4 ^A	0.29 ^C
2.5 g paclobutrazol	163.6 ^A	14.5 ^A	0.72 ^{BC}
6.25 g paclobutrazol	66.1 ^B	11.9 ^A	1.17 ^{AB}
0.5 g uniconazole-P	79.5 ^B	17.3 ^A	1.02 ^{AB}
1.25 g uniconazole-P	52.7 ^B	12.7 ^A	1.51 ^A

ב. החדרה של מרסני הצימוח בהזרקה ישירה לתוך גזע העץ: בניסוי ראשוני בחננו החדרה של מרסני הצימוח ישירות לתוך גזע העץ על ידי קידוח חורים מסביב לגזע והחדרת החומר בהזרקה. הניסוי נעשה בתקופת הסתיו והחורף בעונה בה הצימוח הוגטטיבי היה

נמוך מאוד. עם תחילת ההתחממות, והעליה בקצב הצימוח, התגלה פער בולט בקצב הצימוח של העצים המטופלים, לעומת הצימוח של עצים שהוזרקו במים בלבד (איור 3). קצב הצימוח של העצים המטופלים נשאר נמוך למשך יותר מ-6 חודשים ממתן הטיפול. העלים החדשים בעצים המטופלים התקצרו מאוד ויוצרים נוף מכווץ, בדומה לתוצאות שהתקבלו ממינונים חזקים של החומר בזריעים בעבר. ניסוי חדש שבוחן גישה זו בהיקף רחב יותר (20 עצים) הועמד בחודש מרץ אולם עדיין אין בידינו תוצאות משמעותיות על הצלחת הטיפול. למרות הסיכון האפשרי לעצים, אנו מתכוונים לבחון גישה זו גם בעצים בוגרים ומניבים של תמר, ולהעמיד ניסוי מצומצם (4 עצים מטופלים מול 4 עצי ביקורת) במהלך חודש יוני 2010.



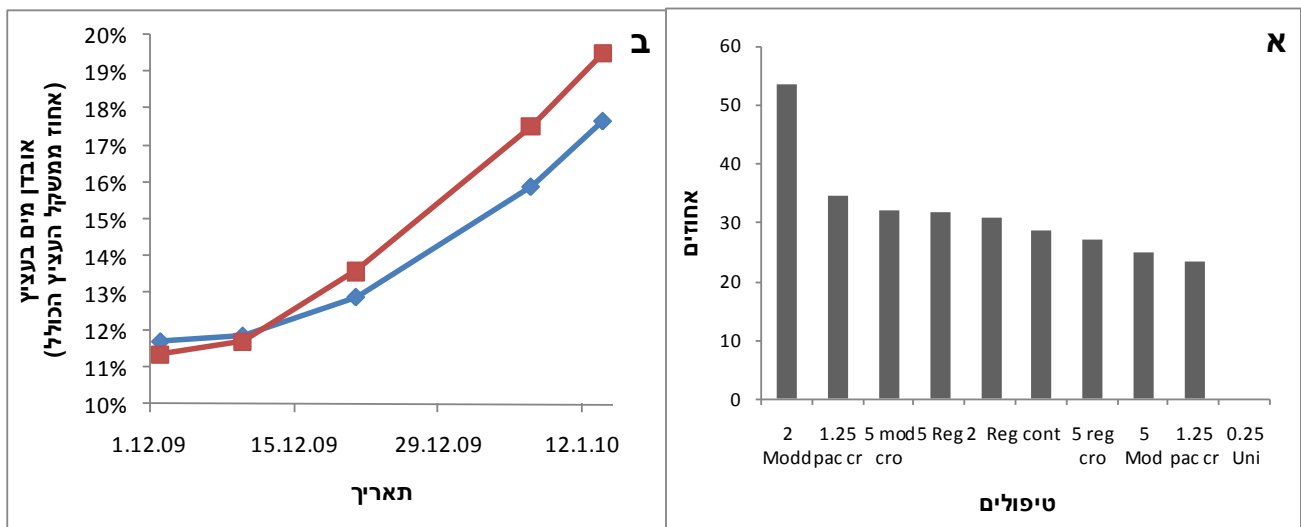
איור 3: קצת התארכות הלולב של עצי תמר צעירים שהוזרקו ב-0.15 ג' יוניקונזול-P לעץ. מוצג ממוצע ההתארכות החל מכחודש ממתן הטיפול בהתקופה 29.11.09-16.5.10. הברים מייצגים את שגיאת התקן ($3=N$).

ג. ניסוי בעמידות עצים מטופלים במוסתי צמיחה לעקת יובש.

מרסני צימוח ידועים במערכות אחרות כמעלות את עמידות הצמחים לעקות. לאחר הפסקת השקיה למשך תקופה של שבועים או חודש וחצי, המופע של העצים המטופלים ביוניקונזול הראה עמידות רבה למחסור במים ולא נצפתה התייבשות העלים (איור 4-). באותה תקופה עצים מטופלים בחומרי צמיחה אחרים, או עצים לא מטופלים החלו להתייבש. לאחר הפסקת השקיה הלולב הפסיק לצמוח כמעט לחלוטין עם החזרת ההשקיה חזרו קצבי הצימוח להיות דומים לאלה שבועים המושקים לפי הטיפול. מבדיקת המשקל של העציץ שמהווה מדד לאיבוד המים של העץ נראה שעצים מטופלים ביוניקונזול 5 גרם מודוס מאבדים משקל יותר מאשר בטיפולים אחרים. לעומת זאת בדיקת תכולת המים היחסית מצאה תכולת מים גבוהה יותר בהוצים מעצים מטופלים ביוניקונזול מאשר בטיפולים אחרים. בניסוי השני נראתה חזרה על התוצאות אם כי בקצב איטי יותר שנובע מהטמפרטורות השונות בשני מועדי הניסויים.



איור 4: השפעת מרסני הצימוח על עמידות עצי תמר לעקת יובש. (א) הבדל במופע בין עצים לאחר הפסקת השקיה של שבועיים שעברו טיפול ב-2 גרם רגליס (הימני) או טיפול ב-0.25 מ"ג יוניקונזול (השמאלי) במהלך קיץ 2009. (ב) הבדל במופע בין עץ לא מטופל (שמאלי) לעץ שטופל ב-0.25 יוניקונזול (ימני) לאחר הפסקת השקיה של כחודש וחצי במהלך חורף 2009. ניתן לשים לב לתחילת התייבשות עלים בעץ הביקורת, כשכל העלים בעץ המטופל נשארו ירוקים.



איור 5: השפעת ההצמאה על אחוז העלים היבשים מעלי העץ (א) ועל אובדן המים במהלך ההצמאה (ב). ההצמאה נעשתה במשך שבועיים בחודשי הקיץ (א) ולמשך 6 שבועות בחודשי החורף (ב). למשך שבועיים בעצים המטופלים במוסתי צמיחה שונים בקיץ 2009.

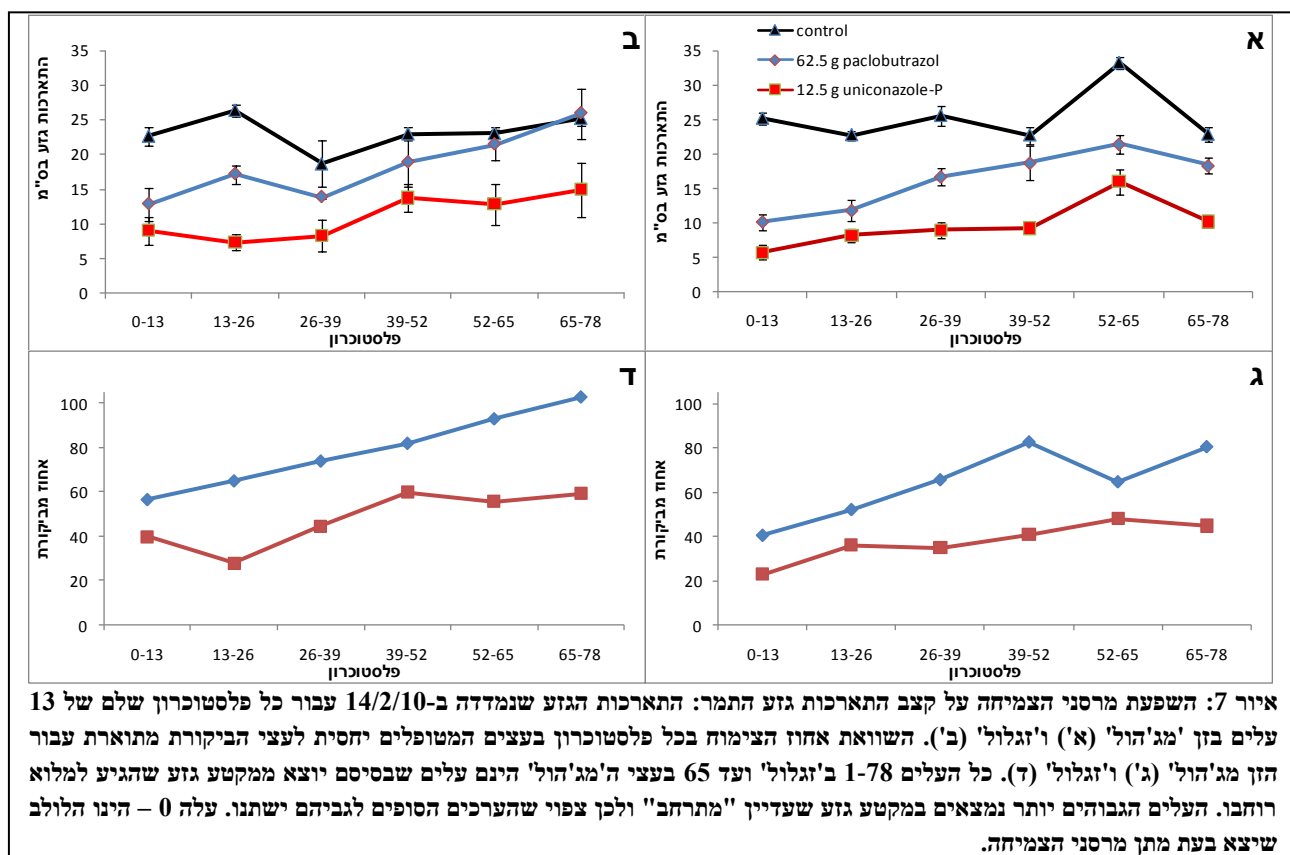


איור 6: השפעת טיפול בג'יברלין בעצים המטופלים במרסני צמיחה על אורך העלים החדשים שנוצרים. מושוים שני עצים שטיפלו ב-0.25 גר' יוניקונזול ב-יוני 2008. העץ השמאלי טופל במאי 2009 בג'יברלין.

טיפול בג'יברלינים להפסקת ההשפעה ש מרסני הצימוח: נבחנה האפשרות לסתור את השפעת מווסתי הצימיחה באמצעות הוספת ג'יברלין אקסוגני לעצים מטופלים בהם הצימוח צומצם בצורה קיצונית. לאחר הטיפול עלה קצב התארכות הלולב בעצים שטופלו בג'יברלין, והעצים צימחו עלים ארוכים.

ה. התארכות הגזע בעצי תמר בוגרים:
המטרה העיקרית של המחקר היא לפתח שיטה לצמצום הצימוח לגובה של העץ. המשכנו לבחון את השפעת מרסני הצימיחה על התארכות הגזע. גזע העצים המטופלים צמח פחות ממתן הטיפול, והמרחק בין בסיסי העלים נעשה צפוף יותר. ציפוף העלים וצימצום הצימוח של הגזע התקבל בכל העצים המטופלים מהזנים 'מג'הול' ו'זגלול' (4 עצים בכל זן ובכל טיפול). מאחר שמדידת הצימוח שנגרם עם צמיחת כף בודדת הינו מסובך ואיננו מדויק, מדדנו את המרחק האנכי שנוצר בכל אחד מששת הפלסטוכרונים

(13 כפות רצופות) שנוצרו מאז הטיפול בהם הסתיימו תהליכי הצימוח. המרחק האנכי בין הכפות בעצים המטופלים היה נמוך באופן בולט מהמרחק בעצי הביקורת. התקבלה ירידה של כ-50-65% בשני הזנים (איור 7). ריסון הצימוח של הגזע בשני הטיפולים הלך ופחת ככל שעבר זמן ממתן מרסני הצימוח ונוצרו עוד ועוד עלים (איור 7, ג', ד'). בטיפול בקולטר, לאחר 4 פלסטוכרונים (כשנתיים צימוח) היה ריסון הצימוח פחות מ-20%. בטיפול במג'יק, הריסון של צימוח הגזע עדיין היתה משמעותית בעלים החדשים שנוצרו, אם כי עוצמתה פחתה.

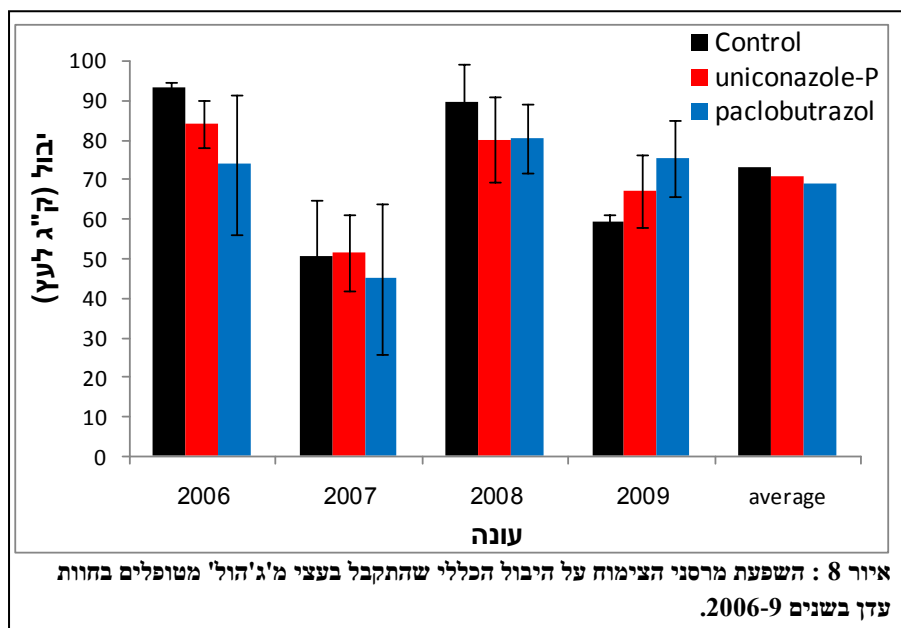


השתתפות בניסוי לרישוי מרסני הצימוח בתמר: בניסוי נוסף שהועמד באוקטובר 2009 בנאות הכיכר ניכר שמרסני הצימוח משפיעים על הצימוח הוגטטיבי בעצי התמר. לא נמצאה ירידה בולטת במספר העלים שנוצרו (טבלה 2) אך נמצא קיצור מסוים באורך העלים. ונראה כי הגזע הופך פחוס יותר, אולם לא ניתן בשלב זה לכמת את מידת צמצום הצימוח של הגזע. בניסוי זה נמצא שמרסני הצימוח הביאו ליציאה של תפרחות נוספות (בדורים נמוכים, שבדרך כלל אינן פורצות ומציצות). אולם, בניסוי בנאות הכיכר, הטיפול הביא לקיצור ניכר באורך הידות וליציאה מאוחרת של חלק מהתפרחות ורק באופן חלקי (וכך לא ניתן להאביק ולטפל בתפרחות אלה). באופן כללי נראה שטיפול במינון גבוה מאוד של מרסני הצמיחה (150 מ"ל "גימיק") הביאה לירידה מסוימת במספר התפרחות שניתן היה להאביק. תוצאות אלו שונות מהתוצאות שהתקבלו בשנים הקודמות בניסוי בחוות עדן בעמק בית שאן. יש להמשיך ולבחון תופעה זו ולהבין את הסיבות להבדל בתוצאות.

טבלה 2 : השפעות ראשוניות של מרסני צימוח על מספר העלים שנוצרו בחודשי החורף והאביב (10/09-5/10) ועל התפרחות שיצאו במהלך אביב 2010 בנאות הכיכר.

טיפול	מספר עלים אחרי הטיפול	ידות מניבות	ידות שאינן מניבות	סה"כ ידות	אחוז ידות מניבות מסה"כ	אחוז ידות שאינן מניבות מסה"כ
ביקורת	15.8	18.7	1.6	20.4	92%	8%
גימיק 50	15.7	16.5	5	21.5	78%	22%
גימיק 100	15.5	17.7	11.5	29.2	61%	39%
גימיק 150	15.3	12.7	12.7	25.5	50%	50%
קטלס 10	16.7	18.7	5	23.7	79%	21%
קטלס 15	15.5	17.2	6.5	23.7	79%	21%

ט. יבול: גם בשנת 2009, כמו בשנים הקודמים לא נמצאו הבדלים בולטים במשקל הפרי בעקבות הטיפול השונים (איור 6). בשקלול נתוני הניסוי במשך שלוש עונות נמצאה שונות רבה בין השנים ובין העצים. יתכן שהיתה אפילו עליה מסוימת ביבול שהתקבל לעץ בעקבות כל אחד ממרסני הצמיחה. אולם, נתונים אלה



אינם מובהקים. חלקת הניסוי היא חלקה בעייתית (העצים הינם עצי תרבית רקמה או "בנות" של עצי תרבית רקמה" וחלקם סובל מתופעות חריגות כמו בעיות חנטה) והשונות בין העצים בה הינה גבוהה. לכן, כדי להסיק מסקנות על השפעות מרסני הצמיחה על פוריות התמר יש לבצע ניסויים נוספים, בהיקף רחב יותר במספר חלקות מסחריות.

מסקנות

גזע התמר הינו הגבעול עליו נוצרים העלים. כמו בצמחים חד פסיגיים, חלקו העליון והחיצוני של הגזע הינו למעשה נדני העלים שעוטפים את הגבעול כמו גלדי הבצל (Tomlinson, 1990). לאחר התבגרות העלים והתפשטותם והגעת הגזע למלא עוביו ניתן היה למדוד את קצבי התארכותו האמיתי, הנובע מהשפעת כל עלה ועלה שנוצר. מרסני הצמיחה צמצמו את הגידול הוגסטיבי של העץ. התקבל צמצום בולט במידת הצמיחה של הגזע הנתרם על ידי כל עלה שנוצר. תופעה זו מביאה לעיכוב ההיתמרות הגזע עצמו. כותרת העץ כולה הפכה לפחוסה יותר, והעלים היוצאים ממנה הינם צפופים יותר. מרסני הצמיחה הביאו גם לירידה מסוימת בגודלם של העלים והידות, אך בעצים הבוגרים הצמצום אינו פוגע כנראה בפוריות ולא צפוי לגרום לבעיות בפרוטוקול הגידול. מבחינה זו, יש לשים לב לתוצאות הראשוניות שקיבלנו בניסוי בנאות הכיכר, בהם קיצור הידות המשמעותי פגע במספר התפרחות שניתן היה להאביק. למרות זאת, התוצעות מצביעות על האפשרות שגישה זו תוכל להביא לריסון מבוקר של צמיחת הגזע בעצי תמר.

השנה בחנו אפשרות להחדרת חומרי הצמיחה בהזרקה ישירה לגזע העץ. התוצאות בזריעים מעודדות ואנו מתכוונים לבחון אותן גם בעצים בוגרים במטע. בנוסף, עבודות רבות הצביעו על כך שמרסני הצמיחה מגבירים עמידות של צמחים לעקות ולפתוגנים. ניסויים בעמידות העצים המטופלים ליובש, באמצעות הצמאת העצים המטופלים (ניסויים שנעשו בבזריעים צעירים) מצביעים על יתרונות נוספים שיכולים להתקבל מהשימוש במרסני צמיחה גם בתמר.

הניסויים שבוצעו הדגישו את העובדה שתהליכים אלו הינם ארוכי טווח, שיש צורך לבחון את חלקם במשך תקופה ארוכה מאוד לאחר העמדת הניסוי. בעקבות התוצאות, ברור הצורך בהמשך שילוב הניסיונות בזריעים קטנים של תמר, ובעצי תמר בוגרים ומיבים

בשיתוף עם גורם מסחרי, התחלנו לפעול לרישוי השימוש במרסני הצמיחה לעיכוב ההיתמרות בתמר. למרות התוצאות המעודדות מאוד של עיכוב צימוח הגזע, איננו ממליצים לחקלאים לנסות טיפולים אלה במטעיהם אלא להמתין לתוצאות הסופיות, ולבחינת הסיכונים האפשריים שאותם עלולים לגרום אותם טיפולים.

רשימת ספרות מצוטטת

- אלוני, ד.ד., קרפ, ח., סנדלהם, ד., גלזנר, ב., כהן, י. (2007) תמר: פיתוח מערכת לשליטה על היתמרות העץ לגובה. עלון הנוטע, 61, 639-634.
- אלוני, ד.ד., פומרנץ, ר., חזון, ה., קרפ, ח., סנדלהם, ד., גלבוע, א., כהן, י. (2009) עיכוב היתמרות בתמר. עלון הנוטע, 63, 27-22.
- ברנשטיין, צ. (2004). התמר. הוצאת הדיקלאים בע"מ ומועצת הפירות.
- Carvajal, E., Alvarado, A., Sterling, F. and Rodr'guez, J. (1998). The use of paclobutrazol in oil palm clones during the nursery stage. ASD Oil Palm Papers, N18: 29-33
- Izumi, K., Yamaguchi, I., Wada, A., Oshio, H., Takahashi, N., (1984). Effects of a new plant growth retardant (*E*)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-penten-3-ol (S-3307) on the growth and gibberellin content of rice plants. Plant Cell Physiol. 25: 611-17.
- Miller, S.S., and Tworkoski, T. (2003). Regulating vegetative growth in deciduous fruit trees. Quarterly Reports on Plant Growth Regulation and Activities of the PGRSA. 31: 8-46
- Rademacher, W. (2000) Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51, 501-531.
- Rademacher, W. (2001) Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. In: Extended Abstracts of the 9th International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production
- Reuveni, O. and Golubowicz, S. (1993) Response of *in vitro* banana plantlets to plant growth retardants. In: Valmayor, R.V., Hwang, S.C., Ploetz, R., Roa, N.V. Eds. Proceedings International Symposium on recent development in banana cultivation technology.
- Tomlinson, P.B. (1990). The structural biology of palms. Clarendon press Oxford.

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה
אפיון תהליכי הצימוח הווגטיבי וההתמרות בתמרים וריסונם בשימוש בחומרים מרסני צמיחה.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח
בחינת השפעת חומרים מרסני צימוח על הצימוח הווגטיבי. בחינת הזרקה ישירה של מרסני הצימוח בזריעים צעירים של תמר. המשך אפיון תהליכי הצימוח בעצי תמר בוגרים ואפיון של ריסון הצימוח של הגזע לגובה (עיכוב ההיתמרות), השתתפות בהעמדת ניסוי ראשוני לרישוי מרסני צימוח בתמר.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו
תהליכי הצמיחה של עץ התמר הינם ארוכים ועוברת תקופה ארוכה מיצירת העלה עד להשלמת יצירת הגזע. התוצאות מצביעות על השפעה של מרסני הצמיחה על תהליכי צמיחה המתבטאים בהאטת קצב התארכות הלולב, ובריסון התארכות גזע העץ עצמו. התהליכים המתרחשים ובזריעים הצעירים דומים ומצביעים על יכולתם לשמש מערכות מודל לבחינת התהליכים בעצי תמר בוגרים.
4. הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן
יש לכייל את מינוני החומרים מרסני הצימוח, דרכי אפליקציה נוספות ותדירות היישום, לבחון השפעות על עצים בגילאים וגדלים שונים. לצורך פיתוח פרוטוקול לעיכוב הצימוח הווגטיבי בתמרים דרושה תקופה של מספר עונות מחקר נוספות.
5. הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח
<u>פרסומים בכתב:</u> אלוני, ד.ד., פומרנץ, ר., חזון, ה., קרפ, ח., סנדלהם, ד., גלבוש, א., כהן, י. (2009) עיכוב היתמרות בתמר. עלון הנוטע, 63, 22-27. Aloni, D.D., Hazon, H., Edom, U., Karp, C., Pumeranc, R., Sandelham, D. and Cohen, Y. (2010). Effects of growth retardants on vegetative growth of date palms. <i>Acta Horticulturae</i>, in press. <u>הרצאות בע"פ:</u> Use of Growth Retardants to Control Excessive Trunk Growth of Palm Trees. Presented at the <i>ISHS - 11th Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production</i>, September 20-23, 2009, Bologna, Italy. תקציר ופוסטר בכנס מדעי: Use of Growth Retardants to Control Excessive Trunk Growth of Palm Trees. Presented at the <i>PALMS 2010 Symposium</i>, Montpellier, France.
6. פרסום הדו"ח אני ממליץ לפרסם את הדו"ח בספריות בלבד