

דו"ח שנה סופי של תוכנית מחקר מס' 203-0685-07
מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות

לימוד המערכת לבקרת פריחה בתאנה וישומה להגברת פוריות היבול הסתווי בזן התאנה הארגמנית

**Yield improvement in the autumn crop of the `Argamanit` fig variety, by
regulating the plant fertility**

צוות המחקר:

חוקר ראשי: משה פליישמן

זאב יבלוביץ, שרה גולובוביץ

המחלקה למדעי עצי הפרי, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

אלון סמך

המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, א. עברית, רחובות

Moshe Flaishman, *Institute of Plant Sciences, Agricultural Research Organization, P.O.*

BOX 6, Bet-Dagan 50250, Israel, vhmoshea@agri.gov.il

Alon Samach, The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in

Agriculture, Faculty of Agriculture, Hebrew University of Jerusalem, P.O. Box 12,

Rehovot 76100, Israel, samach@agri.huji.ac.il

ספטמבר 2010

תשרי תשע"א

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

חתימת החוקר הראשי:

1. תקציר

הצגת הבעיה החקלאית. במספר רב של אזורי גידול שונים בארץ נמצא כי בזן התאה הארגמנית לא נוצרות פגות בענפי הצימוח בסתיו.

מטרת המחקר. לפתח ממשק מתאים לקבלת פרי סתווי בזן התאנה הארגמנית. בשנות המחקר נבחנו את היפותיזות הבאות א. אין התמיינות לפקעי פריחה בחיקי הענפים הסתוויים. ב. יש התמיינות לפריחה אולם הפקעים הנוצרים רדומים, וייצרו פרי בכורות בעונה העוקבת. ג. יש התמיינות לפריחה והפקעים הנוצרים נושרים בשל תנאי סביבה לא מתאימים.

שיטות העבודה. ביצוע מחקר היסטולוגי ומורפולוגי לבחינת התפתחות הרפרודוקטיבית. לבחון שיטות הורטיקולטוריות לשיפור הפוריות וקבלת פרי הסתוי.

תוצאות עיקריות: בראשית המחקר ביצענו מחקר היסטולוגי ומורפולוגי שבו למדנו את מהלך התפתחות הפקע הרפרודוקטיבי בענפי הגידול הסתוויים של התאנה, ובמהלך התרדמה החורפית. מצאנו כי קודקוד הצמיחה בתאנה מכיל עלים שבחיקם מצויים הפקעים הרפרודוקטיביים. ההתמיינות של הפקעים הללו חלה בתוך קודקוד הצמיחה. בהמשך בניסוי פייטורון מבוקר בחנו את השפעת חשיפה לטמפרטורות גבוהות ומצאנו ראינו כי בטמפרטורות של 28 ו-35 מ"צ לא נעצרה ההתפתחות של פגות בענף הסתווי. ניסויי הפייטורון שלל את ההשפעה של הטמפרטורה ולכן בחנו את השפעת עומס היבול על הפסקה בהתמיינות הפגות ואכן מצאנו כי הגדלה של מספר ענפי הצימוח על העץ גורם לירידה בהתמיינות הפגות. הראנו כי רמת העמילן בעומס ענפים גדול נמוכה יותר ולכן נראה שיש שיש מגבלת מוטעמים בענפי הצימוח הסתווי. בחנו את השינויים המורפולוגיים שחלים בפגות שגידולם נעצר ומצאנו כי אין שינויים מורפולוגיים ניכר בין פגות שגדלו התנאי עקה לפגות רגילות. מצאנו כי בזן התאנה הארגמנית מצוי התפתחות הפגות נעצרת וחלק מסויים מפגות אלו מתפתחות באביב לאחר התרדמה ויוצרות פרי בכורות. עוד הראינו כי ניתן להגביל את מספר פירות הגדלים על העץ האמצעות גיזום והאופן כזה להמחית במידה ניכרת את מספר הפגות שלא מתמיינות ליצירת פירות. נראה כי בהשפעת גיזומים שיווסתו את מספר ענפי הצימוח ניתן לשלוט בהתפתחות הפקע הרפרודוקטיבי. לבסוף התחלנו באיפיון מולקולארי של גנים בבקרת הפריחה בתאנה בכדי למצוא סמנים להפסקת התפתחות הפגות.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות.

נראה כי בזן התאנה הארגמנית קבלת שני יבולים בשנה יכול קיצי וסתוי/חורפי ניתנת לויסות על ידי גיזומים של ענפי הצימוח. מצאנו כי ההתמיינות לפריחה חלה עוד בפקע הטרמינאלי. מעקב אחרי הצימוח האקטיבי של הפקע הטרמינאלי יכול לשמש לחקלאי מדד להתפתחות וגדילה של ענפי הצימוח. עצירת צימוח נגרמת כתוצאה מחשיפה לעקות ולקראת התרדמה החורפית. בעיתוי עצירת הצימוח חפים בפקע הטרמינאלי שנים את צבעם ומאופיינים בהתפתחות חפים כהים. במהלך הגידול הקיצי בישראל, עקת חום תעכב את הצימוח ובהכרח גם את יצירת הפקעים הרפרודוקטיביים. לכן, יש לכוון את עיתוי הגיזום לתקופה שתאפשר צימוח מיטבי של ענפי העץ נושאי הפרי. נראה כי במהלך תקופת הצימוח הקיצי רמת חומרי התשמורת בעץ תשפיעה על הצמיחה ומהלך ההתמיינות. וכן, מומלץ לגזום במהלך האביב המאוחר לפני חשיפה לטמפרטורות גבוהות.

2. מבוא ותאור הבעיה

בשנים האחרונות גידול תאנים מהווה ענף מטעים מתחדש ואטרקטיבי. בין יתרונותיו ניתן לציין את ההתאמה האקלימית של הגידול לתנאי האזור, יסוד פשוט וזול של מטע תאנים מייחורים וכניסה מוקדמת של התאנה לניבה. כיום, מטעי התאנים נטועים ברוב חלקי הארץ בעמק החולה, בגליל, במישור החוף, בבקעת הירדן ולאחרונה גם בערבה הצפונית והתיכונה. זן התאנה הארגמנית, הינו זן היצוא העיקרי מישראל, מניב פירות בגוון סגול ובאיכות פנימית גבוהה ומסוגל להשמר, באמצעות טיפולי אחסון שפוחחו, למשך 14-21 יום לאחר הארייה (קטיפ תאנים). זן התאנה הארגמנית, נבחר כזן ליצוא, בין השאר, בשל יכולתו לייצר פירות פרתנוקרפיים, להגיע להבשלה ללא האבקה על ידי צרעת התאנה, בעיתוי שבו אין תחרות עם פרי זול המגיע מטורקיה או מדינות באירופה. באמצעות טיפולים הורטיקולטוריים שפוחחו ניתן לכוון את מועד היצור של הפרי. כיום ניתן לקבל שלושה יכולים במועדי יצוא מיטביים: א. היבול הראשון הוא של פרי בכורות, הפרי נארה בראשית האביב בחודשים מאי-יוני; ב. היבול השני מתקבל מסוף יוני ועד אוגוסט; ג. היבול השלישי מתחיל בנובמבר ומסתיים במרבית אזורי הארץ בינואר. הפדיון המירבי המתקבל כיום הוא ממכירת הפרי הסתווי. לכן, מרבית המגדלים שואפים להעלות את כמות הפרי המיוצר בסתיו. בחלק מהמטעים, בשל מחסור בכח אדם, מעדיפים חלק מהמגדלים לוותר על יצור של פרי קיצי ובאמצעות גיזומים קיציים הם מיצרים רק פרי סתווי.

בפרי הקיצי והסתווי ההתמיינות לפריחה מתרחשת על ענפי הצימוח החדשים, כך בכל חיק עלה מצוי פקע וגטטיבי ופקע רפרודוקטיבי. לרב, בענפי הנושאים את היבול הקיצי מתפתחת לכל אורך הענף פגה בכל חיק עלה ומשלימה את ההתפתחות וההבשלה. בשנים האחרונות נצפתה במטעים מסחריים בצפון הארץ, מישור החוף ובבקעת הירדן ירידה בפוריות ביבולי הפרי הסתווי. במטעים השונים, נראה כי בענפי הצימוח הסתוויים מתקבלות פגות רק בחלק העליון של הענף. נוצר מצב שבו בחלק התחתון של הענף אין יצירה של פגות. התופעה במקרים הקיצוניים יכולה להיות לאורך כל הענף ובמקרים אחרים כ-50% מהענף שנוצר הוא ללא פגות. במקרים אלה במקום יכולים של כ-1.0 טון פרי לדונם מתקבל יכול ממוצע של 0.5 טון פרי לדונם.

מצב שבו לא יתקבל פרי סתווי יכול להגרם כתוצאה מהסיבות הבאות:

- א. אין התמיינות לפקעי פריחה בחיקי הענפים הסתוויים.
- ב. יש התמיינות לפריחה אולם הפקעים הנוצרים רדומים, וייצרו פרי בכורות בעונה העוקבת.
- ג. יש התמיינות לפריחה והפקעים הנוצרים נושרים בשל תנאי סביבה לא מתאימים או כתוצאה מנגיעות של זבוב התאנה.

נראה כי אירועים סביבתיים או אנדוגניים בעץ גורמים להתפתחות בלתי תקינה של הפגות (חנטי התאנה הצעירים) בענפי הצימוח הסתוויים בתאנה.

מטרת המחקר המוצע היא לבחון בפעם הראשונה את בקרת תהליכי ההתמיינות לפריחה בתאנה, להמשיך ולאפיין את סוגי הכשלים בהתפתחות הפגה ולפתח אמצעים הורטיקולטוריים שיגבירו את ההתמיינות הסתוויים ויגרמו להשלמת יצירת הפרי בסתיו.

3. תוצאות

א. איפיון מורפולוגי והיסטולוגי של מהלך ההתמיינות לפריחה בתאנה

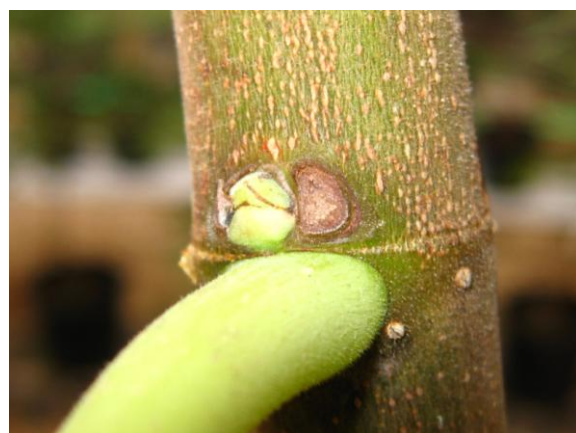
בחנו את מהלך ההתמיינות לפריחה בתאנה הארגמנית ומצאנו כי בתוך קודקוד הצמיחה מצוי מערך של עלים שבחיקם מצויים פקעי פריחה ופקעים וגטטיביים. תמונה מס' 1 מראה את קודקוד הצמיחה בתאנה ושרטוט של מספר העלים והפקעים החקיים המוינים בחיקם. באמצעות חתכים היסטולוגיים בחנו האם בפקע הטרמינאלי חלה האינדוקציה לפריחה?

בתמונה מס' 1 ניתן לראות דגם אופיני של חתך אנטומי בפקע הטרמינאלי. ניתן לראות כי בפקע הטרמינאלי יש היווצרות של פקעי פריחה.



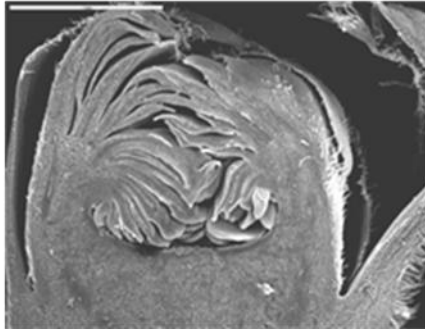
תמונה מס' 1. קודקוד הצמיחה הטרמינאלי בתאנה הארגמנית ושרטוט סכמתי של העלים והפקעים בקודקוד משמאל וחתך אנטומי בתוך קודקוד הצמיחה מימין.

בנוסף לפקע הטרמינאלי יש התפתחות של פקעים רפרודוקטיביים גם בחיקי העלים. בחנו את התפתחות הפקע הרפרודוקטיבי הממויין בחיקי העלים (תמונה מס' 2) באמצעות מקרוסקופ אלקטרוני סורק. תמונה מס' 3 מראה את מבנה הפגה בשלבי התפתחות שונים.

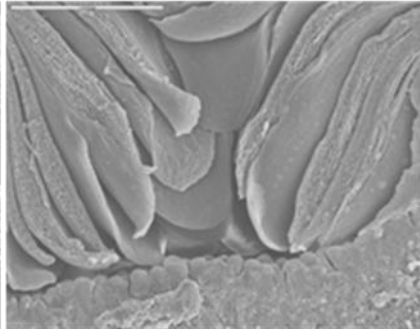


תמונה מס' 2. הפקע הרפרודוקטיבי בחיקי העלה שנילקח לתצפית באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני סורק.

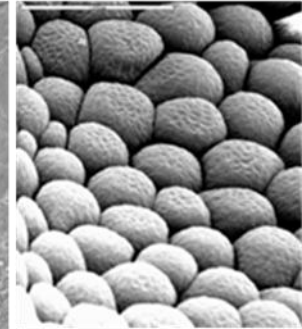
1 מ"מ



0.5 מ"מ



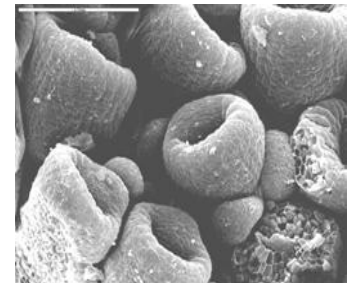
0.1 מ"מ



תמונה מס' 3. תמונת מיקרוסקופ אלקטרוני סורק של פגת תאנה שנבחנה במהלך חודש אוגוסט בזן התאנה הארגמנית.

הפגות שנוצרו במהלך חודש אוגוסט סומנו על ידינו ובהמשך נבדקה התפתחותן בתנאי הגידול בבית דגן. בכדי לבחון היכן חלה ההתמינות לפריחה דגמנו את הפקע הטרימינאלי במהלך ההתפתחות ובאמצעות מיקרוסקופ סורק עקבנו אחרי ההתפתחות הרפרודוקטיבית.

תמונה מס' 4 מראה כי בפגות שהמשיכו להתפתח נוצרו גם פרחים נקביים המכילים עמודי עלי (כזכור בתאנה הנאכלת נוצרים בפגות רק פרחיים נקביים בעוד שב'זכר' נוצרים פרחים נקביים ואבקנים באזורים שונים בפגה).



תמונה מס' 4. פרחים נקביים המכילים עמודי עלי בפגת התאנה במהלך חודש אוגוסט. ה'בר' בגודל 0.1 מ"מ.

בניסויי מעקב אחרי הפקעים המסומנים נראה כי התנאי הגידול בבית דגן מעל 90% מהפגות החדשות שנוצרו באוגוסט אכן המשיכו להתמיין ופיתחו את היבול הסתווי. במספר מוגבל של ענפים במטע בבית דגן זיהינו כי במרווח שבין יצירת הפרי הקיצי והפרי הסתווי מצוי פקע וגטיבי ולידו צלקת כתוצאה מנשירת פקע רפרודוקטיבי. בתנאי הגידול בבית דגן, בחודשים אוגוסט-ספטמבר, הטמפרטורה המקסימאלית לא עלתה על 35 מ"צ וממוצע הטמפרטורות בתקופת הגידול הייתה 29 מ"צ ביום ו- 21 מ"צ בלילה.

ב. השפעת טמפרטורה על מהלך התפתחות פגות בתאנה-ניסוי פיטוטרום.

בחנו בניסוי מבוקר בפיטוטרום האם טמפ' גידול גבוהות מעודדות נשירה של הפקע הרפרודוקטיבי? לשם בניית ניסוי הפיטוטרום גידלנו את זן התאנה הארגמנית בעציצים ולאחר יצירת פירות הקיציים גזמנו את הענף שנוצר בשני אופנים: קיטום פקע אמירי/גיזום גבוה לחילופין ביצענו גיזום גמוך עד בסיס הענף ובחנו את השפעת הטמפרטורה על יצירת הענף הסתווי בגיזומים השונים (תמונה מס' 5).



תמונה מס' 5. מראה את הפירות המתפתחים על עציצים ששהו בפיטוטרום בשני הגיזומים. גיזום נמוך מימין וגיזום/קיטום משמאל.

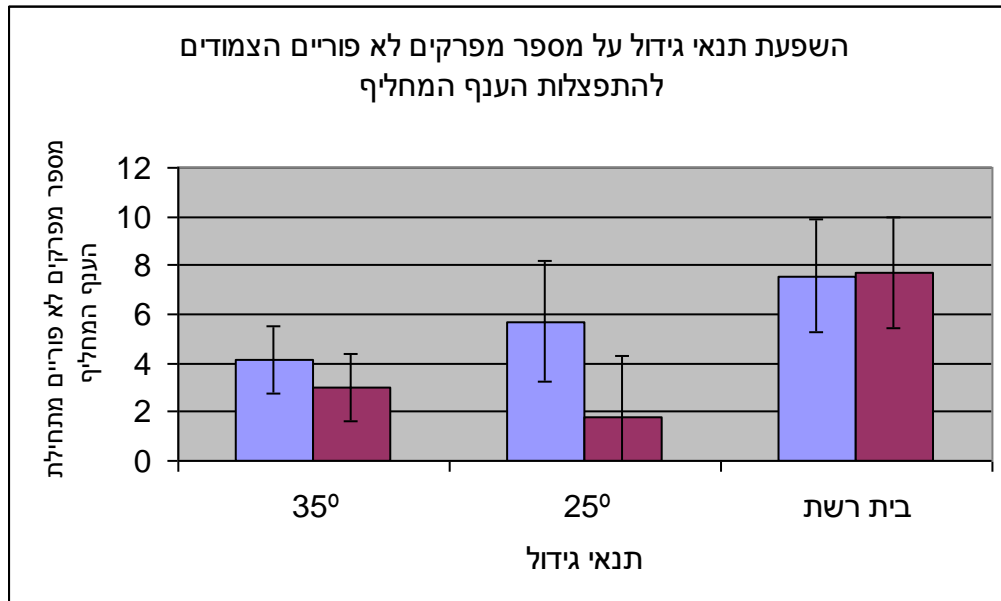
תבנית ניסוי הפיטוטרום מסוכמת בטבלה מס' 1. בניסוי נבחנה השפעת חשיפה של העציצים במהלך 3 שבועות לאחר הגיזום לטמפרטורה של 35 מ"צ, 25 מ"צ או לטמפרטורות הגידול בבית הרשת. בהמשך הועברו העציצים לגידול בתנאים טבעיים בבית הרשת. בכל צרוף של תנאי גידול/צורת גיזום נבחנו 15 צמחים.

טבלה מס' 1. תבנית ניסוי הפיטוטרום.

תנאי גידול צורת גיזום	פיטוטרום 35°	פיטוטרום 25°	בית רשת
גיזום גבוה (ענף מחליף גבוה)	לאחר גיזום למשך 3 שבועות, אח"כ חזרה לבית הרשת	לאחר גיזום למשך 3 שבועות, אח"כ חזרה לבית הרשת	כל אורך הניסוי
גיזום נמוך (ענף מחליף נמוך)	לאחר גיזום למשך 3 שבועות, אח"כ חזרה לבית הרשת	לאחר גיזום למשך 3 שבועות, אח"כ חזרה לבית הרשת	כל אורך הניסוי

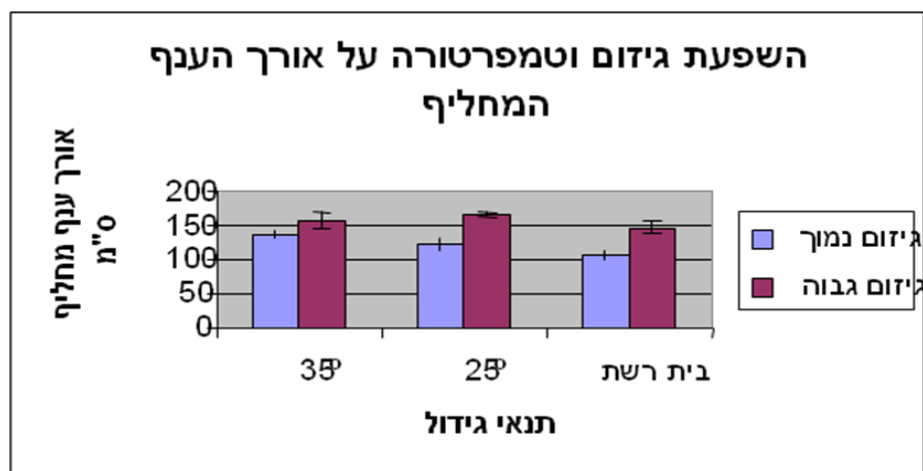
בחנו את מספר המפרקים שבהם לא התפתחו פגות מיד לאחר אזור הגיזום. מצאנו כי בחשיפה לטמפרטורה גבוה של 35 מ"צ לא התפתחו מספר 3-4 פגות. בעוד שבטמפרטורה של 25 מ"צ לא התפתחו 2-5 פגות ובתנאי הגידול הטבעיים בבית הרשת לא התפתחו כ-8 פגות. נראה כי הטמפרטורות הגבוהות לא השפיעו לרעה

על התפתחות תקינה של פגות. התוצאות שקיבלנו מראות שיש אף יתרון מסויים לחשיפת הצמחים לטמפרטורות הגבוהות.



תמונה מס' 6. השפעת תנאי הגידול על יצירת מספר מפרקים לא פוריים הנוצרים באזור הצמוד לגיזום הקייצי. גיזום נמוך-כחול, גיזום גבוה-סגול.

בתנאי הטמפרטורות השונות ניתן לראות מגמה של יצירת יותר פגות לא מפותחות בגיזום הנמוך אך ההבדלים לא היו מובהקים. בתנאי הגידול בבית הרשת לא היו הבדלים במספר הפגות הלא מפותחות בשתי צורות הגיזום. בחנו גם את השפעת טמפרטורות הגידול והגיזומים על אורך הענף (תמונה מס' 7). ככלל בגיזום הגבוה התקבלו ענפים ארוכים יותר בהשוואה לגיזום הנמוך. בגיזום הנמוך נמצא כי ככל שטמפרטורת הגידול בשלבים הראשונים של התפתחות הפקע הטרמינאלי היתה גבוה יותר הענפים היו ארוכים יותר. נראה כי לטמפרטורה שאליה נחשף הפקע הטרמינאלי השפעה על אורך, מידת הצימוח, של המפרקים אך לא על מהלך התפתחות הפגות.



תמונה מס' 7. השפעת תנאי הגידול וצורות הגיזום על אורך הענפים.

ג. השפעת עומס היבול על התפתחות פרי בתאנה הארגמנית.

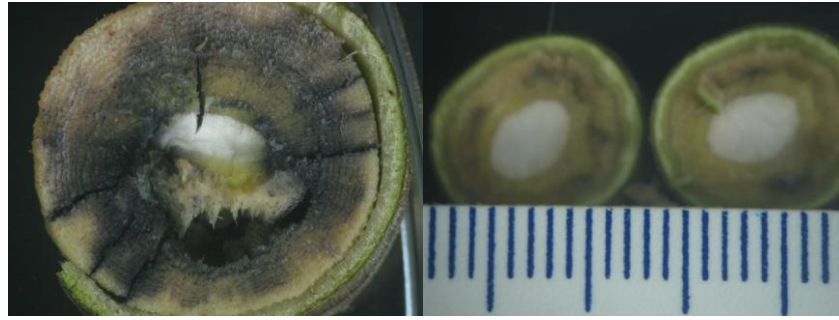
ידוע כי לעצי פרי כושר נשעאה מוגבל של פירות. בחנו האם חוסר יצירת הפרי הסתווי נובע ממגבלת נשיאת פירות. לשם כך יצרנו במטע כפר שמואל עצים בעלי כושר נשיאת פרי סתווי שונה. יצרנו עצים בעלי 30 ו 60 ו 100 ענפי פרי ובחנו את התמיינות הפקעים החייקים בענפי הצימוח השונים. טבלה מס' 2 מסכמת את תוצאות הניסוי. מצאנו כי בעומס של 30 ענפים אחוז הפירות שהתפתחות על הענפים היה כ- 85% וכ-4% מהפירות לא חלה התמיינות וגדילה של הפקע הרפרודוקטיבי. הגדלת עומס הענפים ל-60-50 ענפים גרמה לירידה במספר הפירות שהתפתחו על העץ וכן להגדלת הפקעים הלא ממוינים שמספרם עלה לכ-20%. לעומת זאת ההשפעה הגדולה ביותר על התפתחות הפרות והתמיינות לפקריה הייתה כאשר השארנו בעצים כ-100 ענפי יבול סתווי. במצב זה של כ-100 ענפים הייתה ירידה גדולה במספר הפירות שהתפתחות על הענפים כ-45%. ומספר דומה של פירות לא התמיינו כלל ושנראו כפקעים רפרודוקטיביים. כמו כן, עיתוי גדילה הפרי התעכב והתקבלו אזורים בהם לא ניתן היה לזהות את כלל את הפקע הרפרודוקטיבי בחיקי העלים. נראהלפיכך שאחת הסיבות לעצירת גדילה והתפתחות של הפקע הרפרודוקטיבי מקורה בעומס גבוה של פירות.

טבלה מס' 2. השפעת עומס היבול על מהלך התפתחות הפרי בענפי צימוח של התאנה הארגמנית.

100 ענפי צימוח	60 ענפי צימוח	50 ענפי צימוח	30 ענפי צימוח	
4	9	10	14	מספר פירות ממוצע לענף
45	67	70	85	אחוז הפירות מתפתחים לענף
45	19	23	4	אחוז פקעים לא ממוינים

האם עצירת התפתחות הפגה היא בשל מגבלת מוטמעים?

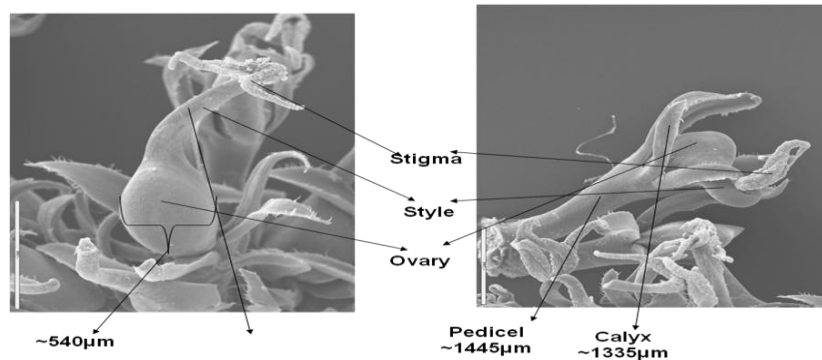
תוצאות העבודה הראו כי תנאי הגידול של עומס ענפים רב גורם לעצירת בהתפתחות הפגות. נראה לפיכך כי כפי שידוע מעצי פרי אחרים גם בתאנה כאשר בונים מכוונים ליצירה של שני גלי פריחה וקטיפים באותה העונה יש מגבלת מוטמעים. ניסוי ראשוני שעשינו בחנו את רמת העמילן בענפי העץ הסתוויים בעצים בעלי רמות יבול שונות. תמונה מס' 8 מראה כי בעצים עם עומס יבול גבוה יש פחות עמילן בענפי העץ. יתכן שניתן יהיה להשתמש בצביעת שכזו לזיהוי פוטנציאל נשואת הפרי הסתווי.



תמונה מס' 8. מדידה איכותית של רמת העמילן בגזע דו שנתי בענפים בעלי עומס גבוה מימין וענפים בעלי עומס נמוך משמאל.

איפיון מורפולוגי והיסטולוגי של מהלך ההתמינות לפריחה בפקעי פריחה שאינם מתפתחים. בהמשך בחנו, באיזה שלב התפתחותי מצויים פקעי הפריחה שעצרו מורפולוגית ולא התפתחו על הענף לפגות. אספנו ענפי פרי שבהם לא התפתחו פגות ובחנו מורפולוגית את התפתחות הפגות. מצאנו כי באותם ענפי פרי שבהם לא היו פגות מפותחות כל הפגות עברו אינדוקציה לפריחה. הכשל ההתפתחותי של הפגות אינו נובעה מהשפעה על האינדוקציה לפריחה.

במספר צמחים במשפחת הורדניים הראו כי עקות השקיה וחום גורמות לעיכוב התפתחותי של אברי הפרח השונים ובהמשך ליצירת מספר לא מאוזן של עמודי עלי. בתאנה התפרחה מצויה במקום מוגן יחסית היא הפגה האופיינית המפתחת את הפרחים הנקביים. בתמונה מספר 9 ניתן לראות תקריב שצולם במיקרוסקופ סורק של פרחים נקביים מפגת התאנה המתפתחת באופן תקין. ניתן לראות את אברי הפרח השונים ואת הגודל כפי שנמדד פרחים. הפרחים נלקחו מפגות בקוטר של 3 ס"מ.

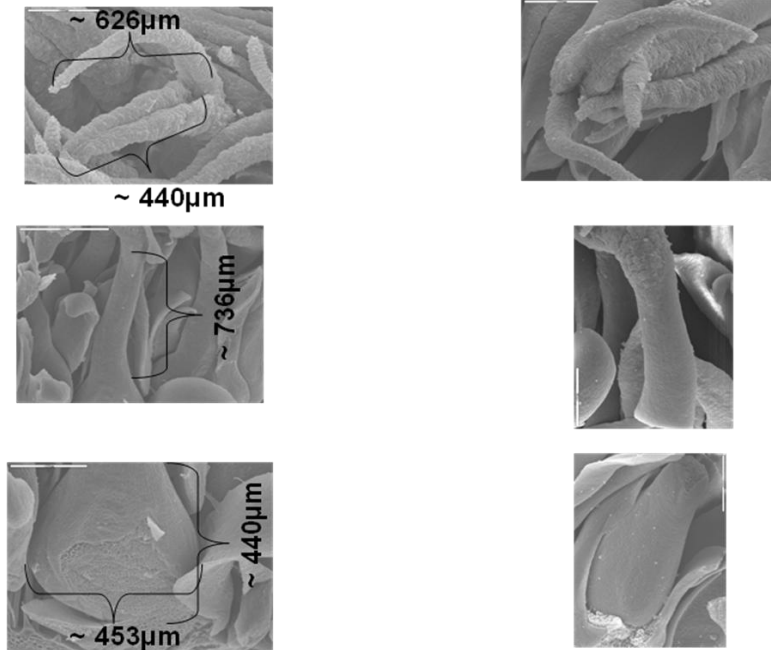


תמונה מס' 9. לראות תקריב שצולם במיקרוסקופ סורק של פרחים נקביים מפגת התאנה המתפתחת באופן תקין.

בתמונה מס' 10, נעשתה השוואה בין פרחים שצולמו מפגות בגדלים שונים בהם ניתן לראות כיצד התפתחו חלקי הפרח השונים שענפים בהם הייתה התפתחות תקינה ובענפים בהם נעצרה התפתחות הפגות. ניתן לראות כי אין הבדל מורפולוגי ניכר לעין בין ההתפתחות התקינה ובין עצירת התפתחות בפגות בני אותו הגודל.

התפתחות תקינה

מצב עקה



תמונה מס' 10. תקריב שצולם במיקרוסקופ סורק של פרחים מפגת התאנה שנאספו מענפי פרי המתפתחים באופן תקין ומענפים שבהם לא התפתחו הפגות.

כדי לבחון פעם נוספת שאכן בפגות המתפתחות ושאינן מתפתחות מצויים פרחי באותו שלב התפתחותי ואין בהם כשל מורפולוגי ביצענו מדידות מקיפות בכ-25 פגות בכל שלב התפתחותי שלהן. טבלה מס' 4 מסכמת את תוצאות המדידות. נראה מהסיכום בטבלה שאכן הגודל של אברי הפרח אינו משתנה בין ענפי פרי שבהם פגות שהפסיקו את התפתחותן וענפי פרי שבהם מתפתחים הפגות.

טבלה מספר 4. סיכום מהלך התפתחות הפרחים הנקביים בפירות קייץ בענפים עם התפתחות פרי תקינה (א) ועומת ענפים בהם לא התפתחו הפגות (ב)

א. התפתחות הפרחים ביבול קיץ

הערות	עלי גביע μm	פרימודית פרח μm	רוחב שחלה μm	אורך שחלה μm	עמוד עלי μm	צלקת, פיצול אורך μm	פרח נקבי Pistil μm	איבר קוטר פגה
	213						345	3mm
	183						200	4mm
	190						530	5mm
			453	440	736	626	1888	8mm
	930		465	750			1865	20mm
	1335		540				1850	26mm

ב. התפתחות הפרחים בפגות בעקה

הערות	עלי גביע μm	פרימודית פרח μm	רוחב שחלה μm	אורך שחלה μm	עמוד עלי μm	צלקת, פיצול ארוך μm	פרח נקבי Pistil μm	איבר קוטר פגה
	-	-	-	-	-	-	-	0.5mm
	-	65 μm	-	-	-	-	-	1mm
נפוחה יותר		60 μm						2mm
	230						317	3mm
	700		294	530	560	587	1500	8mm

נראה כי בהשוואה להתפתחות של פרחים ממשפחת הוורדנים שבהם יש שינויים במבנה הפרח בתאנה התפרחת מצויה במקום מוגן ולכן על אף שהיא אינה מתפתחת הפרחים המצויים בתוכה תקינים מורפולוגית.

בנוסף לתקינות מורפולוגית בחנו גם את ההבט הפונקציונאלי של אותם פגות שהתפתחותן נעצרה. לשם כך סימנו 40 פגות על ענפי פרי שונים ובחנו במהלך 6 חודשים את התפתחות הפגות. הפגות שנעצרו במהלך חודש יולי-אוגוסט לא התפתחו כל אותה עונה. מצאנו כי כ- 60% של פגות אלו עברו את החורף ובמהלך האביב התפתחו ליצירת פרי בכורות. נראה לפיכך כי בתאנה מצוי מנגנון טבעי שפגות המתפתחות בעיתוי שאינו נאות נעצרות ומסוגלות ליצור פרי בכורות בעונה שלאחר מכן. תופעה זאת יכולה להיות מנוצלת על ידי החקלאים במידה ולא יגזמו את אותם ענפי הפרי בחורף ניתן יהיה להפיק ממנו פרי בכורות באביב.

ג. הבנת הבסיס המולקולארי לחוסר התפתחות פגות בענפים.

מהתוצאות שקבלנו בניסוי הפיטוטרון וניסוי עומס היבולים במטע נראה כי אין כשל בתהליך האינדוקציה לפריחה ובהתמיינות הפגות ויצירת הפקע רפרודוקטיבי. למרות זאת חלה עצירת צימוח בפגות. בכדי לפתח סמנים מולקולאריים לקביעת הפסקת התפתחות הפגות בענפים להתחלנו בבידוד של גנים לבקרת פריחה ממשפחת ה-MADS. עצירת הצימוח בפגות היא בשלב שבו חלה יצירת עמוד העלי והשחלה ולכן התחלנו בבידוד של גנים הקשורים לשלבים האחרונים של התפתחות הפרח. תחום עבודה זה לא הסתיים במהלך שלושת שנות המחקר ויש לנו כעת רק נתונים חלקיים על שני גנים לבקרת פריחה בתאנה ומידת הביטוי שלהם במהלך התפתחות הפגה.

עד כה בודדנו על ידי שימוש בפריימרים דגנרטיביים מקטע את של הגן *AGAMOUS* מתאנה. בתמונה מס' 11 ניתן לראות את מידת ההומולוגיה של הרצף המבודד מתאנה עם הרצף בצמח המודל תודרנית לבנה. בנוסף ראינו הומולוגיה גבוהה גם לרצפי *AGAMOUS* מצמחים אחרים ובהם פפיה (לא מוצג).

GCAAACCTATGCCGTACGCTCCCCACATGCTCATTCTCAGGGGCTGATCTTCCA
GCCTCTGGACTGCAACCCCAATTTGCAAATAGGGTTTAATGCTGTAGTATCTG
AGCAGATTACCAGCACAAAGCCATGCTCAACAAGTCAATGGCTTCATTCTGGA
tGGATGCTTTGA

B. BlastX

gb|AAO49380.1| MADS-RIN-like protein [Fragaria x ananassa]
Length=249

```
Query 1 MGRGRVELKRIENKINRQVTFAKRRNGLLKKAYELSVLCDAEVALIIFSNRGKLYEFCSS 180
MGRGRVELKRIENKINRQVTFAKRRNGLLKKAYELS+LCDAEVALIIFSNRGKLYEFCSS
Sbjct 1 MGRGRVELKRIENKINRQVTFAKRRNGLLKKAYELSILCDAEVALIIFSNRGKLYEFCSS 60

Query 181 PSMVNTLERYQKCSYGAEVSKPSKEL-EINYREYLKLGKRFESLQRTQRNLLGEDLGPL 357
SM+ TLERYQKCSYGA+EV KP+KEL E +YREYLKLGK R ESLQ+TQRNLLGEDLGPL
Sbjct 61 SSMLKTLERYQKCSYGAMEVQKPAKELEESSYREYLKLGKTRCESLQQTQRNLLGEDLGPL 120

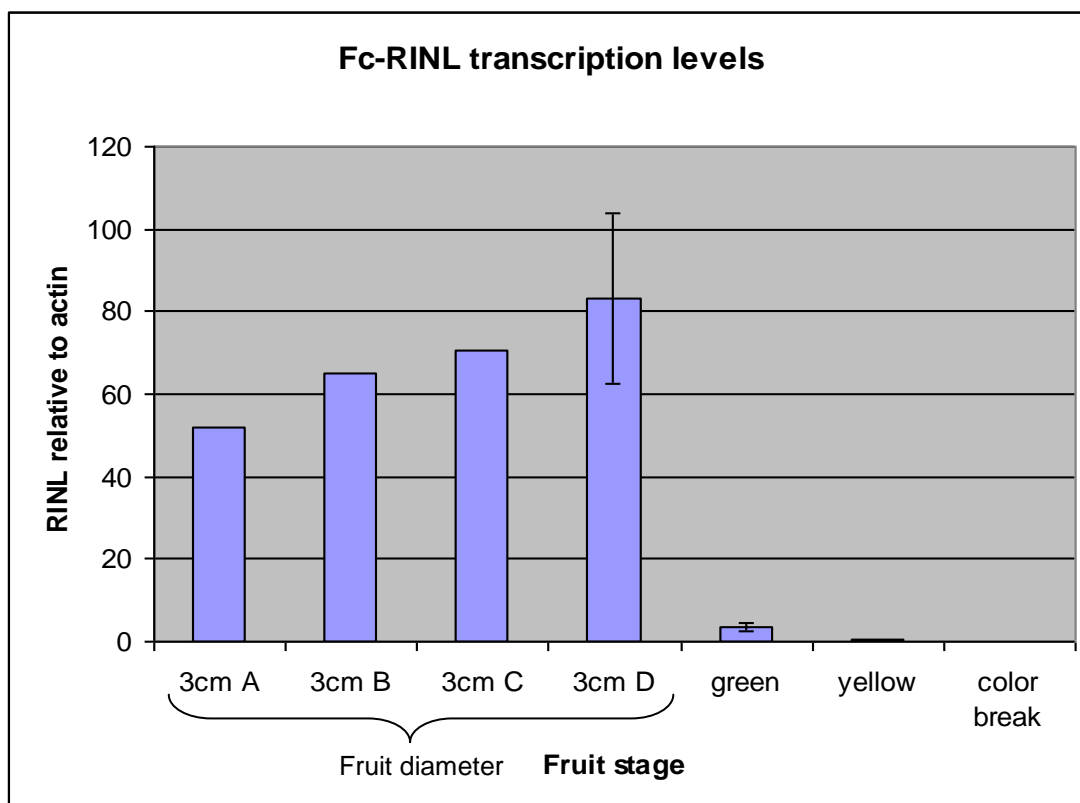
Query 358 STKELEQIERQLESSLKQVRSTKTQYMLDQLADLQSKHEMLIDANRALTLKLDEISSRNN 537
+TKELEQ+ERQLESSLK VRSTKTQ+M+D L+DLQSKHEMLI+ANR L KLDEI SR
Sbjct 121 NTKELEQLERQLESSLKHVRSTKTQHMLDLSLQSKHEMLIEANRDLKTKLDEIDSRTQ 180

Query 538 FRSESWEVGDQDHQQTMPYAPPHAHSQGLIFQLDCNPNLQIGFNAVVSSEQI--TSTSHA 711
R ++WE G DH QTM Y HA +QGL+FQPLDCNP LQIG+NAVVS+++ + +HA
Sbjct 181 LR-QTWEHG-HDH-QTMLYGTQHAQTQGLMFQPLDCNPTLQIGYNAVVSQEMPAATPAHA 237

Query 712 QQVNGFIPGWML 747
Q VNGFIPGWML
Sbjct 238 QPVNGFIPGWML 249
```

תמונה מס' 12. בקר פריחה שבודד במעבדתינו: הרצף המבודד (A), השוואת הרצף ב- (B) BlastX.

בכדי לבחון את השפעת הגן על ההתפתחות ואת יכולותו לשמש סמן לעצירת צימוח בחנו את מהלך הביטוי של הגן במשך התפתחות פגת התאנה. לשם כך הופק RNA מפגות תאנה בשלבי התפתחות שונים ונעשה PCR כמותי עם מקטע ברצף המבודד. תמונה מס' 13, ניתן לזהות כי הביטוי של הגן הוא בשלבים האחרונים של התפתחות הפרי הגן מתבטא בשלב הגידול השני של הפגה ורמתו יורד לפני תחילת תהליך ההבשלה.



תמונה מס' 13. ביטוי הגן Fc-RINL ב-PCR כמותי.

הכוונתנו לבחון האם הגן המבודד שעולה במהלך השלבים האחרונים של התפתחות הפגה יוכל לשמש כסמן להתפתחות או עצירת התפתחות של פגה.

4. מסקנות והשלכות על המשך ביצוע המחקר

נראה כי בזן התאנה הארגמנית קבלת שני יבולים בשנה יכול קיצי וסתוי/חורפי ניתנת לויסות על ידי גיזומים של ענפי הצימוח. מצאנו כי ההתמינות לפריחה חלה עוד בפקע הטרמינאלי. מעקב אחרי הצימוח האקטיבי של הפקע הטרמינאלי יכול לשמש לחקלאי מדד להתפתחות וגדילה של ענפי הצימוח. עצירת צימוח נגרמת כתוצאה מחשיפה לעקות ולקראת התרדמה החורפית. בעיתוי עצירת הצימוח חפים בפקע הטרמינאלי שנים את צבעם ומאופיינים בהתפתחות חפים כהים. במהלך הגידול הקיצי בישראל, עקת חום תעכב את הצימוח ובהכרח גם את יצירת הפקעים הרפרודוקטיביים. לכן, יש לכוון את עיתוי הגיזום לתקופה שתאפשר צימוח מיטבי של ענפי העץ נושאי הפרי. נראה כי במהלך תקופת הצימוח הקיצי רמת חומרי התשמורת בעץ תשפיעה על הצמיחה ומהלך ההתמינות. וכן, מומלץ לגזום במהלך האביב המאוחר לפני חשיפה לטמפרטורות גבוהות.

5. המשך ביצוע המחקר

ככוונתנו לבחון את הקשר בין מגבלת המוטמעים ותהליך עצירת התפתחות הפגה. כמו כן נמשיך ונבחן את מהלך ביטוי הגן Fc-RINL והיכולת להשתמש בו כסמן לעקת בהתפתחות הפגות.

6. פרסומים מדעיים

עד כה לא פוסמו פרסומים מדעיים. אך הוחל בהפצת המידע, בהרצאות מגדלי תאנים בפורום שולחן תאנה.

7. סיכום

מטרות המחקר. מטרת המחקר. לפתח ממשק מתאים לקבלת פרי סתווי בזן התאנה הארגמנית. בשנות המחקר נבחנו את היפותיזות הבאות א. אין התמיינות לפקעי פריחה בחיקי הענפים הסתויים. ב. יש התמיינות לפריחה אולם הפקעים הנוצרים רדומים, וייצרו פרי בכורות בעונה העוקבת. ג. יש התמיינות לפריחה והפקעים הנוצרים נושרים בשל תנאי סביבה לא מתאימים.

עיקרי הניסויים והתוצאות.

שיטות העבודה. ביצעו מחקר היסטולוגי ומורפולוגי לבחינת התפתחות הרפרודוקטיבית. לבחון שיטות הורטיקולטוריות לשיפור הפוריות וקבלת פרי הסתוי.

תוצאות עיקריות: בראשית המחקר ביצענו מחקר היסטולוגי ומורפולוגי שבו למדנו את מהלך התפתחות הפקע הרפרודוקטיבי בענפי הגידול הסתויים של התאנה, ובמהלך התרדמה החורפית. מצאנו כי קודקוד הצמיחה בתאנה מכיל עלים שבחיקם מצויים הפקעים הרפרודוקטיביים. ההתמיינות של הפקעים הללו חלה בתוך קודקוד הצמיחה. בהמשך בניסוי פיסטורון מבוקר בחנו את השפעת חשיפה לטמפרטורות גבוהות ומצאנו ראינו כי בטמפרטורות של 28 ו-35 מ"צ לא נעצרה ההתפתחות של פגות בענף הסתוי. ניסויי הפיסטורון שלל את ההשפעה של הטמפרטורה ולכן בחנו את השפעת עומס היבול על הפסקה בהתמיינות הפגות ואכן מצאנו כי הגדלה של מספר ענפי הצימוח על העץ גורם לירידה בהתמיינות הפגות. הראנו כי רמת העמילן בעומס ענפים גדול נמוכה יותר ולכן נראה שיש שיש מגבלת מוטמעים בענפי הצימוח הסתוי. בחנו את השינויים המורפולוגיים שחלים בפגות שגידולם נעצר ומצאנו כי אין שינויים מורפולוגיים ניכר בין פגות שגדלו התנאי עקה לפגות רגילות. מצאנו כי בזן התאנה הארגמנית מצוי התפתחות הפגות נעצרת וחלק מסויים מפגות אלו מתפתחות באיבוי לאחר התרדמה ויוצרות פרי בכורות. עוד הראינו כי ניתן להגביל את מספר פירות הגדלים על העץ האמצעות גיזום והאופן כזה להמחית במידה ניכרת את מספר הפגות שלא מתמיינות ליצירת פירות. נראה כי בהשפעת גיזומים שיווסתו את מספר ענפי הצימוח ניתן לשלוט בהתפתחות הפקע הרפרודוקטיבי. לבסוף התחלנו באיפיון מולקולארי של גנים בבקרת הפריחה בתאנה בכדי למצוא סמנים להפסקת התפתחות הפגות.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.

נראה כי בזן התאנה הארגמנית קבלת שני יכולים בשנה יכול קיצי וסתוי/חורפי ניתנת לויסות על ידי גיזומים של ענפי הצימוח. מצאנו כי ההתמיינות לפריחה חלה עוד בפקע הטרמינאלי. מעקב אחרי הצימוח האקטיבי של הפקע הטרמינאלי יכול לשמש לחקלאי מדד להתפתחות וגדילה של ענפי הצימוח. עיצרת צימוח נגרמת כתוצאה מחשיפה לעקות ולקראת התרדמה החורפית. בעיתוי עיצרת הצימוח חפים בפקע הטרמינאלי שנים את צבעם ומאופיינים בהתפתחות חפים כהים. במהלך הגידול הקיצי בישראל, עקת חום תעכב את הצימוח ובהכרח גם את יצירת הפקעים הרפרודוקטיביים. לכן, יש לכוון את עיתוי הגיזום לתקופה שתאפשר צימוח מיטבי של ענפי

העץ נושאי הפרי. נראה כי במהלך תקופת הצימוח הקיצי רמת חומרי התשמורת בעץ תשפיעה על הצמיחה ומהלך ההתמיינות. וכן, מומלץ לגזום במהלך האביב המאוחר לפני השיפה לטמפרטורות גבוהות.

המשך ביצוע המחקר. בכוונתנו לבחון את הקשר בין מגבלת המוטמעים ותהליך עצירת התפתחות הפגה באמצעות ניסוי עציצים. כמו כן נמשיך ונבחן את מהלך ביטוי הגן Fc-RINL והיכולת להשתמש בו כסמן לעקת התפתחות פגות.

הבעיות שנתרו לפתרון. להבין את מגבלת המוטמעים ביצירת פגות, לבין את הבסיס המולקולארי התפתחות פרחים נקביים בתאנה הארגמנית .

האם הוחל כבר בהפצת הידע. בהרצאות מגדלי תאנים בפורום שולחן תאנה.

הפצת הידע. אני ממליץ לפרסם את הדו"ח ללא הגבלה.