

# פיתוח מודל אקלימי לחיזוי השלמת תרדמה בתפוח לתנאי האקלים בישראל

עמוס נאור, אמנון ארז, סוויטלנה פישמן, משה פליישמן, רפי שטרן, אהרון משה

מטרת המחקר היא פיתוח מודל אקלימי לחיזוי השלמת תרדמה בתפוח. לצורך זה נבחר האם המודל האקלימי לחיזוי השלמת תרדמה שפותח לאפרסק מתאים גם לתפוח. בשנתיים הראשונות של המחקר אנו אמורים ליצר את הקשרים הפונקציונליים 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 משתנה מ-24 ועד ל-72 שעות. במהלך השנתיים הראשונות גם נחפש מדדים להגדרת הכניסה לתרדמה שישפיעו על מועד תחילת צבירת מנות הצינון.

## חמרים ושיטות

### החומר הצמחי –

נרכשו 500 שתילים חשופי שורש מהזן זהוב על כנה חשבי. השתילים הועברו למיכל 7 ליטר המכיל 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.

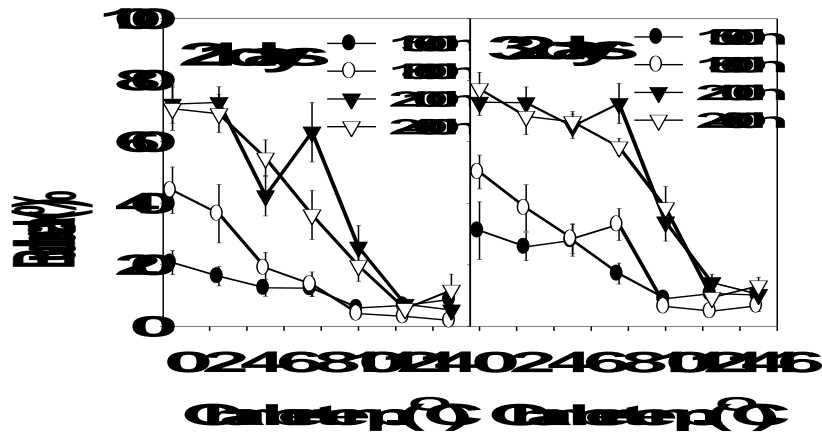
### טיפול הקרוור –

בחוות פיכמן נבנו עשרה מקררים (2X1.5X1.5). בכל תא הותקן מפזר קור. הקרוור נעשה באמצעות שלושה מדחסים (שניים קררו 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 שבתא הקרוור פעלו 24 שעות ביממה ליצירת ערבול טוב של האוויר. במרכז התא 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 פיכמן 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, 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.



לא נמצאו הבדלים באחוז ההתעוררות בין 32 יום ל-40 יום לאחר ההמרצה (ציור 1) דבר המצביע על כך שההתעוררות הושלמה לאחר 32 ימים בהמרצה. בשתי הטמפרטורות הנמוכות היגיעה למקסימום כבר לאחר 21 יום בהמרצה למעט בהוצאה מקרור לאחר 1500 שעות.

**ציור 2: אחוז התעוררות של פקעים לטרלים לאחר 21 יום ו-32 יום בהמרצה. בהשפעת טמפרטורת הקרור. העצים הוכנסו להמרצה בטמפ' של 22 מעלות ואורך יום 16 שעות לאחר 1500, 1800, 2100 ו-2400 שעות.**



עם עליית טמפרטורת הקרור 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 קרור של 12.5 ו-15.0 מעלות לא היתה באופן מעשי התעוררות. לאחר 2100 שעות קרור התקבל אחוז התעוררות גבוה יותר ב-7.5 מעלות קרור לעומת 5.0 מעלות קרור (ציור 2), דבר הנראה חריג בהשוואה למגמה המתקבלת בכל שאר המקרים. לא נתקבלה עליה באחוז התעוררות בתוספת שעות קרור מעבר ל-2100 (ציור 2) דבר המצביע על כך שצבירת הקור להשלמת תרדמה הושלמה ב-2100 שעות קרור.

## דיון

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 צינון. יש מקום לבחון טמפרטורות נמוכות מ-0 מעלות להשלמת השפעת הטמפרטורה על צבירת מנות הצינון. טווח שעות הקרור שנבחן במחקר היה מספיק שכן לא היתה תרומה להמשך קרור 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 צינון שהתקבל במחקר זה שונה מהמקובל לגבי תפוח. במודלים המקובלים יש ירידה בתרומת טמפרטורה לצבירת מנות צינון מתחת ל-6 מעלות ו-0 מעלות אין תרומה כלל לצבירת מנות צינון. המימצא שהתקבל כאן הוא ברור והוא חזר על עצמו בשנתיים הקודמות למרות שהיו חששות להשפעות אחרות. במשכי הזמן השונים בקרור 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 צינון בטמפרטורות נמוכות (ציור 2) דבר המחזק את הממצא מעבר לספק. עקום התרומה היחסית של טמפרטורה לצבירת מנות צינון שבו השתמשו במודלים בתפוח נבנה מנתונים מטאורולוגים במטעים מסחריים ולא בתנאים מבוקרים כמו בניסוי הנוכחי. יחד עם זאת בניסוי שלנו מדובר בענפים חד שנתיים שדרישות הצינון שלהם גבוהות מפקעי פרי רב שנתיים. בבדיקת תרומת טמפרטורות שונות לצבירת מנות צינון של זרעי תפוח בתנאים מבוקרים נתקבלה ירידה בתרומת הטמפרטורות מתחת ל-6 מעלות.

מפליא שלא היתה עליה באחוז ההתעוררות מעבר ל-2100 שעות בטמפרטורות גבוהות בהן חלק גדול מהפקעים לא השלימו את צבירת מנות הצינון להשלמת התרדמה. במידה והממצא נכון יש בכך להצביע שהשפעת הקרור אינה לינארית, קרי תרומת כל שעת צינון להשלמת התרדמה משתנית לאורך תהליך הקרור. על רקע חשיבות הנושא יש מקום לבצע השוואה של טווח רחב יותר של שעות קרור.