

1999-2001

תקופת המחקר:

203-0381-01

קוד מחקר:

Subject: INFLUENCE OF TEMPERATURES ON BUD BREAK AND THE DEVELOPMENT OF APPLE FLOWERS

Principal investigator: MOSHE FLAISHMAN

Cooperative investigator:

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O.)

שם המחקר: השפעות גורמי אקלים על חיוניות הפרח בתפוח

חוקר ראשי: משה פליישמן

חוקרים שותפים:

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

תקציר

במסגרת עבודה זו נחקר במהלך שלושת עונות גידול (1999-2001) הקשר בין האקלים החם המאפיין את אזורי גידול הנשירים בצפון הארץ לבין התפתחות וחיוניות הפקעים הגוטיביים והפרודוקטיביים בעצי פרי נשירים. התפתחות וחיוניות הפקעים נבחנה בתנאים מבוקרים במתקן קירור והמרצה שנבנה בחוות פיכמן בצפון הגולן ובמטעי התפוח בצפון. בתצפיות שקיימו במטעי הצפון מצאנו שטמפרטורות חמות בקיץ ובסתו והעדר מנות צינון אינם פוגעים בהתעוררות הפקעים הפרודוקטיביים. באזורי הגידול החמים ביותר, במטעי עמק החולה, שנחשפו למעט שעות צינון בחורף, התקבלו בזן זהוב, תפרחות עם פרחים קטנים, אך לא ראינו ביטוי פונקציונאלי שלילי בחיוניות פרחים אלו. שינויים בגודל הפרחים מצאנו גם בזן זהוב שגדל בחוות מתתיהו לאחר שנת און. נראה כי פרחים קטנים מתקבלים בהשפעת עומס יכול גבוה וכתוצאה ממחסור ביחידות צינון. במסגרת המחקר הנוכחי לא מצאנו כשל בחיוניות הפרחים הקטנים, בכוונתנו להעמיק ולבחון סוגיה זו במחקרי המשך בעתיד.

בתצפיות במטעי הצפון מצאנו כי העדר מנות צינון גורמת לרמת התעוררות נמוכה בפקעים הגוטיביים בשני זני התפוח זהוב וטופרד. מצאנו הקבלה בין מכסות המינון לרמת ההתעוררות של הפקעים הגוטיביים. והראינו שככל שעולים בגובה במטעים רמת ההתעוררות של הפקעים הגוטיביים משתפרת. דרישות הצינון בתפוח מהזן זהוב נבחנו בתנאים מבוקרים במערכת שנבנתה בחוות פיכמן. נמצא כי לשם הערת פקעים וגוטיביים בתפוח מהזן זהוב יש צורך במנות צינון גבוהות מהצפוי. יש צורך בחשיפה ל- 2100 שעות קור לשם התעוררות של כ- 80% פקעים וגוטיביים. המסקנה האופרטיבית של תוצאה זו היא, שבתנאי האקלים במרבית אזורי גידול התפוח בארץ, אין מספיק מנות קור ויש צורך לרסס את העצים בחומרים שוברי תרדמה לשם הערה מיטבית של הפקעים. מערכת בקרת מנות המינון שנבנתה בצפון שמשה גם לקביעת מנות הצינון של מספר זני ידועים באפרסק ונקטרינה. תוצאות המחקר משמשות בסיס לביצוע שלושה מחקרי המשך בתחומים הבאים:

א. בניית מודל תרדמה של פקעים וגוטיביים בתפוח.

ב. השפעת חומרים שוברי תרדמה בתפוח על התעוררות וחיוניות הפרחים.

ג. בחינת השפעת השרבים האביביים על חלוקות התאים בפר, גודל הפר ויבולי התפוח.

א. נושא המחקר: השפעת גורמי אקלים על התעוררות וחיוניות הפרח בתפוח

Influence of temperature on bud break and the development of apple inflorescence

מספר אינדקס: 203-0381-01

החוקרים:

משה פליישמן* - המכון למטעים מינהל המחקר החקלאי, בית דגן 5025

אמנון ארז - המכון למטעים, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן 50250.

עמוס נאור-המכון לחקר הגולן, קצרין 12900.

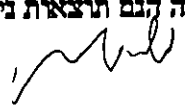
רפי שטרן-מיגל, מנפ צפון, ראש פינה 90000.

vhmoshea@agri.gov.il e-mail:*

מוגש למדען ראשי משרד החקלאות, ולמועצת הפירות

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר



ב. תקציר

במסגרת עבודה זו נחקר במהלך שלושת עונות גידול (1999-2001) הקשר בין האקלים החם המאפיין את אזורי גידול הנשירים בצפון הארץ לבין התפתחות וחיוניות הפקעים הוגטיביים והפרודוקטיביים בעצי פרי ונשירים. התפתחות וחיוניות הפקעים נבחנה בתנאים מבוקרים במתקן קירור והמרצה שנבנה בחוות פייכמן בצפון הגולן ובמטעי התפוח בצפון.

בתצפיות שקיימנו במטעי הצפון מצאנו שטמפרטורות חמות בקיץ ובסתו והעדר מנות צינור אינם פוגעים בהתעוררות הפקעים הפרודוקטיביים. באזורי הגידול החמים ביותר, במטעי עמק החולה, שנחשפו למעט לשעות צינור בחורף, התקבלו בון זהוב, תפרחות עם פרחים קטנים, אך לא ראינו ביטוי פונקציונאלי שלילי בחיוניות פרחים אלו. שינויים בגודל הפרחים מצאנו גם בון זהוב שגדל בחוות מתתיהו לאחר שנת און. נראה כי פרחים קטנים מתקבלים השפעת עומס יכול גבוה וכתוצאה ממחסור ביחידות צינור. במסגרת המחקר הנוכחי לא מצאנו כשל בחיוניות הפרחים הקטנים, בכוונתנו להעמיק ולבחון סוגיה זו במחקרי המשך בעתיד.

בתצפיות במטעי הצפון מצאנו כי העדר מנות צינור גורמת לרמת התעוררות נמוכה בפקעים הוגטיביים בשני זני התפוח זהוב וטופרד. מצאנו הקבלה בין מכסות המינון לרמת התעוררות של הפקעים הוגטיביים. והראינו שככל שעולים בגובה במטעים רמת התעוררות של הפקעים הוגטיביים משתפרת. דרישות הצינור בתפוח מהון זהוב נבחנו בתנאים מבוקרים במערכת שנבנתה בחוות פייכמן. נמצא כי לשם הערת פקעים וגטיביים בתפוח מהון זהוב יש צורך במנות צינור גבוהות מהצפוי. יש צורך בחשיפה ל- 2100 שעות קור לשם התעוררות של כ- 80% פקעים וגטיביים. המסקנה האופרטיבית של תוצאה זו היא, שבתנאי האקלים במרבית אזורי גידול התפוח בארץ, אין מספיק מנות קור ויש צורך לרסס את העצים בחומרים שוברי תרדמה לשם הערה מיטבית של הפקעים. מערכת בקרת מנות המינון שנבנתה

בצפון שמשו גם לקביעת מנות הצינון של מספר זני ידועים באפרסק ונקטרינה. תוצאות המחקר משמשים בסיס לביצוע שלושה מחקרי המשך בתחומים הבאים:

- א. בניית מודל תרדמה של פקעים וגטטיביים בתפוח.
- ב. השפעת חומרים שוברי תרדמה בתפוח על התעוררות וחיוניות הפרחים.
- ג. בחינת השפעת השרבים האביביים על חלוקות התאים בפרי, גודל הפר ויבולי התפוח.

פרסומים:

1. הרצאה למסגרת כנס מגדלי נשירים בנושא: הקשר בין האקלים ויבול התפוח בישראל, או המיתוס על חיוניות מנות הצינון בתפוח. הכנס אורגן על ידי שלומי כפיר ממו"פ צפון, ינואר 2000, ראש-פינה.
2. הרצאה למסגרת כנס מגדלי נשירים בנושא: פיתוח מודל התעוררות בתפוח. הכנס אורגן על ידי שלומי כפיר ממו"פ צפון, ינואר 2001, ראש-פינה.

3. Amos Naor, Moshe Flaishman, Raffi Stern, Aharon Moshe, Amnon Erez (2002).
The contribution of different temperatures to chilling requirement in dormant

ג. מברא

מרבית זני התפוח המסחריים בישראל מותאמים לגידול בארצות ממוזגות שישראל מהווה את גבול תפוצתם הדרומי. טמפרטורות הגידול של התפוח בארצות אלו נמוכות ב 5-15 מעלות מטמפרטורות הגידול בארץ. היבול הנמוך בעצי התפוח בארץ קשור בחלקו להתאמתם החלקית לתנאי האקלים בישראל. תנאי הגידול בארץ מאופיינים: א. במחסור במכסות צינון להשלמת התרדמה. ב. שרבים בסתו ובאביב. ג. התחממות כללית ועליה בטמפרטורת הקיץ. מכאן, שזני התפוח, כמו מינים נשירים אחרים, חשופים לטמפרטורות חמות באביב, בקיץ ובסתו ולהעדר מנות צינון בחורף. בשל כך, יש לעיתים קשׁיים בהתעוררות העצים ובמספר זנים מוצאים לעיתים קרובות, שינויים במבנה הפרח. זני הדלישאס הזהוב והאדום הם הזנים המסחריים העיקריים בארץ. שני זנים אלו הם בעלי דרישות קור גבוהות בהשוואה לשאר הזנים הגדלים בארץ. בגלל מוצאם של זנים אלו באזורים ממוזגים, קיימת כיום רק אינפורמציה מועטה לגבי רגישות זנים אלו לחום.

אזורי הגידול השונים של התפוח בארץ מהווים מעבדה טבעית המאפשרת לבחון את השפעת האקלים החם על התפתחות התפוח. אנו מגדלים את אותם זני תפוח בתנאי שטח שבהם מתקיימת שונות אקלימית ניכרת. לדוגמא, התנאים האקלימיים המאפיינים את שטחי גידול תפוח בעמק החולה לעומת אלה שמתקיימים בהרי הגליל העליון והתחתון והגולן הדרומי והצפוני. בחינת התפתחות העצים במעבדה טבעית זו מאפשרת לענות על שאלות הקשורות להשפעת האקלים על התפתחות הפקע הוגטטיבי והפרודוקטיבי של התפוח. יחד עם זאת כדי לבחון את השפעות האקלים על התפתחות הפקעים ניתן לגדל עצים בתנאים המבוקרים ולהשוות את התוצאות המתקבלות בשתי המערכות.

מטרות העבודה

א. בחינת הקשר שבין תנאי האקלים וההתפתחות מבנית ופונקציונאלית של הפקעים המעורבים, הכוללים בתוכם תפרחת ועלים, והפקעים הוגטיביים במטעים בעמק החולה בהרי הגליל העליון והגולן בזנים זהוב וטופרד.

ב. פיתוח מודל אקלימי לחיזוי השלמת תרדמה בתפוח בתנאי האקלים בישראל.

ג. פיתוח מערכת לבחינת דרישות הצינון של זני נקטרינה/אפרסק.

ד. פירוט הניסויים והתוצאות

א. בחינת הקשר שבין תנאי האקלים וההתפתחות מבנית ופונקציונאלית של פקעי הפריחה והפקעים הוגטיביים במטעים בעמק החולה בהרי הגליל העליון והגולן בזנים זהוב וטופרד.

לבחינת התפתחות ופונקציונאליות של פקעי הפריחה בתנאי הגידול הטבעיים, בחרנו מטעים הממוקמים בגבהים שונים ונחשפים לכן לתנאי אקלים שונים. בשנים האחרונות, נעקרו מרבית מטעי התפוח מעמק החולה ולכן דגש הניסוי היה במטעים הממוקמים בגובה 400 מ' (אזור יפתח), גובה 700 מ' (אזור חוות מתתיהו) וגובה 1000 מ' (חוות פיכמן).

טבלה 1 מסכמת את הנתונים האקלימיים בעונות 1999 ו-2000. בקיץ ובסתו נמנו מספר הימים החמים שאליהם נחשפו העצים. ימים חמים הוגדר כבעלי טמפרטורת מקסימום של 32 מעלות ומעלה. בשתי בעונות הניסוי נחשפו מטעי עמק החולה, אבני איתן ויפתח בגובה של 400 מ' מעל פני הים לטמפרטורות חמות בכל מהלך חודש אוגוסט ובמרבית הימים בספטמבר ואוקטובר. באזור חוות מתתיהו ובחוות פיכמן בגליל העליון וצפון הגולן מתקבלת תמונה אקלימית שונה. שם שרר מזג אויר מתון וכמעט שלא היו ימי שרב. כמות מכסות הצינון על פי המודל הדינמי במטעי הניסוי מסוכמת בטבלה מס' 1. מכסות הצינון שנצברו החורף בעמק החולה באבני איתן היו נמוכות ביותר מ-20% מאלו של חוות מתתיהו פיכמן.

טבלה מס' 1. נתוני האקלים במהלך שתי עונות הניסוי

1. מספר ימי השרב במהלך חודשי הקיץ והסתו ב- 1998 ו-1999.

שנות התצפית	99 98		99 98		99 98		99 98	
	מיקום המטע	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	סך	99 98	99 98
ח. מטעים	30 30	30 24	30 18	11 4	101 76	סך	99 98	99 98
אבני איתן	30 30	17 22	2 8	0 0	49 60	סך	99 98	99 98
ח. מתתיהו	0 5	3 4	0 0	0 0	3 9	סך	99 98	99 98
פיכמן	0	2	0	0	2	סך	99 98	99 98

2. צבירת מכסות צינון, המודל הדינמי, באתרי הגידול השונים, בעונות 1999 ו-2000.

שנות התצפית	99	98 99	99 00	99 00
נוב'		דצמבר	ינואר	פברואר מרץ
ח. מטעים	0 7	13 20	49 28	61 32
אבני איתן	0 12	12 31	52 46	68 57
ח. מתתיהו	1 18	19 40	64 59	85 77
פיכמן	8	32	54	

התפתחות פקעי הפריחה

בחנו את התפתחות פקעי הפריחה על רקע נתוני האקלים בעונות 1999 ו-2000. החל מחודש פברואר נאספו אחת לשבועיים כ-20 פקעי פריחה מכל מטעי הניסוי ונבחנו המבנה המורפולוגי שלהם. הגדלות הפקעים ותמונה מס' 1 מסכמים את השינויים המבניים שנצפו. ככלל, נראו בשני הזנים שינויים מבניים. המבנה הרגיל של התפרחת בתפוח מכיל עד 8 פרחים ובפקע הסגור ניתן בבירור להבחין בפרח המרכזי ובפרחים הצדדיים (ראה הגדלות פקעים אופייניים במיקרוסקופ אלקטרוני). בחלק מהתפרחות השנה לא התפתחו כלל פרחים צדדיים ונשאר רק פרח מרכזי ובאחרות נוצרו פחות פרחים צדדיים (ראה הגדלות פקעים). במקרים אחרים נראה כי לא התפתחו פרחים ובמקומם התפתחו פקעים וגטטיביים (ראה הגדלות פקעים). תופעה זו נצפתה בכל מטעי הניסוי, בזהוב אחוז התפרחות התקינות היה: 30% בחוות המטעים, 55% בפיכמן, ובטופרד 40% ביפתח עד 55% בחוות מתתיהו (ציור 1).

תמונה מס' 2 מסכמת את גודל הפרח המרכזי "flower king" כפי שנצפה ב-20 פקעים מהלך החודשים פברואר-מרץ. בסוף פברואר אין הבדל בגודל הפרחים. במחצית השניה של מרץ מבחינים במטעים בתחילת הגדילה של הפרח. קצב ההתפתחות של הפרחים בחוות פיכמן ומתתיהו היה מהיר יותר מאלו שביפתח ובחוות המטעים.

בכל עונות בניסוי ובכל המטעים, שיא פריחה חל בתקופה שבין 7-17 באפריל חוץ פרט לזן טופרד במטעי ראש פינה שפרח כבר בתחילת אפריל. בכל המטעים התקבלו אחוזי פריחה גבוהים (של יותר מ-85%). נראה שגם מכסות צינון נמוכות מספיקה להתעוררות פקעי הפריחה. צפוי מהתצפיות המיקרוסקופיות זיהינו תפרחות עם פרח בודד במטעי הניסוי. כמו כן, במטעים מצאנו שינויים בגודל הפרחים. מצאנו פרחים קטנים (ראה תמונה מס') מהרגיל, במטעי עמק החולה שצברו מס' נמוך של מכסות צינון אבל גם ראינו פרחים קטנים בחוות מתתיהו בזן זהוב. בחנו את חיוניות הפרחים בכל מטעי הניסוי. בכל מטע סומנו ב-10 עצים 10 ענפים לעץ ובכל ענף 10 תפרחות. אחוז החנטה נקבע על ידי ספירת מספר החנטים שהתקבל כ-4 שבועות לאחר שיא הפריחה. נמצא כי בזן טופרד התקבל אחוז חנטה גבוה מזה שבוזהוב.

טבלה מס' 2. אחוזי החבשה בזני התפרד.

הזן	שנת 1998-1999		שנת 1999-2000	
	טופרד	זהוב	טופרד	זהוב
ח. מטעים	—	20	—	—
ראש פינה	6	—	—	—
יפתח	—	—	10.3	8.0
ח. מתתיהו	15	15.8	14.7	10.2
מלכיה	25		9.6	
מנרה	20		10.4	
פיכמן	23	22.2	17.0	8.0

תמונות מס' 1 ו-2 מסכמות את מבנה הפרחים כפי שניצפו בשנים השונות. ניתן לראות הן את הפרחים הקטנים שהתקבלו במטעי החולה ומתתיהו והן את הפגמים שנתגלו במבנה התפרחות. באיור מס' 3 מסוכמים הפגמים בפרחים כפי שנצפו בזנים זהוב וטופרד באתרי הגידול השונים.

תמונה מס' 1:

**פקעי תפוח אופייניים בזנים טופרד
וזהוב - חורף 2000-1999**



פקע וגטטיבי



פקע פריחה תקין



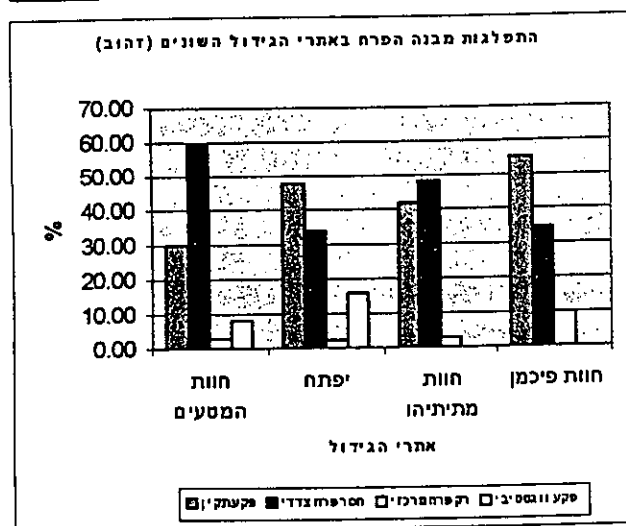
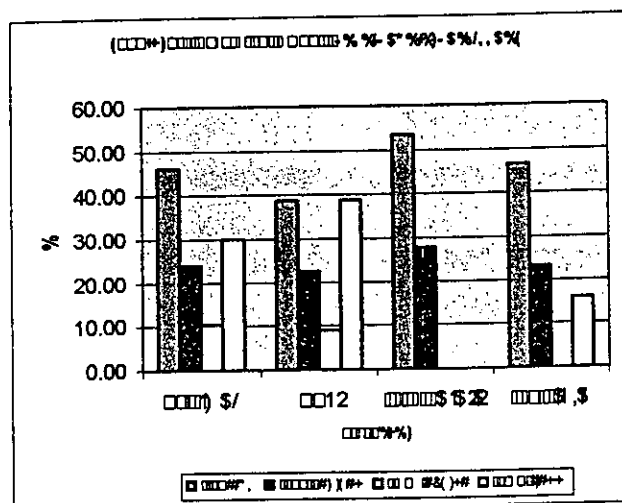
פקע פריחה לא תקין -
מכיל רק פרח מרכזי



פקע פריחה לא תקין -
חסר פרח צדדי



איור מס' 3 התפלגות מבנה הפרח באתרי הגידול השונים (טופר וזהוב)



התוצאות שהתקבלו במטעים השונים מראים כי הפגמים לא היו תלויים רק באקלים כיוון שהם התקבלו בתנאי אקלים שונים. לפיכך, בחנו את הקשר שבין קבלת פרחים קטנים לעומס היבול. במהלך עונת 2001, נאספו פקעים בזנים זהוב וטופרד ממטעים לאחר יבולים גבוהים ונמוכים. מצאנו כי בון זהוב התקבלו לאחר שנת שפע 50% פרחים תקינים 40% פרחים עם תפרחות לא תקינות (ראה תמונה מס' 1) ו-10% פקעים וגטטיביים במקום פקע פריחה. בון זהוב לאחר שנת יבולים נמוכים התקבלה תמונה דומה כ-60% היו פרחים תקינים ו-40% פרחים לא תקינים ללא הופעת פקעים וגטטיביים. בון טופרד לעומת זאת לאחר שנת שפע התקבלו רק 20% פקעים תקינים וב-80% מהדורבנות התפתחות פקעים וגטטיביים, לעומת ממוצע של 80% פקעי פריחה תקינים ו-20% פקעים לא תקינים שהתקבלו לאחר שנת יבולים נמוכים.

התערורות הפקעים הגטטיביים

על רקע מכסות הצינון שהתקבלו בעונות 1999 ו-2000 בחנו את אחוז ההתערורות של הפקעים הגטטיביים (טבלה מס' 3). כצפוי, רמת ההתערורות בון זהוב, שלו דרישות קור גבוהות, היתה נמוכה בהשוואה לטופרד. מטעים בעמק החולה ובגובה של 400 מ' בראש פינה ויפתח צברו פחות מכסות צינון ממטעי ההר והתקבלה רמת ההתערורות נמוכה בהשוואה למטעי ההר הן בזהוב והן בטופרד. ההתערורות הנמוכה של הפקעים הגטטיביים במטעי העמק משפיעה על היכולת הפוטוסינתטית של העץ, ויכולתו ליצר סוכרים בכמות שתספק את כלל החגטים המתפתחים על עצי המטע. נראה שהכשל בהתערורות הפקעים הגטטיביים באזורי הגידול הנמוכים של התפוח ובהמשך הירידה ביכולת הפוטוסינתטית של העץ היא אחד הגורמים החשובים לירידה באיכות הפרי במטעי העמק.

טבלה מס' 3. התערורות פקעים וגטטיביים בתפוח.

עונת 1999-2000		עונת 1998-1999		
זהוב	טופרד	זהוב	טופרד	
10	41	9	35	ראש פינה
4	—	3	—	חוות המטעים
15	36	14	40	יפתח
75	80	75	79	חוות מתתיהו
—	—	75	60	פיכמן

רמות היבול

טבלה מס' 4 מסכמת את רמת היבול שהתקבלה במטעי הניסוי. בשני הזנים התקבלה רמת יבול גבוהה מהממוצע הרב שנתי. רמת יבול זו התקבלה על אף הדילול המסיבי של הפרי שנעשה בכל המטעים בכדי להבטיח קבלת פרי גדול ואיכותי. בכל הקשור לאחוז החנטה והיבול מטעי הניסוי מהווים תמונה נאמנה לרב שטחי התפוח בארץ.

טבלה מס' 4. רמות היבול (טון/דונם) של זני התפוח טופרד וזהוב.

הזן	שנת 1998-1999		שנת 1999-2000	
	טופרד	זהוב	טופרד	זהוב
ח. מטעים	—	4	—	—
ראש פינה	1	—	—	—
יפתח	—	—	—	—
ח. מתתיהו	5	6	7.2	11.0
מגרה			4.0	
מלכיה			1.4	
ח. פיכמן	6.5	6.5	5.5	4.1

סיכום ומסקנות

1. במהלך שלושת שנות הניסוי נצפו השינויים המבניים בפרחים ובתפרחות:
א. שינויים בגודל הפרחים בין תפרחות שונות. לרב הפרחים הקטנים הופיעו במטעי עמק החולה אבל גם באזורי גידול אחרים.
ב. קבלת אחוז ניכר של תפרחות לא נורמאליות בעלות מס' פרחים נמוך ולעיתים יצירת פקע וגטטיבי במקום פקע מעורב.
2. הפגם במבנה הפרחים ותפרחות היה חיצוני ולא לווה בפגיעה פונקציונאלית. פרחים קטנים ותפרחות לא נורמאליות עברו הפריה ויצרו חנטים.
3. הפגמים שנצפו אינם בהכרח ממצב אקלימי כי הם מצוי בכל מטעי הניסוי שנחשפו לתנאים אקלימיים שונים.
4. נמצא התאמה מסוימת בין עומס יכול ליצירת פרחים ותפרחות פגומים. יש להמשיך ולבחון את התופעה בשנים באות.
5. רמות צינון של 60-80 מכסות צינון לפי המודל הדינמי מספיקים להערה של יותר מ-85% מהפקעים המעורבים אבל גורמים להתעוררות נמוכה של הפקעים הוגטטיביים. נראה שיש צורך לפתח לתפוח בתנאי הגידול בארץ מודל חיזוי אקלימי מתאים.

ב. פיתוח מודל אקלימי לחיזוי השלמת תרדמה בתפוח לתנאי האקלים בישראל

- פיתוח מודל אקלימי לחיזוי השלמת תרדמה בתפוח נעשה בתנאים מבוקרים בחוות פיכמן. בשנתיים הראשונות של המחקר חקרנו את הקשרים הפונקציונלים הדרושים להרצת המודל ובהם:
1. התרומה היחסית של טמפרטורות מ-0 ועד 20 מעלות לצבירת מנות צינון;
 2. בחינת יעילות צבירת מנות צינון בצרופי טמפרטורה שונים לאורך מחזור המשתנה מ-24 ועד ל-72 שעות.

במהלך השנתיים הראשונות בדקנו מדדים להגדרת הכניסה לתרדמה שישפיעו על מועד תחילת צבירת מנות הצינון.

החומר הצמחי – נרכשו 500 שתילים חשופי שורש מהזן זהוב על כנת חשבי. השתילים הועברו במהלך אפריל למיכלי 7 ליטר המכילים 70 אחוז טוף ו-30% כבול במהלך אפריל. העצים גודלו בשטח פתוח בחוות אבני איתן עד לסוף אוקטובר. מיד לאחר ההתעוררות נקטמו העצים כ-20 ס"מ מעל ההרכבה ומתחת לחתך התפתחו שלושה ענפים. בסוף העונה היה צימוח של כ-80 ס"מ.

טיפול הקור – בחוות פכמן נבנו עשרה מקררים (2X1.5X1.5). בכל תא הותקן מפזר קור. הקרור נעשה באמצעות שלושה מדחסים (שניים קיררו שלושה תאים ואחד ארבעה תאים). על כל מפזר קור הותקן גוף חימום. בנוסף למאוורר שבמפזר הקור הותקן מאוורר נוסף בדופן התא במחצית הגובה. שני המאווררים שבתאי הקירור פעלו 24 שעות ביממה ליצירת ערבול טוב של האוויר. במרכזי התאים הותקן מד חום אנלוגי (PT100). בקרת הטמפרטורה נעשתה באמצעות בקר של חברת אלדר שחובר למחשב PC. הטמפרטורה נקראה באופן רציף, אחת לעשר דקות. העצים בעציצים הועברו לחוות פכמן והוכנסו למקררים לאחר שהמצע נשטף בתמיסת חיטוי נגד פטריות. בכל תא הוכנסו 36 עצים. בשבעה תאים היתה טמפרטורה אחידה במשך כל היממה (0, 2.5, 5, 7.5, 10.0, 12.5 ו-15.0 מעלות צלסיוס). בנוסף, בשלושה מקררים נבחנה השפעה של טמפרטורה מתחלפת לאורך היממה כאשר בכל התאים היתה טמפרטורה של שש מעלות במשך 16 שעות וטמפרטורות של 14, 17, ו-20 מעלות במשך 8 שעות.

המרצת העצים להתעוררות – העצים מתאי הקרור בהם היתה הטמפרטורה קבועה הוצאו להמרצה לאחר 1500, 1800, 2100 ו-2400 שעות קרור. בכל מחזור הוצאו תשעה עצים מכל מקרר. בזמן ההוצאה הושרו ידנית העלים שעדיין לא נשרו באופן טבעי ובוצע קיטום של החלק העליון של הענפים. העצים הוכנסו לחדר בו היתה טמפרטורה קבועה של 22 מעלות צלסיוס ותאורת פלואורסנט למתן פוטופריודה. התאורה פעלה 16 שעות ביממה. העצים הושקו בטפטוף פעם ביום. העצים הושכבו על צידם בכדי להקטין השפעה הדדית בין הפקעים באמצעות השלטון הקדקדי. במהלך תהליך ההמרצה בוצעה ספירה של הפקעים שהתעוררו לאחר 21 יום כ-32 יום וכ-40 יום מתחילת ההמרצה. נספרו פקעים הנמצאים בחלק העליון של הענף ומשני צידיו. פקעים במצב תחתון לא נספרו על מנת למנוע השפעת שלטון קדקדי.

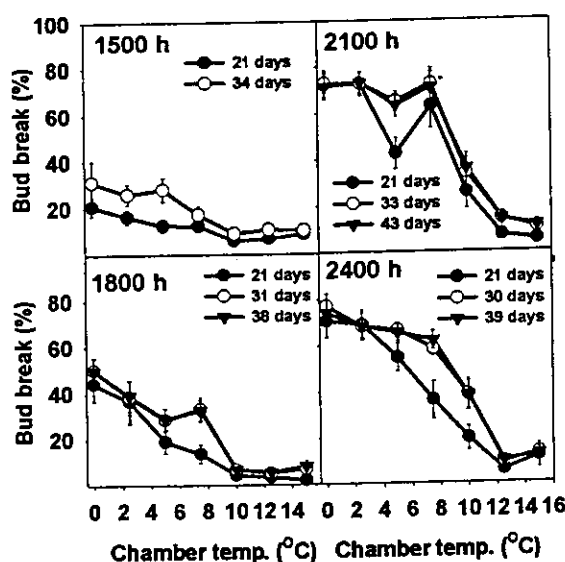
הוצאות

אחוז ההתעוררות של הפקעים הלטרלים עלה עם הירידה בטמפרטורת הקרור (תמונה מס' 4). לא נמצאו הבדלים באחוז ההתעוררות בין 32 יום ל-40 יום לאחר ההמרצה (תמונה מס' 4) דבר המצביע על כך שההתעוררות הושלמה לאחר 32 ימים בהמרצה. בשתי הטמפרטורות הנמוכות ההתעוררות היתה מושלמת כבר לאחר 21 יום בהמרצה למעט בקבוצה אשר הוצאה מקירור לאחר 1500 שעות. אחוז ההתעוררות בטמפרטורת קירור של 0 ו-2.5 מעלות היה דומה לאחר 21 ימי המרצה (תמונה מס' 4). עם עליית טמפרטורת הקירור ירד אחוז ההתעוררות. גם בטמפרטורות גבוהות היתה התעוררות, בין חמישה לעשרה אחוז, בעיקר בחלק העליון של הענף מתחת לקיטום. להערכתנו התעוררות זו קשורה בתגובה לקיטום ועל כן ניתן לאמר שבטמפרטורות קירור של 12.5 ו-15.0 מעלות לא היתה באופן מעשי

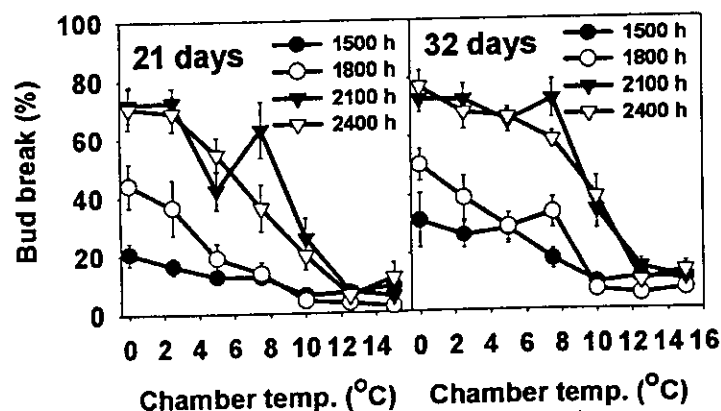
התעוררות. לאחר 1800 שעות קירור התקבל אחוז התעוררות גבוה יותר ב-7.5 מעלות קירור לעומת 5.0 מעלות קירור (תמונה מס' 5), דבר הנראה חריג בהשוואה למגמה המתקבלת בכל שאר המקרים. לא נתקבלה עליה באחוז התעוררות בתוספת שעות קירור מעבר ל-2100 (תמונה מס' 5) דבר המצביע על כך שצבירת הקור להשלמת תרדמה הושלמה ב-2100 שעות קירור.

תמונה מס' 4:

אחוז התעוררות פקעים לטראלים בהשפעת טמפרטורת הקירור לאחר 1500, 1800, 2100 ו-2400 שעות ולאחר 21, 32 ו-40 ימים בהמצה בטמפרטורה של 22 מעלות ואורך יום 16 שעות ו-8 שעות לילה.



תמונה מס' 5: אחוז התעוררות של פקעים לטראלים לאחר 21 יום ו-32 יום בהמצה. בהשפעת טמפרטורת הקירור. העצים הוכנסו להמצה בטמפ' של 22 מעלות ואורך יום 16 שעות לאחר 1500, 1800 ו-2100 שעות.



סיכום ומסקנות

תחום הטמפרטורות בניסוי הקיף את כל טווח ההשפעה מעל ל-0 מעלות אך ברור שחסרים נתונים מתחת ל-0 מעלות להשלמת תרומת הטמפרטורות השונות לצבירה היחסית של מנות צינן. יש מקום לבחון טמפרטורות נמוכות מ-0 מעלות להשלמת השפעת הטמפרטורה על צבירת מנות הצינן. טווח שעות הקירור שנבחן במחקר היה מספיק שכן לא היתה תרומה להמשך קירור מעבר ל 2100 שעות. משך מדידת ההתעוררות בתהליך ההמרצה היה מספיק שכן לא התקבלה עליה באחוז ההתעוררות מעבר ל- 32 ימים בהמרצה. עקום השפעת הטמפרטורה על צבירת מנות צינן שהתקבל במחקר זה שונה מהמקובל לגבי תפוח. במודלים המקובלים יש ירידה בתרומת טמפרטורה לצבירת מנות צינן מתחת ל-6 מעלות וב-0 מעלות אין כלל תרומה לצבירת מנות צינן. הממצא שהתקבל כאן הוא ברור והוא חוזר על עצמו בשנתיים הקודמות למרות שהיו חששות להשפעות אחרות. במשכי הזמן השונים בקירור היו עצים שונים כך שאין מדובר במדידות נמשכות על אותו חומר צמחי. אם כן מדובר בארבע חזרות על המימצא של תרומה גבוהה יותר לצבירת מנות צינן בטמפרטורות נמוכות (תמונה מס' 5) דבר המחזק את הממצא מעבר לספק. עקום התרומה היחסית של טמפרטורה לצבירת מנות צינן שבו השתמשו במודלים בתפוח עד כה נבנה מנתונים מטאורולוגים במטעים מסחריים ולא בתנאים מבוקרים כמו בניסוי הנוכחי. יחד עם זאת בניסוי שלנו מדובר בענפים חד שנתיים שדרישות הצינן שלהם גבוהות מפקעי פרי רב שנתיים. בבדיקת תרומת טמפרטורות שונות לצבירת מנות צינן של זרעי תפוח בתנאים מבוקרים נתקבלה ירידה בתרומת הטמפרטורות מתחת ל-6 מעלות.

ג. בחינת דרישות הצינן של זני נקטרינה/אפרסק

מטרת המחקר: להגדיר את דרישות הצינן של זני גלעיניים ביחס לזני רפרנס שלגביהם יש ודאות לגבי דרישות הצינן.

מידי שנה מיבאים לארץ מספר זני נקטרינה ואפרסק חדשים. במסגרת בחינות ההתאמה של זנים אלו יש צורך לקבועה באופן מהיר אילו אזורים יתאימו לגידול הזנים הללו בארץ. כיום נטועים מספר זני נקטרינות באזור עמק החולה שם הם אינם מקבלים מספיק מנות צינן ולכן מידי שנה מתקבלים הפסדי יכול גבוהים. כיום לאחר שנעשתה הטעות בבחירת אזור הגידול יש צורך בהשקעה משאבים לשם מציאת טיפולים הורטיקולטוריים מתאימים שיהיו פיתרון חלקי לחלקות הנטועות. בכדי להימנע ממצבים אלו בעתיד התחלנו להגדיר את דרישות הצינן של זני רפרנס בגלעיניים מתוך כוונה להשוואת אליהם את ביצועי הזנים המיובאים לארץ. הגדרת דרישות הצינן נעשת במתקן שפותח על ידי דר' עמוס נאור וחובריו בחוות פיתוח המאפשר חשיפתם של עצי פרי למנות צינן מבוקרות והעברתם בהמשך לחדרי המרצה כפי שפורט לגבי התפוח.

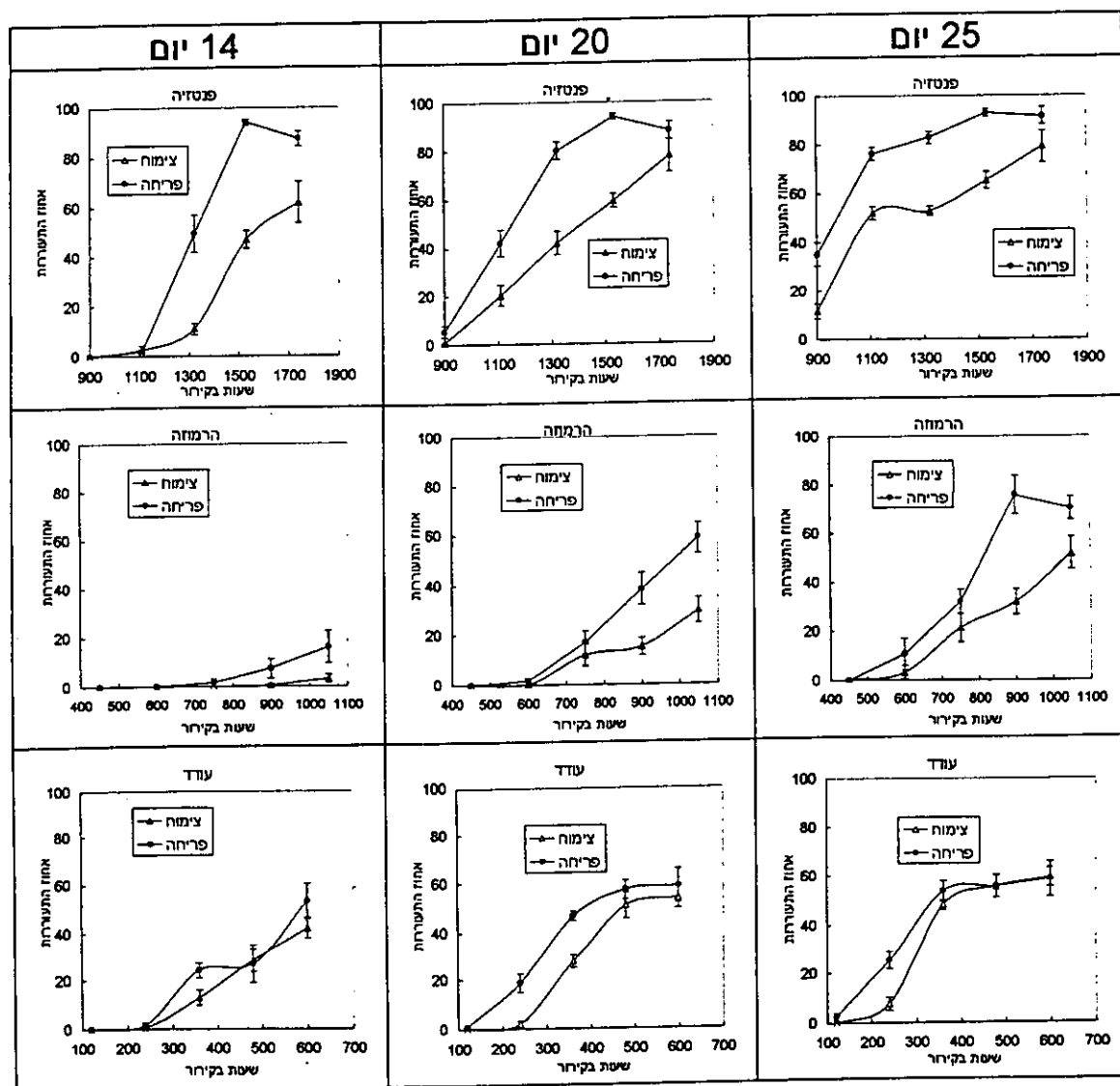
דומרים ושיטות: נבחרו שלושה זנים בעלי דרישות קור נמוכה (עודד), בינוניות (הרמוזה) וגבוהות (פנטזיה). שלושים שתילים מכל זן נשתלו בעציצים באביב וגודלו באבני איתן. לאחר שנוצרו מספר רב של ענפי פרי באורך של כ-30 ס"מ ירדה מנת ההשקיה כך שיעצר הצימוח. במחצית נובמבר הוכנסו

העצים לקרור בטמפרטורה של 6 מעלות. חמש פעמים לאורך תהליך הקרור הועברו עצים להמרצה בחוות פיקמן בחדר בו הטמפרטורה כ-22 מעלות ואורך היום 16 שעות. נבדק אחוז ההתעוררות של פקעי פריחה וצימוח לאחר 14, 20 ו-25 ימי המרצה.

תוצאות: אחוז ההתעוררות של פקעי צימוח ופריחה בכל זן מוצגים באיורים 6 ו-7. ניתן לראות שפקעי פריחה מתעוררים לפני פקעי הצימוח ומגיעים למקסימום התעוררות. פקעי הצימוח לא הגיעו להתעוררות מקסימלית למעט בזן עודד. אחוז התעוררות פקעי הפריחה עלה עם עליית דרישות הצינון של הזן. תמונה דומה התקבלה גם בפקעי הצימוח, אלא שרק בזן עודד הגיעו פקעי הצימוח למקסימום התעוררות. ניתן להשתמש בטכניקה המוצעת להגדרת דרישות הצינון ביחס לזני רפרנס.

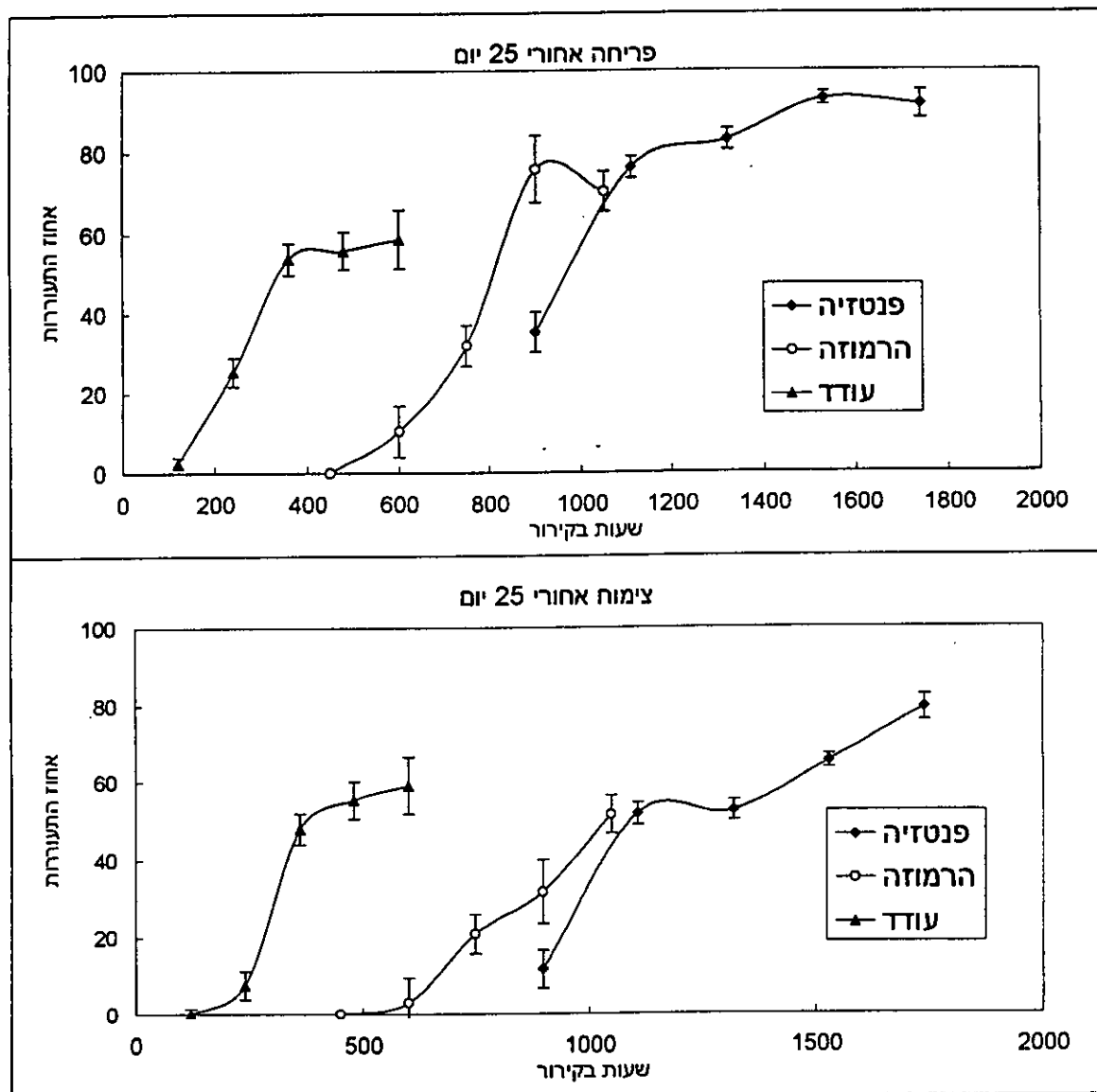
איור מס' 6

אחוז ההתעוררות של פקעי צימוח ופריחה לאחר 14, 20 ו-25 ימי המרצה בזני הרפרנס השונים.



איור מס' 7

אחוז ההתעוררות של פקעי צימוח ופריחה לאחר 25 ימי המרצה בזני הרפרנס השונים.



סיכום ומסקנות

יש מקום להחליף את ההרמוזה בזן הדורש פחות מנות צינור על מנת להרחיב את מרווח דרישות הצינור בין הזן הבינוני לזן הדורש מספר רב של מנות צינור. מומלץ להשתמש בטכניקה זו בתהליך בחינת זנים חדשים.

תוכנית המשך

תוצאות המחקר משמשים בסיס לביצוע שלושה מחקרי המשך בתחומים הבאים:

- א. בניית מודל תרדמה של פקעים וגטטיביים בתפוח.
- ב. השפעת חומרים שוברי תרדמה בתפוח על התעוררות וחיוניות הפרחים.
- ג. בחינת השפעת השרכים האביביים על חלוקות התאים בפרי, גודל הפר ויבולי התפוח.

1. פירוט מיי

1. הרצאה למסגרת כנס מגדלי נשירים בנושא: הקשר בין האקלים ויבול התפוח בישראל, או המיתוס על חיוניות מנות הצינון בתפוח. הכנס אורגן על ידי שלומי כפיר ממו"פ צפון, ינואר 2000, ראש-פינה.

2. הרצאה למסגרת כנס מגדלי נשירים בנושא: פיתוח מודל התעוררות בתפוח. הכנס אורגן על ידי שלומי כפיר ממו"פ צפון, ינואר 2001, ראש-פינה.

3. Amos Naor, Moshe Flaishman, Raffi Stern, Aharon Moshe, Amnon Erez (2002).
The contribution of different temperatures to chilling requirement in dormant vegetative buds in apple. (in preparation)

תודות

תודות למילה שלזינגר ולארז פישר על עזרתם בביצוע החתכים האנטומיים בפקעים. תודות למוטי פרץ, ישראל דורון, יעל גרינבלט, אהרון משה, משה עגיב ולאנשי החוות: במטעים, מתיתיהו ופיכמן על העזרה הטכנית.

המחקר מומן על-ידי המדען הראשי-משרד החקלאות ומועצת הפירות. הניסויים המוקדמים מומנו על ידי שולחן מגדלי התפוח.

סיכום עם שאלות מנחות

1. מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתכנית העבודה

א. בחינת הקשר שבין תנאי האקלים וההתפתחות מבנית ופונקציונלית של הפקעים המעורבים, הכוללים בתוכם תפרחת ועלים, והפקעים הוגטטיביים במטעים בעמק החולה בהרי הגליל העליון והגולן בזנים זהוב וטופרד.

ב. פיתוח מודל אקלימי לחיזוי השלמת תרדמה בתפוח בתנאי האקלים בישראל.

ג. פיתוח מערכת לבחינת דרישות הצינון של זני נקטרינה/אפרסק.

2. עיקרי הביסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

בתצפיות במטעי הצפון מצאנו כי העדר מנות צינון גורמת לרמת התעוררות נמוכה בפקעים הוגטיביים בשני זני התפוח זהוב וטופרד. מצאנו הקבלה בין מכסות המינון לרמת ההתעוררות של הפקעים הוגטיביים. והראינו שככל שעולים בגובה במטעים רמת ההתעוררות של הפקעים הוגטיביים משתפרת. דרישות הצינון בתפוח מהזן זהוב נבחנו כתנאים מבוקרים במערכת שנבנתה בחוות פייכמן. נמצא כי לשם הערת פקעים וגטיביים בתפוח מהזן זהוב יש צורך במנות צינון גבוהות מהצפוי. יש צורך בחשיפה ל- 2100 שעות קור לשם התעוררות של כ- 80% פקעים וגטיביים. המסקנה האופרטיבית של תוצאה זו היא, שבתנאי האקלים במרבית אזורי גידול התפוח בארץ, אין מספיק מנות קור ויש צורך לרסס את העצים בחומרים שוברי תרדמה לשם הערה מיטבית של הפקעים. מערכת בקרת מנות המינון שנבנתה בצפון שמשה גם לקביעת מנות הצינון של מספר זני ידועים באפרסק ונקטרינה.

3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר המשכו

1. ההבדלים במבנה התפרחת בכל המטעים מצביעים על קשר אפשרי בין עומס היבול לתקינות התפרחת. יש לחזור ולבחון זאת מחדש בעונה, יש לבחון את השפעה על דילול חנטים ופרחים בעיתויים שונים. המטרה היא לזהות מהו עיתוי הדילול שלא ישפיעה על התפתחות התפרחת והיבול החוזר.
2. בפיתוח מודל התרדמה בתפוח התקבלו תוצאות המצביעות על אפשרות שהמשקל היחסי של טמפרטורות הגבוהות מ-8 מעלות הוא נמוך לגבי פקעים וגטיביים בתפוח. תוצאות שהתקבלו מפיתוח מודל התרדמה בתפוח מצביעות גם הן על אפשרות שהארת הפקעים הוגטיביים דורשת חשיפה ממושכת לקור רב. יש מתאם בין ממצא זה לבין העובדה שגם לאחר ריסוס התעוררות בחומרים שוברי תרדמה נדרשו כ-60 מכסות צינון בכדי לעורר פקעים וגטיביים בשני זני התפוח.
3. המסקנה האופרטיבית מהמודל המתקבל ומחוסר ההתעוררות המתמשכת של הפקעים הוגטיביים היא שבתנאי האקלים במרבית אזורי גידול התפוח בארץ, יש צורך לרסס בחומרים שוברי תרדמה לשם הערה מיטבית של הפקעים הוגטיביים.

4. הבעיות שניתנו לפתרון ואי השגתם שחלו במהלך העבודה

1. יש לבחון דילולים בעיתויים מוקדמים של חנטים ופרחים כדי למנוע השפעה שלילית על התפתחות התפרחת והיבול החוזר.
2. יש לבחון ריסוס בחומרים שוברי תרדמה לשם הערה מיטבית של הפקעים הוגטיביים.

5. האם החלל כבר בהפצת הידע

כן, במסגרת כנסי מגדלי נשירים בראש פינה, ומאמר מסכם נכתב בימים אלו בנושא: The contribution of different temperatures to chilling requirement in dormant vegetative buds in apple.