

פיתוח יכולת ניבוי של תגובת הפקע לשוברי תרדמה

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

**צוות המחקר:** אתי אור\*, תמר בשה, שמעון לביא, עליזה אוגרודוביץ, המכון למטעים, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן, ת.ד. 50250.  
דואר אלקטרוני: [vhattior@agri.gov.il](mailto:vhattior@agri.gov.il)

**Authors:** Etti Or\*, Tamar Basha, Shimon Lavee, Aliza Ogredovitch ARO, Beit Dagan. P.O.B. 50250

\*Corresponding author.

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

חתימת החוקר:

**תקציר**

**מטרות:** טיפול בשוברי תרדמה שונים משרה פליטה זמנית של אצטאלדהיד, אתנול ואתילן מהפקע. הועלתה ההשערה כי אופי התגובה נגזר מתגובת הפקע לעוצמות העקה המופעלת עליו וזו משתנה בתלות בעומק התרדמה. על בסיס זה הונח כי מעקב אחר קצב ורמת פליטה של החומרים הנדיפים יאפשר להעריך את סטטוס התרדמה ולחזות את תגובת הפקע לטיפול. מטרת המחקר היתה לכן לאפיין את פרופיל פליטת הנדיפים האמורים לאחר מתן הטיפול, לברר אם קיימת תלות בין דגם הסינתזה שלהם, סטטוס התרדמה וריכוז HC ולבחון אם ניתן להשתמש בה לפיתוח יכולת ניבוי של סטטוס התרדמה ותגובת הפקע תוך ימים ספורים ממועד הדגימה.

**עיקרי ההתוצאות:** תגובת פקעים מכרמי Early Sweet משלושה אזורי גידול נבחנה לאורך מעגל התרדמה למשך שלוש שנים. נבחנה השפעת טיפולי HC בריכוז 1%, 3%, 5% ו-7% לזיהוי מדרג תגובה ובחירת ריכוז בוחן אינפורמטיבי ליישום עתידי. בתגובה לטיפולי HC עלו רמות אצט, אתילן ואתנול לאחר 6, 10 ו-24 שעות, בהתאמה, ובהכללה הגיעו לשיא היצור לאחר 6, 24 ו-48 שעות, בתלות ברורה בריכוז. ריכוז של 5% נמצא כאינפורמטיבי. על בסיס פרופיל פליטת אתילן ואצטאלדהיד ורמת התעוררות הפקע בתגובה לטיפולים זוהו ארבע תת תקופות (ערות, הכנה לכניסה לתרדמה, תרדמה, תהליכי התעוררות) בהן נבדלו הפקעים ברגישותם. בין התקופה של הכנה לכניסה לתרדמה לתקופת התרדמה חלה ירידה תלולה ברמת האתילן והאצט הנפלטים ועלייה ב% האתנול מכלל תוצרי הנשימה האנאירובית שנמדדו. במהלך ההתעוררות תועדו עליה ברמת אצטאלדהיד וירידה מובהקת ב% האתנול אולם בניגוד להנחת המוצא לא חלה עלייה ברמת האתילן המשתחרר מפקעים בשלבי שחרור מתרדמה.

**המסקנות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשנו:** באוקטובר, לפני תחילת מעגל התרדמה, רגישות הפקעים לטיפול גבוהה. נראה כי תהליכי הכנה לתרדמה החלים בנובמבר מקטינים את פגיעות הפקע כפי שהיא מתבטאת בפליטת נדיפים אך עדיין לא פוגעים בכוסר ההתעוררות שלו. בשלבי הכניסה לתרדמה חלה ירידה נוספת ברגישות הפקעים המתבטאת בירידה ברמות אצט ואתילן ובשיפור יכולת הפינוי של אצט על ידי הפיכתו לאתנול. תגובת המערכת הסינטטית של אתילן בפקעים לפני כניסתם למעגל התרדמה לטיפול שובר תרדמה שונה מתגובתה בפקעים שהשתחררו מתרדמה, וזאת למרות שהם עשויים להציג נתוני התעוררות דומים בתנאי המרצה. ההנחה כי סינתזת אתילן היא תגובה פשוטה ואוניברסלית לעקה בלבד אינה עומדת לכן במבחן המציאות והתרגום המעשי של ממצא זה הוא כי ניתן להשתמש בהשתנות בפליטת אתילן כמדד לכניסה לתרדמה אך לא כמדד ליציאה מתרדמה. לעומת זאת, פרופיל ההשתנות של % אתנול נמצא במתאם הפוך עם סטטוס התרדמה ונראה כי הוא עשוי לשמש ככלי אמין לתאור סטטוס התרדמה ולניחוש מושכל של מצב רגישותו של הפקע.

**הבעיות שונתרו לפתרון והתייחסות המשך המחקר לגביהן:** השונות בין הכרמים מעלה ספק באפשרות השימוש בסף אחיד לניבוי סטטוס התרדמה של הפקע בתקופה הרלוונטית להתלבטות במהלך ינואר ועשוי להיווצר צורך לייצור "תעודת זהות" אזורית. נדרש המשך ממוקד של השוואה למשך מספר שנים (כרמים 1 ו-2, 5% HC ובקורת, תיעוד מאוקטובר עד פברואר של התעוררות הבקורת ושל פליטת אתילן, אצט ואתנול לאחר 24 שעות מטיפול) כדי לבחון על בסיס רב שנתי אם % אתנול יכול להחליף ביציבות את עקומת התרדמה.

## רקע מקוצר (סקירה רחבה מצויה בתכנית המחקר)

תגובת הגפן לריסוס בציאנמיד חומצי (HC) תלויה בעיקר בעומק התרדמה של הפקע וכנגזרת יש השפעות לרגישות הזן לחומר, למועד הטיפול ולריכוז החומר. עומק התרדמה משתנה במהלך העונה ומשתנה בין זנים, שנים ואזורי גידול והשתנות זו אינה מלווה בשינויים חזותיים. בכלים הקיימים כיום אין אפשרות לאמוד את עומק התרדמה בנקודת זמן נבחרת בזמן אמת ונדרשים כשלושה שבועות כדי להעריך בדיעבד את התגובה לטיפול ע"י מבחן עומק תרדמה בתנאים מבוקרים. לאנליזה זו אין ערך לצורך קבלת החלטות ע"י החקלאים לגבי מועד ריסוס וריכוז החומר בזמן אמת, ומסיבה זו מתן HC נעשה על בסיס של נסיון מצטבר לגבי מועדי טיפול באזורים השונים והוא מלווה מדי שנה בתוצאות לא מספקות מחד, ובנזקים כלכליים מאידך. פיתוח יכולת הערכה מהירה של עומק התרדמה ופיתוח יכולת ניבוי של תגובת הפקע לטיפול בזמן אמת יהיו, על כן, הישגים חקלאיים בעלי השלכות כלכליות מובנות.

לאור ממצאים ראשוניים לפיהם בתגובה לטיפול בשוברי תרדמה שונים הפקע פולט באופן זמני אצטאלדהיד, אתנול ואתילן הועלתה ההשערה כי אופי התגובה נזר מתגובת הפקע לעוצמת העקה המופעלת עליו וזו משתנה בתלות בעומק התרדמה. לפיכך יש אפשרות כי קצב הפליטה ורמת הפליטה ישתנו בתלות במועד הטיפול ובריכוז החומר. הנחת היסוד שלאורה נערך המחקר היתה כי ניתן יהיה להעריך את סטטוס התרדמה ולחזות את תגובת הפקע לטיפול התעוררות על בסיס מעקב אחר קצב רמת פליטה של החומרים הנדיפים הנ"ל. בעבודה אופיינית לכן פרופיל פליטת הנדיפים לאחר מתן הטיפול, ונעשה נסיון לברר אם קיימת תלות בין דגם הסינתזה של אצטאלדהיד ואתילן, סטטוס התרדמה וריכוז HC ואם כן, האם ניתן להשתמש בה לפיתוח יכולת ניבוי של תגובת הפקע תוך ימים ספורים ממועד הדגימה.

### תאור המחקר ודיון בתוצאות

#### נסיונות מבוקרים לאיתור קשר בין עומק התרדמה לפרופיל פליטת הנדיפים והתעוררות הפקע בתגובה לטיפול בציאנמיד

##### 1. תאור המערכת הנסיונית

בבוקר יום ראשון בכל שבוע נזמרו זמורות בכל אחד מהכרמים הנבחרים (שיתוארו בהמשך) והוסעו באותו יום לבית דגן. בבוקר יום שני קוצצו הזמורות מכל כרם בנפרד לייחורים חד פרקיים והוכנו עבור כל כרם קבוצות בנות 10 ייחורים חד פרקיים. חבילות הייחורים קובצו ל-10 קבוצות טיפול, כאשר בכל קבוצה 9 חבילות של 10 ייחורים. חמש קבוצות טיפול ראשונות טופלו ב-1%, 3%, 5% ו-7% "דורמקס" (49% ציאנמיד חומצי) ובמים כבקורת (בשנה הראשונה טופל רק כרם 2 ב-1%, בשנה השלישית לא נערך טיפול ב-7%). לכל הטיפולים הוכנס Triton X-100 בריכוז של 0.01% כמשטח. הטיפול ב-1% וב-7% "דורמקס" אינו מקובל בפרקטיקה החקלאית ונועד להביא להקצנה על מנת לסייע בזיהוי מדרג תגובה אפשרי ובחירה של ריכוז אינפורמטיבי אופטימלי כריכוז בוחן במערכת יישומית עתידית. מכל קבוצת טיפול הוכנסו 3 קבוצות בנות 30 ייחורים לשלוש צנצנות בנפח של 750 מ"ל המצוידות בצינורית המאפשרת דגימת אויר מהצנצנת הסגורה. נדיפים נמדדו באמצעות נטילת דגימת אויר לאחר 6, 10, 24, 48 שעות ממתן הטיפול (בשנה השלישית רק לאחר 24 ו-48 שעות) כאשר לפני כל מדידה נסגרה כל צנצנת לשעתיים ונפתחה מיד לאחר דגימת אויר. דגימות אויר עברו אנליזה בשני גז כרומטוגרפים, האחד מצויד בקולונה המתאימה לאנליזה של אתילן והשני בקולונה שמתאימה למדידת אתנול ואצטאלדהיד (=אצט). בתחילת כל מדידה הורצו דוגמאות אויר המכילות רמה ידועה ומדוייקת של אתילן, אצט ואתנול כסטנדרט כיוול שיבטיח כימות מדוייק של נדיפים בדגימות הנבחרות. חמש קבוצות טיפול נוספות שימשו לטיפולים זהים למתואר מעל, אולם הללו לא הוכנסו לצנצנות סגורות. לחלופין, הוכנסו ישירות לכלים פתוחים למעקב אחר התעוררות. הכפילות נבעה מהצורך להעריך את ההתעוררות הטבעית והשפעת טיפולים ללא השפעות לוואי שעשויה לנבוע מתהליך הסגירה בצנצנת. מעקב אחר התעוררות נערך במשך 21 ימים בחדר גידול בתנאים של 22 מ"צ ו-14 שעות תאורה והתעוררות הפקעים תועדה במספר נקודות זמן במהלך תקופה זו.

##### 2. אתרי בחינה וחלונות זמן

הוחלט כי בשנה הראשונה תערך בחינה בו זמנית של תגובת פקעים מכרמים שונים של אותו זן באותו אזור (בקעת הירדן) על מנת לבחון את יציבות ההתנהגות בזן ואזור מסויים, ולבחון אם קיימת תלות בפרמטרים מקומיים שאינה מאפשרת מתאם "אוניברסלי" בין רמת הנדיפים הנפלטים לרמת ההתעוררות ולתגובה לטיפול. לפיכך נערך הנסיון במקביל עם חומר צמחי שהובא כל תחילת שבוע משלושה כרמים שונים בבקעת הירדן, בגלגל (כרם 2) בפצאל (כרם 3) ובנתיב הגדוד (כרם 5), מהשבוע השני של נובמבר ועד ה-20 לדצמבר.

לאור תוצאות השנה הראשונה, שיתוארו בהמשך, הורחבו בשנה השנייה אזורי המעקב ותקופת המעקב. בנוסף לחזרה על האנליזות בשני כרמים בבקעת הירדן (כרם 2 ו-3, בגלגל ובפצאל בהתאמה) נוספו אנליזות בכרם באזור גזר (כרם 1, בפתחיה) ובכרם באזור הכרמל (כרם 4, בזכרון יעקב). הורחב גם חלון הזמן הנבחן כדי ללמוד על תגובת הפקע בשלבי הכניסה לתרדמה ולפני כן, ואנליזות שבועיות נערכו ממחצית אוקטובר עד תחילת ינואר. למרות הגדלת השונות נמצאה יציבות ברורה של מגמות שדווחו בשנה הקודמת ויתוארו בהמשך. יחד עם זאת, סיום הנסיון בתחילת ינואר (אילוץ שנבע מעבודה בכרמים מסחריים שנגזמים בתקופה זו) לא אפשר לבחון כראוי אם הנחת המוצא מתקיימת וחלה עליה ברמות אתילן, אצט ואתנול בפקעים עם העליה בכוסר ההתעוררות הטבעי. מסיבה זו הוזח חלון האנליזה בשנה השלישית והיא נערכה כאמור בין מחצית נובמבר למחצית פברואר כך שתכלול את חלון הזמן שבין תרדמה עמוקה להתעוררות, שהוא החלון שבו יש לניבוי ערך מעשי לחקלאי. בשנה השלישית, נערך מעקב בשני כרמים, כרם 1 בפתחיה וכרם 2 בגלגל.

**הערה לגבי הצגת נתונים:** מדובר בנסיון עתיר עבודה ונתונים שניתנים לניתוח בכיוונים שונים ורק חלקם מובאים בדו"ח זה. נתונים נוספים קיימים בדוחות השנתיים. מאחר והמטרה העיקרית היא לאתר מגמות מוצגים בצד גרפים מסכמים גם גרפים ללא קווי שגיאה כדי לאפשר הסתכלות נקייה יותר ולבחון אם המגמות דומות בין כרמים שונים. לעיתים הובאו אותם נתונים בכיווני הצגה שונים על מנת לאפשר כיווני השוואה שונים. בחלק מהמקרים חסרות נקודות מסויימות עקב בעיות טכניות שונות שלא אפשרו תיעוד של פרמטר מסויים בנקודת זמן מסויימת אולם עושר הנתונים הכולל מאפשר זיהוי של דגם ההתנהגות, אם הוא קיים. יצויין כי ניתוח מקיף בכלים ביואינפורמטיים וסטטיסטיים שהם מעבר למומחיות הצוות נערך כיום בעזרת ד"ר רון אופיר ועקב היקפו ומורכבותו השלמתו תהיה מעבר למועד כתיבת הדו"ח.

### 3. השפעת עומק התרדמה על דגם ההתעוררות במהלך העונה

בתמונה 1 מובא ממוצע ההתעוררות בכל מועד בדיקה בכרמים הנבדקים לאחר 18 ו-21 יום ממועד העמדת כל נסיון, כפי שנמדד בשנה השנייה, וממנו ניתן ללמוד כי בשליש האחרון של אוקטובר קרוב ל-100% מהפקעים מתעוררים לאחר 18 עד 21 יום, ולמעשה 75-90% מהפקעים בייחורי הבקורת הפתוחה מתעוררים כבר לאחר 14 יום (ראה תמונה 4 בהמשך) ממועד העמדת הנסיון. מאמצע נובמבר נמדדה פחיתה הדרגתית באחוזי ההתעוררות עד למינימום בשליש האחרון של דצמבר שעמד על כ-15 ו-35 אחוזים לאחר 18 ו-21 יום בהתאמה. מכאן אנו מסיקים כי תהליכי כניסה לתרדמה התחילו בשליש השני של נובמבר, הפקעים הגיעו לעומק תרדמה מקסימלי בשליש האחרון של דצמבר ובתחילת ינואר החלו כפי הנראה תהליכי שחרור מתרדמה. מועד הכניסה לתרדמה היה דומה בכל השנים ואילו מועד עומק התרדמה המקסימלי וראשית תהליכי ההתעוררות בשנה הראשונה נבדל משתי השנים האחרות כך שעומק התרדמה המקסימלי היה בראשית דצמבר ועוד לפני מחצית דצמבר החלה התעוררות (נכון לשלושת הכרמים שנבחנו, נתונים בדו"ח שנתלי).

בהסתכלות פרטנית על כל אחד מהכרמים (תמונה 2 ותמונה 3) נראה כי לאורך רב התקופה כרם 3 מבקעת הירדן הציג רמות תרדמה נמוכות יותר משלושת הכרמים האחרים (פער של כ-20%) ורק בשיא התרדמה הציג ערכי התעוררות דומים. התנהגות דומה של כרם זה נצפתה בשנה הראשונה יחסית לשני הכרמים האחרים שנבחנו. המדידות בכרם 4 (זכרון יעקב) החלו מאוחר יותר ונראה שבאמצע נובמבר הכרם כבר היה בתרדמה די עמוקה (20% התעוררות לעומת מעל 70% ביתר הכרמים ביתר הכרמים באותו מועד) וככלל היה רדום יותר ברב נקודות המדידה למעט שיא התרדמה ב-26 לדצמבר. על מנת לבחון את השפעת ריסוס HC בריכוזים השונים מוצעו ערכי ההתעוררות לאחר 14 יום בכל טיפול ובכל מועד בדיקה עבור כל הכרמים (תמונה 43) וגם בניכוי ערכי

כרם 4 בגלל חריגותו (תמונה 5). מן התוצאות נראה כי במערכת המודל של הייחורים המנותקים טיפול ב-3% אלוזדף נותן את התוצאה האופטימלית מבחינת אחוזי ההתעוררות, הטיפולים ב-1% ו-5% הם סב-אופטימליים, והטיפול ב-7% הוא הנחות ביותר ולמעשה לא מקנה שום שיפור לעומת הבקורת הלא מרוססת שערכה מייצגים את עקומת התרדמה על בסיס נתוני התעוררות לאחר 14 יום. תאור זה מייצג גם את התנהגות הייחורים מהכרמים השונים בשנה הראשונה (תוצאות בדו"ח שנתי) והשלישית (תוצאות לא מוצגות) בעוד שניתן לשער כי 1% הוא ככלל ריכוז נמוך מדי, סביר שתגובת הפקעים לריכוזים של 5% ו-7% משקפת דרגות נזק. במועדים שנבחנו באוקטובר נראה נזק "אבסולוטי" משום שהריכוזים הגבוהים גרמו לנזק שהתבטא בפחיתה באחוזי ההתעוררות בהשוואה לבקורת, ואילו מסוף אוקטובר עמידות הפקעים משתפרת, כנראה כחלק מתהליכי הכניסה לתרדמה. מעניין לציין כי את ההבדל בתגובת הפקעים לטיפולים באוקטובר ובתחילת נובמבר אי אפשר לגזור מדגם התעוררותם בייחורי הבקורת שמציגים התנהגות דומה ויכול להיות שתהליכי הכנה ראשוניים שעדיין לא פוגעים ביכולת ההתעוררות אך מקטינים את רגישות הרקמה יוצרים את הדיפרנציאל ברגישות לריכוז החומר. בספרות קיימים מחקרים המציעים כי לקראת תרדמה נחסמים מעברים בין תאים והתרחשות זו משפיעה אולי על חדירות ו/או קצב תגובה.

כאשר מסתכלים על התנהגות הפקעים מכל כרם בנפרד ניתן להבחין בשונות בתגובה לטיפול בעיקר בשני שליש ראשונים של אוקטובר וממחצית נובמבר (תמונות 6-9, 14 יום). בעוד שבכל הכרמים נראה כי התגובה ל-3% היא האופטימלית, כמצויין מעל, יש דיפרנציאל בתגובה ל-1% ול-5%. בכרמים 1 ו-4 נראה שטיפול ב-5% דומה בעילותו ל-3% ואילו 1% אינו יעיל וקרוב באחוזי ההתעוררות ל-7%. לעומת זאת בכרמים 2 ו-3 נראה שטיפול ב-1% דומה בעילותו לטיפול ב-3% ואילו טיפול ב-5% פחות אפקטיבי, כנראה משום שהוא גורם נזק. ניתן היה לכאורה להניח כי הכרמים הרדומים יותר יציגו דגם דומה לזה שתואר עבור כרמים 1 ו-4 אולם על פי עקומות התרדמה לא נראה כי כרם 2 נבדל מהם. מעניין לציין כי כרמים 2 ו-3 גדלים בבקעת הירדן ויכול להיות שקיים גורם מגביר רגישות שאינו מתבטא בעקומת התרדמה. התיאור האמור מייצג גם את התנהגות שלושת הכרמים מבקעת הירדן בשנה הראשונה (נתונים הוצגו בדו"ח שנתי).

בשנה השלישית נבחנה התנהגותם של ייחורים חד פרקיים מכרם 1 בפתחיה וכרם 2 בבקעת הירדן בתגובה ל-1%, 3% ו-5% והושמט הטיפול ב-7%. בכרם 2 התקבלה תמונה דומה לפיה טיפול יש דמיון באפקטיביות של 1% ו-3% ואילו טיפול ב-5% פחות אפקטיבי, כנראה משום שהוא גורם נזק. בכרם 1, לעומת זאת טיפול ב-1% היה השנה האפקטיבי ביותר והציג 90-100% התעוררות בכל מועד נבחן לאורך העונה, 3% נפל ממנו אך עדיין שיפר התעוררות ביחס לבקורת עד תחילת ההתעוררות הטבעית ואילו 5% הביא להתעוררות זהה לבקורת או פחותה ממנה-סימן לנזק בדרגה שלא נמצאה בשנה קודמת (נתונים לא מובאים). על בסיס האמור נראה כי (1) פקעים מכרם 1 היו רגישים יותר בשנה השלישית בהשוואה לשנה השנייה (2) בעוד שטיפול ב-3% אינו אינפורמטיבי לצורך הבדלה ברגישות ובוודאי לא 7% שהוא חריף מדי במערכת הייחורים, ייחוס תוצאת טיפולי השוליים 1% ו-5% לפרנס של 3% עשוי לשמש כאינדיקטור לרגישות, כאשר ערך גבוה משמעותית מ-1 ביחס 1:3 וערך שווה ל-1 או נמוך ממנו ביחס 3:5 יצביע על רגישות נמוכה, וערכים קרובים ל-1 ביחס 1:3 או נמוכים ממנו, וערך גבוה ביחס 3:5 יצביעו על רגישות גבוהה. (3) לחלופין, ניתן להשתמש בטיפול 5% כאינדיקטור.

#### 4. דגם פליטת אתילן מפקעים במהלך העונה, בתגובה לטיפול HC בכרמים שונים

בבחינה של פרופיל הייצור של אתילן במהלך 48 שעות מדידה בשנת הנסיונות השנייה נמצא כי רמתו בייחורי הבקורת גבולית ולא משתנה ברב השבועות (תמונה 10). לעומת זאת ניתן לומר בהכללה כי טיפול HC מעלה את רמת האתילן הנפלט כבר לאחר 10 שעות ובדו"ח הרמה הגיעה לשיאה לאחר 24 שעות כאשר בשבועות וכרמים מסויימים הגעה לשיא הובחנה כבר לאחר 10 שעות ונשמרה רמה דומה עד 24 שעות. בין 24 שעות ל-48 שעות ירדה רמת האתילן. דגם התנהגות זהה נמצא גם בשנת הנסיונות הראשונה (נתונים הוצגו בדו"ח שנתי). בשלושת שנות המדידה תועדה ירידה ברמת האתילן הנפלט עם התקדמות מעגל התרדמה. בשנת הנסיונות השנייה, בה נערך מעקב מתחילת אוקטובר ולמשך שלושה חודשים ניתן להבחין בשלוש תקופות משנה כאשר באופן גס התקופה הראשונה (תקופה 1) היא עד סוף אוקטובר ובה רמת האתילן הנפלט הגבוהה ביותר, השנייה משתרעת על פני רב חודש נובמבר

ומציגה רמת ביניים של אתילן ואילו בשלישית, מסוף נובמבר, רמות האתילן הנפלט נמוכות. ההשתנות המתוארת ברמת האתילן הנפלט חפפה מבחינת תקופות הזמן להשתנות ברמת ההתעוררות בתגובה לטיפולים (תמונה 3) כאשר בתקופה 1 רמות ההתעוררות בתגובה לטיפולים נמוכות ונראה כי הפקעים נפגעים, בתקופה 2 רמות ההתעוררות הן הגבוהות ביותר ודומות בריכוזי HC השונים ובתקופה 3 יש ירידה הדרגתית ברמת ההתעוררות המעידה על עלייה בעומק התרדמה. מנתוני השנה השנייה לא היה אפשרי להסיק אם מתקיימת "תמונת מראה" וחלה עלייה ברמות האתילן בפקעים עם העליה בכושר ההתעוררות הטבעי (שיוגדר כאן כתקופה 4) משום שהנסיון הסתיים בראשית ינואר, תקופה בה צפויים תהליכי השחרור מתרדמה. מאחר שהעניין החקלאי בהערכת תגובת הפקע הוא בחודשים דצמבר-פברואר, לקראת היציאה מתרדמה ולאחריה, הוזח כאמור חלון התצפית כך שבחן התנהגות בין מחצית נובמבר למחצית פברואר. על בסיס התוצאות משתי השנים הראשונות צומצמה הבחינה לבדיקת רמת האתילן הנפלטת לאחר 24 ו-48 שעות בטיפולים 1-3-5%. מנתוני השנה השלישית התברר כי בניגוד להנחת המוצא לא חלה עלייה ברמת האתילן המשתחרר מפקעים בשלבי שחרור מתרדמה, בהשוואה לפקעים רדומים, ופרופיל הפליטה של אתילן אינו ניתן לתאור כהיפרבולה במהלך מעגל התרדמה. (תמונה 11-רמות אתילן כרם 1 ו-2 שנה שלישית) מן האמור נראה שתגובת המערכת הסינטטית של אתילן בפקעים לפני כניסתם למעגל התרדמה לטיפול שובר תרדמה שונה מתגובתה בפקעים שהשתחררו מתרדמה, וזאת למרות שהם עשויים להציג נתוני התעוררות דומים בתנאי המרצה. התרגום המעשי של ממצא זה הוא כי ניתן להשתמש בהשתנות בפליטת אתילן כמדד לכניסה לתרדמה אך לא כמדד ליציאה מתרדמה. להוותנו, דווקא חלון זמן זה שבו חל מעבר בין תרדמה עמוקה להתעוררות הוא החלון שבו יש לניבוי ערך מעשי לחקלאי.

משתי צורות השוואה של רמות אתילן שנמדדו מדי שבוע לאחר 24 שעות ממתן הטיפול, השוואת כל טיפול בין כרמים (תמונה 12) והשוואה בין הטיפולים בכל כרם (תמונה 13), נראה כי (1) רמת האתילן הנפלט מפקעים מכרמים 1 ו-4 בתקופות 1-2 גבוהה מזו שנמדדה בכרמים 2 ו-3 (תמונה 12) (2) רמת האתילן הנפלט עולה ככלל עם העלייה בריכוזי HC (נתון ברור בכל שנות המחקר) כאשר ההבדל בולט במעבר מ-1 ל-3% וממנו ל-5-7% שדומים ביניהם (ראה תמונות 13A-D לכרמים הבודדים ומומוצע ביניהם ב-13E). בחינת פרופיל פליטת אתילן בתגובה לריכוזי HC בכל מועד בנפרד ובכל כרם (תמונה 14A-D) מדגישה את ההבדל בין כרמים בתקופות 1 ו-2 שתואר מעל. על בסיס זה מוצעו עבור כל כרם ועבור כל טיפול רמות האתילן בכל המועדים בתקופות 1-2 (תחילת אוקטובר עד סוף נובמבר) ובתקופה 3 (בעיקר דצמבר) בנפרד (תמונה 14E) ובהמשך נערך מיצוע של הערכים מכל הכרמים עבור תקופה 3 ובנפרד עבור כרמים 1-4 וכרמים 2-3 בתקופות 1-2 (תמונה 14F). על פי איור מסכם זה נראה כי קיים הבדל בתגובה בין כרמים לפני הכניסה לתרדמה, ונראה כי כרמים שרגישים יותר לטיפול ע"פ מדד ההתעוררות מייצרים פחות אתילן. מעניין לציין כי בכרמים 2 ו-3, שגם על פי מדד ההתעוררות הראו רגישות גבוהה יותר ל-HC, שיא פליטת האתילן בתקופה 2 היה לאחר 10 שעות. מכאן עולה ההשערה כי עקה חזקה מדי עשויה לפגוע ביכולת ייצור האתילן בפקעים לא רדומים בשלבים 1 ו-2 וזו עשויה להיעצר כבר לאחר 10 שעות בפקעים רגישים כמו הפקעים מכרם 2 ו-3 בתקופה 2. השערה זו הועלתה על פי נתוני השנה הראשונה ונתמכת ע"פ ממצאי השנה השנייה. האיור גם מראה תלות ברורה בין ריכוזי HC לרמת האתילן הנפלטת וניתן אולי להציע סקלה לפיה פקעים לא רדומים מכרם עמיד ורגיש יפלטו בשלבים שלפני כניסה לתרדמה אתילן ברמות שמעל 0.4 ובין 0.2-0.4 ח"מ, בהתאמה, במערכת הניסוי בצנצנות ואילו פקעים רדומים יפלטו רמות של 0.2 או פחות. המעקב שנערך בשנה השלישית התחיל כאשר הפקעים כבר היו כבר לקראת הכניסה לתרדמה (קרוב לתחילת התקופה השלישית). בהתאמה לעלייה ברגישות כרם 1 בין השנה השנייה לשלישית הוא הראה ערכים שדמו או נפלו מעט מאלו של כרם 2. בהתאמה לאמור מעל לגבי ערכי אתילן נמדדו ערכים שבין 0.3 ל-0.35 ח"מ בתחילת התקופה הנבחנת (מחצית נובמבר, מקבילה לשלהי תקופה 2) ואילו ברב התקופה הנבחנת הערכים היו בין 0.2 ל-0.15 ח"מ בשני הכרמים (בהקבלה לתקופה 3 ותקופה 4 שהוגדרה כשלבי ההתעוררות ונבחנה בעיקר בשנה השלישית).

ראויה לציין תופעה שחזרה על עצמה בשלושת השנים לפיה נראה היה כי הירידה ברמת האתילן אינה רציפה. לאחר ירידה תלולה ברמות האתילן בין תחילת נובמבר לאמצעו (כאשר הפקעים בתהליך מעבר מערות מלאה לתחילת כניסה לתרדמה) חלה עליה מתונה, בתחום הריכוזים הנמוכים, המגיעה לשיא בשלב בו עומק התרדמה מקסימלי, ואז חלה ירידה נוספת. נתוני השנה השנייה המתוארים בתמונה 14E מדגימים את התופעה ומעידים כי ההתנהגות המתוארת חוזרת על עצמה בכרמים שונים. אם אתילן

מסונתז כתגובה לעקה היינו מצפים כי עם העלייה בסטטוס התרדמה תהייה ירידה ברגישות הפקעים וירידה ברמת האתילן, ואכן בתקופה זו ריכוזי האתילן הם נמוכים ככלל. על בסיס הגיון זה קשה להסביר את ה"דבשת" המופיעה דווקא בתקופת שיא התרדמה. מועלית ספקולציה ראשונית לפיה ייצור רמות גבוהות של אתילן בתקופה 1 ו-2 הוא תגובה לעקה הפוחתת עם המעבר לתרדמה אולם בזמן התרדמה הטיפול משרה סינתזת אתילן ברמות נמוכות יותר על מנת לתפקד כסיגנל, והסינתזה מבוקרת במנגנון אחר המושפע משינויים החלים בפקע במהלך התקופה בה הוא רדום. ספקולציה זו מורכבת ויומרתית ותדרוש כשלב ראשון בבירור התופעה והבנת חשיבותה לשבירת תרדמה (1) הוכחה חוזרת ומפורטת יותר מבחינת מועדי מעקב לקיומה של ה"דבשת" בתקופה שסביב שיא התרדמה (2) מעקב אחר שעותוק ופעילות בקרי הסינתזה.

ההנחה כי סינתזת אתילן היא תגובה פשוטה ואוניברסלית לעקה בלבד אינה עומדת במבחן המציאות גם נוכח נתוני השנה השלישית המראים כי פקעים שסיימו את תקופת התרדמה, והם ערים לחלוטין, אינם מגיבים לטיפול עקה (המיוצג על ידי HC ברמות הגבוהות) בעלייה ברמת האתילן שהיא מעבר לזו של פקעים בתרדמה עמוקה. לכאורה אפשר היה לטעון שמתן HC בתקופה זו אינו מייצג עקה אולם טענה זו אינה עומדת במבחן המציאות נוכח עלייה ברגישות הפקעים לרמות HC גבוהות עם היציאה מתרדמה לפי מבחני התעוררות לאורך שנים (ראה תמונה 3 כדוגמא) וגם לנוכח השתנות בפליטת אצטאלדהיד ואתנול שתפורט.

### 5. דגם פליטת אצטאלדהיד מפקעים לאורך העונה

בבחינה של פרופיל הייצור של אצטאלדהיד (אצט) בשנתיים הראשונות נראה כי כבר לאחר 6 שעות ממועד הטיפול ישנו ייצור של אצט וכבר בנקודת זמן זו רמת האצט בטיפולים גבוהה מזו של ייחורי הבקורת בכרמים השונים (תמונה 15). פליטת אצט על ידי ייחורי הבקורת יורדת בד"כ לאחר 10 שעות החיתוך. לאחר 24 שעות רמת אצט בבקורת כבר נמוכה מאוד או אפסית, ומועלית ההנחה ייצור אצט בסמוך לחיתוך מייצגת תגובה של הייחור לחתך. בתגובה לטיפול HC, רמת האצט הגיעה לשיאה לאחר 24 או 48 שעות, בתלות בכרם, במועד ובטיפול (ככלל, השיא התאחר עם העלייה בריכוז HC). על פי נתוני השנה השנייה ניתן לראות כי רמת האצט בתקופה 1 ו-2 היתה גבוהה וכי ירדה בתקופה 3, בדומה לממצאים לגבי אתילן, כאשר הירידה בולטת יותר בכרמים 1 ו-4 ומינורית בכרם 3. משתי צורות השוואה של רמות אצט שנמדדו מדי שבוע לאחר 24 שעות ממתן הטיפול, השוואת כל טיפול בין כרמים (תמונה 16) והשוואה בין הטיפולים בכל כרם (תמונה 17), נראה כי (1) רמת האצט הנפלט מפקעים מכרמים 1 ו-2 HC בתקופות 1-2 דומה וגבוהה מזו שנמדדה בכרם 3 (תמונה 16 ו-18E), (2) רמת האצט הנפלט עולה ככלל עם העלייה בריכוז HC וההבדל בולט בתקופות 1 ו-2 (ראה תמונה 17E), המציגה ממוצע נתוני כל הכרמים) ומוגבל בתקופה 3. בכרמים 1 ו-4 ההבדל בולט במעבר מ-1 ל-3% וממנו ל-5-7% שדומים ביניהם. בכרמים 2 ו-3, שמעל הוצע כי היו רגישים יותר בשנה השנייה, ההבדל בין הטיפולים פחות חד או לא קיים, בגלל רמות גבוהות יותר של אצט בטיפול ב-1% (ראה תמונות 17A-D לכרמים הבודדים). בנסיין להדגיש חוקיות בתגובה לטיפול לאורך העונה מוצעו נתוני הטיפולים 3-5-7 מכל הכרמים.

בחינת פרופיל פליטת אצט בתגובה לריכוז HC בכל מועד בנפרד ובכל כרם (תמונה 18A-D) מציעה הבדל בתגובה בין תקופה 1-2 ותקופה 3 בכל הכרמים למעט כרם 3. על בסיס זה מוצעו עבור כל כרם ועבור כל טיפול רמות האצט בכל המועדים בתקופות 1-2 (תחילת אוקטובר עד סוף נובמבר) ובתקופה 3 בנפרד (תמונה 18E) ובהמשך נערך מיצוע של הערכים מכל הכרמים עבור תקופה 1-2 ותקופה 3 עם ובניכוי נתוני כרם 3 (תמונות 18E ו-18F בהתאמה). מן הנתונים בולטת תלות בין מועד הטיפול, ריכוז HC ורמת האצט הנפלט.

כאמור, מאחר שהעניין החקלאי בהערכת תגובת הפקע הוא לקראת היציאה מתרדמה ובשלבי ההתעוררות הטבעית הוסט חלון התצפית בשנה השלישית לניטור התנהגות בין אמצע נובמבר לאמצע פברואר, כדי לבחון את ההשערה כי יציאה מתרדמה תהיה מלווה בעלייה מהותית ברמת אצטאלדהיד. כמו שתואר עבור בדיקת רמת האתילן, הבחינה התרכזת בשנה זו במדידת אצטאלדהיד ואתנול הנפלטים לאחר 24 ו-48 שעות בטיפולים 1-3-5%. מן הנתונים עולה כי בכרם 1, לאחר 48 שעות, ובכרם 2, לאחר 24 ו-48 שעות מהטיפול, נמצאה עלייה ברמת האצט הנפלט בתגובה לטיפול ב-5% HC בתקופת היציאה מתרדמה. עלייה זו בלטה במיוחד בתגובה ל-5% (תמונה 19 -לצייר גרפים 48 שעות-עלייה באצט). הירידה ברמת האצט עם הכניסה לתרדמה והעלייה

ברמת האצט עם היציאה מתרדמה מעלות את האפשרות לשימוש בפליטת אצט כסמן לכניסה ויציאה מתרדמה. יחד עם זאת בעיות מדידה ושונות ברגישות בין כרמים, שנים ושנים עשויה להעמיד בסימן שאלה את ישימותם של ספי ריכוז אבסולוטיים. לדוגמא, בשנה השניה נמדדו בסביבות 10 ח"מ במהלך הכניסה לתרדמה, 5 ח"מ או פחות בשיא התרדמה ובין 15-20 ח"מ ביציאה מתרדמה. בשנה השלישית אכן נמדדו בין 15-20 ח"מ ביציאה מתרדמה אולם בתקופת התרדמה רמות אצט שנמדדו היו בין 10-15 ח"מ.

מאחר שמאותה דגימת אוויר נמדדים בו זמנית רמות אצט ואתנול הנפליטים מהפקע, ומאחר שלהבנתנו קצב פינוי אצט לאתנול מושפע מסטטוס התרדמה של הפקע המשליך על רגישותו, נבחנה האפשרות להתגבר על בעיות מדידה ועל השונות שהוזכרה על ידי חישוב אחוז האתנול מסה"כ, תוצרי הנשימה האנארובית שנמדדו, אצט ואתנול. בהמשך מובאים נתונים התומכים ברלוונטיות השימוש בפרמטר זה.

#### 6. דגם פליטת אתנול מפקעים לאורך העונה

הנתונים שהתקבלו בנסיונות השנה השניה דומים לאלו שהובאו בדו"ח השנה הראשונה אולם הרחבת תקופת הניטור בשנה השניה שיפרה את היכולת להבחין בדגם התנהגות של פליטת אצט ואתנול לאורך העונה. על פי הנתונים נראה שרמת האתנול לא נבדלה בין הטיפולים לבקורת לאחר 6 ו-10 שעות. לעומת זאת ברור כי טיפול HC גורם לעלייה בולטת ברמת האתנול הנפלט לאחר 24 ו-48 שעות בעוד שרמת האתנול בבקורת יורדת עם הזמן (תמונה 18). עבור טיפולי 5% ו-7% הרמה הגבוהה ביותר נמדדה בד"כ לאחר 48 שעות אולם בטיפול 3% שיא הפליטה במקרים רבים הובחן לאחר 24 שעות, ולאחר מכן נשמרה אותה רמה או ירדה. בכל מקרה העלייה המהותית ברמת האתנול הנפלט היתה בין 10 שעות ל-24 שעות. רמות האתנול שנפלטו בכרמים 2 ו-3 בתגובה לטיפול ב-1% דמו לרמות שנפלטו בטיפול 3% ואילו בכרמים 1 ו-4 רמות האתנול שנפלטו בתגובה לטיפול ב-1% היו קרובות יותר לרמות האתנול בבקורת. הבדל זה נשמר לכל אורך תקופת הניסוי (תמונה 20 ו-22A-D). ממצא זה עשוי לשמש כעדות נוספת לרגישות גבוהה יותר של הכרמים בבקעת הירדן ואינו מפתיע לאור העובדה שמקור האתנול הוא כנראה בעלייה בייצור אצט.

משתי צורות השוואה של רמות אתנול שנמדדו מדי שבוע לאחר 24 שעות ממתן הטיפול, השוואת כל טיפול בין כרמים (תמונה 21) והשוואה בין הטיפולים בכל כרם (תמונה 22), נראה כי (1) רמת האתנול הנפלט מפקעים בתגובה לטיפולים 3-5-7 היא די דומה בארבעת הכרמים למעט אמצע נובמבר (תמונה 21); (2) רמת האתנול הנפלט עולה ככלל עם העלייה בריכוז HC אולם אופי השינוי נבדל מזה שתואר עבור אתילן ואצט. בתגובה לטיפול ב-1% HC עולה רמת האתנול הנפלט בהשוואה לבקורת בפער די קבוע שאינו תלוי במועד המדידה (תמונה 22E). רמת האתנול הנפלט בתגובה לטיפולים 3-5-7 גבוהה יותר אך לא נבדלת בד"כ בין שלושת הטיפולים וזאת למרות שרמת הפרקורסור, אצטאלדהיד, נבדלת. העדר מתאם בשינויים ביכולות הסינתזה של שני הנדיפים מעיד על רמה גבוהה יותר של אצט בפקעים שמטופלים בריכוזים הגבוהים וזו עשויה להיות אחראית ליעול שבירת תרדמה או לנוק, בתלות בריכוז, במצב הפיזיולוגי של הפקע וסביר להניח שגם בטמפרטורת הסביבה (פרמטר שלא נבחן בניסוי המבוקר שתואר אך עשוי להשפיע בכרם). בחלון הזמן שנבחן בשנת הנסיונות השניה נראה כי רמת האתנול הנפלט נמוכה באוקטובר, עולה במחצית נובמבר ויורדת לקראת תחילת ינואר (ה 22E).

בחינת פרופיל פליטת אתנול בתגובה לריכוז HC בכל מועד בנפרד ובכל כרם המוצגת בתמונה 23A-D מצביעה על דמיון בפרופיל ברב המועדים, בכל הכרמים ועל דמיון בתגובה לטיפולים 3-5-7. עבור כל כרם ועבור כל טיפול מוצעו רמות האתנול בכל המועדים בתקופות 1-2 ובתקופה 3 בנפרד (תמונה 23E). בנוסף נערך מיצוע של הערכים מכל הכרמים עבור תקופה 1-2 ועבור תקופה 3 בנפרד ועבור כל מועדי הבדיקה יחד. מגרף מסכם זה ניתן להציע כהכללה כי אין הבדל בולט בפליטת אתנול לאחר 24 שעות במועדים השונים לאורך כל תקופת המעקב ואין בד"כ הבדל בין הטיפולים 3-5-7% (למעט כרם 4 במחצית נובמבר). יחד עם זאת, בחלק מהמועדים ניכר הבדל בין הטיפולים לאחר 48 שעות שבו היתה רמת הפליטה של אתנול בטיפולים 5% ו-7% גבוהה יותר מזו שנמדדה בטיפול 3%, יצויין כי לא אותר קשר בין מקרים בהם נמצא הבדל זה לרמת התעוררות, רגישות לטיפול או זהות הכרם.

תוצאות דומות תוארו בשנת המחקר הראשונה. לאור הבשורה הגלומה בחישוב % האתנול לא פורטו תוצאות המעקב אחר רמת האתנול בשנה השלישית המיוצגות ככלל על ידי המתואר מעל.

#### 7. בחינת האינפורמטיביות של התפלגות אחוזית של אצט ואתנול

על בסיס שונות שמצאנו, ומאחר שעל בסיס הממצאים הועלתה ההנחה כי קצב פינוי אצט על ידי הפיכתו לאתנול מושפע מסטטוס התרדמה של הפקע המשליך על רגישותו הועלתה האפשרות לנרמול שיתקבל מחישוב פרקציה האחוזית של האתנול מכלל תוצרי הנשימה האנארובית (אצט ואתנול) שנמדדו בו זמנית מאותה דגימת אוויר.

נתוני השנה השלישית שימשו לסכימה של כמות האצט והאתנול בכל דגימה נבחת ולחישוב החלק האחוזי של אתנול בדגימה. הצבה גרפית של הנתונים הראתה כי (1) עם העלייה בריכוז HC יש ירידה ב-% האתנול הנפלט מהפקע (תמונה 24) (2) בפקעים שטופלו ב- 3% ו- 5% HC יש ירידה ברורה ב-% האתנול במעבר מתקופת התרדמה (בין מחצית נובמבר לסוף דצמבר) לתקופת ההתעוררות (מסוף דצמבר לראשית פברואר) (תמונה 24 ו- 25), וכמובן שהאמירה ההופכית היא כי עולה חלקו היחסי של אצט. בפקעים שטופלו ב- 1% HC לא נמצא הבדל בולט ב-% האתנול לאורך כל התקופה הנבחת (תמונה 24). נתוני % האתנול קובצו בהמשך לשתי קבוצות על פי סטטוס התרדמה של הפקע (תמונה 25A). מיצוע הנתונים מציע (תמונות 25B ו-25C) הבדל מובהק בין פקעים בזמן הרדמותם ועד לשיא התרדמה לבין פקעים שהחלו תהליכי התעוררות כאשר בוחנים את תגובתם ל- 3% ו- 5% HC. ממצאים אלו תומכים בהנחה כי יכולת פינוי אצט לאתנול נפגעת בפקעים לא רדומים המטופלים ב- HC. פקעי בקורת ופקעים שטופלו ב- 1% HC לא נבדלו ב-% האתנול הנפלט בתקופת התרדמה והתעוררות.

על בסיס זה עלתה השאלה אם בדומה לפקעים מתעוררים, גם פקעים לפני הכניסה לתרדמה יציגו אחוזי אתנול נמוכים והאם ניתן לתאר שלוש תקופות – **טרם תרדמה** בה הפקע עדיין לא רדום, רגיש לטיפול, לא מצליח לפנות אצט במהירות ומציג אחוז אתנול נמוך, **השריית תרדמה** בה הפקע נרדם, רגישותו לטיפול יורדת, תהליך פינוי אצט אינו מעוכב ולכן % האתנול גבוה **סיום תרדמה והתעוררות** בה הפקע מתעורר, רגישותו עולה והתנהגותו דומה לזו המתוארת בתקופה הראשונה. מאחר שאין חפיפה מלאה בין חלונות הזמן שנבחנו בשלושת שונות המחקר מוספרו שבועות הבחינה מאוקטובר ועד פברואר בכל שנה ליצירת ציר זמן מאחד ומוצגים אחוזי האתנול שחושבו בכרמים 1 עד 3 בשנים השונות על ציר הזמן המתואר (תמונה 26). בנוסף מוצע עבור כל שבוע % האתנול מכל הכרמים ומכל השנים (תמונה 27A). מן האיור נראה כי אכן פרופיל % האתנול עוקב אחרי התסריט המתואר ומהווה תמונת ראי לעקומת התרדמה. בנקודות הזמן 11-14 (שבועיים אחרונים של דצמבר ושבוע ראשון של ינואר) יש שונות גדולה ומובנת לאור העובדה שמדובר בתקופה קריטית שההתנהגות בה משתנה בין שנים, בתלות באופי החורף (יציאה מתרדמת אמת מתחילה בין מחצית דצמבר לשבוע הראשון של ינואר בתלות בשנה) ובין אזורים. לראיה מוצג ההבדל בצורת הפאראבולה בין הכרמים 1 ו-2 שמעיד על שונות בתחום הזמן המוזכר ומובן לאור יציאה מוקדמת יותר מתרדמה בפתחיה (מודגמת בתמונה 27B גרף 5-5% אתנול). קיום ערך סף של % אתנול נפלט מפקע בתגובה ל- 5% HC עשוי לשמש ככלי לניחוש מושכל של מצב רגישותו של הפקע. ממיצוע כל הנתונים הנוכחיים נראה כי ערך של 55% שנמדד בתגובה ל- 5% HC או פחות יכול להיות אינדיקטיבי לפקע וערך של מעל 60% אינדיקטיבי לפקע רדום. יחד עם זאת, השונות בין הכרמים מבקעת הירדן לכרם 1 מפתחיה, שהערכים בו נמוכים נמוכים בכ- 5% מעלה ספק בתועלת המעשית שבשימוש בסף אחיד לניבוי סטטוס התרדמה של הפקע בתקופה הרלוונטית להתלבטות במהלך ינואר ועשוי להיווצר צורך לייצור "תעודת זהות" לכרם או אזור. בדעתנו להמשיך השוואה רוטינית למשך מספר שנים (כרמים 1 ו-2, 5% HC ובקורת, תיעוד לאורך העונה (אוקטובר עד פברואר) של התעוררות הבקורת ושל פליטת אתילן, אצט ואתנול לאחר 24 שעות מטיפול) כדי לבחון על בסיס רב שנתי אם % אתנול יכול להחליף ביציבות את עקומת התרדמה.

#### בחינת התנהגות גפנים בכרם

בתחילת דצמבר, אמצעו וסופו נערך במקביל לדגימת זמורות לנסיון המבוקר, טיפול בגפנים בכרם ב-3, 5 ו-7% HC ועם משטח בלבד כבקורת. בכל מועד נזמרו 16 גפנים בכרמים 1,2 ו-4 לשלושה פקעים על זמורה ו-4 גפנים רצופות שמשו כ-4 חזרות לטיפול בכל



מועד. החל מפריצת הפקע הראשון נספרו כלל הפקעים המתעוררים בעמדות 2 ו-3 על כל זמורה בכל שבוע למשך מספר שבועות וחושב אחוז המתעוררים מכלל הפקעים בעמדות אלו בכל גפן.

בתמונה 28 ניתן לראות את דגם ההתעוררות בשלושת הכרמים בשלושת המועדים. בנסיון שנערך בראשית דצמבר ניתן לראות כי ההתעוררות עמדה על כ-30% בטיפול 7% וכ-20% בטיפול 5% בשלושת הכרמים הנמצאים באזורי גידול שונים. טיפול ב-3% הוביל ל-10% התעוררות בכרמים בפתחיה ובבקעה ולא השפיע כלל בכרם 4 בזכרון שגם בתנאים מבוקרים היה קשה התעוררות.

במחצית דצמבר הובילו הטיפולים ב-5 ו-7% להתעוררות זהה וטובה בכרם שעמדה על 70% לאחר 6 שבועות מהטיפול. בכרמים 2 ו-4 עדיין היה יתרון ל-7% על פני 5% במועד זה אך הם נבדלו בברור בקצב ההתעוררות וברמתה הסופית. בכרם 2 בבקעת הירדן עמדה ההתעוררות על כ-70% כבר לאחר 4 שבועות מהטיפול (הצצה מהירה יותר הנובעת מימים חמים יותר) ואילו בכרם 4 בזכרון היא הגיעה ל-50% בלבד חודשיים וחצי לאחר הטיפול. בשני כרמים אלו קצב ההתעוררות בטיפול 5% הראה פרופיל דומה אולם רמות נמוכות יותר שעמדו על כ-50% ו-40% בכרמים 2 ו-4 בהתאמה. ההתעוררות בתגובה ל-3% לא השתפרה באופן בולט במועד זה בכרמים 1 ו-4 יחסית למועד הקודם ואילו בכרם 2 עמדה על כ-50%. בנסיון שנערך בסוף דצמבר בטיפול ב-5% נתן תוצאות די דומות לאלו שהתקבלו במחצית דצמבר למעט כרם 2 שבו פחתה התעוררות בכל הטיפולים ואילו הטיפול ב-7% איבד את יתרונו היחסי על פני 5% או היה נחות ממנו (למעט כרם 1 שיש לנו חשש שהרסס בכרם הפך בו את הטיפולים 5% ו-7% על בסיס אי סבירות התוצאה מנסיונו המצטבר אך אין לנו אפשרות לבדוק את החשש. שגיאה זו משליכה גם על הממוצע הסופי בין שלושת הכרמים במועד זה). השפעת הטיפול ב-3% לא השתפרה באופן מהותי.

השוניות בתגובה בין חדר הגידול לכרם אינה מפתיעה משום שהטמפרטורות בכרם נמוכות יותר. אנו מניחים שבתנאים אלו התגובה התאית המופעלת מתונה יותר ולכן יעילה פחות כעקה שוברת תרדמה בריכוזים הנמוכים ובהתאמה יעילה יותר ומזיקה פחות בריכוזים הגבוהים, בהשוואה לתגובות בחדר הגידול. יחד עם זאת נמצאה כפוי השפעה שלילית של עליה בריכוז עם הירידה בעומק התרדמה בסוף דצמבר עם התחלת היציאה מתרדמה, שמקורה בעלייה בעצמת התגובה התאית בפקע המתעורר.

ההשתנות בהתנהגות שלושת הכרמים במהלך דצמבר והתגובה האופטימלית במחצית דצמבר נמצאות במתאם עם עומק תרדמה מקסימלי ועם דגם השתנות אחוז האתנול. היא נמצאת במתאם גם עם עלייה מתונה וזמנית ברמת האתנול בתקופת התרדמה שהבחנו בה בשלושת השנים ותוארה מעל (ערך נמוך בתחילת דצמבר, עולה עד מחצית דצמבר ויורד שוב בסוף דצמבר (תמונה 23A-B).

יחד עם זאת ההתנהגות המתוארת בכרם נבדלת מההתנהגות בתנאים מבוקרים שבה ההתעוררות בתגובה לטיפולים בתחילת דצמבר היתה גבוהה מזו שנמדדה באמצע דצמבר או דומה לו. הסיבה להבדל אינה ברורה לנו ועשויה להיות נעוצה בהשפעת טמפרטורת הסביבה ו/או בשונות תגובת הצמח השלם. בחינת תגובת הצמח השלם בתנאים מבוקרים (בדליים) וניטור טמפרטורה בכרמי הניסוי על מנת לבחון השפעת גורמים אלו.

בשנה השלישית רוסס כרם 1 בשבועות 16, 18, 20 (ב-20 לינואר, ב-3 לפברואר וב-17 לפברואר) ב-5% ו-7% HC. בשבוע 18 5% עודד התעוררות בהשוואה לבקורת (40% תוספת התעוררות לאחר 26 יום מרסוס) ולא הראה תוספת בשני מועדי הריסוס הבאים. אחוזי אתנול עמדו ירדו מ-46% בשבוע 16 ל-38% בשבוע 18. ירידה מובהקת של כ-40% נמצאה בתגובה לטיפול ב-7% בהשוואה לבקורת גם ב-20 לינואר וגם ב-17 לפברואר. מכאן ברור שכל התקופה הנבחנת מייצגת תקופה רגישה של תהליכי התעוררות בהתאמה עם ירידה ב-% האתנול שעמד על 45% או פחות בתקופה בה נערך ניסוי השדה. להשוואה, טיפולים ב-7% וב-5% במחצית דצמבר בשנה קודמת (שבוע 10) שיפרו תרדמה באופן אפקטיבי ודומה כשאחוז האתנול עמד על 65%. למרות המתאם בין נזק בכרם לירידה ב-% אתנול הנתונים ראשוניים ומוקדם לטעון שניתן להשתמש בערכי % האתנול לניבוי בכרם. בדיעבד נראה שחלונות הזמן שבחרנו בשתי השנים לא היו אופטימלים לבחינת מתאם (שבועות 9-11-13 בשנה השנייה ושבועות 16-18-20 בשנה השלישית) ונמצאו בשתי קצוות של התקופה החשובה והאינפורמטיבית לחיפוש מתאם בין % אתנול לתגובת הגפן בכרם.

טיפול בשוברי תרדמה שונים משרה פליטה זמנית של אצטאלדהיד, אתנול ואתילן מהפקע. הועלתה ההשערה כי אופי התגובה נגזר מתגובת הפקע לעוצמת העקה המופעלת עליו וזו משתנה בתלות בעומק התרדמה. על בסיס זה הונח כי מעקב אחר קצב ורמת פליטה של החומרים הנדיפים יאפשר להעריך את סטטוס התרדמה ולחזות את תגובת הפקע לטיפול. מטרת המחקר היתה לכן לאפיין את פרופיל פליטת הנדיפים האמורים לאחר מתן הטיפול, לברר אם קיימת תלות בין דגם הסינתזה שלהם, סטטוס התרדמה וריכוז HC ולבחון אם ניתן להשתמש בה לפיתוח יכולת ניבוי של סטטוס התרדמה ותגובת הפקע תוך ימים ספורים ממועד הדגימה

#### עיקרי ההתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח:

תגובת פקעים מכרמי Early Sweet משלושה אזורי גידול נבחנה לאורך מעגל התרדמה למשך שלוש שנים. נבחנה השפעת טיפולי HC בריכוז 1%, 3%, 5% ו-7% לזיהוי מדרג תגובה ובחירת ריכוז בוחן אינפורמטיבי ליישום עתידי. בתגובה לטיפול HC עלו רמות אצט, אתילן ואתנול לאחר 6, 10 ו-24 שעות, בהתאמה, ובהכללה הגיעו לשיא היצור לאחר 6, 24 ו-48 שעות, בתלות ברורה בריכוז. ריכוז של 5% נמצא כאינפורמטיבי. על בסיס פרופיל פליטת אתילן ואצטאלדהיד ורמת התעוררות הפקע בתגובה לטיפולים זוהו ארבע תת תקופות (ערות, הכנה לכניסה לתרדמה, תרדמה, תהליכי התעוררות) בהן נבדלו הפקעים ברגישותם. בין התקופה של הכנה לכניסה לתרדמה לתקופת התרדמה חלה ירידה תלולה ברמת האתילן והאצט הנפלטים ועלייה ב% האתנול מכלל תוצרי הנשימה האנאירובית שנמדדו. במהלך ההתעוררות תועדו עליה ברמת אצטאלדהיד וירידה מובהקת ב% האתנול אולם בניגוד להנחת המוצא לא חלה עלייה ברמת האתילן המשתחרר מפקעים בשלבי שחרור מתרדמה.

#### המסקנות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

באוקטובר, לפני תחילת מעגל התרדמה, רגישות הפקעים לטיפול גבוהה. נראה כי תהליכי הכנה לתרדמה החלים בנובמבר מקטינים את פגיעות הפקע כפי שהיא מתבטאת בפליטת נדיפים אך עדיין לא פוגעים בכושר ההתעוררות שלו. בשלבי הכניסה לתרדמה חלה ירידה נוספת ברגישות הפקעים המתבטאת בירידה ברמות אצט ואתילן ובשיפור יכולת הפינוי של אצט על ידי הפיכתו לאתנול. תגובת המערכת הסינטטית של אתילן בפקעים לפני כניסתם למעגל התרדמה לטיפול שובר תרדמה שונה מתגובתה בפקעים שהשתחררו מתרדמה, וזאת למרות שהם עשויים להציג נתוני התעוררות דומים בתנאי המרצה. ההנחה כי סינתזת אתילן היא תגובה פשוטה ואוניברסלית לעקה בלבד אינה עומדת לכן במבחן המציאות והתרגום המעשי של ממצא זה הוא כי ניתן להשתמש בהשתנות בפליטת אתילן כמדד לכניסה לתרדמה אך לא כמדד ליציאה מתרדמה. לעומת זאת, פרופיל ההשתנות של % אתנול נמצא במתאם הפוך עם סטטוס התרדמה ונראה כי הוא עשוי לשמש ככלי אמין לתאור סטטוס התרדמה ולניחוש מושכל של מצב רגישותו של הפקע.

#### הבעיות שנתרו לפתרון והתייחסות המשך המחקר לגביהן.

השונות בין הכרמים מעלה ספק באפשרות השימוש בסף אחיד לניבוי סטטוס התרדמה של הפקע בתקופה הרלוונטית להתלבטות במהלך ינואר ועשוי להיווצר צורך לייצור "תעודת זהות" אזורית. נדרש המשך ממוקד של השוואה למשך מספר שנים (כרמים 1 ו-2, 5% HC ובקורת, תיעוד מאוקטובר עד פברואר של התעוררות הבקורת ושל פליטת אתילן, אצט ואתנול לאחר 24 שעות מטיפול) כדי לבחון על בסיס רב שנתי אם % אתנול יכול להחליף ביציבות את עקומת התרדמה.

#### האם כבר הוחל בהפצת הידע?

לא.

פרסום הדו"ח: החומר חסוי עד לפרסום.

## נותרות גרפים

- הערה:** פירוט אופן ביצוע אנליזות התעוררות ומעקב אחר פליטת גזים מתואר בפרוטרוט בתחילת תאור המחקר.
- תמונה 1: עקומת תרדמה שהתקבלה בשנת המחקר השנייה. עבור כל מועד מוצעו נתוני התעוררות שנתקבלו ב ארבעה כרמים (1,2,3,4) שנבחנו בין מחצית אוקטובר לתחילת ינואר בשנת המחקר השנייה ומוצגים אחוזי ההתעוררות לאחר 18 ו-21 יום מתחילת תהליך ההמרצה בחדר גידול\_14 שעות תאורה, 23 מ"צ).
- תמונה 2: עקומות תרדמה נפרדות שנתקבלו ב ארבעה כרמים (1,2,3,4) שנבחנו בשנת המחקר השנייה. מוצגים אחוזי התעוררות מכל כרם לאחר 18 יום. פירוט נוסף בתמונה 1 ובטקסט.
- תמונה 3: זהה לתמונה 2 אך מוצגים נתוני ההתעוררות לאחר 14 יום מתחילת המרצה.
- תמונה 4: השפעת טיפולים בריכוזי HC עולים על % ההתעוררות בשנת המחקר השנייה. עבור כל טיפול (1,3,5), 7 אחוזי דורמקס (בקורת) בכל מועד מוצעו נתוני התעוררות שנתקבלו ב ארבעה כרמים (1,2,3,4) שנבחנו בשנת המחקר השנייה. מוצגים אחוזי התעוררות מכל כרם לאחר 14 יום. פירוט נוסף בתמונה 1 ובטקסט.
- תמונה 5: זהה לתמונה 4 אולם ללא נתוני כרם 4.
- תמונות 6-9: השפעת טיפולים בריכוזי HC עולים על % ההתעוררות שנתקבלו ב ארבעה כרמים (1,2,3,4) שנבחנו בשנת המחקר השנייה. מוצגים אחוזי התעוררות מכל כרם לאחר 14 יום. פירוט נוסף בתמונה 1 ובטקסט.
- תמונות 10: רמות אתילן שנפלטו לאחר 6, 10, 24, 48 שעות מכל טיפול (1,3,5), 7 אחוזי דורמקס (בקורת) בכל מועד דגימה (מדי שבוע) בכרמים 1, 2, 3 בין מחצית אוקטובר לתחילת ינואר בשנת המחקר השנייה.
- תמונה 11: רמות אתילן שנפלטו לאחר 24 שעות מכל טיפול (1,3,5), 7 אחוזי דורמקס (בקורת) בכרמים 1 ו-2 בשנת המחקר השלישית שנבחנו מדי שבוע בין מחצית נובמבר לתחילת פבואר בשנת המחקר השלישית.
- תמונה 12: השוואת פרופיל הפליטה של אתילן **בפקעים מכרמים שונים שנחשפו לאותו טיפול** (3 או 5 או 7 אחוזי דורמקס. הושוו נתונים מפקעים שנדגמו מהכרמים 1, 2, 3, 4 בנפרד. מוצגים ערכים שנמדדו לאחר 24 שעות מטיפול. מועדי מדידה כמתואר בתמונה 10.
- תמונה 13: השוואת פרופיל הפליטה של אתילן **בכל כרם בנפרד בתגובה ל טיפולים השונים** (1, 3, 5, ו-7 אחוזי דורמקס). בנוסף מוצעו נתונים מכל ארבעת הכרמים (תמונה 13E) מוצגים ערכים שנמדדו לאחר 24 שעות מטיפול. מועדי מדידה כמתואר בתמונה 10.
- תמונה 14: השוואת פרופילי פליטת אתילן בתגובה לטיפולי HC בין מחצית אוקטובר לתחילת ינואר. ההשוואה נעשתה בכל כרם ועבור כל מועד בנפרד (14A-D). על בסיס זה קובצו ומוצעו בנפרד נתונים משלוש תקופות לאורך מעגל התרדמה (ראה טקסט), עבור כל כרם (תמונה 14E) ועבור כל הכרמים יחד (תמונה 14F).
- תמונה 15: רמות אצט אלדהיד שנפלטו לאחר 6, 10, 24, 48 שעות מכל טיפול. יתר בפרטים כמתואר בתמונה 10.
- תמונה 16: השוואת פרופיל הפליטה של אצטאלדהיד **בפקעים מכרמים שונים שנחשפו לאותו טיפול** (3 או 5 או 7 אחוזי דורמקס. יתר בפרטים כמתואר בתמונה 12.
- תמונה 17: השוואת פרופיל הפליטה של אצטאלדהיד **בכל כרם בנפרד בתגובה ל טיפולים השונים** (1, 3, 5, ו-7 אחוזי דורמקס). בנוסף מוצעו נתונים מכל ארבעת הכרמים (תמונה 17E). יתר בפרטים כמתואר בתמונה 13.
- תמונה 18: השוואת פרופילי פליטת אצטאלדהיד בתגובה לטיפולי HC בין מועדים שונים בתקופה שבין מחצית אוקטובר לתחילת ינואר. ההשוואה נעשתה בכל כרם ועבור כל מועד בנפרד (18A-D). על בסיס זה קובצו ומוצעו בנפרד נתונים משלוש תקופות לאורך מעגל התרדמה (ראה טקסט), עבור כל כרם (תמונה 18E) ועבור כל הכרמים יחד (תמונה 18F-G).
- תמונה 19: תמונה 11: רמות אצטאלדהיד שנפלטו לאחר 24 שעות מטיפול ב-5% דורמקס בכרמים 1 ו-2 בשנת המחקר השלישית, שנבחנו מדי שבוע בין מחצית נובמבר לתחילת פברואר בשנת המחקר השלישית.

תמונה 20: רמות אתנול שנפלטו לאחר 6, 10, 24, 48 שעות מכל טיפול. יתר הפרטים כמתואר בתמונה 10.

תמונה 21: השוואת פרופיל הפליטה של אתנול **בפקעים מכרמים שונים שנחשפו לאותו טיפול** (3 או 5 או 7 אחוזי דורמקס. יתר הפרטים כמתואר בתמונה 12)

תמונה 22: השוואת פרופיל הפליטה של אתנול **בכל כרם בנפרד בתגובה ל טיפולים השונים** (1, 3, 5, ו-7 אחוזי דורמקס). בנוסף מוצעו נתונים מכל ארבעת הכרמים (תמונה 22E). יתר הפרטים כמתואר בתמונה 13.

תמונה 23: השוואת פרופילי פליטת אתנול בתגובה לטיפול HC בין מועדים שונים בתקופה שבין מחצית אוקטובר לתחילת ינואר. ההשוואה נעשתה בכל כרם ועבור כל מועד בנפרד (23A-D). על בסיס זה קובצו ומוצעו בנפרד נתונים משלוש תקופות לאורך מעגל התרדמה (ראה טקסט), עבור כל כרם (תמונה 23E).

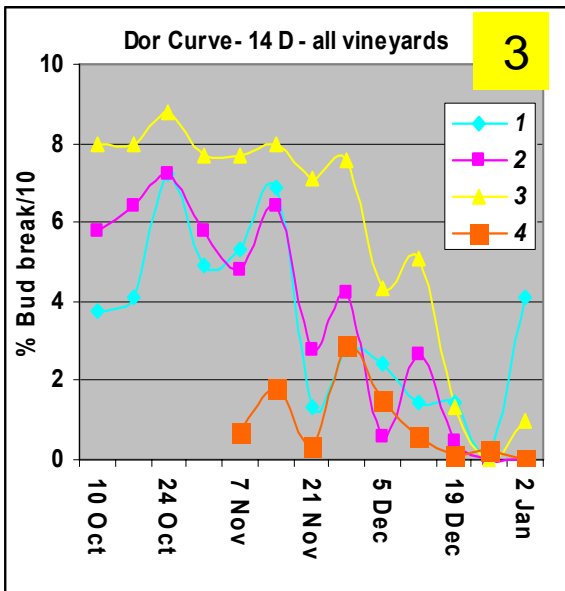
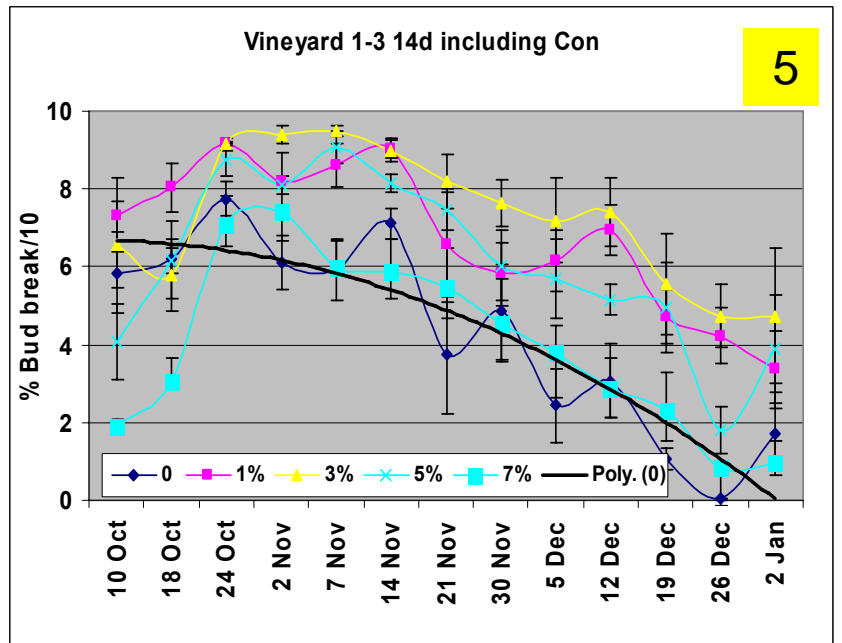
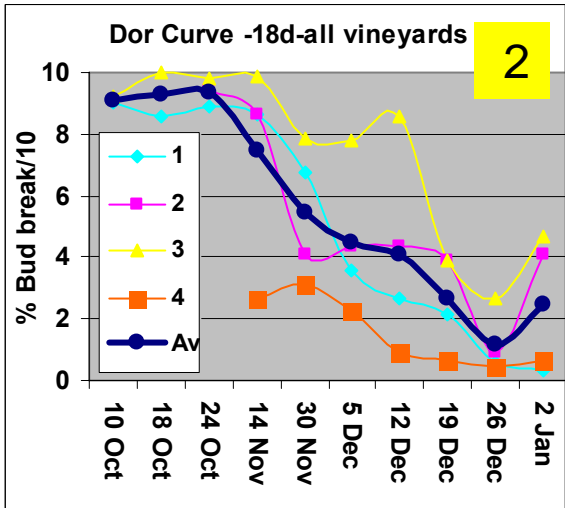
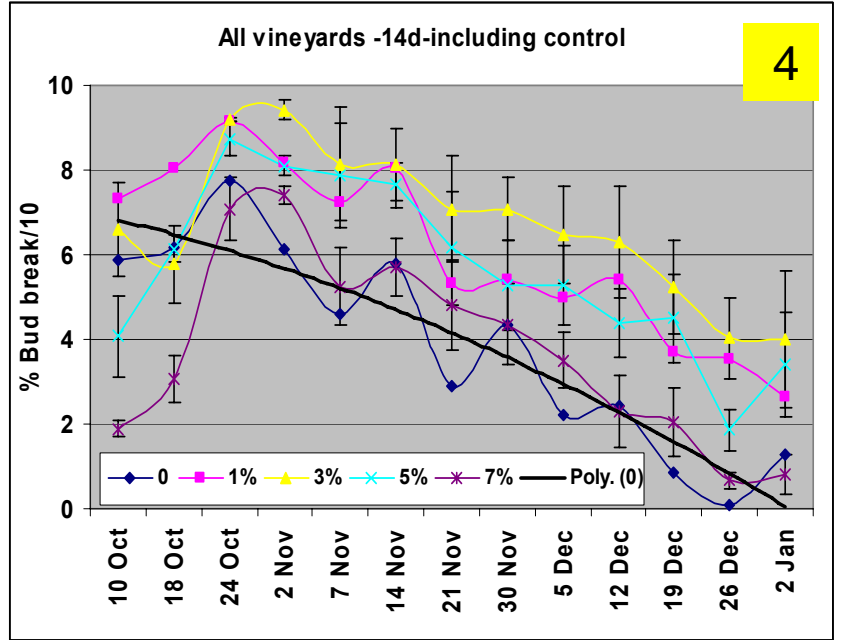
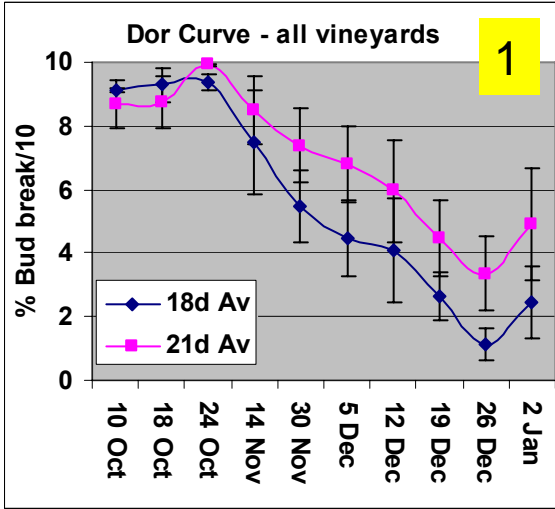
תמונה 24: השוואה של % אתנול (מכלל תוצרי נשימה אנארונית שנפלטו ונמדדו, אצטאלדהיד ואתנול) בכל אחד מהטיפולים (1,3,5 אחוזי דורמקס) ובכל אחד מהמועדים שנבחנו בין מחצית נובמבר לתחילת פברואר בשנת המחקר השלישית. ההשוואה נעשתה עבור כל כרם בנפרד.

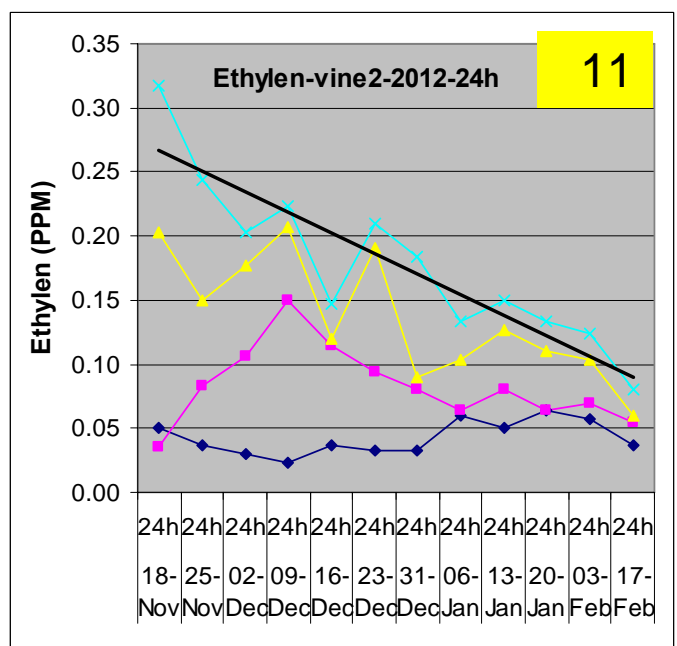
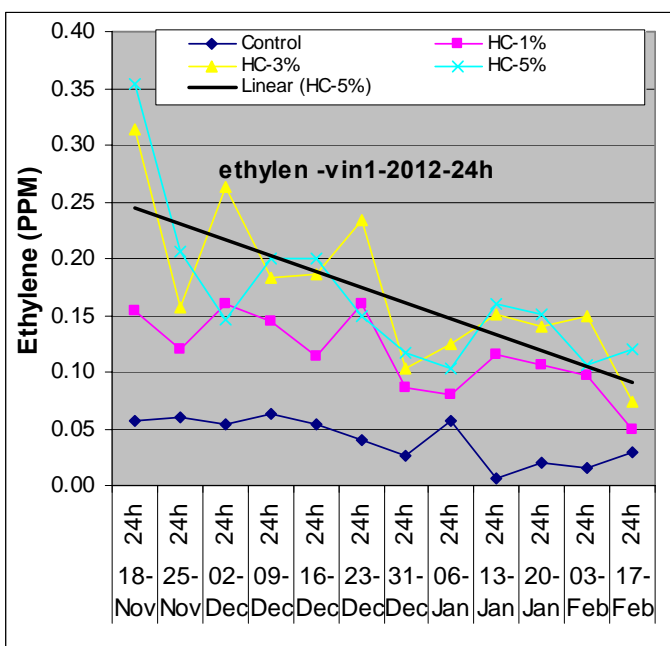
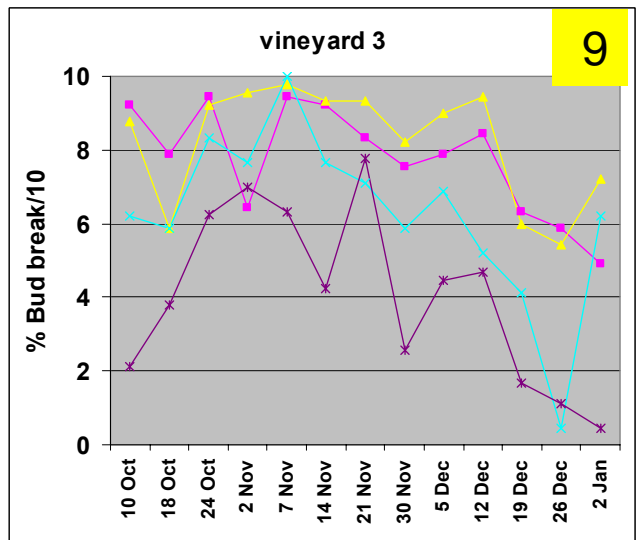
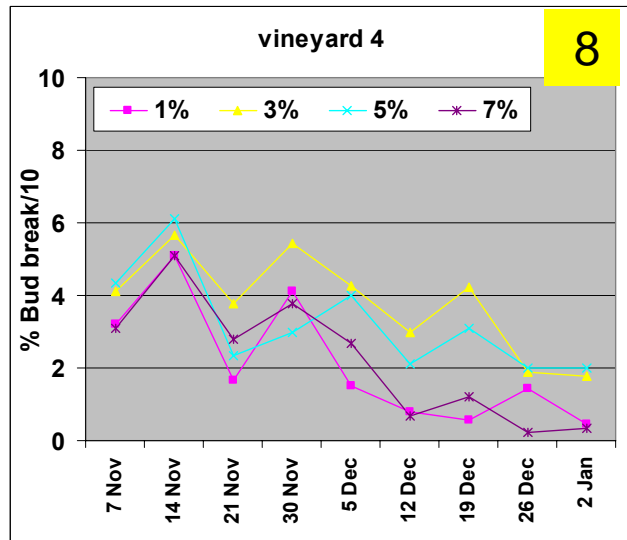
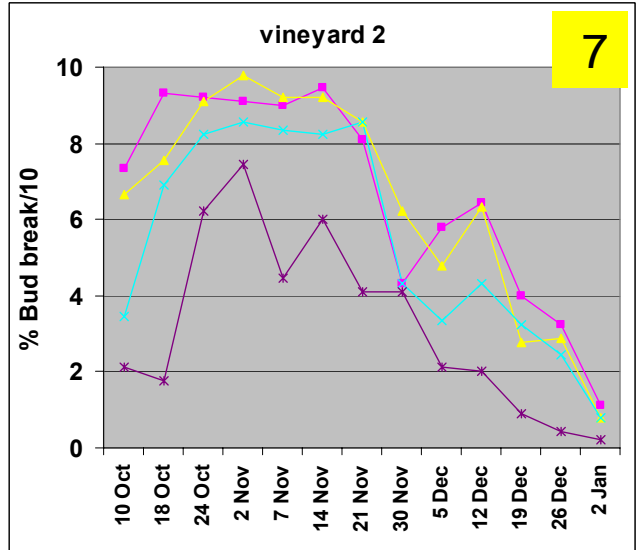
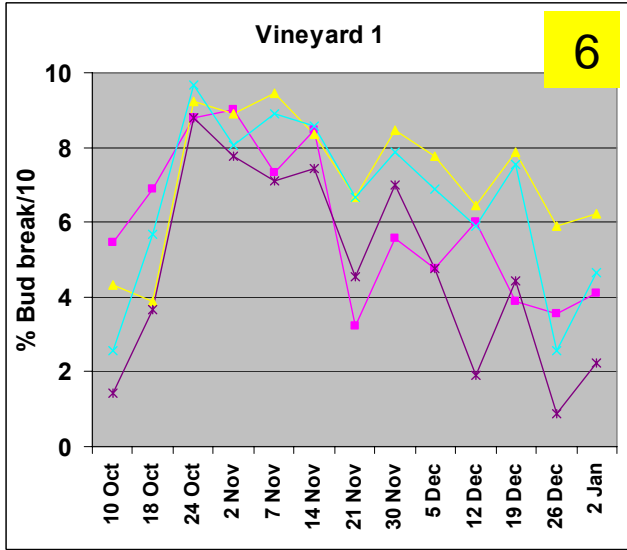
תמונה 25: השתנות אחוז האתנול הנפלט בתלות בסטטוס התרדמה של הפקע. (A) מוצגים אחוזי האתנול הנפלט בתגובה לטיפול ב-5% דורמקס בכרם 2 לאורך העונה בצמוד לאחוזי ההתעוררות באותו מועד. המועדים סומנו במספר סידורי לפי שבוע הדגימה מתחילת אוקטובר ועד תחילת פברואר (ראה טקסט לפירוט) (B) ערכי אחוזי האתנול המוצגים ב (A) קובצו לשתי קבוצות (באדום ערכים שנמדדו בפקעים בתהליך הרדמות ועד שיא התרדמה, בשחור ערכים שנמדדו בפקעים בתהליכי התעוררות) ומוצעו. (C) זהה לתהליך המתואר ב-B עם נתונים מכרם 1.

תמונה 26: הצבה חופפת של אחוזי האתנול שנמדדו במועדי דגימה דומים בשלוש שנים ובשלושה כרמים שונים (1כרמים 1, 2, 3) וטופלו ב-5% דורמקס.

תמונה 27: השתנות אחוז האתנול הנפלט לאורך מעגל התרדמה. (A) הערכים מהכרמים השונים בשנים השונות מוצעו עבור כל מועד דגימה מנורמל שתואר (1-18, ראה תמונה 25 וטקסט). (B) הערכים בשנים השונות שנאספו מכל כרם בנפרד מוצעו עבור כל מועד דגימה מנורמל שתואר (1-18, ראה תמונה 25 וטקסט)

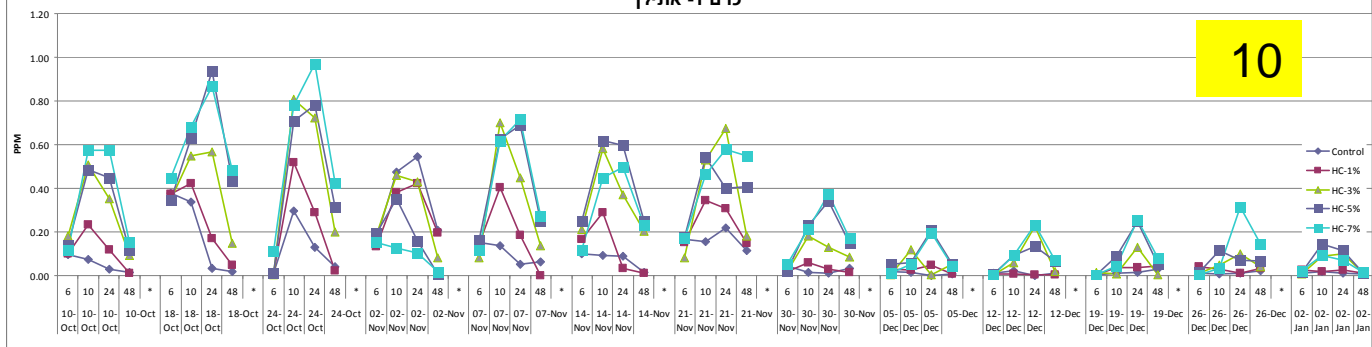
תמונה 28: בחינת השפעת מועד הטיפול בכרם על רמת ההתעוררות בתגובה לטיפול ב-3%, 5% ו-7% דורמקס. פרטי הנסיון, שנערך בשנת המחקר השנייה, מפורטים בקטע הרלוונטי בדו"ח.



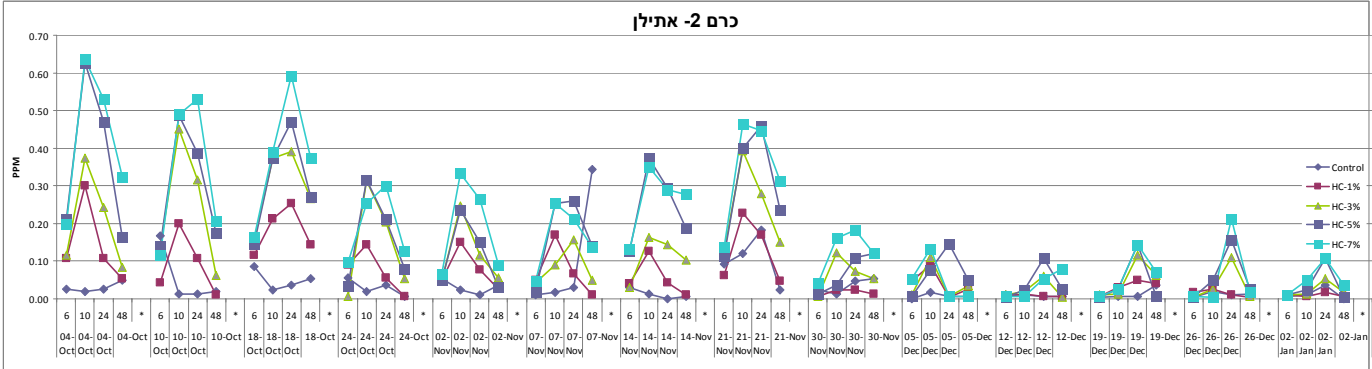


כרם-1 אתילן

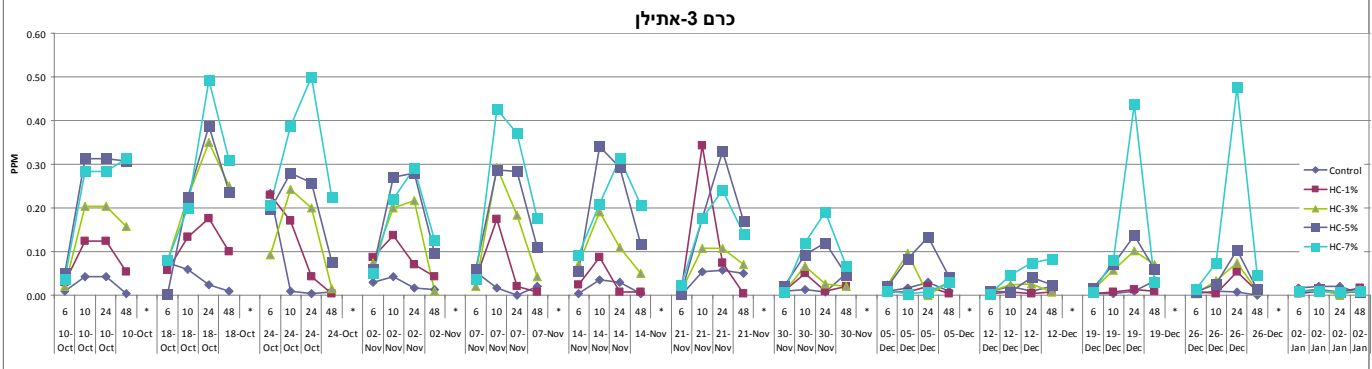
10



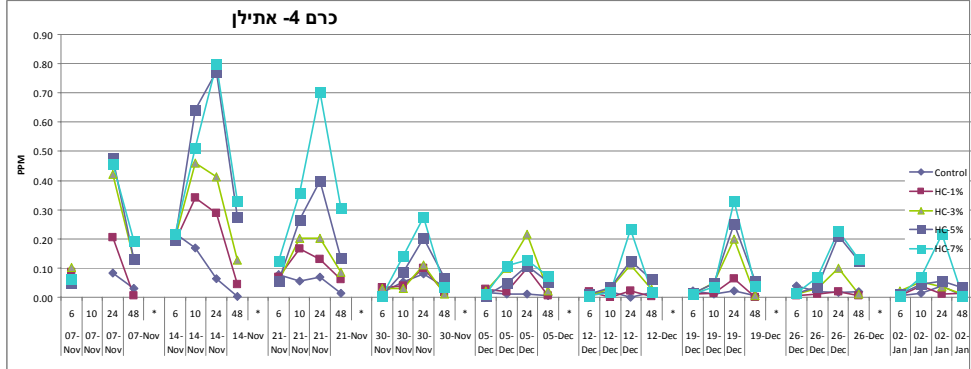
כרם-2 אתילן

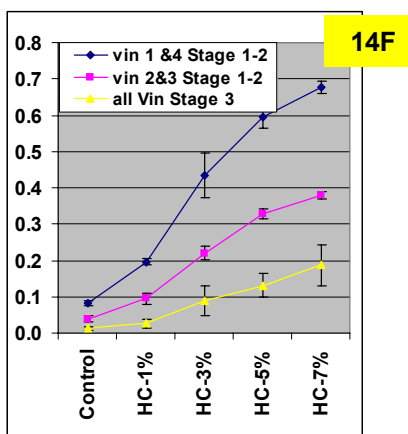
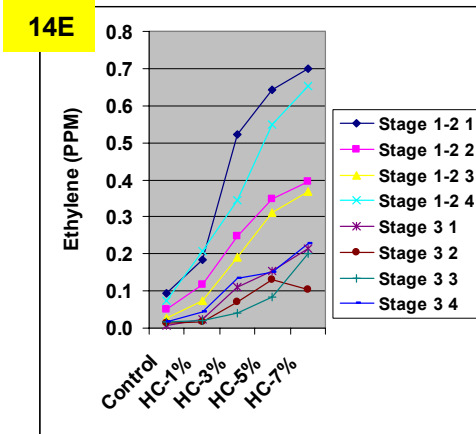
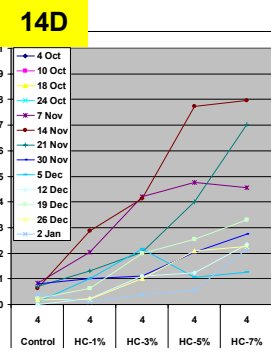
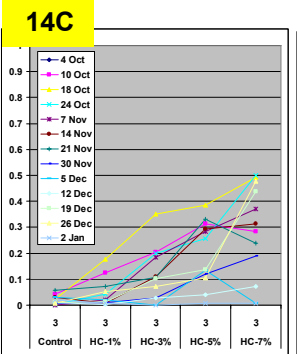
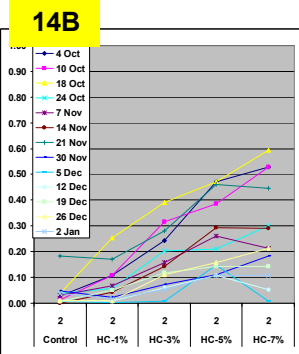
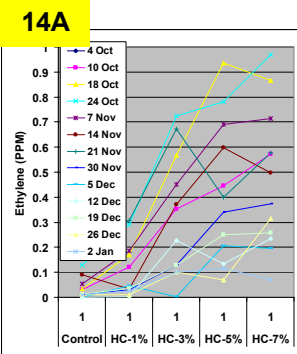
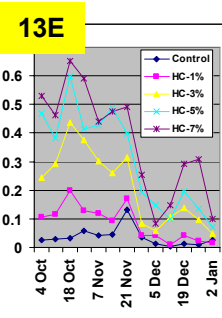
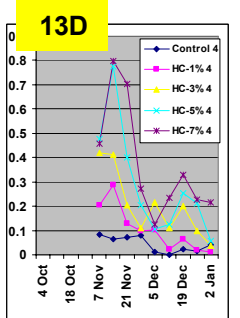
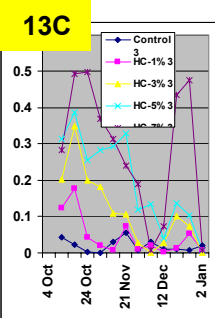
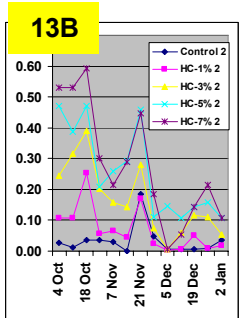
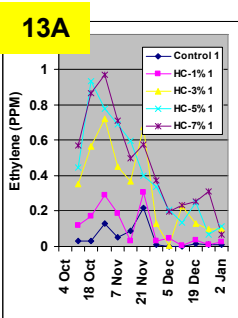
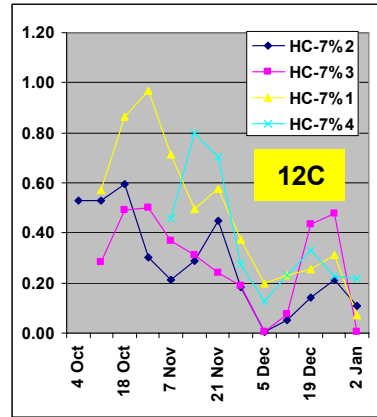
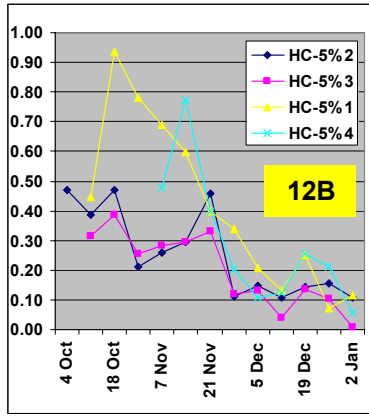
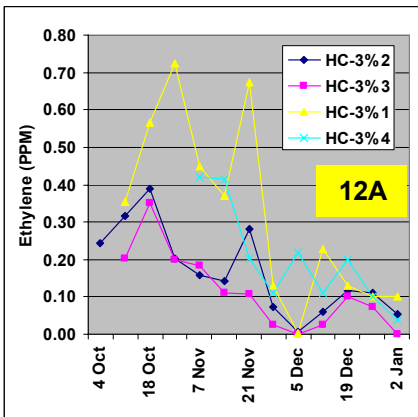


כרם-3 אתילן

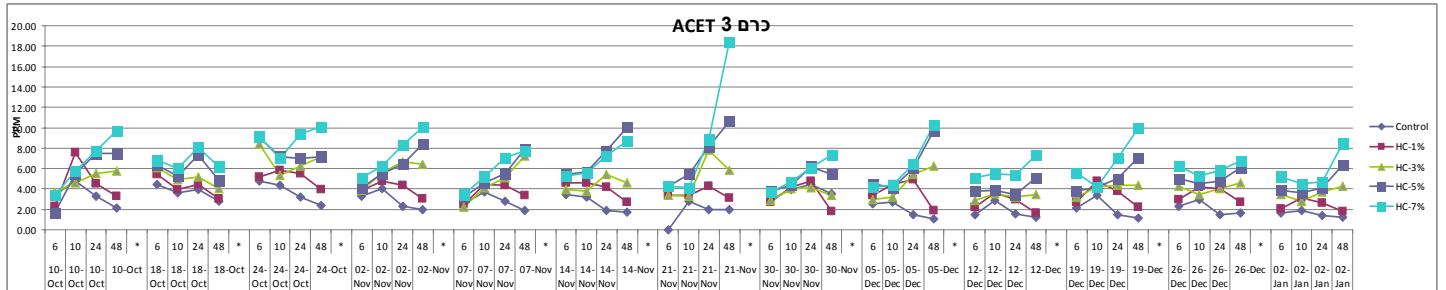
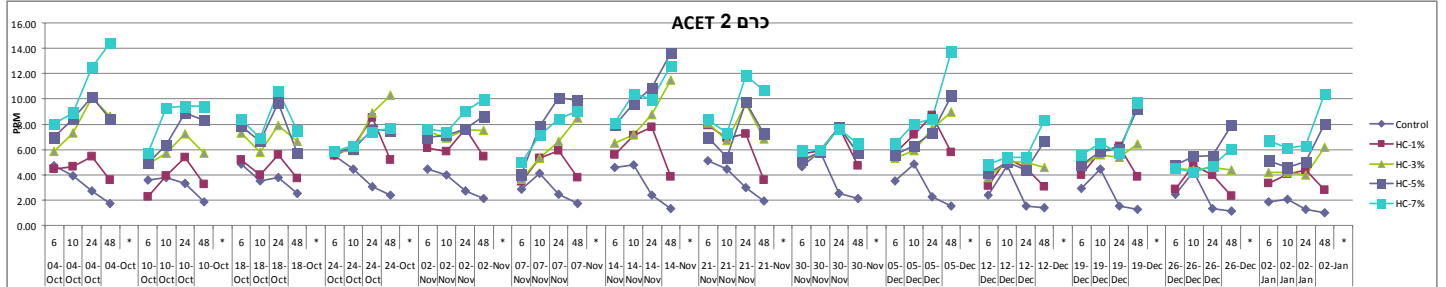
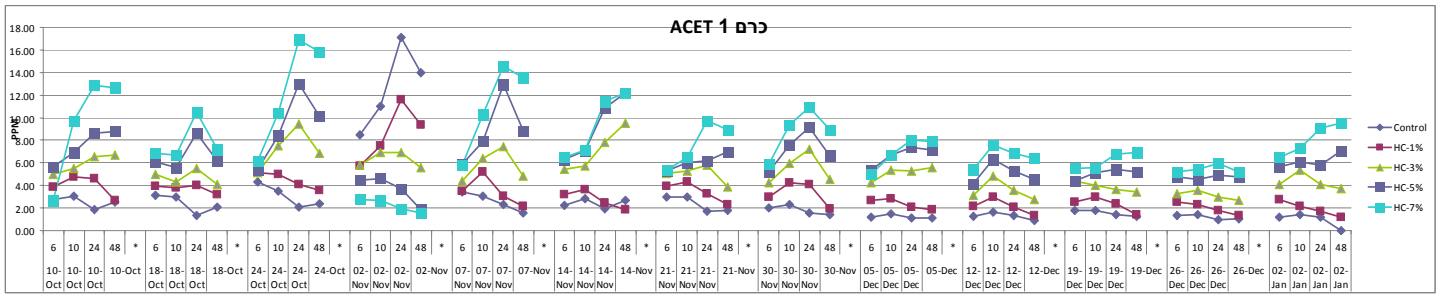


כרם-4 אתילן

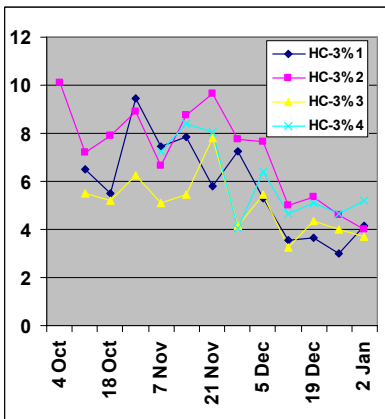
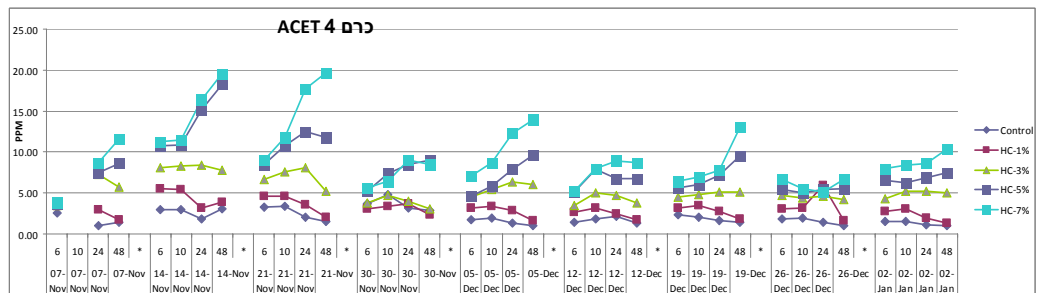




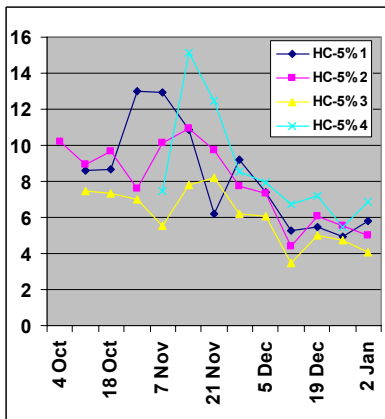




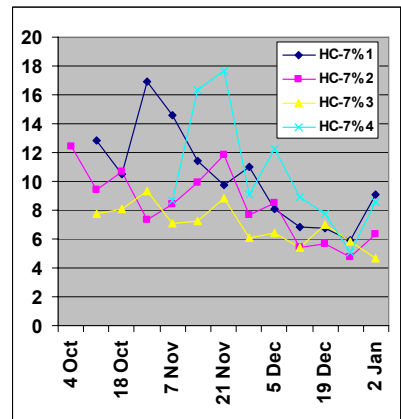
**15**



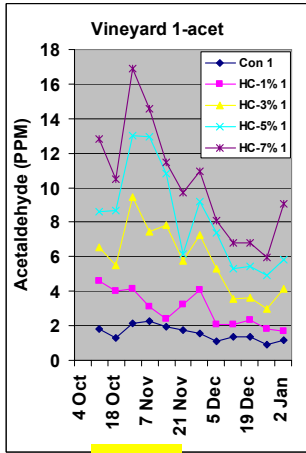
**16A**



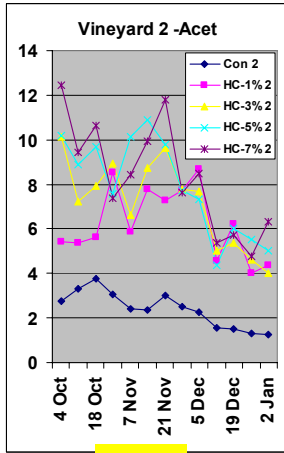
**16B**



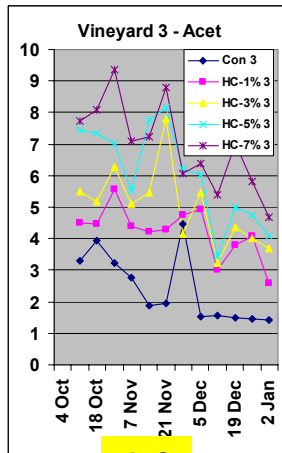
**16C**



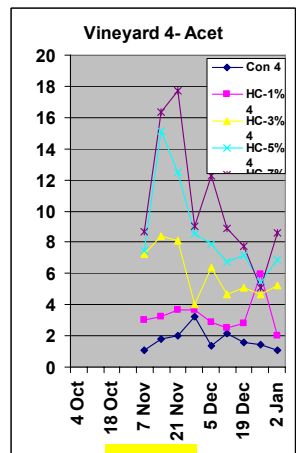
17A



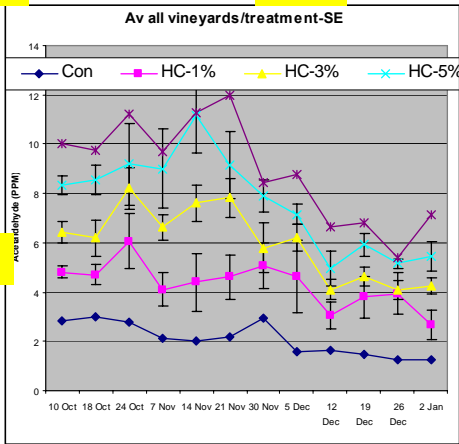
17B



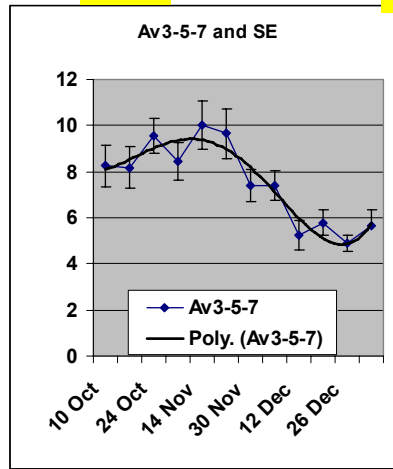
17C



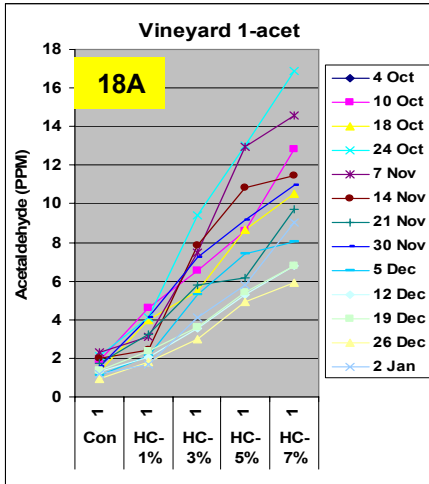
17D



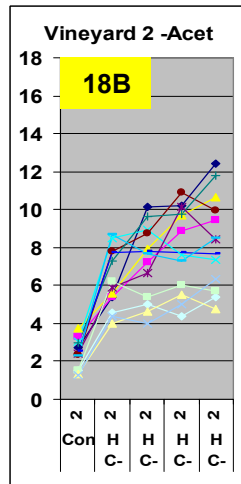
17E



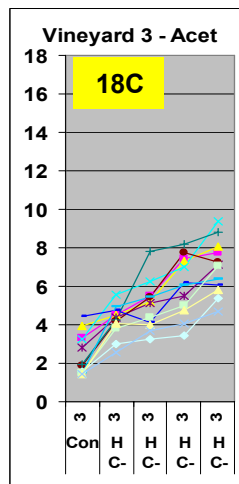
17F



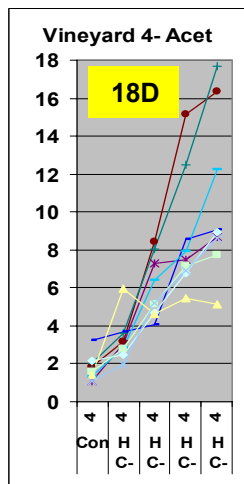
18A



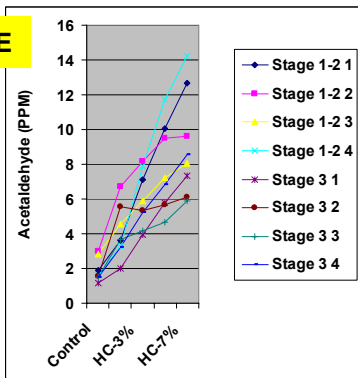
18B



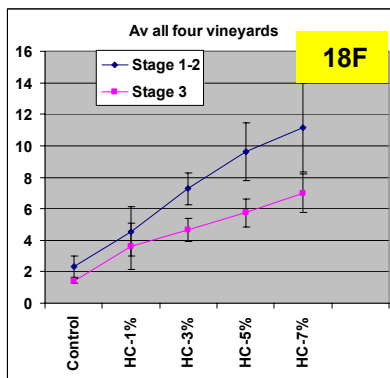
18C



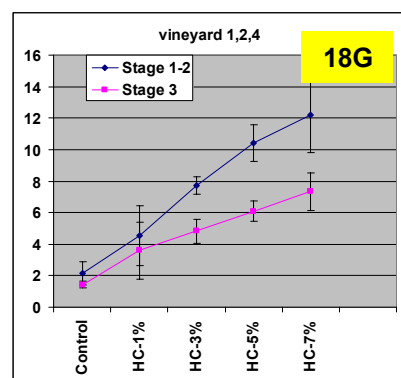
18D



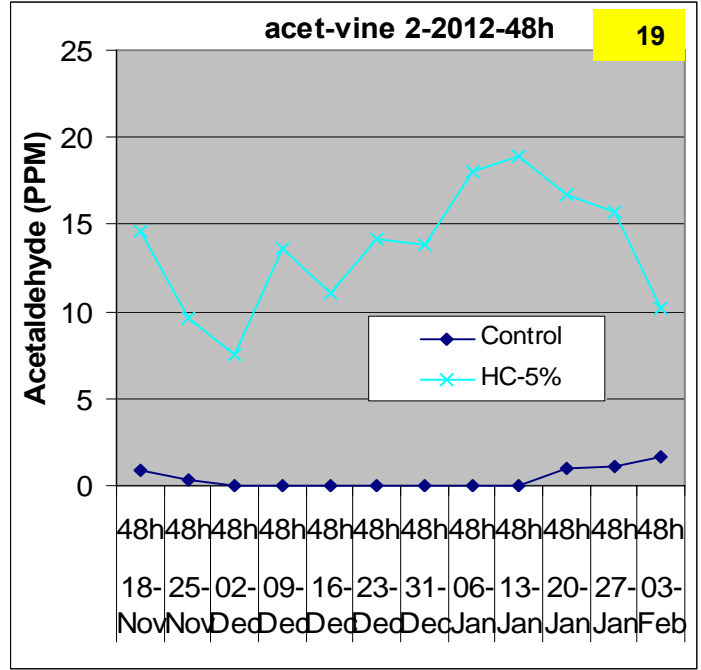
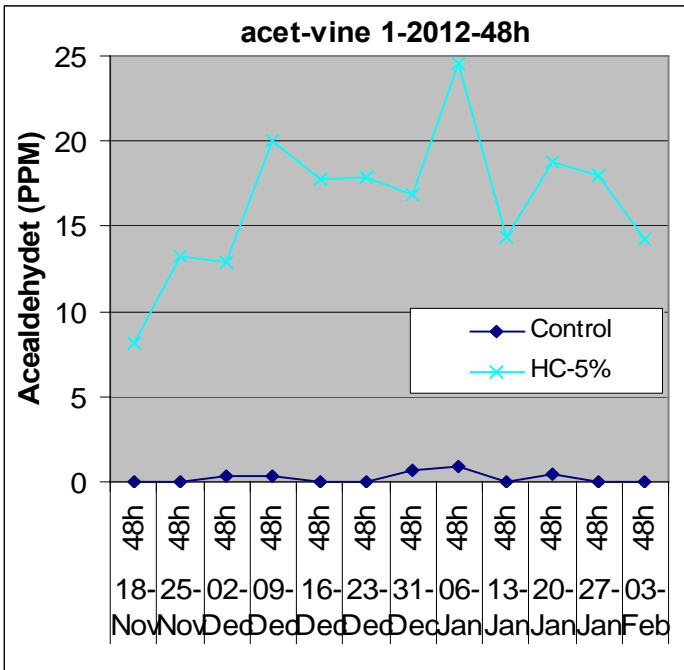
18E



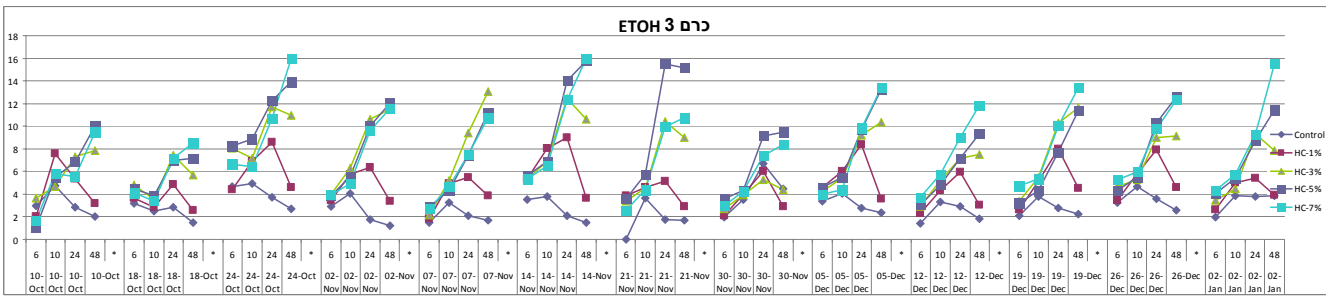
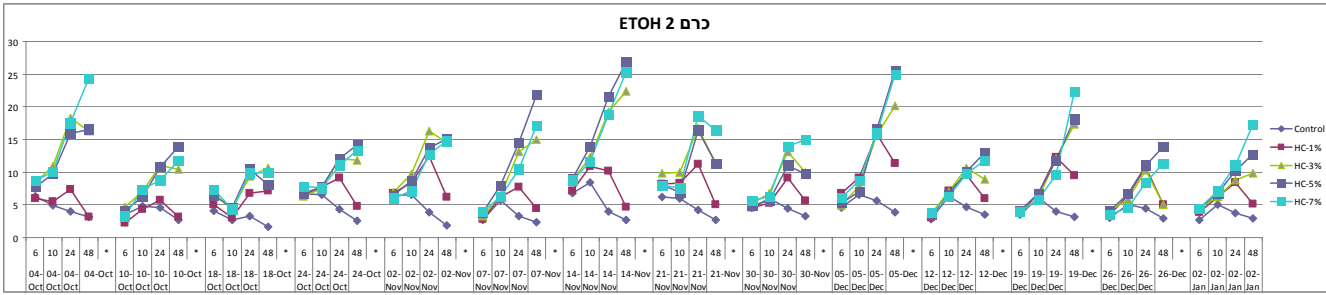
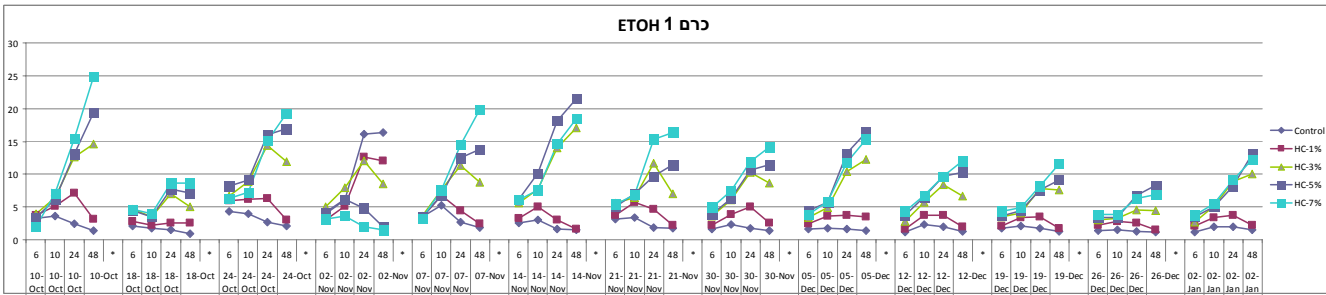
18F



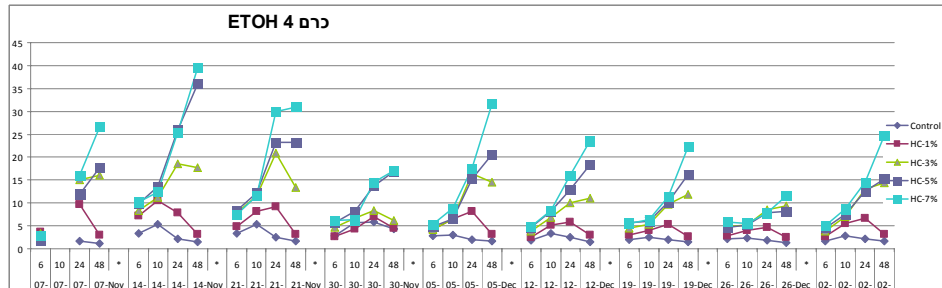
18G

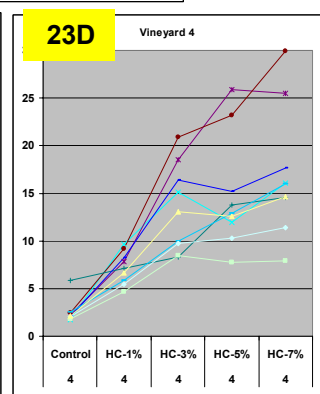
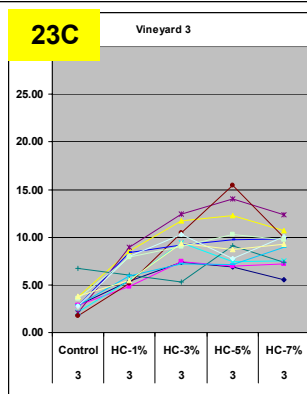
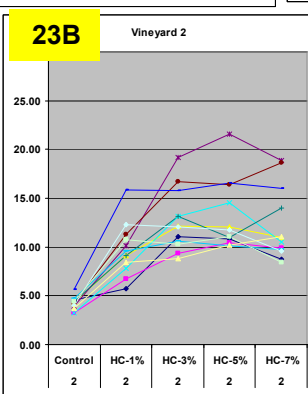
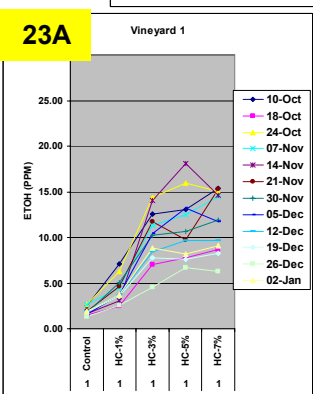
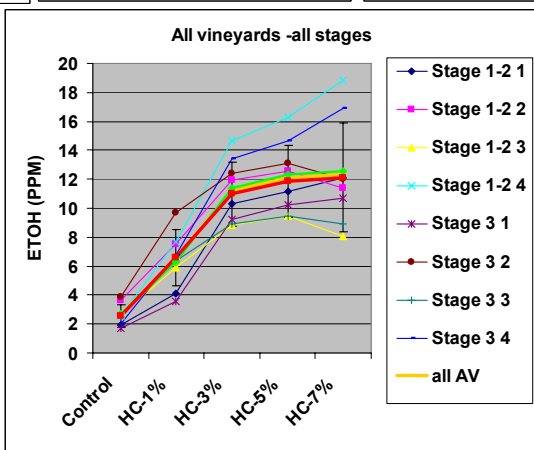
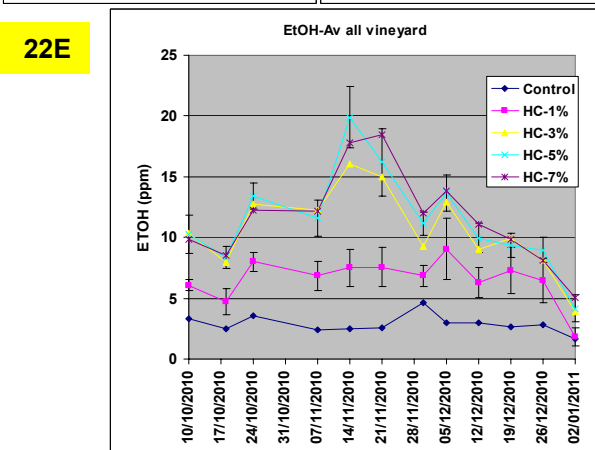
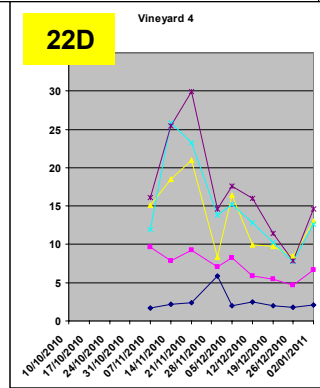
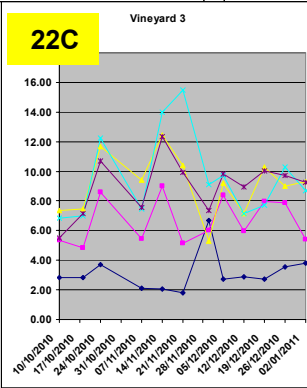
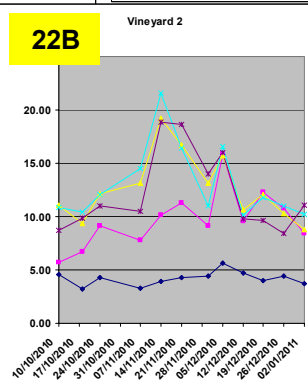
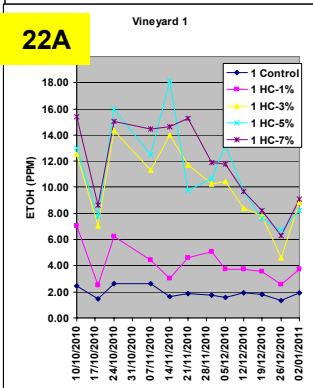
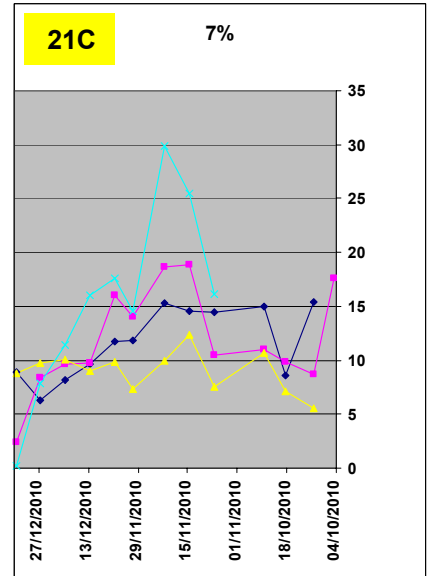
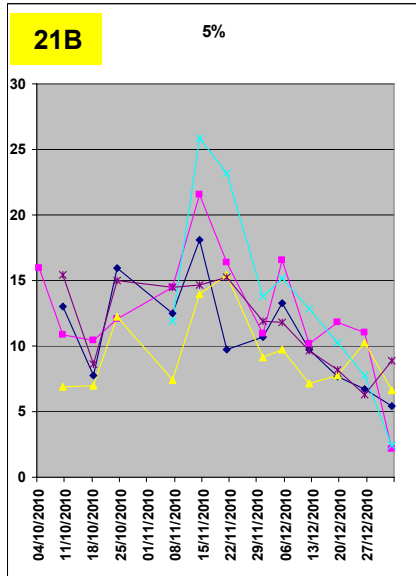
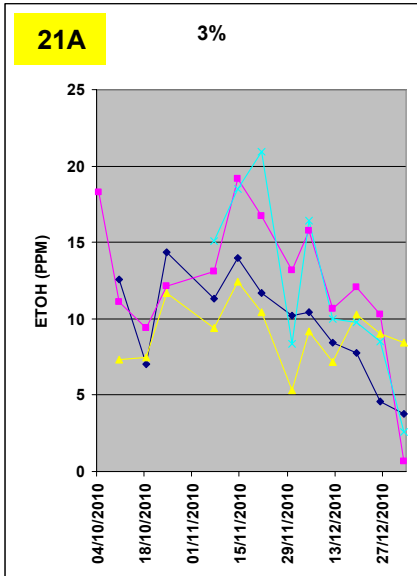


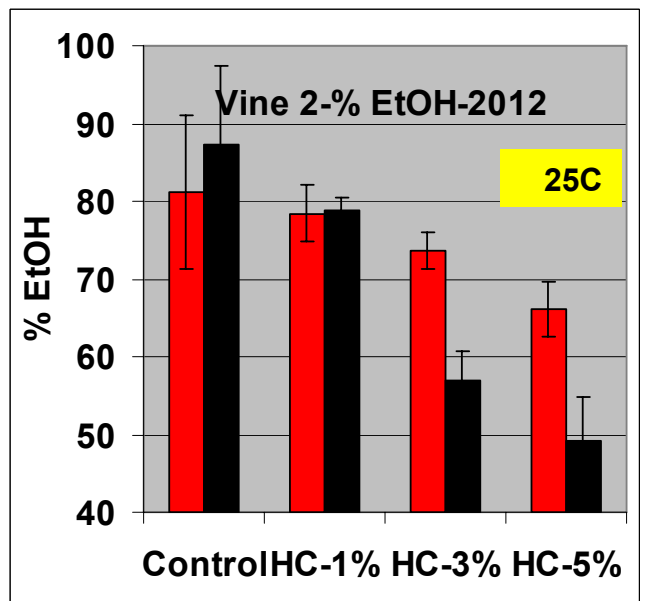
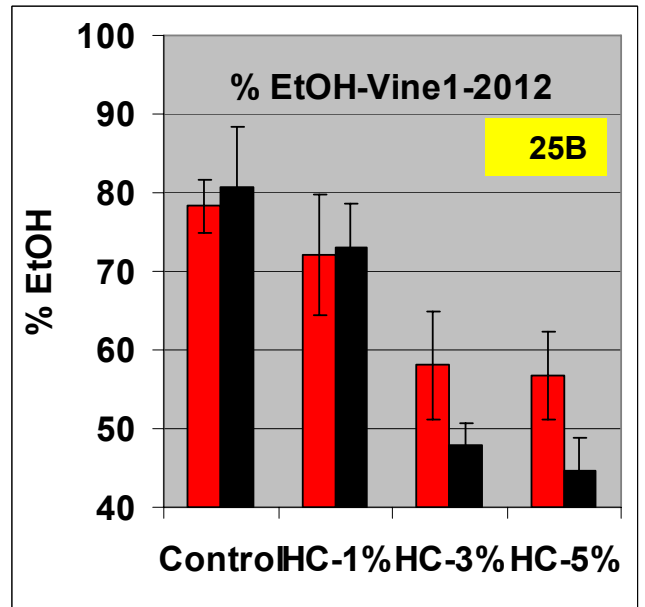
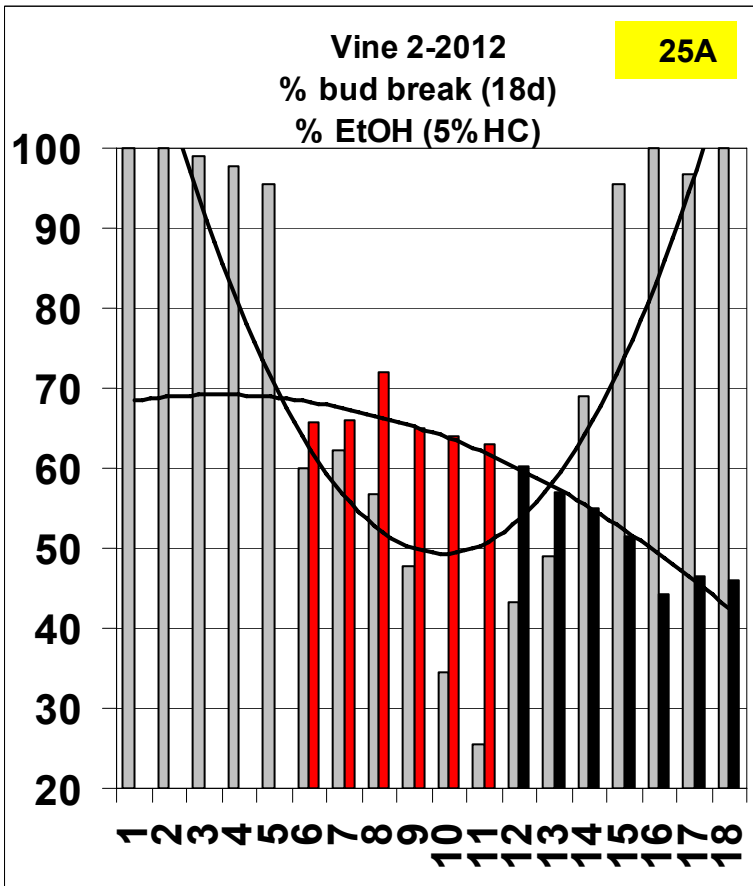
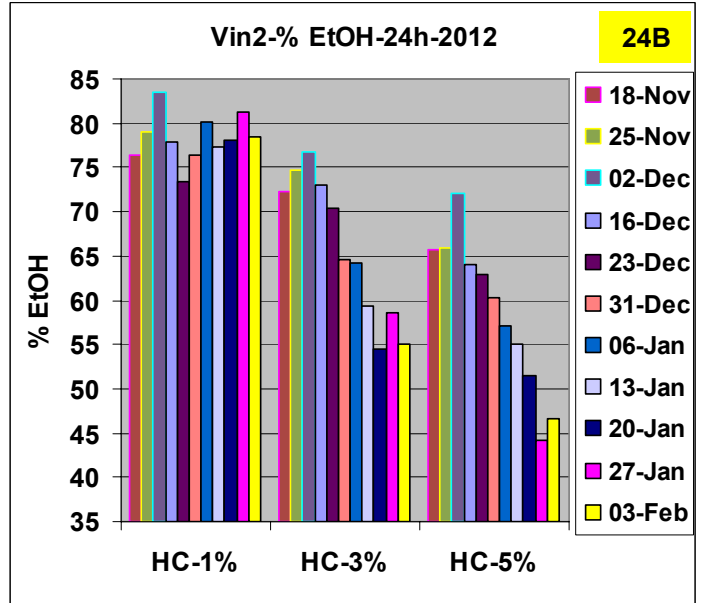
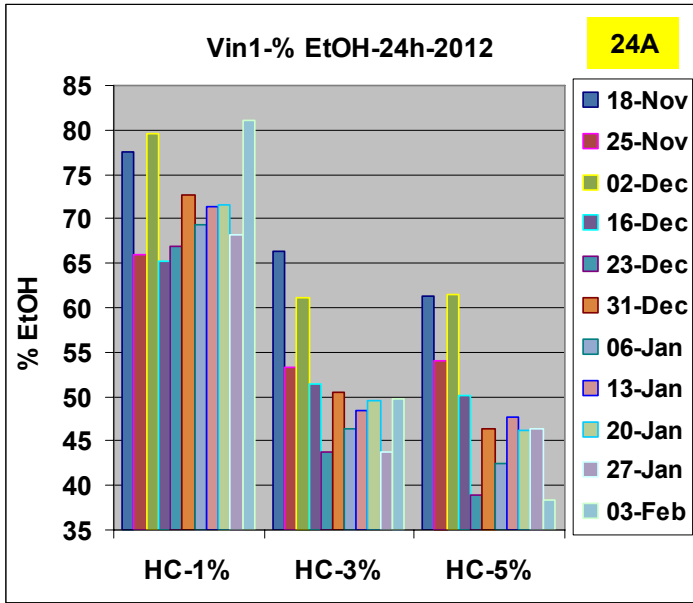
19

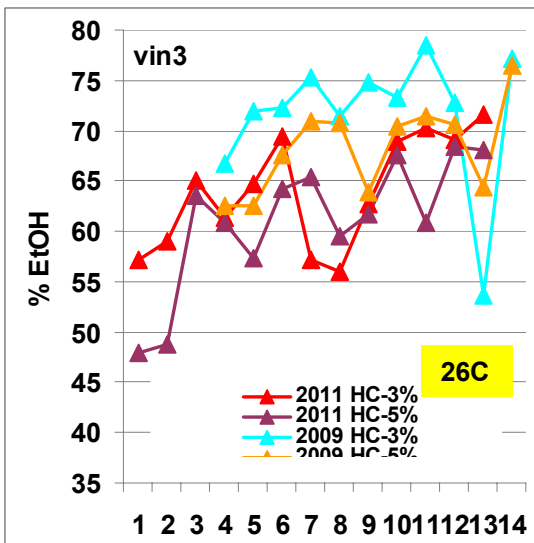
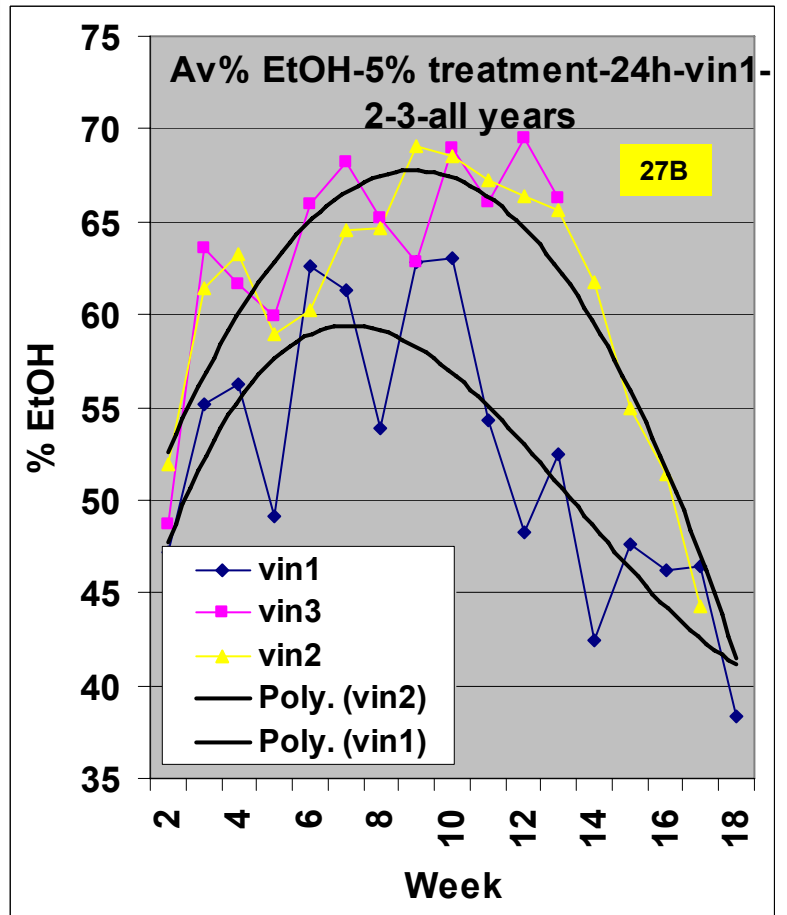
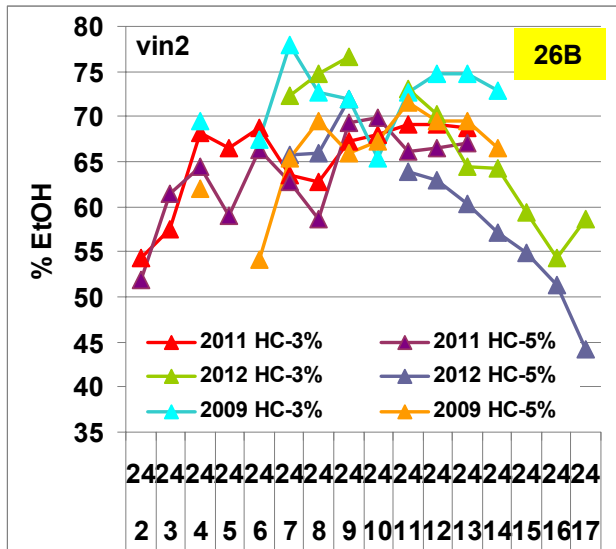
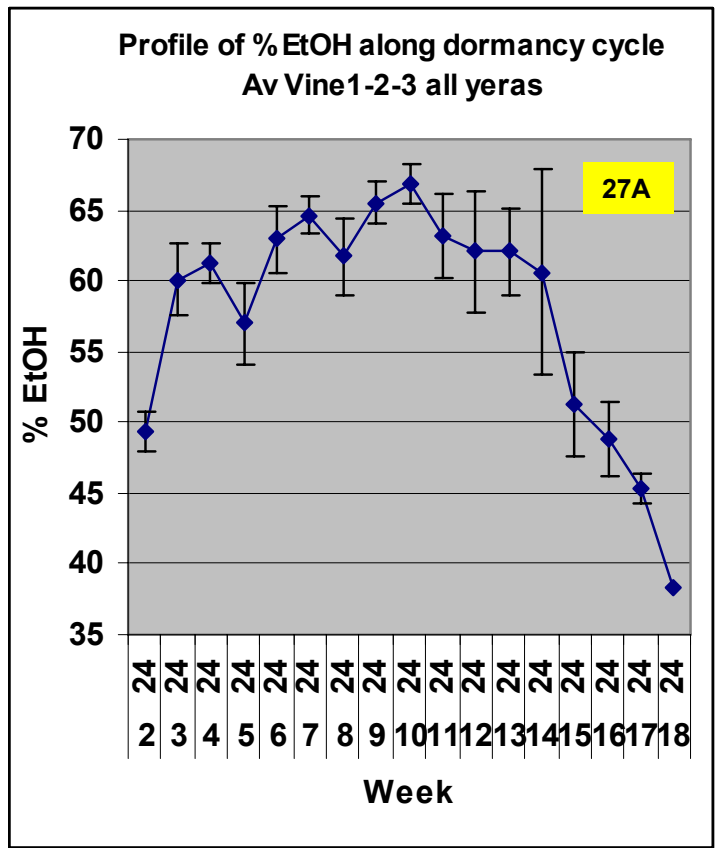
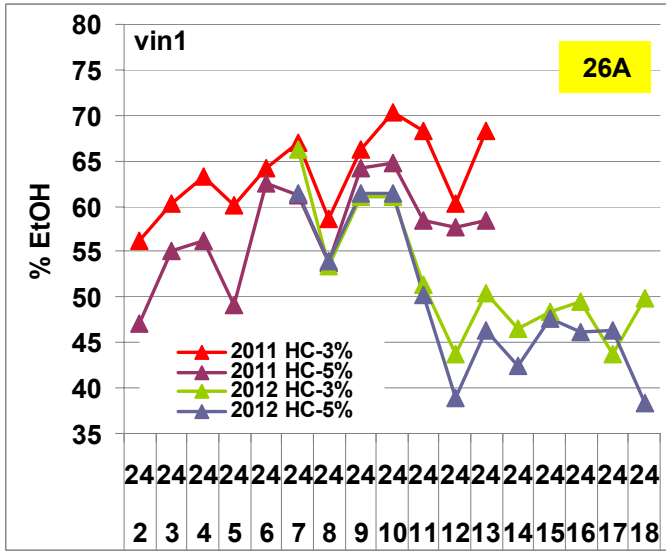


20









28

