

פיתוח אמצעים לשבירת תרדמה בגפן ועצ"פ נשירים באמצעות שוק חום

אתי אור, בעז ציון, שמואל זילכה, דורון הולנד, עליזה אוגורדוביץ, שמעון לביא, סריג פיני, אברהם ארבל, אהרון וייסבלום, רפי רגב ומוטי ברק. המכון למטעים, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן, ת.ד. 50250. דואר אלקטרוני: vhattior@agri.gov.il

Development of means for dormancy release in vineyards and orchards by heat shock

Etti Or, Boaz Zion, Shmuel Zilka, Doron Holand, Aliza Ogredovitch, Shimon Lavee, Avraham Arbel, Aharon Wissebloom Rafi Regev and Mordechai Barak.

.Institute of Horticulture, Volcani Center, Bet Dagan, P.O.B. 50250

Email: vhattior@agri.gov.il

2. הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר:

3. תקציר הניסיונות שבוצעו בתקופת המחקר

בעבר הוכחנו שבירת תרדמה מוצלחת על ידי מתן שוק חום באמצעות טבילה לשעה במים ב-50 מ"צ. יחד עם זאת, ניסיון לנצל שוק חום כאמצעי מעשי לשבירת תרדמה בשדה מחייב בחינה של תגובת הפקעים **לשוק חום לזמן קצר** בטמפרטורה מתאימה. הנחת היסוד הייתה כי ניתן אולי להחליף את גורם הזמן בגורם הטמפרטורה, דהיינו שוק קצר בטמפרטורה גבוהה יותר מ 50 מ"צ, כך שיוביל לתוצאה סופית דומה. בשנה הראשונה נבחנה תגובתם של ייחורים חד פרקיים מהזן "SBS" (Early sweet) לשוק חום רטוב (טבילה במים חמים) ושוק חום יבש (אוויר חם באינקובטור) בטמפרטורות שונות (50 עד 100 מ"צ) ולפרקי זמן שונים (חלקי דקה עד שעה). בהשוואה לטיפול בציאנמיד חומצי בריכוז של 3%. על מנת לדמות השפעה של אמצעים אפשריים לשבירת תרדמה בשדה, בצענו בנוסף טיפולים למשכי זמן קצרים בזרם אוויר חם (בטמפרטורות של עד 300 מ"צ) ובקיטור ובחנו השפעתם על התעוררות פקעים בשלושה מועדי טיפול במהלך מעגל התרדמה. מן התוצאות עלה כי הגפנים רגישות ביותר לשוק רטוב בטמפרטורות גבוהות ואילו שוק חום יבש אפקטיבי יותר ומאפשר החלפה של גורם הזמן בגורם הטמפרטורה ביעילות.

בשנה השניה ביססנו ממצאים שהתקבלו בשנה הראשונה, בדקנו את תגובת הזנים סופיריור ו-125 לטיפולים שהיו יעילים עבור הזן SBS בשני מועדים ובחנו בשנית תגובתם של ייחורים חד פרקיים מהזן "SBS" לשוק חום רטוב לפרקי זמן וטמפרטורות נבחרות על בסיס תוצאות השנה הקודמת. בחנו גם טיפול באוויר חם בטמפרטורות גבוהות (150 עד 250 מ"צ) ולפרקי זמן קצרים (20-5 שניות) בהשוואה לטיפול בציאנמיד חומצי בריכוז של 3%. נערכו

נסיונות לבחינת תגובת הפקעים על הגפן השלמה באמצעות טיפול ממוקד מבוקר זמן לכל פקע באמצעות מפוח עם גוף חימום חשמלי.

מן התוצאות מתבססת המסקנה כי טיפולים בטבילה של עד 15 דקות ב-60 מ"צ היו בעלי השפעה מועילה ואילו טיפולים ארוכים יותר ב-60 מ"צ או אף קצרים יותר ב-70 מ"צ היו כבר בעלי השפעה מזיקה בכל הזנים שנבחנו. טיפולי אוויר חם לזמנים שבין 30-5 שניות בטמפרטורות שבין 150 ל-250 היו יעילים אולם טיפול ל-40 שניות ב-150 מ"צ גרם נזק בכל הזנים והמועדים ונראה כי ברמות הטמפרטורה הגבוהות הנקוטות בטיפולי האוויר החם עדיף שוק קצר בטמפרטורה גבוהה יותר על פני שוק ממושך באותה טמפרטורה. טיפול ממוקד מבוקר זמן לפקעים על הגפן השלמה הביא לתוצאות שונות במהותן מהתוצאות במחקר המבוקר. בשנה השלישית נבנה מתקן חימום נייד לבחינת תגובת הגפן השלמה. המתקן הותאם, לצורך הפשטות, לקורדון גפן יין והחום בו סופק ע"י גופי חימום חשמליים שייצרו טמפרטורה של 150 מ"צ בסביבת הגפן בשדה. ארבע שורות בכרם מסחרי של מוסקט אלכסנדרוני בחוות נטע שימשו לעריכה של מספר טיפולי חום בארבעה מועדים מדצמבר ועד פברואר שהשוו לביקורת ולטיפול משקי ב-5% דורמקס. המועד הראשון שימש כפיילוט לשיפור ביצועי המכונה ושלושת המועדים הבאים שימשו לאיסוף נתוני קצב ואחוזי התעוררות במועד ההתעוררות ולמידת יבול ומספר אשכולות במועד הבציר. מן הנתונים מסתבר כי שוק חום קצר הקדים את ההתעוררות, העלה באופן מובהק את אחוזי ההתעוררות והעלה באופן מובהק את רמת היבול בשלושת מועדי הטיפול.

בעבודה עם עצי"פ נשירים התחלנו מבראשית, ועבדנו בדפוסי העבודה המשמשים אותנו בגפן. נבחנו שלושה מיני נשירים (תפוחים, משמשים ודובדבנים) שהשגרה ההורטקולטורית של גידולם כוללת טיפולים לשבירת תרדמה. במשמש עבדנו עם הזן "תרוג" והזן "רעננה", בדובדבן עבדנו עם הזן 'בורלא' ובתפוח עבדנו עם הזן 'זהוב'. עבור כל זן ערכנו מבחני התעוררות בשני מועדים לאורך העונה תוך שימוש בייחורים חד פרקיים ובמבחן ההתעוררות המשמש אותנו לגפן. מבחני ההתעוררות נערכו בשני מועדים במהלך העונה ובשניהם בוצעו במקביל לטיפול חום רטוב וטיפול בקורת טיפולי שבירת תרדמה מסחריים. על בסיס התוצאות ממועד הניסיון הראשון שונו הטמפרטורות וזמני הטיפול במועד הטיפול השני. ככלל מצאנו שפקעי הנשירים רגישים יותר לטמפרטורות גבוהות מפקעי גפן. תוצאות הניסיונות הוכיחו מעבר לכל ספק את יכולתו של טיפול החום להביא לשבירת תרדמה מאוזנת של פקעי פרי ופקעי פריחה שהייתה טובה באופן מובהק מזו שהושגה על ידי שוברי התרדמה הכימיים. בשנה השנייה נערך מעקב תרדמה עבור משמש מזן 'רעננה' במהלך העונה ונערכו מבחני התעוררות עם שוק חום רטוב ושוק קצר של אוויר חם בשני מועדים לאורך העונה. בדובדבן ותפוח נערכו מבחני ההתעוררות כנ"ל במועד יחיד.

תאור המחקר ודין בתוצאות

א. כיוול תגובת פקעי גפן לשוק חום בייחורים חד פרקיים

בעבר הוכחנו שבירת תרדמה מוצלחת על ידי מתן שוק חום באמצעות טבילה לשעה במים ב-50 מ"צ. יחד עם זאת, נסיון לנצל שוק חום כאמצעי מעשי לשבירת תרדמה בשדה מחייב בחינה של תגובת הפקעים לשוק חום לזמן קצר בטמפרטורה מתאימה. הנחת היסוד הייתה כי ניתן אולי להחליף את גורם הזמן בגורם הטמפרטורה, דהיינו שוק קצר בטמפרטורה גבוהה יותר מ-50 מ"צ, כך שיוביל לתוצאה סופית דומה. על מנת להעריך את רגישות הפקעים לחשיפה טמפרטורות שונות לפרקי זמן שונים ערכנו

בשנת המחקר הראשונה נערכו מבחני התעוררות לזמורות מנותקות בטמפרטורות שונות (50 עד 100 מ"צ) ולפרקי זמן שונים (חלקי דקה עד שעה). בעוד שבעבר נערכו הניסיונות על הזן פרלט החלטנו לעבור לבחינת התנהגותו של

הזן SBS (Early sweet) שמחליף בשנים האחרונות בקצב מואץ את הזנים פרלט וסופיריור. במסגרת זו נבחנה תגובתם של ייחורים חד-פירקיים לשוק חום רטוב (טבילה במים חמים-טבלה 1) ושוק חום יבש (אוויר חם באינקובטור-טבלה 2). הטיפולים הושוו לטיפול בציאנמיד חומצי בריכוז של 3% (טיפול זה התבסס על ממצאים שנתקבלו בשנה האחרונה במגוון ערוצי מחקר המראים כי זהו הריכוז האופטימלי במערכת המבוקרת שלנו כאשר ריכוזים גבוהים גורמים נזק וודאי בחלק ממחזור התרדמה).

בנוסף ביצענו בשנה הראשונה טיפולים למשכי זמן קצרים בזרם אוויר חם (בטמפרטורות של עד 300 מ"צ) ובקיטור ובחנו השפעתם על התעוררות פקעים בשלושה מועדי טיפול במהלך מעגל התרדמה. מן התוצאות עלה כי הגפנים רגישות ביותר לשוק רטוב בטמפרטורות גבוהות ואילו שוק חום יבש אפקטיבי יותר ומאפשר קיצור זמן חשיפה עם העלאת הטמפרטורה. על בסיס התוצאות נבחרו מספר טיפולים יעילים עליהם חזרנו בשנת הניסיונות השנייה על מנת לבסס את הממצאים ולבחון את תקפות התוצאה בזנים שונים.

א.1. אינדוקציה של שבירת תרדמה באמצעות שוק חום רטוב

בשנה הראשונה שבירת תרדמה של פקעי SBS הושגה ע"י טבילה למשכי זמן שונים במים בטמפרטורות שונות כמתואר בטבלה 1. כבקורות שימשו טבילה לשעה במים ב-50°C שנמצאה כמשרה יעיל במערכת הניסוי המוצעת (ראה סקירת ידע), טבילה במים בטמפרטורת החדר שנמצא שאינה משרה התעוררות וריסוס ב-3% 'דורמקס' (תכשיר מסחרי המכיל 49% ציאנמיד חומצי) שנמצא כמשרה יעיל במערכת הניסוי המוצעת. במועד הטיפול (21.12.05) נזמרו הגפנים לשלושה פקעים והזמורות המנותקות, נושאות פקעים 4-12 מבסיס הזמורה, שמשו להכנת ייחורים חד-פירקיים נושאי פקע יחיד. עשר קבוצות בנות 10 ייחורים כל אחת שימשו כקבוצת טיפול. לאחר הטיפול הן הוצבו בכוסיות מים בחדר גידול בתנאי המרצה של 22°C ו-12 שעות תאורה. הייחורים שהו בתנאים אלו למשך 35 יום לקביעת אחוזי ההתעוררות והערכת השפעת הטיפול על קצב ורמת השחרור מתרדמה.

מן התוצאות המוצגות בתמונה 1 ניתן ללמוד כי בקורת ללא טיפול וטיפול ב-25 מ"צ לא נבדלו ובכך נסתרת טענה אפשרית כי שבירת התרדמה בטיפול טבילה במים חמים נובעת מהתנאים האנארוביים ולא מהטמפרטורה הגבוהה. טיפול של שעה 50 ו-55 מ"צ הוביל לשבירת תרדמה דומה לזו שהושגה בטיפול ב"דורמקס" 3%. בעבר הראנו כי טיפול החום נותן תוצאה טובה יותר מטיפול ב-5% "דורמקס". בסדרת ניסויים שערכנו בשנתיים האחרונות מצאנו כי טיפול ב-3% נותן תוצאות טובות יותר מ-5% וכנראה מקטין אפקטים טוקסיים של התכשיר. תוצאות אלו מסבירות את הדמיון שהודגם בניסיון הנוכחי בין טיפול החום לטיפול ב-3% "דורמקס". בטיפול של 30 ו-15 דקות עלתה השפעתו של טיפול ב-55 מ"צ על זרע של הטיפול ב-50 מ"צ ועל טיפול ה"דורמקס". טמפרטורות של 80 מ"צ ומעלה גרמו לתמותת הפקעים בכל הטיפולים למעט הטיפול ל-10 שניות שיידון בהמשך. הטיפולים ב-50 מ"צ איבדו את השפעתם המעוררת ככל שהתקצר משך הטיפול ובהקבלה עלתה יעילותם של טיפולים ב-60 ו-70 מ"צ ככל שהתקצר משך הטיפול. טיפול ב-60 מ"צ היה יעיל יותר מ"דורמקס" בטבילה ל-5 דקות ועדיין דומה לו בטבילה לדקה אולם טבילה ל-10 שניות לא הספיקה לשבירת תרדמה אפקטיבית. טיפול ב-70 מ"צ היה ברוב המקרים הרסני למעט משכי טבילה של 30 שניות ו-10 שניות בהם התקבלה התעוררות דומה לזו של הטיפול ב"דורמקס" אם כי נמוכה ממנה במקצת-כנראה בשל רגישות הפקעים לטמפרטורה הגבוהה. סדרת הניסיונות האמורים הראתה כי אכן ניתן להחליף בין גורם הזמן לגורם הטמפרטורה אולם פרקי הזמן הנבחנים עדיין אינם פרקטיים ברובם למעט הטיפול ל-10 שניות שבו טמפרטורה של 70 עד 90 מ"צ הראתה אפקט חיובי ביותר ועלייה מעליה גרמה נזק.

בעקבות הצלחת הניסיונות לשבור תרדמה עם אוויר חם בפרקי זמן קצרים בשנה הראשונה שינינו את תכנית העבודה בשנה השנייה ולא בחנו השפעת שוק חום רטוב בהשפעת טמפרטורות גבוהות מ-70 מ"צ לפרקי זמן נמוכים מ-10 שניות. בפרק זה הסתפקנו בחזרה על בחינת השפעת שוק של 15 דקות עד שעתיים על SBS ובמקביל בחנו תגובתם של הזנים 125 וסופיריור. מן התוצאות בתמונה 4 ניתן לומר בהכללה כי טיפולים של עד 15 דקות ב-60 מ"צ היו בעלי אפקט מועיל ואילו טיפולים ארוכים יותר ב-60 מ"צ או אף קצרים יותר ב-70 מ"צ היו כבר בעלי השפעה מזיקה בכל הזנים שנבחנו.

2. אינדוקציה של שבירת תרדמה באמצעות שוק חום יבש.

שבירת תרדמה של פקעי פרלט הושרתה גם ע"י הדגרה באינקובטור בטמפרטורות שונות ולמשכי זמן שונים, כמתואר בטבלה 2, תוך שמירה על לחות. קבוצות ייחורים הוכנסו לכוסיות עם מים והודגרו באינקובטור למשכי הזמן הרצויים (מועד הטיפול, צורת הטיפול והאנליזה של התוצאות היו זהים לאלו שתוארו מעל עבור אינדוקציה של שבירת תרדמה באמצעות טבילה).

טיפולים שנערכו ב-80 מ"צ לפרקי זמן שבין שעתיים לחמש דקות גרמו כולם לנזק. טיפול בן שעתיים ב-50 מ"צ נדרש למתן שבירת תרדמה דומה לזו שהושגה באמצעות 3% "דורמקס" (תמונה 2) וטיפול ב-60 מ"צ נתן תוצאה דומה לאחר שעה. טיפול ב-60 מ"צ לשעתיים וטיפול ב-70 מ"צ לתקופה של 30 דקות נתנו תוצאה טובה פחות שהעידה על נזק שהיה בולט יותר במעבר לטיפול בן שעה ב-70 מ"צ. ככלל גרם טיפול החם היבש לפחות נזק מהטיפול המקביל באותה טמפרטורה בטבילה. טיפולים אלו הוכיחו ייתכנות של שבירת תרדמה באמצעות זרם אוויר חם ואפשרו לנו לגשת לשורת נסיונות בהם השתמשנו בזרם אוויר בטמפרטורות גבוהות מ-70 מ"צ לפרקי זמן קצרים.

3. אינדוקציה של שבירת תרדמה על ידי קיטור ואויר חם בתנאי מעבדה

על מנת לדמות השפעה של אמצעים אפשריים לשבירת תרדמה בשדה טיפולנו בפקעים בזרם אוויר חם וקיטור למשכי זמן קצרים ובחנו התערורות בשלושה מועדי טיפול במהלך מעגל התרדמה.

על מנת לבחון אפשרות שבירת תרדמה בשדה באמצעות אדי קיטור נערכה חשיפה של ייחורים חד פקעיים לאדים. ייחורים הונחו במתקן סגור מתחת לשורת פומיות שפלטו מים בטמפרטורה של 70°C ובלחץ גבוה, ונחשפו ל-15 שניות, 30 שניות, דקה ושתי דקות (נסיונות הקדמיים שערכנו הראו שחמש דקות בתנאים אלו גרמו נזק לפקעים). כל קבוצת טיפול כללה 5 קבוצות בנות 3 ייחורים. צורת הטיפול בייחורים לאחר מתן שוק החום והאנליזה של התוצאות היו זהים לאלו שתוארו מעל עבור אינדוקציה של שבירת תרדמה באמצעות טבילה. במקביל, השתמשנו בזרם אוויר חם בטמפרטורות שונות למשכי זמן שונים לבחינת היעילות של טיפולי אוויר חם לשבירת תרדמה. לצורך זה השתמשנו במפוח אוויר בעל גוף חימום חשמלי אשר מייצר אוויר חם בטמפרטורות שונות במרחקים שונים ממוצאו. המרחקים והטמפרטורות נמדדו מראש על מנת להציב את הפקעים במרחקים הנכונים על פי הטיפול הנדרש. הכיול נעשה באמצעות מדידת הטמפרטורה אליה מגיעה הסביבה במרחקים שונים ממקור החום ובניית סרגל מרחקים בו נעשה שימוש בנסיונות. במהלך הנסיונות הוצבו קבוצות של ייחורים מול מקור החום במרחק ההצבה שנקבע מראש על מנת לקבל את הטמפרטורה הנדרשת. מספר חזרות לטיפול במועד הראשון היה 5. במועד השני הועלה מספר החזרות ל-8 ומהמועד השלישי עמד מספר החזרות על 10.

מן התוצאות עולה שחשיפה לטמפרטורה של 200 מ"צ למשך 5-15 שניות גרמה לתוצאות טובות יותר מטיפול הבקורת ב-3% "דורמקס" ואילו עלייה מעבר ל-30 שניות בחשיפה גרמה נזק משמעותי. לעומת זאת חשיפה

לטמפרטורה של 150 בכל הטווח שבין 5 ל-30 שניות נתנה תוצאות טובות יותר מטיפול הבקורת ב-3% "דורמקס". תוצאות אלו מעודדות ביותר מהיבט יישומי משום שיאפשרו שבירת תרדמה מצויינת עם טווח סלחני של משך יישום. **בשנה השנייה** נדגמו בכרם בבקעת הירדן ב 3.12.06 120 זמורות לכל זן (עמדות 12-3) משלושה זנים: Superior, SBS, 125. יום לאחר מכן נחתכו הזמורות (מכל זן בנפרד) לייחורים חד פרקיים, נאגדו בקבוצות של 10 ייחורים והוכנסו לכוסיות עם מים לחדר גידול (14 שעות תאורה, 22 מ"צ). ב- 5.12.06 ניתנו שלושה טיפולים לכל אחד מהזנים (כל טיפול כלל 10 קבוצות של 10 ייחורים). הטיפולים נבחרו על סמך התוצאות שנתקבלו במטריצת טיפולים נרחבת שנערכה בשנת המחקר הראשונה: טיפול כימי 3% אלזודף (HC), טיפול ביקורת, טיפולים באוויר חם (HA): 150 מ"צ למשך 15, 20 או 40 שניות, 200 מ"צ למשך 5 או 10 שניות.

לאחר הטיפול הייחורים הוכנסו לחדר גידול (14 שעות תאורה, 22 מ"צ) למעקב אחר קצב ורמת התעוררות למשך כחודש. מן התוצאות המוצגות בתמונה 5 ניתן לראות כי בזנים SBS ו-125 שניות ב-150 מ"צ גרמו נזק, טיפול בציאנמיד היה האפקטיבי ביותר ויתר הטיפולים הראו ביצועים שכלל עלו על הבקורת ונפלו מהציאנמיד למעט הטיפול ל-15 שניות ב-150 מ"צ שביצעו לא נפלו מאלו של טיפול הציאנמיד.

ממחקרינו הקודמים ידוע לנו כי הזן סופיריור הוא בעל תרדמה קלה יחסית ורגיש לטיפול בציאנמיד. רגישות זו עשויה להסביר את התוצאה לפיה טיפול בציאנמיד אינו מביא לעלייה משמעותית בקצב ההתעוררות לעומת הבקורת ולרמת התעוררות סופית נמוכה מזו של הבקורת כהתבטאות של נזק לפקע. את פוטנציאל ההתעוררות האמיתי ללא נזק מדגימים הטיפולים ב-150 מ"צ שנערכו למשך 15 ו-20 שניות. גם את התגובה ל-200 מ"צ שהיתה פחות טובה מזו שהתקבלה בתגובה ל-150 מ"צ ניתן היה לתלות ברגישות הזן סופיריור. יחד עם זאת, הדמיון בהתנהגות לשאר הזנים במועד הבדיקה השני והדמיון בתגובה ל 150 מ"צ ו-200 מ"צ במועד זה מעמידה בספק את ההסבר הנ"ל. גם בסופיריור, כמו בשני הזנים האחרים, נראתה פגיעה בולטת בעקבות טיפול ב-150 מ"צ למשך 40 שניות.

חזרה נוספת על הנסיון נערכה עם פקעים שנדגמו בכרם מאוחר יותר- באמצע דצמבר- ותוצאותיה מוצגות בתמונה 6. ככלל, כל טיפולי החום מלבד הטיפול ל-40 שניות ב-150 מ"צ, היו בעלי השפעה חיובית על שבירת תרדמה אולם קצב שבירת התרדמה היה נמוך מזה של הטיפול ב-3% אלזודף שנתן את התוצאות המיטביות. בשנה הראשונה קבלנו תוצאות טובות מחשיפה לטמפרטורה של 150 מעלות בכל הטווח שבין 5 ל-30 שניות ועל פי זה הנחנו כי בטמפרטורה זו יש טווח סלחני של משך יישום. כדי לבחון זאת החלטנו בשנה השנייה לנסות להאריך מעט את משך הטיפול אולם מן התוצאות ניתן לראות כי בשני מועדי הטיפול ובכל הזנים 40 שניות ב-150 מ"צ גרמו לנזק. בשנה הראשונה מצאנו כי חשיפה לטמפרטורה של 200 מ"צ למשך 15-5 שניות שניות נתנה תוצאות טובות ואילו עלייה מעבר ל-30 שניות בחשיפה כבר גרמה נזק משמעותי. לעומת זאת טיפול של 5 שניות ב-250 מ"צ שהוכנס בשנה השנייה במועד הטיפול המאוחר היה יעיל בכל הזנים ומכך ניתן ללמוד כי ברמות הטמפרטורה הגבוהות הנקוטות בטיפול האויר החם עדיף שוק קצר בטמפרטורה גבוהה יותר על פני שוק ממושך באותה טמפרטורה.

ב. ניסיונות שדה מקדמיים לשבירת תרדמה באמצעות אוויר חם.

על בסיס התוצאות שהתקבלו בשימוש באוויר חם בעונה הראשונה הוחלט לבחון השפעת האוויר החם על גפנים שלמות לפני פיתוח של מערכת ליישום מעשי בשדה. בבדיקת במעבדה בשנה הראשונה עבדנו עם מפוח ידני קטן בעל גוף חימום חשמלי המייצר זרם אוויר ממוקד יחסית בטמפרטורות גבוהות. זרם האוויר כוון אל פקעים בודדים בכל פעם, למשכי זמן קצובים ובטמפ' נבחרות אשר נקבעו על פי מרחק מיקום הפקעים ממוצע המפוח.

בשנה השנייה נעשה ניסיון ראשון לשחזר את התוצאות המוצלחות אשר התקבלו במעבדה עם פקעים בודדים, בניסויי שדה על גפנים מסחריים. על מנת לדמות ככל האפשר את המתקן העתידי אשר יאפשר חימום הגפנים בזריזות יחסית ותוך כדי תנועה, בחרנו להשתמש במפוח גדול בעל מבערי גז. מפוחים מסוג זה משמשים ביישומים שונים וביניהם ייבוש תוצרת חקלאית לאחר שטיפתה. ביישומים אלה מחובר המפוח למיכל גז גדול מאד אשר אינו מאבד לחץ באופן משמעותי תוך כדי השימוש בגז. בניסויי השדה שלנו, השתמשנו במיכלי גז ניידים מהסוג המשמש לצריכה ביתית. עם הפעלתו של המפוח הגדול בכרם הסתבר שבגלל צריכת גז גדולה יחסית ונפח מיכל גז קטן יחסית, נוצרה נפילת לחץ משמעותית במיכלי הגז ואיתו גם נפילת טמפרטורה. עקב כך המבער של המפוח לא הצליח לייצר חום מספיק ומתאים לנפח האוויר אשר זרם דרכו, החל להצטבר פיח על המפוח ונאלצנו להפסיק את הניסוי בצורתו זו. כדי להשלים את הניסוי על גפנים שלמות, ניתן טיפול ממוקד מבוקר זמן לכל פקע בדומה לניסוי במעבדה, באמצעות מפוח עם גוף חימום חשמלי. המפוח כוון לכל פקע בגפן (אחד אחד) תוך שמירה על מרחק קבוע בין מוצא המפוח לבין הפקע המטופל באמצעות מוט מידה שקובע למפוח. נעשה מאמץ מרבי לבקר את הטמפרטורה על ידי מדידת הטמפרטורה ליד הפקע בעת הפעלת המפוח. אולם סביר להניח שנוצרה שונות מסוימת בין הטיפולים בכל מאות הפקעים בגלל משבי רוח בלתי נשלטים. ניסיונות אלו דווחו בדו"ח השנה השנייה ולא מדווחים בדו"ח המסכם בגלל ערכם המוגבל.

ג. ניסיון שדה לבחינת השפעת טיפולים קצרים בטמפרטורה גבוהה על מועד וקצב התעוררות והשלכותיהם על היבול

בשנה השלישית נבנה מתקן נייד לבחינת תגובת הגפן השלמה. מכיוון שמדובר בבחינה עקרונית וראשונית הותאם המתקן לצורך הפשטות לקורדון גפן יין שהוא צירי במקום לקורדון Y המשמש לגידול גפן מאכל. המתקן, שהחום בו סופק ע"י סדרה של גופי חימום חשמליים תוכנן כך שרכב על שורת הגפנים, מתחילתה ועד סופה. המתקן יוצר בועת אוויר חם הכלואה בו באופן חלקי. דלתיות כפולות בחזיתו ופתחו האחורי אפשרו נסיעה רציפה לאורך הקורדון כאשר בועת האוויר החם מקיפה את הגפן אשר המכונה עוברת מעליה וחושפת אותה לאוויר חם לפרק זמן מתוכנן (על-פי מהירות ההתקדמות של המתקן). הבידוד התרמי של המערכת והדלתיות הכפולות צמצמו את איבוד החום לסביבה אשר פוצה באמצעות גופי החימום. מקור החשמל למתקן היה גנרטור שנגרר גם הוא ע"י הטרקטור לאורך השורה (תמונה 7).

ארבע שורות בנות כ-250 גפנים כל אחת בכרם מסחרי של מוסקט אלכסנדרוני בחוות נטע שימשו לעריכה של מספר טיפולים בארבעה מועדים מדצמבר 2007 ועד פברואר 2008 (טבלה 3) שהושאו לבקורת ולטיפול משקי ב-5% דורמקס. הגפנים נזמרו יום לפני עריכת כל ניסיון והושארו שני פקעים לסעיף. הטיפולים השונים בכל מועד נערכו לאורך אותה שורה בכרם, נחשפו לאותה טמפרטורה ונבדלו בזמן החשיפה לטמפרטורה שנקבע ע"י מהירות הנסיעה. המועד הראשון שימש כפיילוט לשיפור ביצועי המכונה. במועד זה הגיעה הטמפרטורה בחלק העליון של המתקן ל 120 מ"צ בתנאי השטח ולכ-75 מ"צ בגובה הקורדון והפקעים. לאחר מועד זה נערכו שיפורים בבידוד המתקן שאפשרו להגיע לטמפרטורה ממוצעת של 135 מ"צ במרכז המתקן ובגובה הקורדון. שלושת המועדים הבאים שימשו לאיסוף נתוני קצב ואחוזי התעוררות במועד ההתעוררות ולמדידת יבול ומספר אשכולות במועד הבציר.

בכל מועד טמפרטורת המתקן הועלתה למקסימום מחוץ לשורה ולאחר סדרה של ארבעה טיפולים שנערכו כל אחד על 40 גפנים (כ-40 מטר) קורר המתקן כאשר הוא חונה מעל 3 גפנים למשך 15 דקות ל-45 מ"צ ואז נגרר אל מחוץ לשורה במהירות כאשר הוא עובר מעל גפני הבקורת. טיפולי אלזודף נערכו בשורה נפרדת על קבוצה של 40 גפנים

יום לאחר מועד הטיפול. טבלה 3 מתארת את הטיפולים ודרגת החשיפה לחום קורלטיבית לשם הטיפול (חשיפה עולה מצהוב לכתום ומשם לאדום ולאדום-לבן).

בכל המועדים מלבד המועד השני המכונה נעה באופן רצוף לאורך הגפנים בקטעי הטיפול הצהוב והכתום במהירות של 10 מטר בדקה ו-5 מטר בדקה בהתאמה. בטיפול האדום והאדום-לבן, היא נעה על פני כל קבוצה של 3 גפנים במשך 30 שניות וחנתה מעליהם עוד 15 שניות (טיפול אדום) או 60 שניות (טיפול אדום-לבן). במועד השני מהירות התנועה בטיפול האדום והצהוב היתה גבוהה יותר (ראה טבלה 3).

עם תחילת הפריצה של הפקעים שהחלה במחצית מרץ 2008 נספר מספר הפקעים הכולל ב-20 גפנים מרכזיות בכל טיפול (מתוך 4 גפנים מטופלות) ונספר מספר הפקעים המתעוררים על הסעיפים על כל גפן אחת לשבוע במשך ארבעה שבועות עוקבים (17.3.08, 24.3.08, 1.4.08, 7.4.08). במועד הבציר המסחרי של חלקת המוסקט, ב-10 בספטמבר 2008, נבצרו כל האשכולות מחמישה גפנים במרכז קבוצת כל טיפול ממועדי הטיפול השני, השלישי והרביעי ונשקל באופן פרטני כלל היבול לגפן.

במועד הטיפול הראשון שנחשף לרמות נמוכות של חום כמו שתואר מעל לא נצפו הבדלים בין הטיפולים לבקורת ונתוני מועד זה לא הובאו. בהמשך מובאים נתוני המועד השני, השלישי והרביעי.

מן הנתונים המוצגים בתמונה 8 ניתן ללמוד כי למרות שמקובל כי הגפנים רגישות יותר לעקה סבלטאלית ככל שמועד התעוררותן הטבעי קרב לא נראתה מגמה כזו בטיפולים השונים. לחלופין, דווקא במועד השלישי נראתה מגמה לפיה אחוזי ההתעוררות נמוכים מאלו שבמועד השני והרביעי בכל טיפולי החום. יחד עם זאת ברב הטיפולים אין השפעה בולטת למועד הטיפול, ודגם ההתעוררות בכל טיפול היה דומה במועדים השונים. יוצא הדופן הוא הטיפול האדום לבן שנחשף למנת חום כפולה מזו של יתר. בכל המקרים נראה כי טיפול זה פגע בהתעוררות יחסית לבקורת ובשני המועדים המאוחרים הפגיעה גדולה מזו שבמועד השני. התנהגות זו יצרה שונות גדולה יחסית המתבטאת בסטיית תקן גדולה יחסית בממוצע הטיפול בין המועדים (תמונה 9).

מאחר שנמצא דמיון גדול בהתנהגות הגפנים מטיפולים מסויים במועדים השונים מוצג ממוצע אחוזי ההתעוררות של כל טיפול על פני המועדים השונים. ניתן לראות כי טיפול בדורמקס העיר את הגפנים מוקדם יותר באופן משמעותי אולם נפל מהגפנים מטופלות החום באחוזי ההתעוררות הסופיים. טיפולי החום המתונים הראו התעוררות מהירה ואחידה יותר מזו של הבקורת וערכי ההתעוררות הסופיים היו גבוהים יותר באופן מובהק בטיפול הכתום וכמעט מובהק בטיפול הצהוב.

הטיפול האדום הראה ערכי התעוררות דומים לאלו של הבקורת אולם להבנתנו אין לתרגם נתון זה למצב של חוסר השפעה כי אם כנזק מסויים לפקעים בהשוואה לפוטנציאל ההתעוררות בטיפול הצהוב והכתום. הנזק בולט בטיפול האדום לבן שבו נראתה ירידה מובהקת באחוזי ההתעוררות.

השפעה על התעוררות יכולה להיות מתורגמת להשפעה על יבול משום שמספר גדול יותר של שריגים מתורגם באופן פשוטי למספר גבוה של אשכולות. יחד עם זאת יש פרמטר של גודל אשכול שמושפע מתהליכי התמיינות הפרחים ומתחרות אפשרית במצב של עומס יבול. מתמונה 10 נראה כי יש עלייה מובהקת של יבול בהשפעת מספר טיפולי חום כאשר ההשפעה הבולטת מכולם היא של הטיפול הכתום. בעוד שהשפעתם של הטיפול הצהוב והכתום אינטואטיבית משום שרמת ההתעוררות בהשפעתם היתה גבוהה יותר, השפעתו של הטיפול האדום, שרמת ההתעוררות שלו דומה לזו של הבקורת ומייצגת פגיעה בפקעים, הינה פחות טריוויאלית. מספר האשכולות הממוצע בגפנים מטיפול זה אינו נופל מזה שבשני הטיפולים הקודמים וניתן לתלות אותו בעידוד של התעוררות פקעים בעצה הרב שנתית בעקבות עקת חום משמעותית. מאחר שבנסיון הנוכחי תועדה באופן מספרי רק התעוררות על סעיפים

חד שנתיים אין בידינו נתון כמותי אולם בהחלט נראתה תופעה של התעוררות מוגברת של עיניים על עצה רב שנתית והתעוררות של פקעים שניוניים ושלישוניים. התעוררות מסוג זה יכולה להסביר גם את הפער הקטן מהצפוי בין הטיפול האדום-לבן לטיפול הבקורת שנבדלו באופן מובהק וגדול באחוזי ההתעוררות ולא נבדלו ברמת היבול. קיימת גם אפשרות תאורתית כי טיפול החום עודד התמיינות של יותר פרחים על גבי פרימורדית האשכול בפקע המתעורר שהתבטאה באשכולות גדולים יותר. אינדיקציה לקיום אשכולות גדולים בטיפולי החום התקבלה מחישוב משקל אשכול ממוצע על בסיס נתוני מספר האשכולות והיבול לגפן (תמונה 11). השערה זו מצריכה ברור יסודי יותר. עוד יש לומר כי טיפול בדורמקס הקדים באופן משמעותי את כל טיפולי החום אך רמת ההתעוררות הסופית נפלה מזו של טיפולי החום וגם היבול היה נמוך יותר.

ניתן לסכם כי ככל הנראה טיפול חום בתנאי שדה אכן ישים ויכול להביא לשיפור בקצב ההתעוררות, באחידות ההתעוררות, ברמת ההתעוררות וברמת היבול. המעבר מהפיילוט המתואר לטיפול שגרה בכרם תלוי בעיקר בכדאיות הפיתוח ההנדסי התלויה בעניין שיכול להתקיים בטיפול תחליפי. עניין כזה עשוי להופיע בעתיד לנוכח המגמה למצוא תחליפים לטיפול דורמקס ולבטל רישוי לשימוש בחומר זה. כמובן שתדרשנה במקרה כזה התאמות של טמפרטורת טיפול לכל זן.

ד. בחינת התגובה של נשירים לטיפול חום שוברי תרדמה

בעבודה עם עץ"פ נשירים התחלנו מבראשית, ועבדנו בדפוס העבודה המשמשים אותנו בגפן. נבחנו שלושה מיני נשירים (תפוחים, משמשים ודובדבנים) שהשגרה ההורטקולטורית של גידולם כוללת טיפולים לשבירת תרדמה. במשמש עבדנו עם הזן "תרוג" והזן "רעננה", בדובדבן עבדנו עם הזן 'בורלא' ובתפוח עבדנו עם הזן 'זהוב'. עבור כל זן ערכנו מבחני התעוררות בשני מועדים לאורך העונה תוך שימוש בייחורים חד פרקיים ובמבחן ההתעוררות המשמש אותנו לגפן. מבחני ההתעוררות נערכו בשני מועדים במהלך העונה ובשניהם בוצעו במקביל לטיפול חום רטוב וטיפול בקורת טיפולי שבירת תרדמה מסחריים. על בסיס התוצאות ממועד הניסיון הראשון שונו הטמפרטורות וזמני הטיפול במועד הטיפול השני. ככלל מצאנו שפקעי הנשירים רגישים יותר לטמפרטורות גבוהות מפקעי גפן. תוצאות הניסיונות הוכיחו מעבר לכל ספק את יכולתו של טיפול החום להביא לשבירת תרדמה מאוזנת של פקעי פרי ופקעי פריחה שהיתה טובה באופן מובהק מזו שהושגה על ידי שוברי התרדמה הכימיים. בשנה השנייה נערך מעקב תרדמה עבור משמש מזן 'רעננה' במהלך העונה ונערכו מבחני התעוררות עם שוק חום רטוב ושוק קצר של אוויר חם בשני מועדים לאורך העונה. בדובדבן ותפוח נערכו מבחני ההתעוררות כנ"ל במועד יחיד. משמש ודובדבן נראה כי טיפול באוויר חם בטמפרטורות שנחשבו למתונות עבור גפן גרם לנזק, בעיקר לפקעי פריחה ובהמשך יהיה צורך לבדוק תגובה לפי מטריצה רחבה של טיפולים. מאחר שהתגובה לא היתה יציבה במהלך השנתיים שבהם נערכו ניסיונות נראה שראוי לעבור ראשית לשימוש במערכת מבוקרת במיכלים של משמש (קיים אצל דורון הולנד בנווה יער) כדי לבחון את הקשר בין החשיפה לקור למידת הרצפטיביות לטיפול לשבירת תרדמה באמצעות שוק חום.

מפאת קוצר היריעה לא הוכנסו נתוני הנשירים לדו"ח המסכם אולם הם נמצאים בהרחבה בדו"ח השנה הראשונה והשנייה.

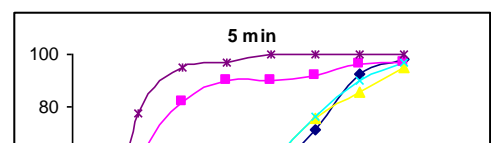
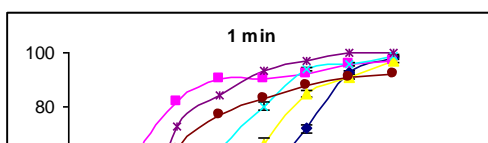
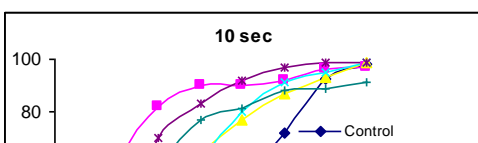
← טמפרטורה	50	25	45	55	60	70	80	90	100	
										↓
↓ משך טבילה										
2h	X	X	X	X						
1h	X	X	X	X	X	X	X			
30min	X	X	X	X	X	X	X			
15min	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5min	X	X			X	X	X	X	X	
1min	X	X			X	X	X	X	X	
30 min								X		
10 sec	X				X	X	X	X	X	

טבלה 2: מבנה נסיון לבחינת השפעת טמפרטורת הדגרה ומשך הדגרה באינקובטור יבש על עצמת שבירת התרדמה

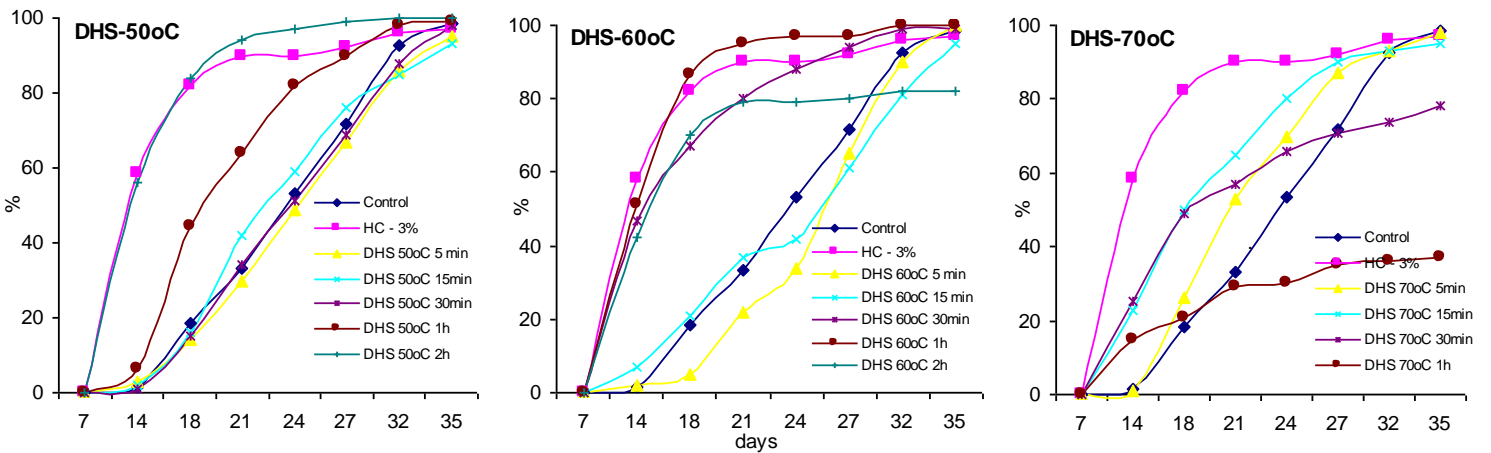
← טמפרטורה	טמפ' חדר	50	60	70	80
	↓ משך הדגרה				
2h	X	X	X	X	X
1h	X	X	X	X	X
30min	X	X	X	X	X
15min	X	X	X	X	X
5min		X	X	X	X

טבלה 3: זמני חשיפה לחום על פי פרמטר של מהירות נסיעת המתקן וזמן חניה מעל לגפנים.

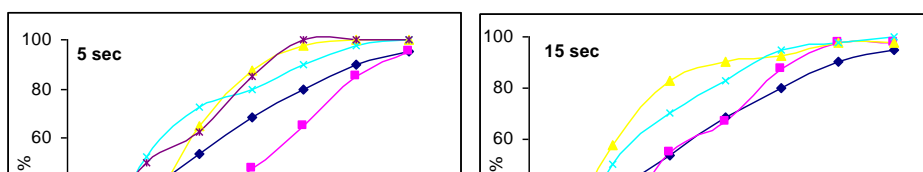
מועד/טיפול	צהוב	כתום	אדום	אדום-לבן
30.12.07	10 מטר/דקה	5 מטר/דקה	30 שניות במהירות 5 מטר לדקה+ 15 שניות חניה	60 שניות במהירות 5 מטר לדקה+ 60 שניות חניה
16.1.08	16 מטר/דקה	10 מטר/דקה	30 שניות במהירות 10 מטר לדקה+ 15 שניות חניה	60 שניות במהירות 10 מטר לדקה+ 60 שניות חניה
10.2.2008	10 מטר/דקה	5 מטר/דקה	30 שניות במהירות 5 מטר לדקה+ 15 שניות חניה	60 שניות במהירות 5 מטר לדקה+ 60 שניות חניה
24.2.2008	10 מטר/דקה	5 מטר/דקה	30 שניות במהירות 5 מטר לדקה+ 15 שניות חניה	60 שניות במהירות 5 מטר לדקה+ 60 שניות חניה



תמונה 1: השפעת טמפרטורת הטבילה ומשך הטבילה במים על עצמת שבירת התרדמה. אחוז הפקעים המתעוררים תועד במספר נקודות זמן לאחר הטיפול.

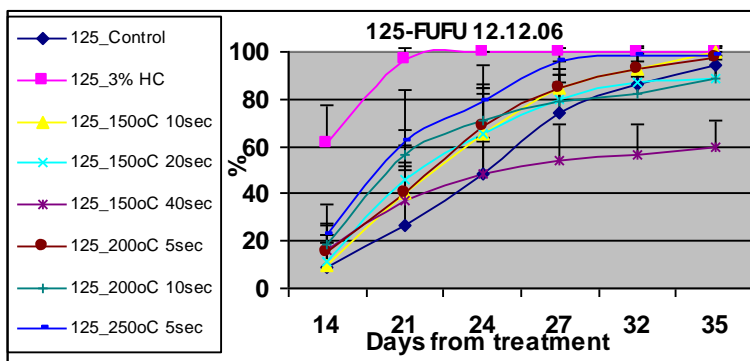
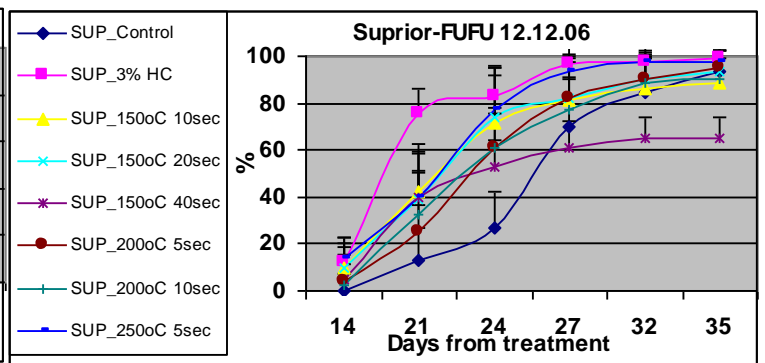
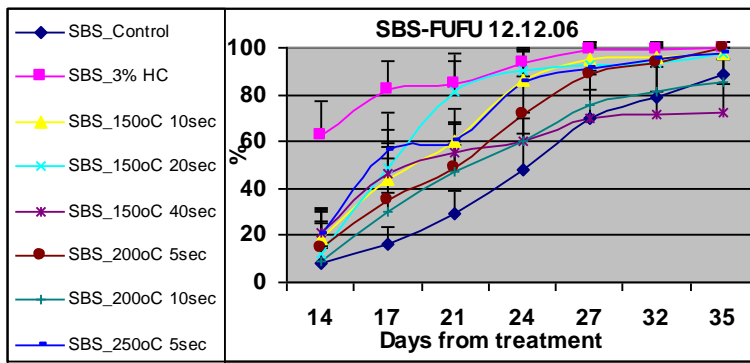


תמונה 2: השפעת טמפרטורת אינקובטור על עצמת שבירת התרדמה. אחוז הפקעים המתעוררים תועד במספר נקודות זמן לאחר הטיפול.

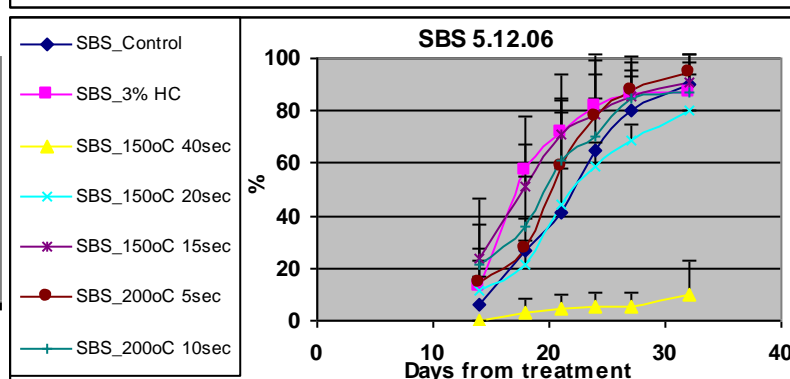
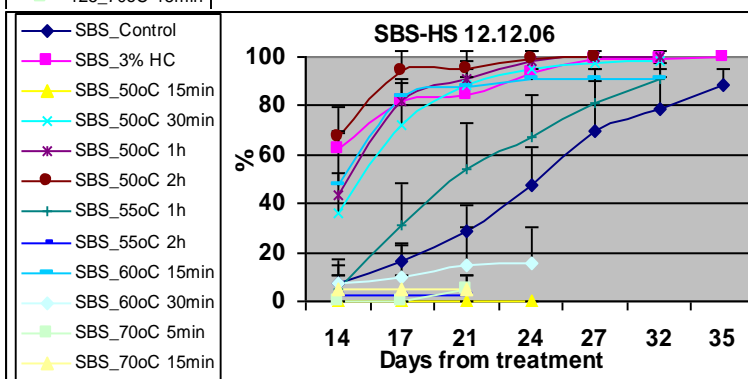
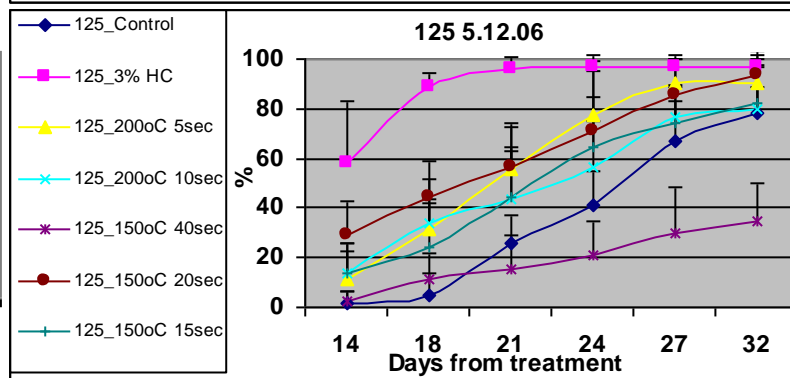
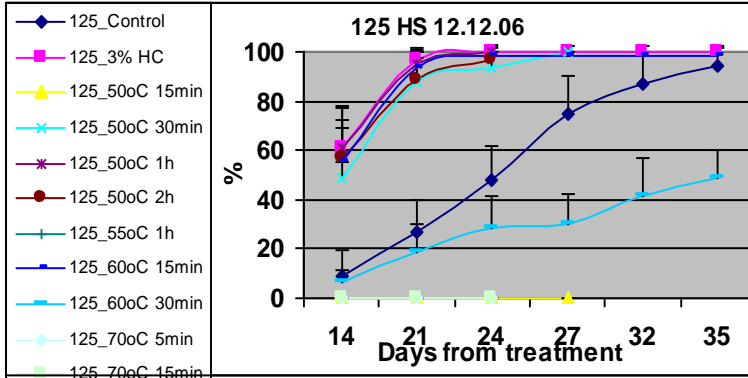
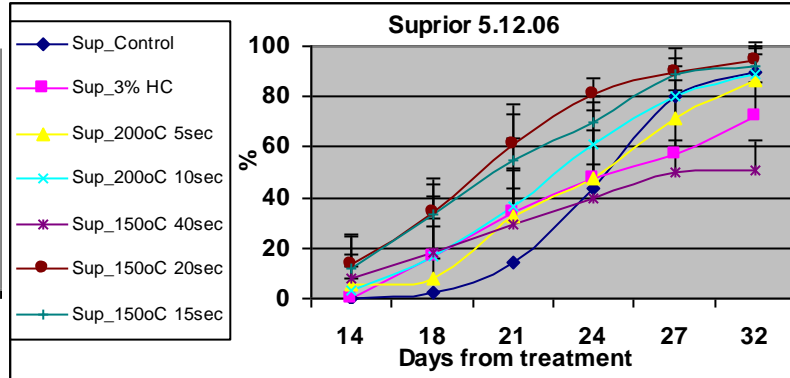
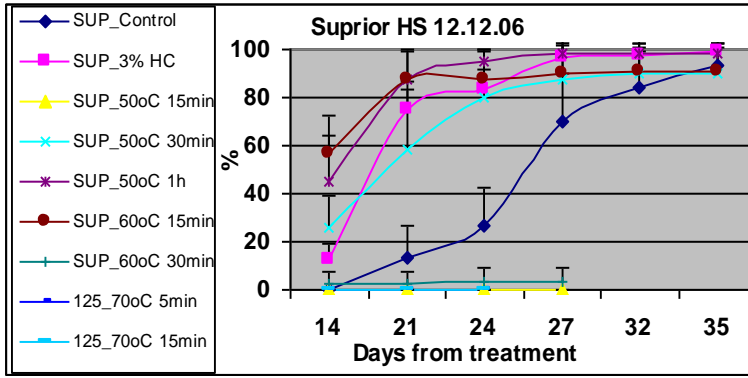


תמונה 3: השפעת טמפרטורת פולט חום על עצמת שבירת התרדמה. אחוז הפקעים המתעוררים תועד במספר נקודות זמן לאחר הטיפול. מוצגים נתוני נסיון שנערך ב-21.12.2005.

***תמונות 4 ו-5 בדף הבא



תמונה 6: השפעת טמפרטורת אוויר חם ומשך טיפול פולט חום על עצמת שבירת התרדמה של פקעים שנדגמו באמצע דצמבר. לפרטים ראה תמונה 4.



תמונה 4

תמונה 5

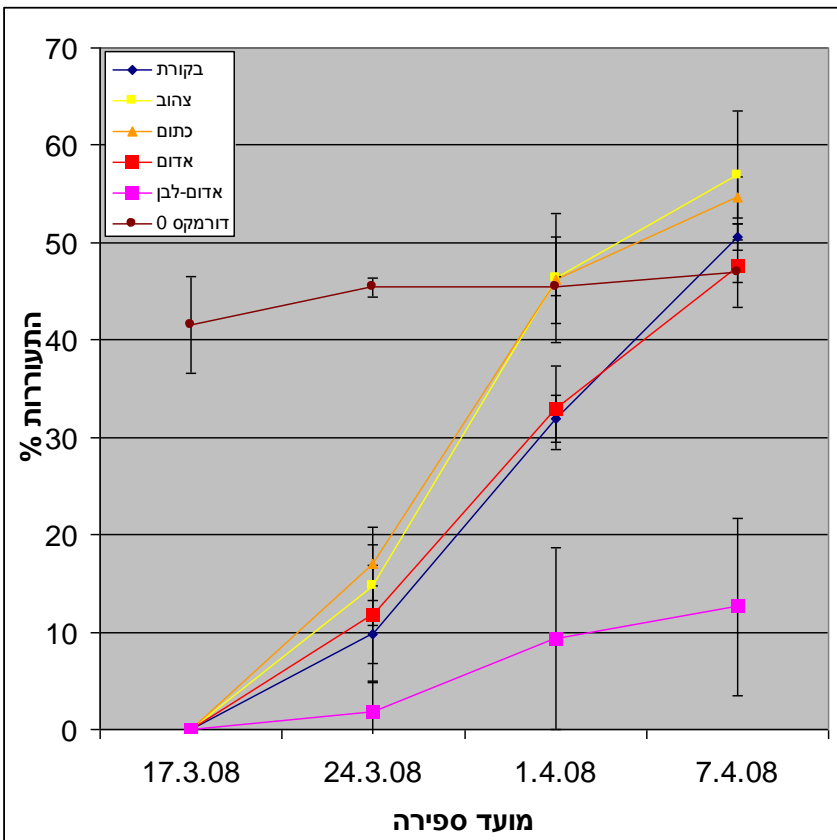
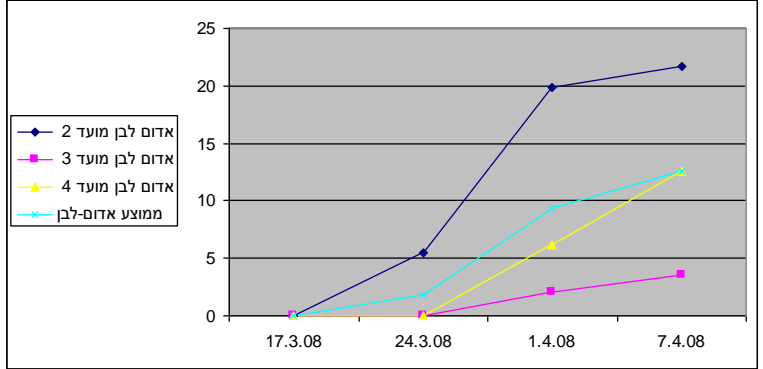
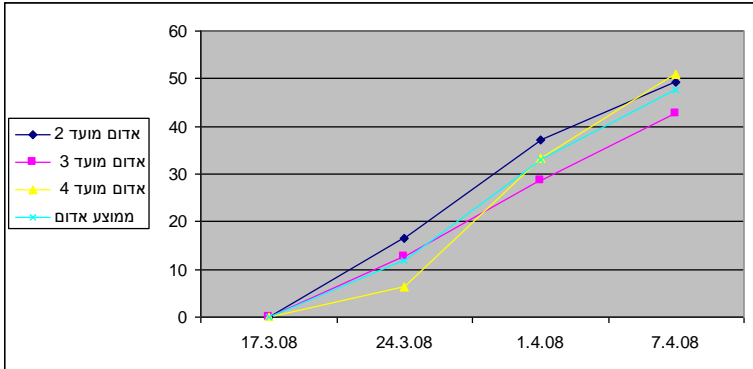
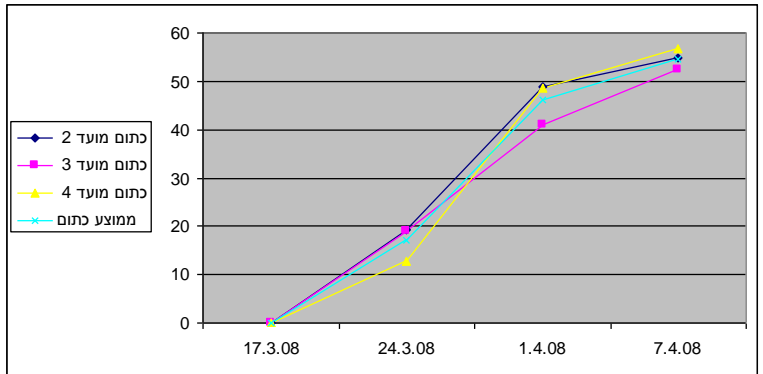
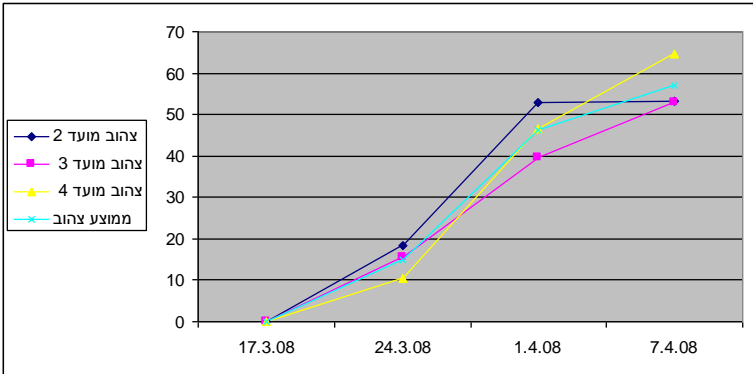
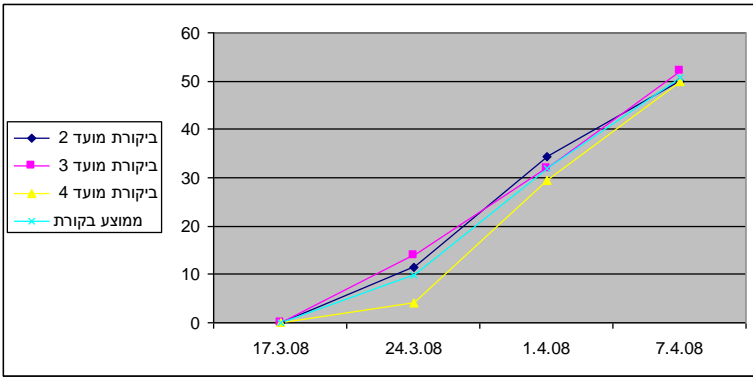
תמונה 4: השפעת טמפרטורת המים ומשך הטבילה על עצמת שבירת התרדמה של פקעי גפן. 10 קבוצות של 10 ייחורים מכל טיפול הוכנסו לחדר גידול (22 מ"צ, 14 שעות תאורה) למעקב התעוררות. אחוז הפקעים המתעוררים תועד במספר נקודות זמן לאחר הטיפול.

תמונה 5: השפעת טמפרטורת אוויר חם ומשך טיפול פולט חום על עצמת שבירת התרדמה של פקעים שנדגמו בתחילת דצמבר.



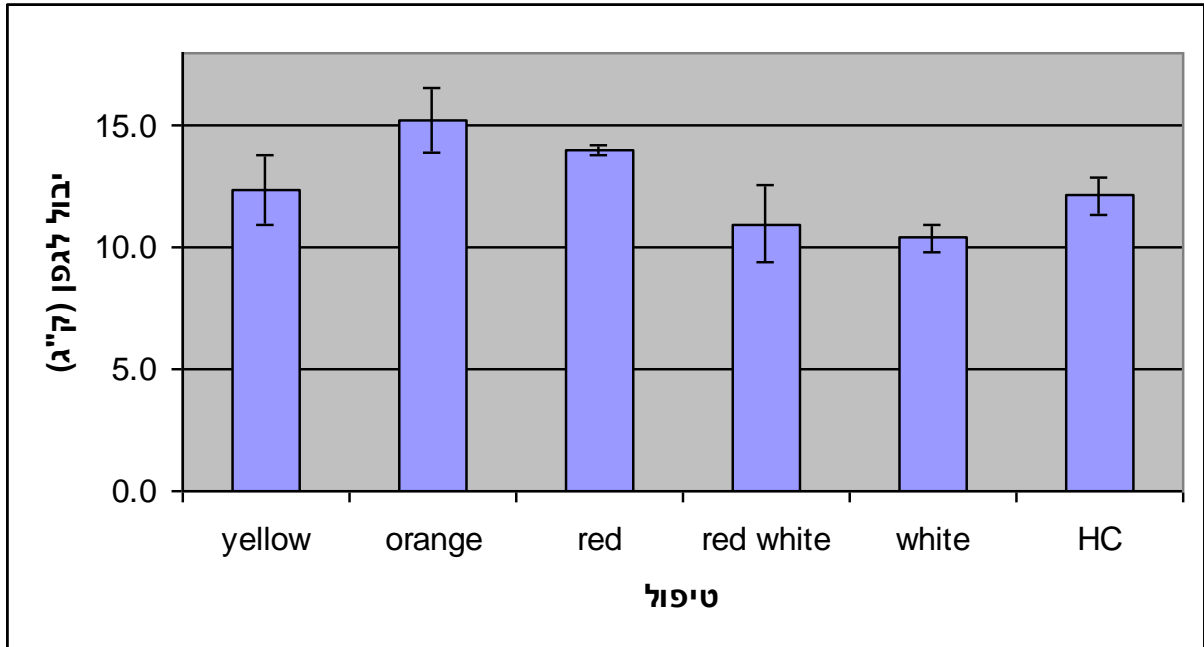
תמונה 7: מתקן חום נייד למתן שוק חום יבש בתנאי כרם יין

תמונה 8 : קצב התעוררות של מוסקט אלכסנדרוני בהשפעת טיפול למשכי זמן משתנים במתקן חום בתנאי שדה בשלושה מועדי טיפול שונים. לפירוט מועדים וטיפולים ראה טבלה 3.

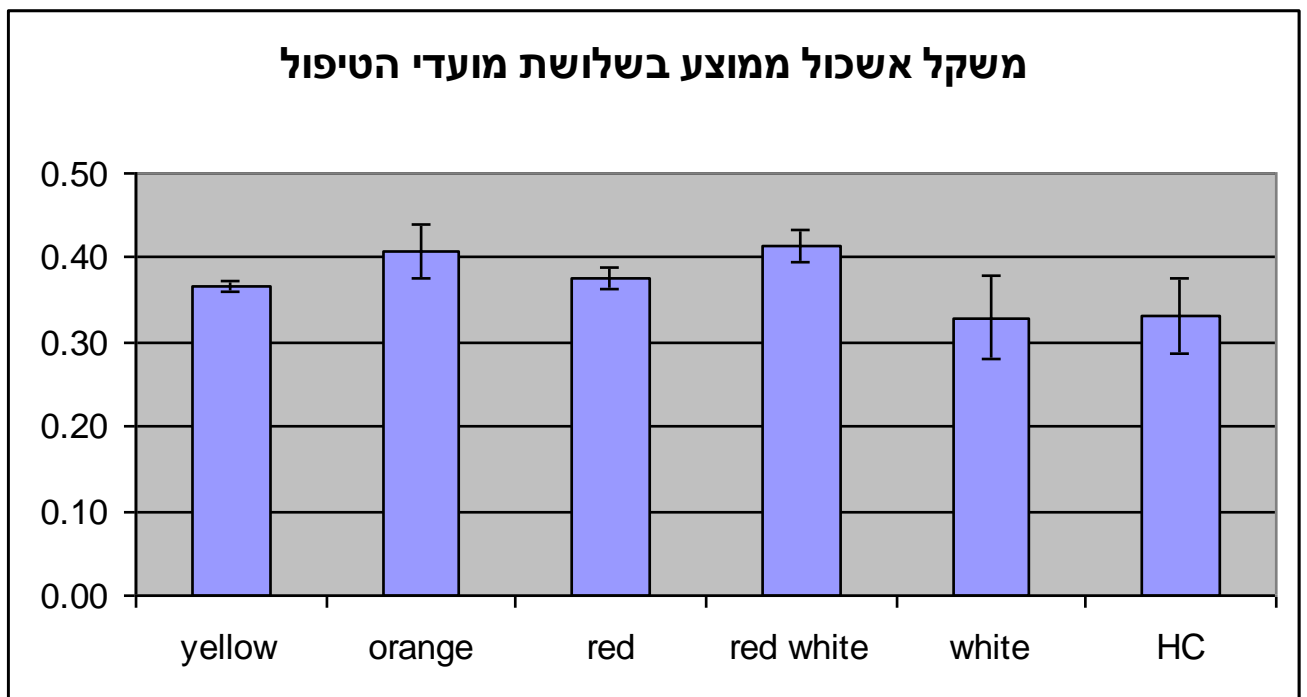


תמונה 9: השוואת קצב התעוררות של גפנים מזן מוסקט אלכסנדרוני בהשפעת חשיפה למשכי זמן משתנים למתקן חימום נייד (כ-140 מ"צ באזור הפקעים) בתנאי שדה. מוצגים ערכי התעוררות ממוצעים של גפנים שטופלו בשלושה מועדים שונים. לפירוט מועדים וטיפולים ראה טבלה 3.

תמונה 10: השוואת רמת היבול של גפנים מזן מוסקט אלכסנדרוני בהשפעת חשיפה למשכי זמן משתנים למתקן חימום נייד (כ-140 מ"צ באזור הפקעים) בתנאי שדה. מוצגים ערכי יבול ממוצעים של 5 גפנים לטיפול משלושה מועדים שונים. **לפירוט מועדים וטיפולים ראה טבלה 3.**



תמונה 11: השוואת גודל אשכול ממוצע בהשפעת חשיפה למשכי זמן משתנים למתקן חימום נייד (כ-140 מ"צ באזור הפקעים) בתנאי שדה. מוצגים ערכים מחושבים על בסיס נתוני יבול ומספר אשכולות מחמש גפנים לטיפול משלושה מועדים שונים. **לפירוט מועדים וטיפולים ראה טבלה 3.**



מטרות המחקר לתקופת הדו"ח

בעבר הוכחנו שבירת תרדמה מוצלחת על ידי מתן שוק חום באמצעות טבילה לשעה במים ב-50 מ"צ. ניסיון לנצל שוק חום כאמצעי מעשי לשבירת תרדמה בשדה מחייב בחינה של תגובת הפקעים **לשוק חום לזמן קצר** בטמפרטורה מתאימה. הנחת היסוד הייתה כי ניתן אולי להחליף את גורם הזמן בגורם הטמפרטורה, דהיינו שוק קצר בטמפרטורה גבוהה יותר מ-50 מ"צ, כך שיוביל לתוצאה סופית דומה. מטרת המחקר היתה לבחון הנחה זו בתנאי מעבדה וליישם אותה בתנאי הכרם.

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

נבחנה תגובת הפקעים מזנים שונים **לשוק חום לזמן קצר**. נבחנו קומבינציות רבות של טמפרטורה ומשך חשיפה ונבחנו שוק חום רטוב, שוק חום יבש וקיטור. נבחן גם טיפול באוויר חם בטמפרטורות גבוהות (150 עד 250 מ"צ) ולפרקי זמן קצרים (5-20 שניות) בהשוואה לטיפול בציאנמיד חומצי בריכוז של 3%. על בסיס תוצאות חיוביות ברמת הפקע הבודד נבנה מתקן נייד שאפשר טיפולי חום לפרקי זמן משתנים על קורדון גפן יין בכרם של מוסקט אלכסנדרוני בחוות נטע. נבחנה השפעת טיפולים אלו על קצב ורמת ההתעוררות ועל יבול הגפן בזמן הבציר.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

מן התוצאות מתבססת המסקנה כי טיפולים בטבילה של עד 15 דקות ב-60 מ"צ היו בעלי אפקט מועיל ואילו טיפולים ארוכים יותר ב-60 מ"צ או אף קצרים יותר ב-70 מ"צ היו כבר בעלי השפעה מזיקה בכל הזנים שנבחנו. טיפולי אוויר חם לזמנים שבין 5-30 שניות בטמפרטורות שבין 150 ל-250 היו אפקטיביים אולם טיפול ל-40 שניות ב-150 מ"צ גרם נזק בכל הזנים והמועדים ונראה כי ברמות הטמפרטורה הגבוהות הנקוטות בטיפול האויר החם עדיף שוק קצר בטמפרטורה גבוהה יותר על פני שוק ממושך באותה טמפרטורה. טיפולי אוויר חם בטמפרטורה של כ-140 מ"צ ל 30-45 שניות הקדימו התעוררות, העלו אחוזי התעוררות ואפשרו עלייה ביבול לגפן.

הבעיות שנותרו לפתרון והתייחסות המשך המחקר לגביהן

המעבר מהפיילוט המתואר לטיפול שגרה בכרם תלוי בעיקר בכדאיות הפיתוח ההנדסי התלוייה בעניין שיכול להתקיים בטיפול תחליפי. עניין כזה עשוי להופיע בעתיד לנוכח המגמה למצוא תחליפים לטיפול דורמקס ולבטל רישוי לשימוש בחומר זה. כמובן שתדרשנה במקרה כזה התאמות טמפרטורה זניות. נערכה עבודה ראשונית בתחום עצי פרי נשירים שהצביעה על הצורך בהעמקה בתנאים מבוקרים בעציצים, בדומה לנסיונות בגפן שהיו הבסיס לפרוייקט המדווח.

האם כבר הוחל בהפצת הידע? כן. ניתנה הרצאה ביום עיון לחקלאים ונשלח תקציר לכנס בינלאומי. **פרסום הדו"ח:** ניתן לפרסם את הדו"ח ללא הגבלה.