

איתור תחליפי אלזודף בגפן- דו"ח שנה שניה לשולחן גפן

מוגש על ידי אתי אור

מבוא ותאור הבעיה - נשירים שמקורם באזורים ממוזגים חייבים בחשיפה לקור ("מנות צינון") על מנת לסיים את שלב תרדמת הפקעים החורפית. באזורי גידול בעלי חורף חם, כמו רבים מאזורי הגידול בארץ, לא מתאפשרת הצבירה המתבקשת של "מנות צינון" ולפיכך סוגית השחרור מתרדמה היא מכשלה מהותית בגידול כלכלי ונדרש פתרון יזום ו"מלאכותי" לשבירת תרדמה מוקדמת ו/או אחידה. ידע רב נצבר בארץ ובעולם בנושא זה וזוהו חומרים כימיים שיישומם בעיתוי הנכון גורם לשבירת התרדמה גם כשלא נצברה מכסת מנות הקור הדרושה להתעוררות טבעית תקינה. יחד עם זאת מרבית החומרים, מספקים פתרון חלקי במספר מינים/אזורים (כמו תפוח ואפרסק/נקטרינה בהר הגבוה) אך אינם נותנים פתרון כלל ברוב המקרים (גפן, קיווי, דובדבן, חלק מזני האגס, אפרסק מוקדם). ציאנמיד חומצי (HC), לעומת זאת, ידוע ביעילותו הגבוהה, מאפשר שבירת תרדמה אחידה **ומוקדמת**, מוביל לשיפור אחוזי ההתעוררות גם במינים וזנים "קשי עורף" ומועדף לשימוש בפרקטיקה החקלאית. לרוע המזל, יכולתו של החומר להשרות עקה נשימתית, המפעילה שרשרת תהליכים שמסתיימת בשחרור המריסטמה מעיכוב תהליכי צמיחה, אחראית גם לטוקסיות של החומר, לצמחים עצמם ולסביבתם. פוטנציאל הסיכון של החומר הביא לפסילתו באירופה והוביל להנחיה של השרותים להגנת הצומח להפסיק את השימוש בו בנשירים בעתיד הקרוב בשלב ראשון ותוך שנים בודדות גם בגפן.

על פי הידע הקיים לא ניתן יהיה לגדל כלל ענבים למאכל ללא שימוש ב-HC ותיגרם פגיעה משמעותית בריווחיות עד לרמה שלא יהיה כדאי לגדלם. ברור שבמצב הידע הקיים יגרום ביטול הרישוי האמור לפגיעה אנושה בענף הכרם. לפיכך נוצר צורך דחוף להשקיע מאמץ מחקרי לפיתוח אלטרנטיבות בעלות יעילות דומה ל-HC בטוח הקצר והבינוני

בטווח הארוך הפתרון המתבקש יהיה פיתוח זנים בעלי דרישת קור נמוכה ו/או מניפולציה מוכוונת של בקרי ההתעוררות. התכנית הנוכחית עוסקת באיתור פתרונות לטווח הקצר והבינוני עבור גפן.

התכנית בודקת את האפשרויות הבאות במסגרת המאמץ לפיתוח פרוטוקול שבירת תרדמה הקרוב ביעילותו ל-HC על ידי שימוש בחומרים מורשים, תוך עדיפות לחומרים שסיכויי פסילתם בעתיד נמוכים

- **הקטנת דרישות הצינון והקדמת הכניסה לתרדמה:** בחינת טיפולים כימיים טרום תרדמה; בחינת טיפולים הורטיקולטורים (שילוך, דיכוי צימוח) טרום תרדמה.
- **שבירת תרדמה באמצעות חומרים וטיפולים פיזיקליים:**
בחינת חומרים חדשים בגפן כמערכת מודל (חומרים חנקניים, טרפנים, פולימרים מתכלים);
בחינת חומרים מורשים תוך העדפת חומרים שסכנת ביטול הרישוי לגביהם נמוכה (תכשירים מבוססי דשן חנקני, , ציטוקינינים: TDZ, CPPU, BA)
- **הגברת אחידות ההתעוררות באמצעות חומרי צמיחה המדכאים את השלטון הקדקדי.**

סקירת הידע הקיים בספרות לגבי תרדמה והתעוררות מורחבת הובאה בהצעת המחקר שאושרה והקורא מופנה אליה. מובא בהמשך רקע מוגבל שהשהינו רלוונטי לגפן ו/או לתכנית רשימת הספרות המלאה בתכנית המחקר).

התערורות פקעי גפן : על בסיס מחקר מקיף שעקב אחר שינויים בפקעי גפן בעקבות שבירת תרדמה מבוקרת ע"י שוברי תרדמה שונים הוצע מודל לתיאור רצף התהליכים המתרחשים בתא בזמן שבירת התרדמה בגפן וכושר הניבוי של המודל הוכח במספר עבודות. מן הנתונים נראה כי פגיעה בתהליך הזרחון החמצוני במיטוכונדריה גורמת לשפעול המערכת האנטיאוקסידנטית בעקבות עקה חמצונית ולפגיעה בתפקוד תקין של מעגל קרבס. בתגובה למשבר האנרגטי יש עלייה בפעילות הגליקוליטית ואינדוקציה של נשימה אנארובית (Halaly et al 2008; Ophir et al 2009, Perez et al., 2008, 2009). המודל מניח כי תהליכים אלו גורמים להמשך מעבר אותות במורד הזרם (במסלול שאינו ברור עדיין) המוביל להגברת סינתזת אתילן שגורמת לשינויים במטבוליזם של חומצה אבסיסית (ABA), המעכבת התערורות ולירידה ברמתה. בהתאמה, אתילן אקסוגני הוביל לשבירת תרדמה ומעכב סיגנל אתילן השבית שבירת תרדמה בפקעים (Ophir et al., 2009), וביטל השפעתו של HC (Or et al., unpublished). ABA אקסוגני דחה התערורות פקעים, והפחית את השפעתו הממריצה של HC בתלות בסטטוס התרדמה של הפקעים. נמצא טיפול ב-HC מאפשר לפקעים להתגבר על האפקט המעכב של ABA ומועד ההתאוששות נדחה עם המעבר מתרדמה קלה לעמוקה. בהתאמה, טיפול ב-HC הוביל לירידה מובהקת ברמת ABA בפקעים ולעליה מובהקת ברמת תוצרי הפרוק ותמונה דומה נמצאה במהלך מעגל התרדמה הטבעי. בהתאמה להנחות המודל, מעכב סיגנל אתילן עיכב פרוק ABA על ידי HC. להפתעתנו, טיפול במגוון מולקולות GA בריכוזים שונים פעל באופן הפוך למצופה על פי הנחת המודל, והוביל לעיכוב חמור בהתערורות פקעים (Ophir et al., 2009, Zhang et al. 2015, דו"ח מסכם 203-0806). באופן מעניין מצאנו כי טיפול GA לווה בעיכוב פרוק ABA וכי ממצא דומה תועד בפקעי תפ"א רדומים (Suttle, 2008). על פי המודל הסרת רפרסיה תלוית ABA מעודדת בתורה שינויים במטבוליזם/חישה של בקרי צמיחה נוספים המעודדים תהליכי התארכות וחלוקת תאים שפירושם חידוש צמיחה. (Ophir et al., 2009; Or, 2009; and ref within). ממצאים חדשים מראים כי עידוד פירוק ABA שהושרה בצמחים טרנסגנים אכן הוביל לשיפור קצב התערורות הפקעים הקשר האפשרי בין פגיעה בנשימה והפעלה של מערכת נשימה אנארובית, המושרים ע"י עקה סבלטאלית, לבין שינוי במאזן בין הורמונים המבקר שימור מצב תרדמה מחד וחידוש צמיחת תאים בפקע מאידך, הוא חידוש משמעותי בשדה המחקר של שחרור פקעי עצי פרי מתרדמה ונמצא בהסכמה עם התסריט שתואר לאחרונה בצפצפה. עולה כי ע"פ הידע המנגנוני הקיים, שהוא מוגבל, ניתן היום להציע כשוברי תרדמה אלטרנטיביים טיפולים משבשי נשימה, טיפולים בחומרי צמיחה או שילובם.

תקציר תוצאות משנת המחקר הראשונה: בשנת המחקר הראשונה המטרה היתה להעמיד תשתית נסיונית במערכת מודל ייחורים ו/או בכרם שתאפשר לבחון (1) אפשרות הקטנת דרישות הצינון והקדמת הכניסה לתרדמה: בחינת השפעת טיפולים כימיים והורטיקולטוריים (שילוך, דיכוי צימוח) טרום תרדמה על התערורות לאחר תרדמה (2) אפשרות שבירת תרדמה באמצעות חומרים וטיפולים פיזיקליים: בחינת חומרים חדשים בגפן כמערכת מודל (חומרים חנקניים, טרפנים, פולימרים מתכלים). (3) אפשרות הגברת אחידות ההתערורות באמצעות חומרי צמיחה.

שילוך סתווי שיפר התערורות חורפית בנסיונות בבקעת הירדן אך לא השפיע כלל באזור פתחיה במשך שנתיים רצופות ויש ללמוד מה הבסיס להבדל הבין אזורי.

טיפול ב-PAC, שמנים טרפניים ופולמרים מתפרקים בטווח ריכוזים נבחנו ולא השפיעו על התערורות פקעים.

אמוניום ניטרט, אוריאה אמוניום ניטרט ואמוניום תיוציאנאט הראו יכולת טובה מאוד להקדים התעוררות בטווח מועדים במעגל התרדמה ובחלק מן המקרים נמצא אפקט טוקסי בריכוזים גבוהים שנדרש לתיקון בתלות בעומק התרדמה. מבחן הייחורים אפשר להצביע על צורך בריכוזים שנחשבים גבוהים במערכות נשירים לשיפור התעוררות בגפן. על בסיס התוצאות, השימוש במבחן הייחורים נמצא כאסטרטגיה מצויינת לבחינה של טווח ריכוזים גדול ושהובילה למיקוד במספר טיפולים הראויים לבחינה ברמת הכרם. לטיפולים מבוססי אמוניום בריכוזים גבוהים יחסית למקובל בנשירים יש פוטנציאל משמעותי לשמש כתחליפי אלזודף בעוד שלא נראה כי טיפולים בציטוקינין הם בעלי בשורה. הועלתה ההשערה שלשילוב בין השניים יהיה ערך סינרגיסטי.

נסיונות שנערכו במהלך השנה השניה

פרק א: השפעת טיפולים סתויים על התעוררות פקעי גפן בסוף החורף

השערת העבודה היא כי הקדמת כניסה לתרדמה עשויה להשפיע על מועד יציאתה של המריסטמה מתרדמה. סיבה אפשרית אחת שניתן להעלות היא הארכת פרק הזמן בו נחשף הפקע הרדום לקור. הארכה כזו תהיה אפקטיבית רק במידה שיש חפיפה בין תקופת התרדמה שנוספה להתקררות (דהיינו טמפרטורות נמוכות באוקטובר-נובמבר). סיבה אפשרית אחרת היא שיבוש תהליכים ביוכימיים החשובים לכניסה מקסימלית לתרדמה שיכול להוביל להפחתת הדרישה למנות קור.

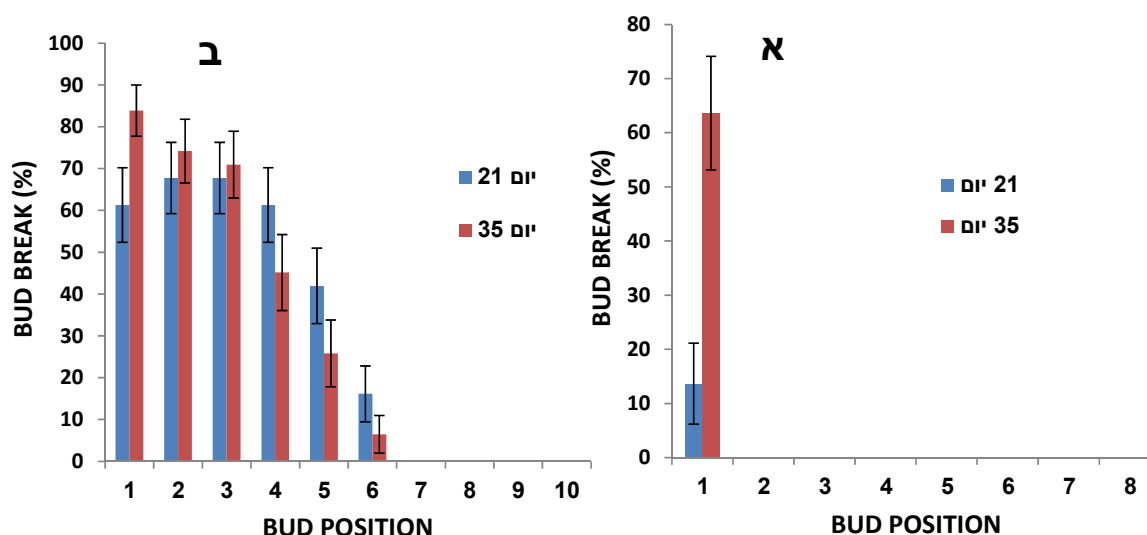
ב-2011 נמצא כי ריסוס סתוי בבקעת הירדן ב-800 ח"מ ABA הוביל לשילוך עלים והראה שיפור התעוררות. בסתיו 2012 חזרנו על הטיפולים בבקעת הירדן ובפתחיה ושילוך ידני הוכנס כבקורת. מלבד היותו בקורת הועלתה האפשרות שישמש לטיפול – זאת על בסיס ההצעה שמאחר שהעלים משמשים כחיישנים של אורך היום, הסרת עלים יכולה להובילה למניעת/שיבוש/עיכוב כניסה לתרדמה למרות התקצרות היום או להגבלת עומק התרדמה. בבקעת הירדן לא נמצאה השפעה ל-ABA אולם שילוך ידני שיפר התעוררות חורפית (הסרת עלים במחצית בנובמבר 2012 הראתה שיפור בהתעוררות של כ-50% בהשוואה לבקורת לא מרוססת. באותה שנה בפתחיה נמצא כי (1) שילוך ידני לא נבדל מבקורת (2) ריסוס עלוטי ב-800 ו-1200 ח"מ שניתנו בנובמבר הקדימו התעוררות בהשוואה לבקורת. בשנה הראשונה של הפרוייקט הנוכחי התקבלו תוצאות זהות- שילוך עודד התעוררות בבקעת הירדן (הסרת עלים ב 1- וב-24 לנובמבר 2013 הראו שיפור של 40% במועד בדיקה שני וכ-15% שיפור במועד הבדיקה השלישי אם כי נופלת מהשפעת אלזודף שהראה שיפור של 75% ו-25% בהתאמה, בהשוואה לבקורת (דו"ח נפרד הוגש עם הנתונים). בחינה חוזרת בפתחיה שוב הראתה שאין כל השפעה להסרת עלים. לעומת האפקט החיובי שתואר מעל במספר עונות בבקעת הירדן היו מספר נסיונות שבהן גם בבקעת הירדן לא התקבלה כל השפעה מעודדת של שילוך על התעוררות, ביניהם נסיון נוסף שנערך ב-2013 והנסיון שנערך בחורף המדווח 2015-2014 (דו"ח מפורט מבקעת הירדן הועבר בנפרד). הפוטנציאל לשיפור בבקעת הירדן מחד, וההשפעה הדיפרנציאלית של השילוך בשנים שונות בבקעת הירדן ובין בקעת הירדן לפתחיה מאידך הובילו לבדיקה יסודית יותר של השפעת העלים. בבית דגן ובפתחיה בבית דגן נבחנה השפעת נוכחות עלווה על התעוררות הפקע הלנטני בשלב פאראדורמנסי על השריג הירוק לבחינת פוטנציאל העיכוב של העלווה.

דפוס פריצה בפקעים לטנטים על גבי השריג הירוק

במהלך התפתחותו הטבעית של השריג הירוק הפקעים הלטנטים אינם פורצים. הם מתכסים בחפים, נרדמים וחורפים על הזמורה המעוזה, ומתעוררים רק לאחר שבירת תרדמה בתום החורף הבא. בספרות מקובל לחלק את תרדמתם של הפקעים הלטנטים לשתי תקופות. את העדר יכולתם להתעורר על השריג הצומח בעונת הגידול הראשונה מייחסים ל-Paradormancy ואת תרדמתם משלהי הסתיו ובמהלך החורף ל-Endodormancy. למרות האמור, נמצא בעבר כי ההתערבות שנדרשת בכדי להביא לפריצתם של פקעים לטנטים על השריג הצומח גדולה מזו הנדרשת בכדי להביא לפריצתם של פקעים לטרלים וקיטום קדקוד הצימוח ו/או הענפים הלטרלים אינו מספיק כדי לעוררם. ממצא זה מעלה את השאלה אם העלה הוא גורם מרכזי בעיכוב פריצת הפקעים הלטנטיים.

לבדיקת מידת ההתערבות הנדרשת בכדי להביא לביטול תרדמתם של הפקעים הלטנטים על השריג הצומח, נערכו ניסויים בכרם מסחרי בפתחיה בשריגים בעלי 12 פרקים שכללו: (1) קיטום הקדקוד בלבד, (2) קיטום תחת הפקע העליון והסרת השריגים הלטרלים, (3) קיטום תחת הפקע העליון והסרת שריגים לטרלים ועלים מהשריג הראשי, (4) הסרת עלים, (5) הסרת שריגים לטרלים בלבד, (6) הסרת עלים+ שריגים לטרלים, (7) ביקורת.

פריצה של פקעים לטנטים נצפתה בטיפולים 2 ו-3 בלבד. בטיפול 2 בו הוסרו קדקוד ושריגים לטרלים נצפתה פריצה של כ-10% בעמדה 1 בלבד לאחר 21 ימים מטיפול. לאחר 35 יום תועדו 65% פריצה בעמדה 1 אולם עדיין לא נצפתה פריצה בעמדות נוספות (איור 1א).



איור 1. השפעת טיפולי הסרת קדקוד ולטרלים עם וללא עלים משריג בודד על פריצת פקעים לטנטים בזן *Thompson seedless*. אחוז הפריצה בעמדות הפקעים השונות לאורך השריג בעקבות הסרת קדקוד ולטרלים (א) ובעקבות הסרת קדקוד, לטרלים ועלים (ב). הערכים מייצגים ממוצע \pm שגיאת תקן (n=30).

בטיפול 3, בו הוסרו קדקוד, ענפים לטרלים ועלים תועדו לאחר 21 יום מטיפול 60-70% פריצה בעמדות 1-4, ואחוזי פריצה נמוכים יותר בעמדות 5 ו-6 (42% ו-16% בהתאמה). לא נמצאה פריצה בעמדות שמתחת

עמדה 6. לאחר 35 ימים מטיפול נמצאה עליה מובהקת ברמת הפריצה בעמדה 1, שעמדה על 83%, ולא נמצא הבדל מובהק באחוזי הפריצה בעמדות אחרות בהשוואה לנתונים שתועדו לאחר 21 ימים (איור 1ב). חשוב לציין כי הירידה הלא מובהקת באחוזי הפריצה בעמדות 4-6 נובעת מנשירתם של חלק מהפקעים הלטנטים שפרצו שנצפתה באופן ברור.

על מנת לברר האם יתקבל הבדל בדפוס פריצת הלטנטים בין טיפול בשריג בודד לבין טיפול המיושם בגפן שלמה והאם זני גפן שונים מגיבים באופן דומה לטיפולים, נערך ניסוי נוסף בבית הדליים במכון וולקני על גפנים מזן Early sweat. בניסיון זה טיפולים 2, 3 וביקורת יושמו על ענפים בודדים ועל גפנים שלמות.

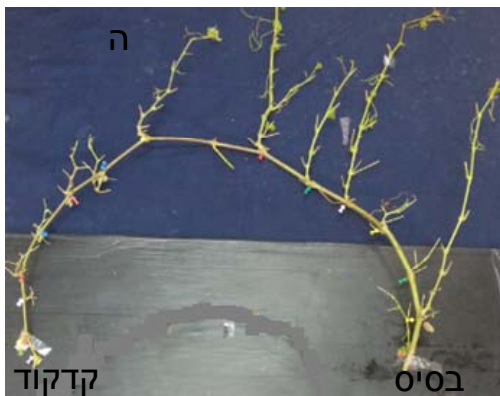
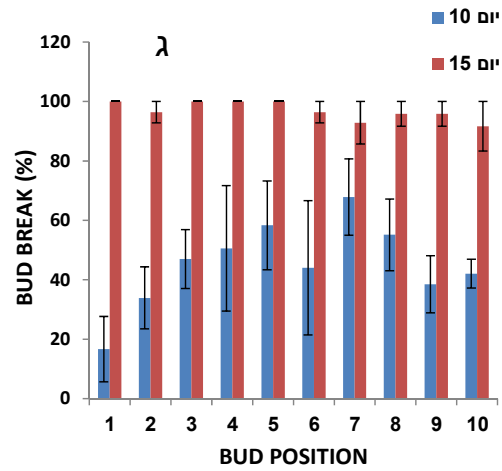
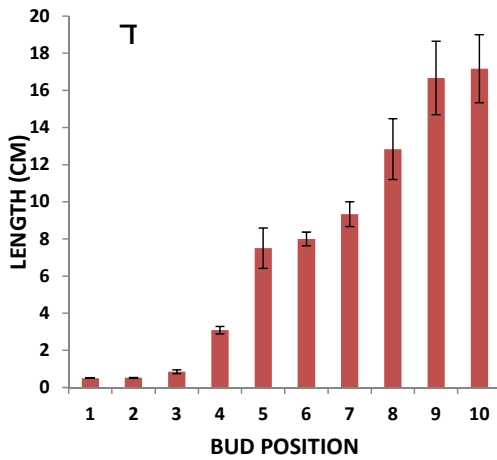
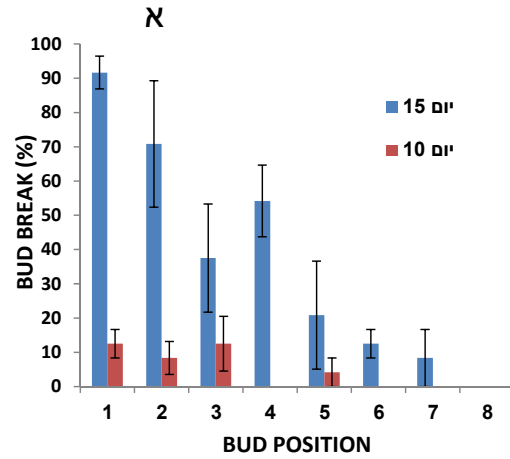
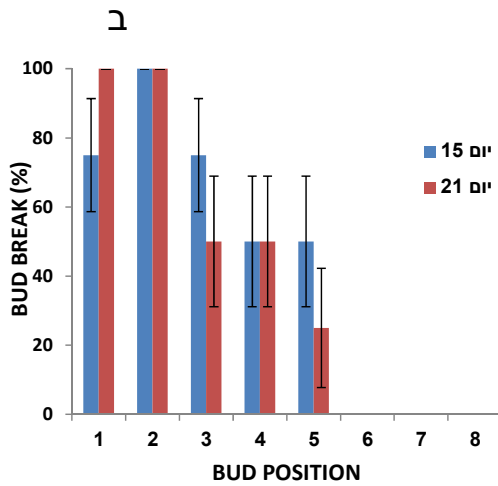
הסרת קדקוד ושריגים לטרלים (טיפול 2) משריג בודד לא הובילה לפריצת פקעים לאחר 10 ימים מטיפול אולם לאחר 25 ימים מטיפול פרצו הפקעים הלטנטים בעמדה 1 בלבד בכל השריגים שנבחנו (נתונים לא מובאים). בטיפול זהה שנערך לגפנים שלמות, נצפו לאחר 10 ימים מהטיפול כ- 10% פריצה ב- 3 העמדות העליונות (איור 2א). לאחר 15 יום נצפו כ- 90% פריצה בעמדה 1. עמדה 2 לא נבדלה סטטיסטית מעמדה 1 אך הציגה שונות גבוהה. בעמדות רחוקות יותר מן הקדקוד הייתה ירידה תלוית מיקום באחוזי הפריצה ובעמדות שמתחת לעמדה 7 לא נצפתה פריצה כלל. **הסרת קדקוד, ענפים לטרלים ועלים** (טיפול 3) משריג יחיד לא הובילה לפריצה לאחר 10 ימים מהטיפול אולם לאחר 15 ימים נצפתה פריצה שעמדה על 75-100% בעמדות 1-3, וכ- 50% בעמדות 4-5 (איור 2ב). לא נמצאה פריצת לטנטים מעבר לעמדה 5. לאחר 21 ימים מטיפול, לא ניכרו שינויים בולטים למעט עלייה ל- 100% פריצה בעמדה 1 ולנשירה של הלטנטים שפרצו בעמדה 3 ו- 5.

בטיפול זהה שנערך לגפנים שלמות, נצפתה פריצה של פקעים לטנטים לאחר 10 ימים ב- 10 העמדות שנמדדו ללא קשר למיקומן היחסי על השריג וללא גרדיאנט פריצה מקדקוד לבסיס. לאחר 15 ימים מטיפול, הפריצה בכל העמדות עמדה על קרוב ל-100% (איור 2ג).

בניגוד לפריצת הפקעים, שרמתה לא השתנתה בתלות בעמדה, אורכם של הענפים שהתפתחו מהלטנטים שפרצו הלך ועלה מן הקדקוד אל הבסיס (איור 2ד,ה).

השפעת נוכחות עלה בייחור מנותק על פריצת פקע לטנטי

בעקבות הממצא כי נדרשת גם הסרת עלים, בנוסף להסרה של קדקוד צימוח וענפים לטרלים, על מנת להשרות פריצה של פקעים לטנטים על השריג בעונת הצימוח הונח כי לעלים יש השפעה מעכבת. כדי לבחון הנחה זו נבדקה השפעת נוכחות/העדר עלה על פריצת פקע לטנטי בייחור חד פרקי שהוכן משריג בעונת הגידול מגפנים מזן Early sweet. נבחנה גם השפעת כיסוי העלה בנייר כסף והגמעה בסוכרוז או גלוקוז של ייחורים ללא עלה. תוצאות הניסיון, שנערך שש פעמים, מציעות כי נוכחותו של עלה עודדה התפתחות שורשים



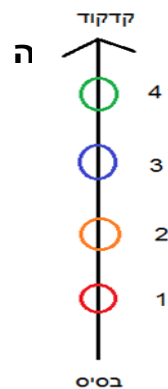
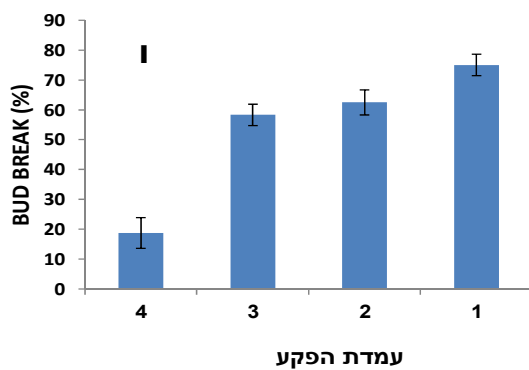
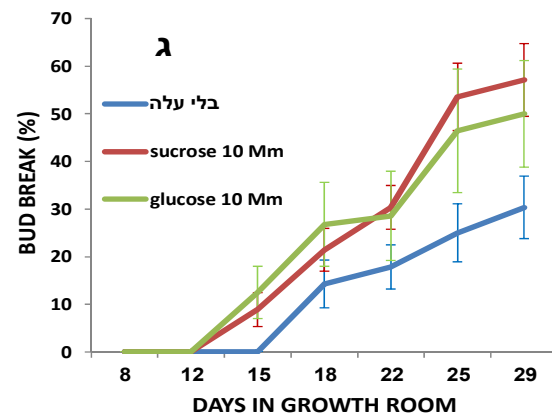
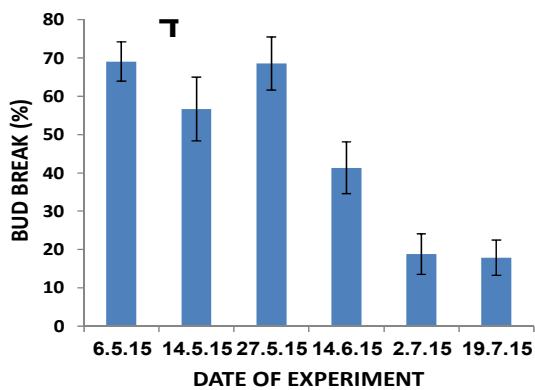
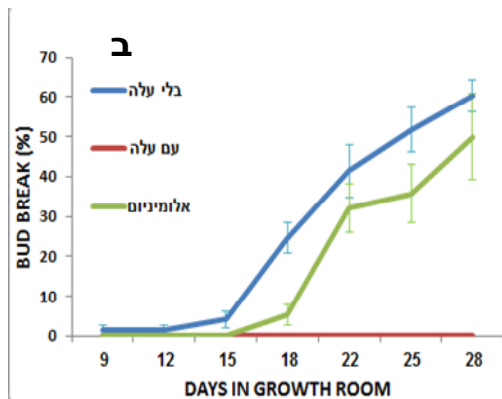
איור 2. השפעת הסרת קדקוד ולטרלים עם וללא הסרת עלים משריג בודד או מכל הגפן על פריצת פקעים לטנטים בזן ארלי סוויטהניסוי נערך בבית הדליים במנהל המחקר החקלאי. אחוז הפריצה נמדד בעמדות הפקעים השונות לאורך השריג בעקבות: (א) הסרת קדקוד ולטרלים בגפן שלמה (n=18), (ב) הסרת קדקוד, לטרלים ועלים בשריג בודד (n=8) (ג) הסרת קדקוד, לטרלים ועלים בגפן שלמה (n=18). (ד+ה) התארכות השריגים שפרצו מהפקעים הלנטנים בעקבות הסרת קדקוד, לטרלים ועלים בגפן שלמה (n=18). הערכים מייצגים ממוצע \pm שגיאת תקן.

אדוונטיביים בתחתית הייחור (איור 3א), ועיכבה לחלוטין את פריצת הפקע הלנטני ב- 28 ימי המעקב בתנאים מבוקרים. הסרת העלה, לעומת זאת, השרתה פריצה שהגיעה לרמה של עד 80% בסוף התקופה הנמדדת. הנתונים המובאים באיור 3ב מייצגים את כלל הניסיונות. בשני ניסיונות בהם שולב טיפול שבו כוסה העלה בנייר אלומיניום השתפרה פריצת הפקעים הלנטנים בעקבות הכיסוי אך לא הגיעה לרמה שהתקבלה בהסרה

של העלה (איור 3ב). טיפול בסוכרוז וגלוקוז בריכוז 10mM בייחורים ללא עלה בשני מועדי הניסוי האחרונים (2.7.15 וה-19.7.15) שיפרה את אחוזי פריצתם (מ-20% לכ-50%), ללא הבדל מובהק בין סוכרוז לגלוקוז (איור 3ג). נוכח הרמה הנמוכה של פריצה ללא עלה בשני מועדי הניסוי האחרונים הושוואו אחוזי הפריצה לאחר 21 ימי המרצה בייחורים ללא עלה שנדגמו מהגפן במועדים שונים ונראה שחלה ירידה באחוזי פריצת הפקעים לאורך העונה גם לאחר הסרת עלה: בשלושת מועדי הניסוי הראשונים (6.5-27.5.15) אחוזי הפריצה לאחר 21 יום מהכנסה לחדר גידול הם כ-60-70%. ב-14.6.15 אחוזי הפריצה בסביבות 40%, וב-2/19.7.15 אחוזי הפריצה הם כ-20% (איור 3ד). הכנת ייחורים מ-4 אזורי עמדות שונים לאורך השריג כמודגם באיור 3ה בתאריך ה-2.7.15 והכנסתן לתנאים ממריצים הראו כי לאחר 21 ימי המרצה אחוזי הפריצה הגבוהים ביותר של פקעים לטנטים (75%) נמצאו בייחורים שמקורם מבסיס השריג ואחוזי הפריצה הנמוכים ביותר (18.75%) התקבלו מייחורים שנדגמו מהקצה העליון על השריג (איור 3ו).

על בסיס התוצאות בפרק זה מוצע כי לנוכחות עלה השפעה מעכבת על התעוררות הפקע הלטנטי על השריג הירוק. מאחר שהסרת מעודדת התעוררות יש סבירות בהנחה שמנותקת אספקת חומרים מעכבים, רמתם יורדת בפקע ואז מתאפשרת פריצה. על רקע זה ניתן כנראה להסביר את ההבדל בין התנהגות פקעים בהם חל שילוך טבעי של עלווה כבר בנובמבר, דוגמת אזור גזר, לאזורים בהם השילוך הטבעי מאוחר, או שאינו חל כלל והעלווה נשארת על הגפן עד למועד הזמירה החורפית (דוגמת בבקעת הירדן ובאזורים אחרים עם חורף חם). באזורים אלו עשויה להמשיך אספקה של גורמים מעכבים מן העלים שמהווה שכבת עיכוב נוספת לזו הנובעת מתרדמת האמת בזמן החורף. הסרה סתוית של עלווה במקרה זה עשויה לקטוע רצף העיכוב המושרה על ידי העלים והקטין את דרגת העיכוב הכוללת. לפיכך, באזורי גידול עם חורף חם בהם לא מתקיימת נשירת עלים נורמלית בסתיו יש טעם בטיפול הורטיקולטורי של שילוך לשיפור אחידות ורמת ההתעוררות בתום החורף-כפי הנראה בשילוב עם חומר שובר תרדמה משום שהטיפול כשלעצמו לא מספק התעוררות לרמה הראוייה. ברב אזורי הגידול האחרים, בהם יש שילוך סתווי נורמלי, אין כל תועלת בטיפול זה. בשלב זה יש לבחון אמצעים לשילוך כימי יזום ולקבוע מועד אופטימלי לטיפול. באופן מעניין נמצא כי הסרה מוקדמת מדי של העלים בבקעת הירדן עשויה לפגוע בכושר ההתעוררות - **אולי משום שפוגעת בהעברה של רזרבות מהעלים לשלד**

השונות בהתנהגות הגפנים באותו כרם בבקעת הירדן בתגובה לשילוך ידני בשנים שונות מציעה שונות תלוית גורמי סביבה במועד השילוך הסתווי. בשנים בהם השילוך הטבעי הוא מוקדם יש מצב שלשילוך היזום לא תהיה השפעה מעודדת משום שהגורם המעכב הוסר. לעומת זאת בשנים בהם השילוך הוא מאוחר (שנים עם חורף חם?) יתעכב השילוך נטבעי ולכן שילוך יזום עשוי למנוע הצטברות מעכבים ולשפר כושר התעוררות.



איור 13. פריצת פקעים לטנטים ביחורים חד פרקים. הייחורים הוכנו משריגים מן Early sweet מבית הדליים במנהל המחקר החקלאי ומעקב אחר פריצת הפקעים התבצע לאחר 8, 12, 15, 18, 22, 25 ו- 28 מהכנסתם לתנאים ממריצים לפריצה. לכל טיפול שימשו לפחות 8 קבוצות של 8 ייחורים. (א) ייחורים עם ובלי עלה לאחר 18 יום בתנאי המרצה, העלים הוסרו לצורך הצילום. (ב) פריצת פקעים ביחורים עם ובלי עלה ובייחורים בהם העלה כוסה ברדיד אלומיניום, (ג) פריצת פקעים ביחורים ללא עלה בעקבות טבילה בסוכרוז וגלוקוז 10mM לאחר 21 יום, (ד) פריצת פקעים לאחר 21 יום בתנאים ממריצים במועדי הניסוי השונים (ה) תרשים דגימת ייחורים לפי עמדה לאורך השריג, (ו) פריצת פקעים לפי עמדתן על השריג. הערכים מייצגים ממוצע \pm שגיאת תקן.

פרק ב: בחינת שימוש במלחי אמוניה לשבירת תרדמה

2.1 נתקי נשימה דוגמת ציאנמיד, אזיד, ציאניד, DNOC, דינוקאפ וגם תנאים אנארוביים וחום משרים עקה נשימתית. נראה כי יכולת זו עומדת בבסיס תפקודם כשוברי תרדמה והוצע כי הם מהווים טריגר לשפעול שינויים במאזן בין חומרי צמיחה המוביל להסרת עיכוב תהליכי חלוקה והתארכות תאים ולעיבוד צמיחת המריסטמה. בשל שימור תפקודי המיטוכונדריה בחינה של נתקי נשימה חליפיים אינה מומלצת מחשש פן יפסלו בשל טוקסיות לסביבה. לחילופין חשבנו שראוי לבחון שימוש בתכשירים ואמצעים להשראת עקה שהסיכוי לפסילתם נמוך ו/או הם ידידותיים לסביבה. ידועה מזה שנים השפעתם המעוררת של דשנים חנקניים, דוגמת אמון חנקתי, קלציום אמוניום ניטרט וחנקת אשלגן על התעוררות נשירים. ידועה גם השפעת אמוניה על נשימה ובין היתר הוראה כי היא מגבירה פעילות גליקוליטית ופירוק עמילן (כמו שנמצא לגבי ציאנמיד) ומגבירה מצוקה אנרגטית עקב ירידה משמעותית ביחס ATP/ADP.

לאור ההשפעה של אמוניה על נשימה וחוסר האפקטיביות של חנקות שונות בשיפור ההתעוררות בגפן Hopping (1977) נזנחו החנקות, ובחרנו לבחון לחלופין השפעתם של מלחי אמוניה (אמוניום ניטרט, אמוניום פוספט, מונואמוניום פוספט (MAP), אמוניום סולפט, אוריאה אמוניום ניטרט (UAN), אמוניום תיוציאנט ואמוניום אצטט על התעוררות פקעי גפן, תוך נסיון לשפר את יעילותם על ידי שיפור חדירותם באמצעות ארמוברייק.

בשנת המחקר הראשונה מצאנו כי טיפולים באמוניום פוספט, מונואמוניום פוספט (MAP), אמוניום סולפט ואמוניום אצטט לא הובילו לשיפור בולט התעוררות ייחורים בהשוואה לביקורת באף אחד ממועדי הבדיקה. לעומת זאת, לטיפול באמוניום ניטרט היתה השפעה מובהקת על הקדמת התעוררות בשלושת הריכוזים שנבחנו בין 10% ל-20% ומירב השפעתו החיובית היתה במהלך דצמבר – זאת בעיקר משום שיותר מאוחר היתה התעוררות טובה של הבקורת. גם בשלב שלאחר שיא תרדמה התקבלה התעוררות מצוינת שעשויה להעיד על בטיחות הטיפול אם כי בסוף ינואר ריכוזים של 15% ו-20% נפלו מריכוז של 10% - נתון המצביע על פוטנציאל נזק בריכוזים גבוהים במועדים מאוחרים. טיפול באוראן בריכוזים של 5% ו-2.5% הוביל להתעוררות מצוינת אולם בסוף ינואר הודגמה עלייה ברגישות וריכוזים שמעל 1% גרמו לנזק יחסית לבקורת. גם לאמוניום תיוציאנט היתה השפעה טוקסית בריכוזים גבוהים, והשפעה מעודדת בריכוזים נמוכים יחסית (2.5-5%) בשלבי תרדמה עמוקה (מחצית דצמבר) ונזק בריכוזים העולים על 1% בסוף מעגל התרדמה.

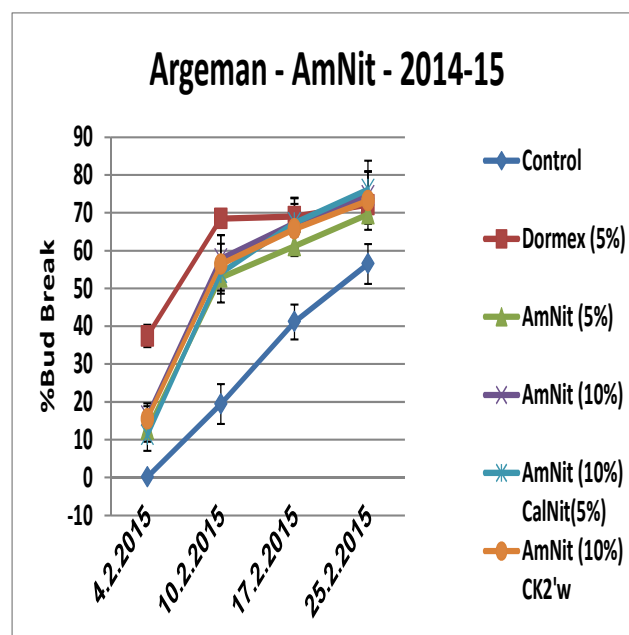
במקביל לנסיונות שנעשו עם ייחורים, ולפני שניתן היה ללמוד מהם, נבחנה במחצית ינואר על גפנים שלמות בכרם בבקעת הירדן השפעת תכשיר מסחרי המכיל אמוניום ניטרט (סינכרון-ניטרואקטיב- תכשיר שיובא על ידי גדות-אגרו ומבוסס על שילוב אמוניום ניטרט-ניטרואקטיב- עם תכשיר החדרה ייעודי-סינכרון) ובמקביל נבחן באופן הקדמי טיפול באוראן. טיפולים בסינכרון+אקטיב, סינכרון+אוראן הקדימו את התעוררות הבקורת אם כי נפלו משמעותית מביצועי ציאנמיד גם בקצב וגם באחוז ההתעוררות הסופי. תוצאה זו הציעה כי לטיפולים בתכשירים חנקניים יש פוטנציאל הקדמת התעוררות בכרם אולם הוא עדיין לא מוצה.

בשנה השניה נבחן פוטנציאל זה בנסיון מקיף בכרם ארליסוויט. על בסיס התלות של אזורים חמים בשוברי תרדמה הוחלט לערוך את הנסיון בכרם מזן "ארלי סוויט" בארגמן שבבקעת הירדן, האזור המתגר ביותר לבחינת יעילותם של שוברי תרדמה. על בסיס התוצאות במערכת המבוקרת של ייחורים חד פרקיים נבחרו להמשך בחינה Uran - ו AmNit, על בסיס השפעתם על שבירת תרדמה, ועל בסיס זמינותם ומחירם הנמוך כחומרי דשן מסחריים. יצוין כי הריכוזים שנבחרו לבחינת ה-URAN היו גבוהים מהריכוזים האפקטיביים

במערכת המבוקרת משום שעל פי נסיון רב שנים פקעי הייחורים במערכת הגידול המבוקרת רגישים יותר מהפקעים בשדה.

הנסיון נערך ב-15 לינואר בארבעה בלוקים על פני שלוש שורות (1 דונם סה"כ) – בכל בלוק היו 3 חזרות של גפן שלמה לכל טיפול. נבחנו (1) בקורת (טריטון), (2) דורמקס (5%), (3) אמוניום ניטרט (5%), (4) שילוב אמוניום ניטרט (10%) וקלציום ניטרט (5%) (5) אוריאה אמוניום ניטרט (אוראן, 5%, 10%, 15%) (6) שילוב אוראן (10%) וקלציום ניטרט (5%). כל טיפולים נעשו בשילוב עם ארמוברייק (2%) כמשטח למעט טיפול HC והבקורת שנעשו עם המשטח הנהוג טריטון (0.025%).

פריצת פקעים בטיפול HC, ששימש כבקורת חיובית, ומספר טיפולים אפקטיביים אחרים החלה לאחר כשלושה שבועות וממועד זה נספרו כלל הפקעים המתעוררים בגפן אחת לשבוע וחולקו במספר הפקעים הכולל למתן % התעוררות.

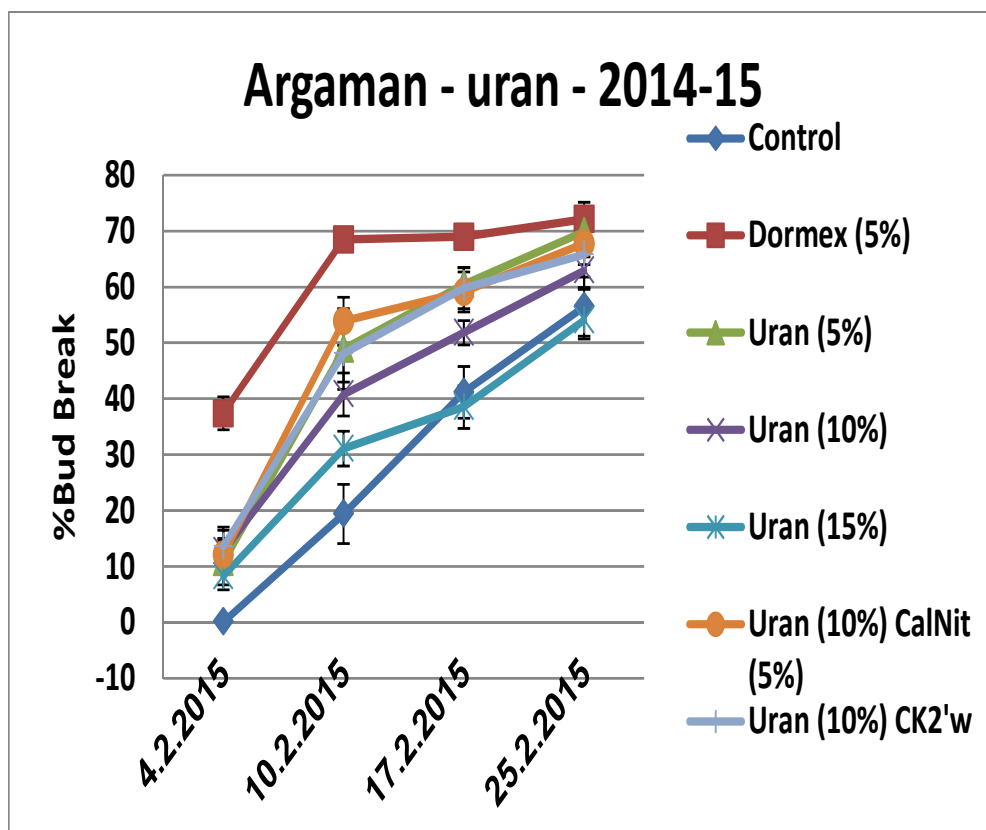


איור 4: השפעת ריסוסים באמוניום ניטרט על אחוזי התעוררות גפנים בכרם ארליסוויט בבקעת הירדן.
 הטיפולים באמוניום ניטרט (איור 4) לא נבדלו ביניהם ושיפרו באופן מובהק את ההתעוררות בהשוואה לביקורת. בהסתכלות על הנתונים בספירה שנערכה ב-4.2.15 עלו כל טיפולי ה-AmNit ב-15% על הביקורת אולם חשוב לציין כי נפלו מביצועי HC ב-20%. ב-10.2.15 גדל ההפרש באחוזי התעוררות בין הטיפולים מהביקורת ל-35% וההפרש מ-HC קטן ל-15%. ב-17.2.15 ההפרש מביקורת של טיפול 10% AmNit היה 20% ושל שאר טיפולי ה-AmNit היה 25%. למעט הטיפול ב-10% AmNit, שרמת התעוררות בו היתה נמוכה ב-10% מזו שבטיפול HC, הביאו לשיפור בהתעוררות לרמה זהה לזו של HC.

כלל, הטיפולים באוראן שיפרו אף הם את ההתעוררות לעומת הבקורת (איור 5) אולם היו פחות קרובים לביצועי HC בהשוואה לטיפולי אמוניום ניטרט בכל ריכוז שטופל. מאחר ש-10% ו-15% היו בעלי אפקט פיטוטוקסי כפי שיוון מהעובדה שהובילו לאחוזי התעוררות נמוכים מזה שהתקבל מטיפול 5% יש סבירות בהנחה שריכוז נמוך יותר יוביל לתוצאה רצויה יותר. במדידות שנערכו בטיפול ה-Uran ב-4.2.15 כל הטיפולים היו גבוהים מביקורת ב-10% ונמוכים מ-HC ב-30%. ב-10.2.15 טיפול 15% uran נבדל ב-10%, טיפול 10% uran נבדל

מביקורת ב-20% ושאר טיפולי ה-uran נבדלו ב-30% מביקורת. 15% Uran היה נמוך מ-HC ב-40%,
 10% uran היה נמוך מ-HC ב-30% ושאר טיפולי ה-uran היו נמוכים מ-HC ב-20%. ב-17.2.15 טיפול
 15% uran לא נבדל מהביקורת, 10% uran נבדל ב-10% מהביקורת ושאר טיפולי ה-uran נבדלו ב-20%
 מהביקורת. טיפול 15% uran היה נמוך ב-30% מ-HC, טיפול 10% uran היה נמוך מ-HC ב-20% ושאר
 טיפולי ה-uran היו נמוכים ב-10% מ-HC.

עבור כל אחד מהחומרים נבחן גם שילוב של התכשיר בריכוז 10% עם 5% קלניט, תכשיר המכיל קלציום
 ניטרט שמקובל להוסיף בתכשירים מסחריים המשתמשים במלחי חנקן לשבירת תרדמה בנשירים. תוספת זו
 הקטינה את עצמת ההשפעה של הטיפול באמוניום ניטרט ובאוראן בהשוואה לטיפול זהה ללא קלציום ניטרט
 (איורים 4, 5).



איור 5: השפעת ריסוסים באוריאה אמוניום ניטרט על אחוזי התעוררות גפנים בכרם ארליסוויט בבקעת הירדן

שילובי תכשיר חנקני וציטוקינין

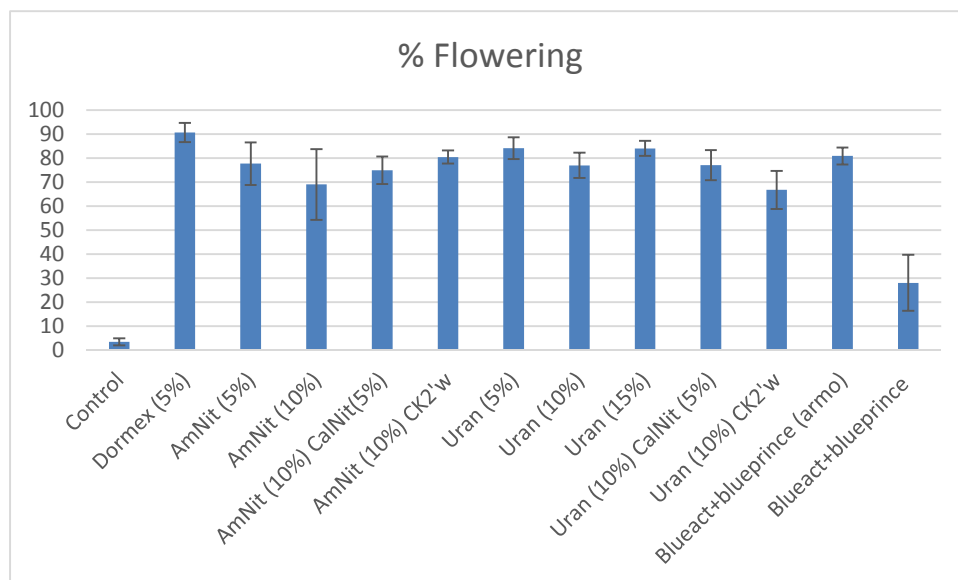
בשנה הקודמת נוכחנו כי טיפולים בציטוקינים שונים בריכוזים שונים לא היו בעלי השפעה מיטיבה על רמת התעוררות או אחידותה בתנאי הכרם בבקעת הירדן למרות שחלקם היו בעלי השפעה מיטיבה במערכת הייחורים ובכרמים באזור המרכז בשנים קודמות. לעומת זאת אחד הממצאים המעניינים משנה קודמת היה כי ריסוס גפנים בציטוקינין שבועיים לאחר שנחשפו לטיפול בסינכרון+אקטיב שיפר את אחוז התעוררות והביא אותו לרמה הקרובה ביותר (כ-70%) לזו שהושגה בטיפול בדורמקס.

לפיכך נבחן השנה שילוב בין טיפול באמוניום ניטרט לטיפול ב- 250 ח"מ CPPU שניתן שבועיים לאחר הטיפול הראשון בשני המקרים בנוכחות ארמוברייק (2%). לא נראה הבדל בין טיפול זה לטיפול מקביל באמוניום ניטרט אולם כן הובחן בשיפור בהשוואה לטיפול המקביל באוראן. (איורים 4, 5).

בחינה של תכשיר מסחרי מבוסס חנקן

במקביל הטיפולים האמורים נבחן גם בתכשיר חנקני מסחרי (בלואקט-בלופרינס) מתוצרת חברה איטלקית שלא שיפר התעוררות לעומת בקורת בעוד שהטיפולים בדשנים הרגילים שתוארו מעל היו בעלי השפעה מובהקת ומרשימה. יחד עם זאת, ביצועיו של תכשיר זה השתפרו ודמו לביצועי אמוניום ניטרט כאשר הוספנו לתכשיר ביוזמתנו ארמוברייק. יצוין כי תכשיר זה נמכר בשני מרכיבים שערבובם אמור לכלול גם משטח לשיפור החדרה. מסתבר כי בגפן הגדלה באזורים קשי התעוררות התכשיר הכולל כשלעצמו אינו מספיק אפקטיבי.

על מנת להעריך את השפעת הטיפולים על קצב ההתפתחות נספרו בשבוע האחרון של מרץ כלל האשכולות הפורחים לגפן וחושב חלקם האחוזי מכלל האשכולות לגפן (איור 6). ניתן לראות כי כל הטיפולים הובילו להקדמת הפריחה באופן מובהק ועמדו על 70-90% למעט הטיפול, שיר המסחרי שהשפעתו ללא תוספת ארמוברייק היתה מאוד מוגבלת.



איור 6: השפעת טיפולים שונים לשבירת תרדמה על מועד פריחת הגפן

סיכום

על בסיס תוצאות השנה הראשונה נראה כי האסטרטגיה של שימוש במבחן הייחורים הינה אסטרטגיה מצוינת. בצד פסילה של חומרים רבים שנתברר כי אינם בעלי פוטנציאל דוגמת שמנים טרפניים ופלימרים מתפרקים וטיפולים הורמונליים שונים, אפשרה המערכת בחינה של טווח ריכוזים גדול והובילה למיקוד במספר טיפולים הראויים לבחינה ברמת הכרם. לראייה, נסיונות בכרם שנערכו בשנה השניה בסביבה בה התעוררות הגפן ללא שובר תרדמה הינה קשה הוכיחו אפקטיביות מובהקת ברמת הכרם של טיפולים שהראו ראשית אפקטיביות ברמת ייחורים בתנאים מבוקרים. על בסיס תשתית זו ייפרש בשנה השלישית נסיון בקנ"מ גדול לבחינת האפקטיביות של חומרים אלו בכרמים שונים מאותו זן, ארלי סוויט, כדי לייצג את הבקיה, אזורי הצפון המרכז והדרום וכרם חממה. בנוסף, ייבחנו שלושה זנים נוספים, כדי לבחון תגובת זנים עיקריים ושתי צורות זמירה, ארוכה וקצרה.