

## **דילול כימי בתפוח, ניסויי 2017.**

חוקר ראשי: אלון סמך, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה.

חוקרים נוספים: רפי שטרן, מו"פ צפון; עומר קראין, מו"פ צפון

1. **הצגת הבעיה והידע הקיים** תפוחת תפוח (*Malus domestica*) מכילה 5 ~ פרחים שבתנאי הפרייה טובים מפתחים 5 חנטים. חלק מהחנטים נושרים נשירה טבעית בין 14 ל-30 יום משיא פריחה. כיום, המסחר דורש פרי בקוטר 70 מ"מ ומעלה, ולכן החקלאי מעוניין לקבל מדי שנה כמה שיותר פרי בגודל כזה, וכמה שפחות פירות הקטנים מגודל זה. גודל הפרי הסופי תלוי כמובן בזן ובתנאי הגידול. בנוסף, גודל הפרי הסופי מושפע במיוחד ממספר החנטים שנשארו אתו בתפוחת וגם ממספר הפירות הכללי על העץ. כלומר, יש תחרות חזקה בתוך התפוחת אך גם השפעה מסוימת של שאר העץ על גודל הפרי. במרבית הזנים ניתן להגיע לגודל פרי כזה עם 1-2 פירות לתפוחת, כל עוד העץ אינו עמוס בפירות. הפירות הקטנים אינם פודים מחיר השווה קטיפה, אך העיסוק בהם בקטיפה ובמיון, והנזק של נוכחותם על גודל הפירות האחרים ועל פריחה חוזרת הוא רב. כלומר, אפילו אם טיפול מסוים יגדיל מעט את מספר הפירות האבסולוטי בקוטר 70 מ"מ ומעלה, הוא לא יהיה כדאי אם גם הגדיל את היחס בין פירות קטנים לפירות גדולים.

בזן זהוב בצפיפות עצים של 166 עצים לדונם, ניתן למצוא באותה שורה בשיא פריחה עצים עם 500 תפוחות ועצים בגודל דומה עם 50 תפוחות, וכל המדרג ביניהם. הסיבה לגיוון במספר התפוחות לעץ היא בדרך כלל סירוגיות. כלומר, עץ עם מעט תפוחות בדרך כלל נשא הרבה מאוד פירות בעונה קודמת. מספר הפירות לדורבן משפיע על הסיכוי לפריחה חוזרת מאותו דורבן. בזן זהוב פרי אחד לתפוחת לא ימנע פריחה חוזרת בעוד שבזן Starking קלון TopRed אפילו פרי אחד לתפוחת ימנע פריחה חוזרת מאותו דורבן [1]. גם ללא פירות על אותו דורבן, הסיכוי שהמריסטמה שעליו תתמין לתפוחת תלויה גם בעומס הפרי הכללי על העץ [1]. מידת הנשירה הטבעית בתוך תפוחת לא מושפעת באופן ניכר מכמות התפוחות על העץ (איור 2), אך משתנה מדי שנה, כנראה בגלל מצב המטע ותנאי סביבה במועד הפריחה והחנטה. לדוגמה, נשירה טבעית בזן זהוב בחוות מתיתיהו חלקה 9 היתה 62% בשנת 2014 ו-80% ב-2015. אם בכל תפוחת יש ~ 5 פרחים, שרידה של 20% מהחנטים פירושה במוצע פרי יחיד לתפוחות. למעשה ניתן למצוא מגוון תפוחות, חלק שנותרו ללא חנטים, וחלק עם יותר מ-2 חנטים. במרבית השנים, הנשירה הטבעית של חנטים אינה מספיקה כדי להגיע לגודל פרי מירבי, ולהימנע מסירוגיות. לכן חקלאים דואגים לדילול יזום.

בזן זהוב בצפיפות של 166 עצים לדונם, אם יהיו 500 תפוחות על העץ ובסופו של דילול ישארו 250 פירות לעץ (פרי יחיד כל תפוחת שנייה), סביר שהפרי יגיע לגודל מלא (70 מ"מ = 150 גרם), ויאפשר יבול של 6.2 טון לדונם. בגלל מספר מועט של פירות לתפוחת, הממצאים שלנו [1] מציעים שעץ כזה יוכל לייצר 500 תפוחות גם בשנה העוקבת. בצפיפות של 100 עצים לדונם, נרצה 830 תפוחות שישאירו 415 פירות גדולים בהתאמה. הדילול המדויק ביותר הוא דילול ידני. נמצא שהמועד היעיל ביותר לדילול ידני בזהוב 'וגאלה', הוא כשבועיים עד ארבעה שבועות משיא פריחה (שטרן וחוב' 2003, 2008). עוד נמצא שדילול עד 30 ימים משיא הפריחה לא פגע בפוטנציאל היבול המסחרי בעונה העוקבת (שטרן וחוב' 2003, 2008). לדילול הידני שתי מגרעות: 1. נדרשים 4-5 ימי עבודה לדונם בדילול ידני בשנת שפע ויש לכך הבטים של זמינות כח אדם ותלות בעובדים זרים כמו גם עלות גבוהה של תשומת הדילול; 2. החקלאים נרתמים לדילול הידני במהלך יוני (לאחר הנשירה הטבעית), ואז היעילות של הדילול יורדת כי נוכחות פירות מיותרים עד מועד זה פוגע בגודל הפרי בעונה הנוכחית ומשפיע לרעה על עוצמת הפריחה בעונה העוקבת.

ריסוסי דילול כימי [2] הם פתרון זול יותר אך הרבה פחות צפוי ומדויק. בדילול כימי (ריסוס עצים בחומר מסוים) ניתן לגרום ליותר נשירה אך מידת העליה בנשירה ואופן חלוקת הנשירה בתוך העץ אינו בשליטת המגדל. חומרים בשימוש בעולם ובארץ הם אוקסינים [3], ציטוקינים [4] ומעכב הפוטוסינתזה (METAMITRON (Photosystem II) [5].

בישראל מקובלים כיום שני מועדי ריסוס לדילול: הריסוס הראשון כשלושה ימים לאחר שיא פריחה, נעשה בדרך כלל עם תכשיר (אגריטון) המשלב שני אוקסינים NAD) NAPHTHALENE ACETAMIDE – (דילאמיד) ו-NAPHTHALENE ACETIC ACID (NAA – אלפנול). קיימת שונות בין זנים בתגובה לחומרי דילול. בזהוב, ריסוס באגריטון בדרך כלל אינו מספיק. בזן Cripps Pink אותו הריסוס בדרך כלל מספיק, בעוד שבזן Starking אותו הריסוס גורם לדילול יתר ולפגיעה בהתפתחות הפרי. לכן, ההמלצה לגבי טיפול דילול אופטימלי היא עבור כל זן בנפרד. מרכיב נוסף שמשתנה הוא מספר התפוחות על העץ. אחרי ריסוס ראשון באגריטון בשנה מסוימת נשארו בכל העצים כ-10% חנטים. בצפיפות של 166 עצים לדונם בעץ אחד נשארו 250 פירות שהגיעו לגודל מסחרי, ובעץ שני נשארו 550 פירות שהיו קטנים מדי. כלומר, מידת הדילול האופטימלי תלויה במספר התפוחות על העץ באותה שנה. כשמספר התפוחות רב צריך להגיע לאחוזי דילול גבוהים יותר- מספר גדול יותר של תפוחות בהן לא נשאר אף לא פרי אחד.

ריסוס במועד שני נעשה בדרך כלל באלפנול (20 ח"מ NAA) או בבונגרו (100 ח"מ BA) בשיא פריחה + 14 יום. כיום, לכל זן ניתנות המלצות ברורות של ריסוסי דילול. מאידך, חוסר ההדירות ביעילות של הריסוסים, והחשש מדילול יתר גורמת למרבית החקלאים להשתמש בדילול הכימי בצמצום ועיקר הדילול נעשה בעבודת ידיים אחרי נשירת החנטים. כפי שצוין למעלה, הפתרון הוא יקר ומאוחר מדי. הבעיה היא שלפני שהחנטים מסיימים לנשור, לחקלאי אין יכולת לחזות את מידת נשירתם. **מטרת המחקר המוצע** הוא לבדוק יעילותם ודיוקם של כלי מדידה חדשים שפותחו במחקר שהסתיים לאחרונה, ולהם פוטנציאל לחזות את הנשירה העתידית הצפויה בעץ. זאת בכדי לשלבם במערכת תומכת החלטות שתאפשר לחקלאי לקבוע האם ובאיזו עצמה לדלל פעם שניה.

II. **הישגי המחקר של מגישי ההצעה** ממחקרים של רפי שטרן נמצא כי החומר החדש יחסית, METAMITRON (חומר מסחרתי Brevis<sup>®</sup>), יעיל כמדלל בתנאי החם של ישראל. הוא נמצא יעיל כשניתן בשיא פריחה +3, וכריסוס שני בשיא פריחה +14, וגם בשיא פריחה +21 [6]. היתרון ביישום מאוחר ומוצלח של החומר הוא הרחבת חלון הזמן שניתן לנו החוקרים לספק מידע לחקלאי שיעזור לו החליט האם צפוי יתרון או נזק בריסוס המאוחר. מאחר ובתגובה לריסוס באגריטון נפגעת התפתחות הפרי בנוסף לדילול המוגבר בזן Starking, מומלץ לרסס בזן זה ב-Brevis כבר בריסוס ראשון.

בקבוצת המחקר של עומר קריין עקבנו ב 4 השנים האחרונות אחר הדינמיקה של הפריחה, תגובת הפרחים בתפוחות לדילול הכימי ואחוז הפירות הנושרים בכל עמדה. הריסוס באגריטון בשיא פריחה +3 הגביר נשירת חנטים, אך מועד הנשירה הראשונה היה ביחד עם הנשירה הטבעית שהחלה 10 ימים משיא פריחה, ומרביתה הסתיימה כ- 20 יום משיא פריחה (איור 2). קיימת נשירה נוספת של חנטים בתחילת יוני. לכל פרח בתפוחת התפוח יש שם, עלפי סדר פתיחת הפרחים. הפרח הטרמינלי נקרא 'king', והוא הראשון להפתח ונחשב, יחד עם הפרח שנפתח אחריו (L3), בעל הסיכויים הנמוכים ביותר לנשור במהלך נשירת החנטים הפיזיולוגית. הפרח האחרון להיווצר ולהפתח מכונה לטרלי 1 (לטרלי קטן; L1), והוא בעל הסיכויים הגבוהים ביותר לנשור במהלך נשירת החנטים הפיזיולוגית (%95-96 סיכויי נשירה טבעית). בין ה L1 וה L3 יש שני חנטי L2. הריסוס הראשון הגביר בעיקר נשירה של חנטי L1 ו L2 (איור 2). התגובה לאגריטון לא הייתה אחידה בין השנים. ב 2013, דילול האגריטון היה מספק ומשקל הפרי הממוצע לעץ היה 33 קילוגרם (6 טון לדונם). בשנה זו רוב הפרי היה גדול מ 70 מ"מ ולכן פדיון היבול היה גבוה (איור 2). מאידך בשנת 2014 ו 2016 דילול האגריטון היה בחסר ומשקל הפרי הממוצע לעץ היה 75 קילוגרם (14 טון לדונם). בשנים אלו רוב הפרי היה קטן מ 70 מ"מ ולמעשה לא פדה כסף כלל.

במעבדתנו של אלון סמך רצינו לפתח כלים שיכולים לחזות את מידת הנשירה הטבעית בזן זהוב. ההיפוטזה שלנו שיעילות הריסוס הראשון תלויה גם במידת הנשירה הטבעית. לשם כך עקבנו אחר גורלו של החנט L1. כפי שצוין למעלה, אחוזי ההישרדות שלו נמוכים (4%), אך אם משאירים אותו לבדו בתפוחת, אחוזי ההישרדות שלו עולים ל-85% (איור 1). שאלנו מתי גורלו לנשור נקבע, ומצאנו שב-2014 המועד היה 7 וב-2015 11 יום משיא פריחה. ולאחר זיהוי המועד הסתכלנו על ביטוי כלל הגנים בחנט שעתידו לנשור לעומת חנט שעתידו לשרוד (בנוכחות או בהיעדר חנטים שכנים בתפוחת, בהתאמה). מצאנו מאות גנים בעלי תבנית ביטוי שונה, ביניהם גנים שרמת הביטוי שלהם עולה דרמטית ביום בו גורל החנט נקבע לנשור (יום 7 בשנת 2014 וביום 11 בשנת 2015). ניסויים בזן תפוח נוסף, אריאן, בו מתרחשת נשירה טבעית מועטת מאוד, לא הראו הבדל בתבנית ביטוי גנים אלה בין שני סוגי החנטים, מה שמחזק את יעילותם של המרקרים הללו לחזות נשירה טבעית (איור 3). באותה חלקת זהוב, הנשירה הטבעית היתה 62% בשנת 2014 ו-80% ב-2015. מהתוצאות עולה ההיפוטזה שדווקא איחור במועד הפסקת התחרות של הטרלי הקטן, כפי שקרה ב-2015, הביא לנשירת יתר של שאר החנטים. הדבר דומה למידת התשיות של קבוצת כדורגל אחרי משחק עם קבוצה חזקה (L1 התחרה לזמן ארוך) או עם קבוצה חלשה (L1 התחרה לזמן קצר). יתכן שעליה מוקדמת בביטוי אותם גנים בחנט L1 שמצוי ליד שכנים משרת נשירה חלשה של שאר החנטים. מאידך, מידת העליה בביטוי של אותם גנים בחנט L2 במועד מאוחר יותר אולי במתאם חיובי למידת הנשירה העתידית.

## II מטרות המחקר וחשיבותו

המידע שנאגר בעולם ובניסויים שערכנו מראה שהיום אין לחקלאי אמצעי לחזות את מידת נשירת החנטים בתפוח. לכן, מתוך זהירות, מרבית החקלאים נמנעים מדילול כימי מלא, הכולל לפי ההמלצות שני מועדי ריסוס. הדילול הידני שמבצעים לאחר הנשירה הטבעית הוא יקר ולא יעיל כי כבר נגרם נזק לגודל הפרי ולפריחה בשנה העוקבת. שאלות המחקר:

- האם בשנה בה תהליכי הנשירה של חנט L1 מקדימים יותר, מידת הנשירה הכללית פחותה? לאור התוצאות הראשוניות שלנו, יתכן ותחרות חנטים שנמשכת זמן רב יותר גורמת בסופו של דבר לנשירת יותר חנטים. נבדוק האם עלייה מוקדמת בביטוי סמן לנשירה ב-L1 בתאריך 8 ימים משיא פריחה הוא במתאם עם נשירה סופית גבוהה או נמוכה יותר, או ללא מתאם למידת הנשירה.
- האם ניתן לחזות מידת נשירה טבעית ומידת נשירה עקב ריסוס באגריטון מדיגומים של חנטים המתבצעים 8 עד 12 יום משיא פריחה? בשנתיים הראשונות אנו אוספים בכל אתר (2 אתרים) דגימות לביטוי גנים מ-8 טיפולים ביום 8 ומ-6 טיפולים ביום 12. סה"כ 14 דיגומים בכל אתר, 28 דיגומים בסה"כ האתרים, כל דגימה 5 חזרות ביולוגיות (עצים), 140 דגימות RNA.

### צרכים עליהם הידע יענה:

- **טכנולוגיה לעזרת החקלאי:** חקלאיים יוכלו להזמין בדיקת חיזוי נשירת חנטים עתידית בחלקה שלהם ובהתאם לכך להחליט על כדאיות ריסוס נוסף במדלל כימי.
- **הבנה בסיסית:** האם "פרישה מוקדמת" של חנט L1 מהתחרות מעלה או מורידה את סיכויי ההישרדות של שאר חנטי התפרחת?
- **הבנה בסיסית:** מה מספר הפירות המקסימלי לדורבן המאפשר פריחה חוזרת מאותו דורבן בכל אחד מהזנים? איך המספר הזה משתנה בהתאם למספר הפירות הכללי לעץ?

## III טבלת משימות:

|                                                                       |                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| א. ניסוי מרקר שיכול לחזות נשירה                                       |                                                                |
| 1                                                                     | סימון תפרחות בשני אתרים                                        |
| 2                                                                     | ריסוס שיא פריחה +3 באגריטון                                    |
| 3                                                                     | דיגום חנטי L1 ו L2 בשני מועדים לבחינת ביטוי גנים               |
| 4                                                                     | בדיקת ביטוי גנים בדגימות                                       |
| 5                                                                     | בדיקת אחוזי נשירה                                              |
| ב. ניסוי דילול חנטים ספציפיים באמצעות יוניקונזול                      |                                                                |
| 1                                                                     | סימון תפרחות בשני זנים בחוות מתיתיהו                           |
| 2                                                                     | ריסוס-טבילה שיא פריחה +3 ביוניקונזול                           |
| 3                                                                     | בדיקת אחוזי נשירה                                              |
| ניסוי דילול ידני ב Topred במטרה לאזן את הפריחה וגול הפרי בין עצי המטע |                                                                |
| 1                                                                     | בחירת 3 שורות עצי topred וצילום כל העצים בשיא פריחה            |
| 2                                                                     | טיפול דילול או ביקורת לכל אחד מהשורות                          |
| 3                                                                     | בדיקת התפלגות הגדלים של פרי בקטיף כתלות בטיפול                 |
| 4                                                                     | צילום פריחה חוזרת של העצים בשלושת השורות.                      |
| 9                                                                     | המלצות למגדלים על שימוש בכלי של חיזוי מולקולרי לפני ריסוס שני. |

| א. ניסוי מרקר שיכול לחזות נשירה                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|-----------------|---------------|--|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------|-------|--------|--------|-----------------------|---|------|-------|--------|---------------|---|-----------------------|--|--|--|--------------|---|------|-------|--------|------------|---|-----------------------|--|--|--|
| 1                                               | כל טיפול מורכב מ-5 עצים (חזרות ביולוגיות). סימון 10 עצי זהוב ברמת פריחה אחידה בשני אתרים. סה"כ 20 עצים. סימון 45 תפרחות בשיא פריחה בכל אחד מהעצים. סימון חנטי L2 ו-L1 ב-10 תפרחות ו-L 2 ב-10 תפרחות. סה"כ סימון 900 תפרחות.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| 2                                               | ריסוס בהתאם לתכנית הניסוי: <table><tr><th rowspan="2">זן</th><th rowspan="2">מספר טיפול</th><th colspan="3">טיפול</th></tr><tr><th>חומר</th><th>ריכוז</th><th>מועד משיא פריחה</th></tr><tr><td rowspan="2">זהוב Golden Delicious</td><td>1</td><td>אגריטון</td><td>0.40%</td><td>ימים 3</td></tr><tr><td>2</td><td colspan="3">ביקורת ללא דילול כימי</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | זן                    | מספר טיפול | טיפול           |               |  | חומר        | ריכוז       | מועד משיא פריחה | זהוב Golden Delicious | 1                     | אגריטון | 0.40% | ימים 3 | 2      | ביקורת ללא דילול כימי |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| זן                                              | מספר טיפול                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                       |            | טיפול           |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | חומר                  | ריכוז      | מועד משיא פריחה |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| זהוב Golden Delicious                           | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | אגריטון               | 0.40%      | ימים 3          |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ביקורת ללא דילול כימי |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| 3                                               | דיגום חנטי L1 ו L2 ביום 8 משיא פריחה. כל דגימה מורכבת מ-7חנטים, ומגיעה מעץ בודד. 5 חזרות ביולוגיות (עצים) לטיפול. טיפולים: L1: בעצים ללא ריסוס, L2 בעצים עם או בלי ריסוס. 30 דגימות. דיגום חנטי L2 ביום 12 משיא פריחה. כל דגימה מורכבת מ-6 חנטים, ומגיעה מעץ בודד. 5 חזרות ביולוגיות (עצים) לטיפול. טיפולים: עם או בלי ריסוס מוקדם. 20 דגימות.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| 4                                               | בדיקת ביטוי יחסי של גן אחד תעשה ב RealTime PCR תוך שימוש בפריימרים ספציפיים.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| 5                                               | ספירת מספר החנטים שנשארו בכל תפרחת מסומנת (30 לעץ) בסוף יוני.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| ב. ניסוי דילול חנטים ספציפיים באמצעות יוניקוונז |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| 1                                               | בחוות מתיתיהו 2 זנים: זהוב ואריאן. סימון 10 עצי זהוב ו-5 עצי אריאן ברמת פריחה אחידה. סימון 40 תפרחות לעץ. סימון מיוחד לחנטי King, חנטי L2, חנטי L3 וחנטי L1. 20 לביקורת: ריסוס-טבילה במשטח. 20 לטיפול: ריסוס או טבילה במגיק. המשטח: 0.025% של TritonX100.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| 2                                               | טיפול ריסוס או טבילה <table><tr><th rowspan="2">זן</th><th rowspan="2">מספר טיפול</th><th colspan="3">טיפול</th><th rowspan="2">מקום הטיפול</th></tr><tr><th>חומר</th><th>ריכוז</th><th>מועד משיא פריחה</th></tr><tr><td rowspan="3">זהוב Golden Delicious</td><td>1</td><td>מגיק</td><td>2.00%</td><td>ימים 3</td><td>תפרחת שלמה</td></tr><tr><td>2</td><td>מגיק</td><td>2.00%</td><td>ימים 3</td><td>טבילת King+L3</td></tr><tr><td>3</td><td colspan="3">ביקורת ללא דילול כימי</td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">אריאן Ariane</td><td>1</td><td>מגיק</td><td>2.00%</td><td>ימים 3</td><td>תפרחת שלמה</td></tr><tr><td>2</td><td colspan="3">ביקורת ללא דילול כימי</td><td></td></tr></table> | זן                    | מספר טיפול | טיפול           |               |  | מקום הטיפול | חומר        | ריכוז           | מועד משיא פריחה       | זהוב Golden Delicious | 1       | מגיק  | 2.00%  | ימים 3 | תפרחת שלמה            | 2 | מגיק | 2.00% | ימים 3 | טבילת King+L3 | 3 | ביקורת ללא דילול כימי |  |  |  | אריאן Ariane | 1 | מגיק | 2.00% | ימים 3 | תפרחת שלמה | 2 | ביקורת ללא דילול כימי |  |  |  |
| זן                                              | מספר טיפול                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                       |            | טיפול           |               |  |             | מקום הטיפול |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | חומר                  | ריכוז      | מועד משיא פריחה |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| זהוב Golden Delicious                           | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | מגיק                  | 2.00%      | ימים 3          | תפרחת שלמה    |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | מגיק                  | 2.00%      | ימים 3          | טבילת King+L3 |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ביקורת ללא דילול כימי |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| אריאן Ariane                                    | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | מגיק                  | 2.00%      | ימים 3          | תפרחת שלמה    |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ביקורת ללא דילול כימי |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
| 3                                               | ספירת מספר החנטים שנשארו והעמדה שלהם בכל תפרחת מסומנת בסוף יוני.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |
|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                 |               |  |             |             |                 |                       |                       |         |       |        |        |                       |   |      |       |        |               |   |                       |  |  |  |              |   |      |       |        |            |   |                       |  |  |  |

| ג. ניסוי דילול ידני ב Topred במטרה לאזן את הפריחה וגול הפרי בין עצי המטע |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                       |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-----------------|----|------------|-------|--|--|------|-------|-----------------|---|--------|-------|--------|---|------------|--|--|---|--|-----------------------|--|--|
| 1                                                                        | בחירת שלוש שורות של עצי Top Red בשיא פריחה. רצוי לבחור שורות בהם יש מגוון עצים. צילום כל עץ בשורה.                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
| 2                                                                        | <table><tr><td rowspan="4">זן</td><td rowspan="2">מספר טיפול</td><td colspan="3">טיפול</td></tr><tr><td>חומר</td><td>ריכוז</td><td>מועד משיא פריחה</td></tr><tr><td>1</td><td>ברוויס</td><td>0.15%</td><td>ימים 9</td></tr><tr><td>2</td><td>דילול ידני</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td colspan="3">ביקורת ללא דילול כימי</td></tr></table> |                       |       |                 | זן | מספר טיפול | טיפול |  |  | חומר | ריכוז | מועד משיא פריחה | 1 | ברוויס | 0.15% | ימים 9 | 2 | דילול ידני |  |  | 3 |  | ביקורת ללא דילול כימי |  |  |
| זן                                                                       | מספר טיפול                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | טיפול                 |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | חומר                  | ריכוז | מועד משיא פריחה |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
|                                                                          | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ברוויס                | 0.15% | ימים 9          |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
|                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | דילול ידני            |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
| 3                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ביקורת ללא דילול כימי |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
|                                                                          | <p>טיפול דילול ידני: כ-20 יום משיא פריחה, דילול ידני של עצים בהם יש פריחה מרובה (מעל 200 תפרחות). להשאיר 125 דורבנות (בעצים שהכילו פרחים) עם 2 פירות לתפרחת. להשאיר לפחות 170 דורבנות ללא חנטים. בעצים עם מעט תפרחות לדלל את כל התפרחות ל-2 פירות לתפרחת.</p> <p>טיפול ריסוס: שורת טיפול ריסוס בברוויס.</p> <p>שורת ביקורת ללא טיפול</p>                          |                       |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
| 3                                                                        | לבדוק התפלגות גודל פרי לכל אחת מהשורות                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |
| 4                                                                        | לבדוק פריחה חוזרת (באנמצעות צילום) של כל העצים בשלושת השורות ולבדוק מידת אחידות בפריחה בין עצים בשורה.                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |       |                 |    |            |       |  |  |      |       |                 |   |        |       |        |   |            |  |  |   |  |                       |  |  |

### **רשימת משימות לפי קבוצות:**

מעבדת קריין ושטרן :

ניסוי א : סימון העצים והתפרחות, והחנטים בשני האתרים. ריסוס באגריטון. דיגום החנטים בשני המועדים לתוך חנקן נוזלי.

שמירת מבחנות ב 20- מ"צ לאיסוף ע"י מעבדת סמך.

ניסוי ג במלואו.

מעבדת סמך :

ניסוי א : קבלת חנטים קפואים, והמשך הטיפול בהם. ספירת נשירה בסוף יוני.

ניסוי ב : במלואו.

### **חלוקה תקציבית:**

מעבדת קריין : 15000 ₪ . כל הסכום עבור כח אדם ותקורה.

מעבדת סמך : 55000 ₪. נסיעות (השכרת רכב ודלק) : 2000 ₪.

כח אדם : 13000 ₪

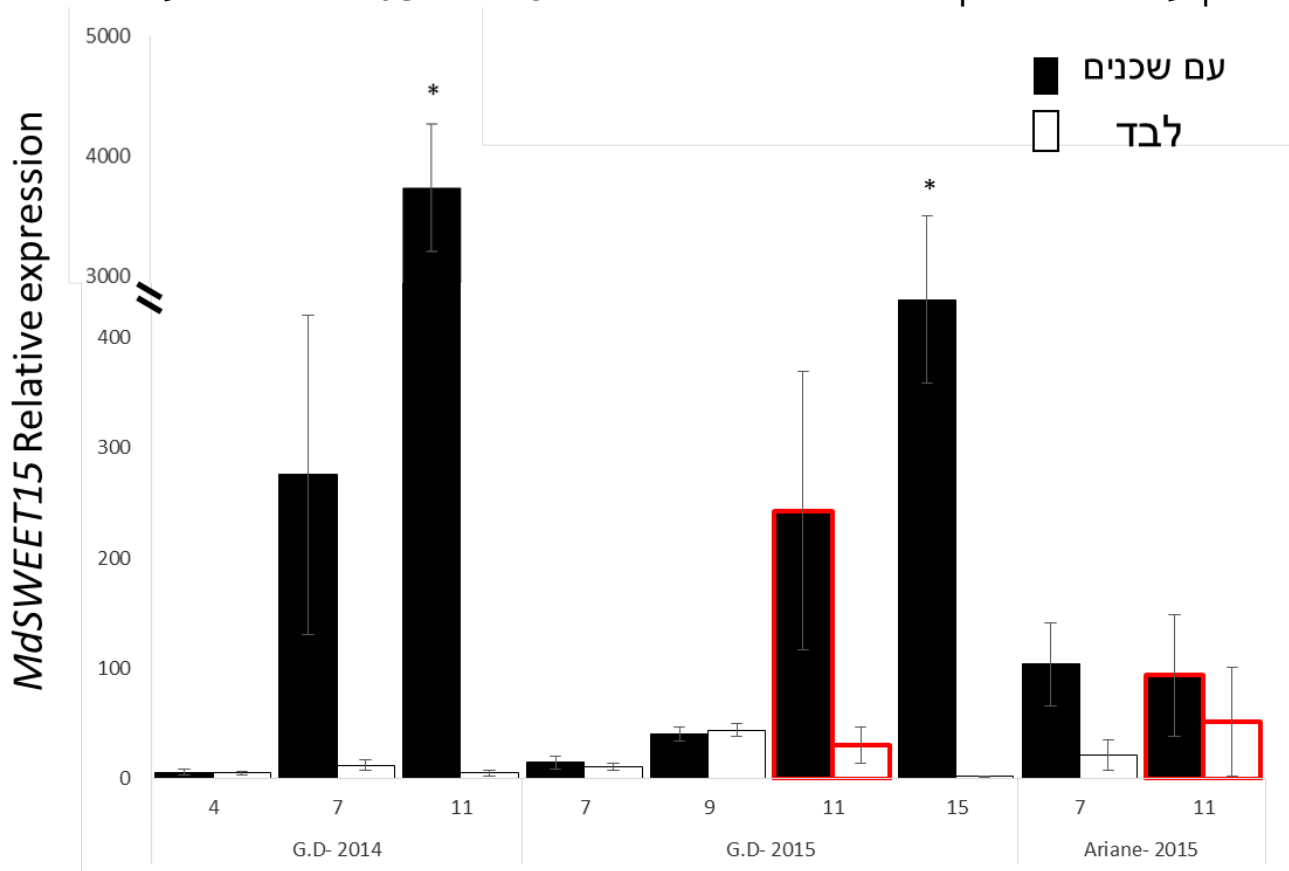
חומרים : 32826 ₪

תקורה : 7174

### **תוצאות :**

א. ניסוי מרקר שיכול לחזות נשירה: בדקנו מספר גנים והמרקר שנמצא הכי יעיל היה לגן *MdSWEET15*.

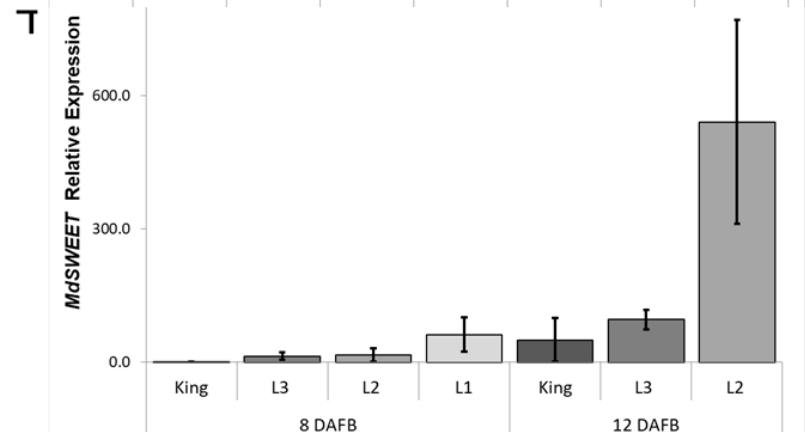
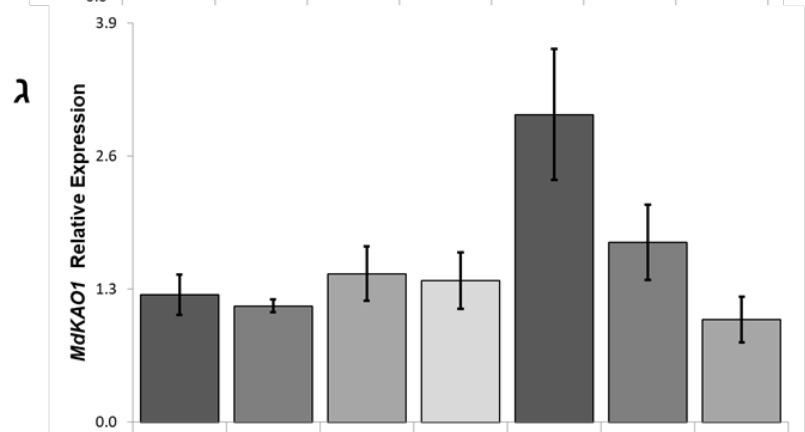
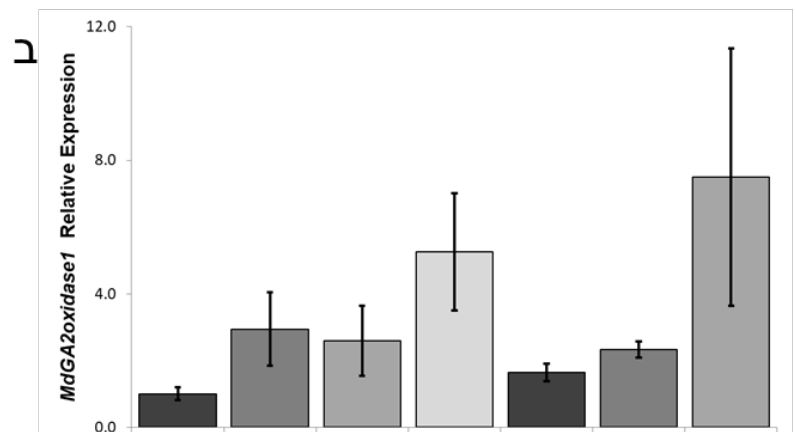
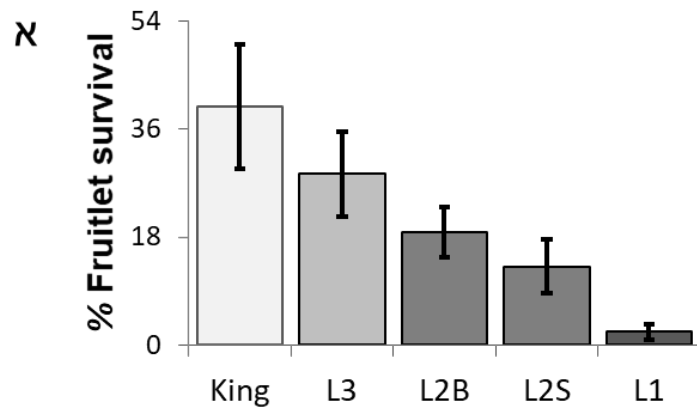
באיור 1 ניתן לראות שרמת הביטוי של הגן עולה בחנטים שעתיים לנשור. בשנה אחת השוני היה ניכר ביום 7 משיא פריחה, ובשנה נוספת השוני היה ניכר 11 יום משיא פריחה. באיור 2 ניתן לראות דגימות חדשות, שנבדקו עלפי התכנית. ניתן היה לזהות רמה יותר גבוהה של *MdSWEET15*. בחנט L1 לעומת שאר



איור 1. ביטוי יחסי של הגן *Mdsweet15* בחנטי L1 עם או בלי שכנים במועדים שונים בזן זהוב (G.D) או אריאן. שימו לב שציר ה Y קופץ מ-400 ל-3000 כדי שאפשר יהיה לראות את כל הערכים שהתקבלו.

החנטים ביום 8 משיא פריחה. ביום 12 משיא פריחה ניתן היה לראות גם רמות יותר גבוהות של הגן גם בחנט L2 שגם אצלו אחוזי הנשירה היו גבוהים (איור 2א~80%). בשני גנים נוספים שנבדקו (איור 2ב,ג) לא היה הבדל ניכר כפי שהתקבל בגן *MdSWEET15*.





איור 2. מעקב אחר נשירת חנטים וביטוי גנים בתפרחת של זן זהוב. א. אחוזי השרדות של חנטים בתפרחת. ב-ד: ביטוי יחסי של גנים שונים כולל MdSWEET15 (ד) בחנטים שונים בשני מועדים משיא פריחה: 8 ו-12 יום.

## ב. ניסוי זילול חנטים ספציפיים

### באמצעות יוניקונזול

#### 1. טיפול ספציפי לחנטי King and L3.

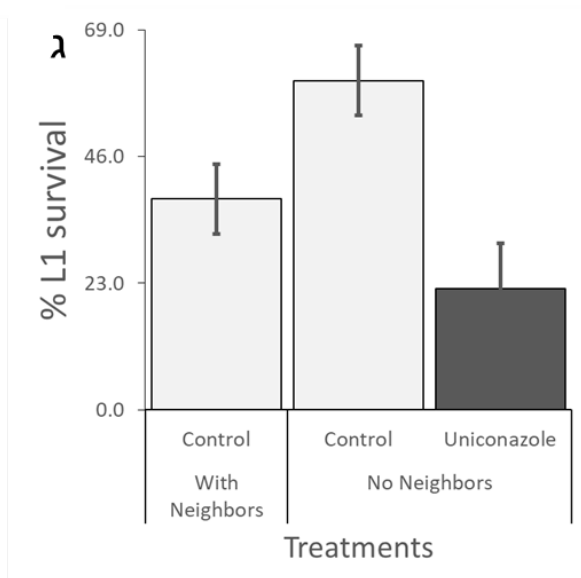
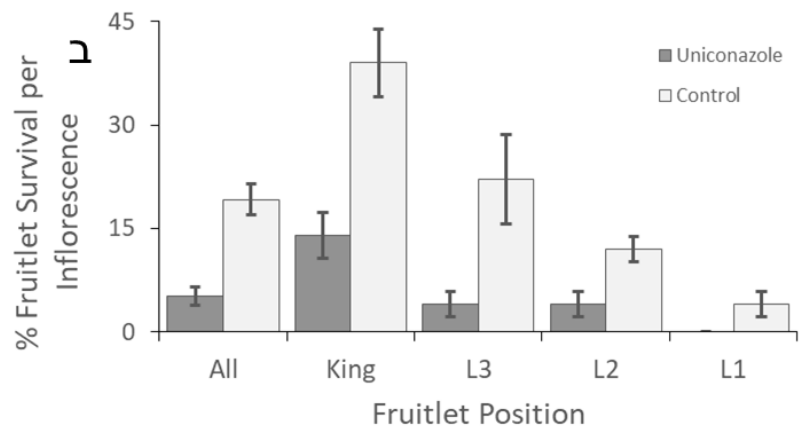
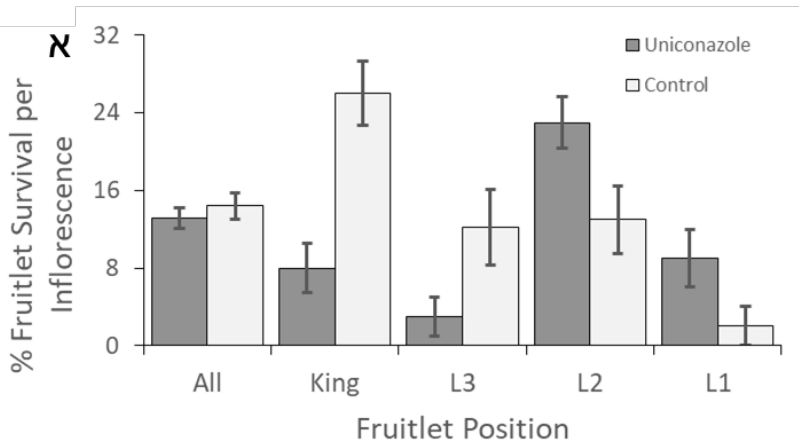
כפי שניתן לראות באיור 3א, הטיפול גרם לנשירה מוגברת של חנטי King and L3 בנשירה של חנטי L1 and L2 שלא קיבלו את הטיפול. התוצאה מוכיחה שטיפול ביוניקונזול יכול לגרום לנשירה ללא קשר למיקום החנט, ויותר נשירה של חנטים שכנים יכולה להגביר יכולת ההישרדות של חנטים שלא קיבלו את הטיפול. בסה"כ מספר החנטים שנשאר לתפרחת נשאר ללא שינוי, ורק מה שהשתנה זה זהות החנטים ששרדו.

#### 2. טיפול לכל החנטים בתפרחת.

כפי שניתן לראות באיור 3ב, הטיפול גרם לנשירת חנטים בכל העמדות. נראה אם כך שכדאי יהיה לבדוק שימוש ביוניקונזול להגברת נשירה בעצים שלמים.

#### 3. טיפול לחנט L1 שהושאר ללא שכנים.

כפי שניתן לראות באיור 3ג, חנט L1 שנשאר לבד גם הוא מושפע מטיפול ביוניקונזול. זה מרמז שהיוניקונזול לא רק מפחית סיכוי של חנט להתחרות עם חנטים אחרים, אלא ממש מעודד תהליך של נשירה גם כשאין תחרות.



איור 3. מעקב אחר נשירת חנטים בעקבות טיפול יוניקונזול. א. הטיפול ניתן רק ל King and L3. ב. הטיפול ניתן לכל החמנטים בתפרחת. ג. הטיפול ניתן לחנט L1 ללא שכנים.

ג. ניסוי דילול ידני ב Topred במטרה לאזן את הפריחה וגודל הפרי בין עצי המטע

הניסוי בוצע ע"י מעבדתו של ד"ר עומר קריין וידווח עלידו.

#### **מסקנות:**

המחקר הביא לתוצאות חשובות שבעזרתן גיבשנו שאלות מחקר יישומיות וכתבנו תוכנית ארוכת טווח במימון המדען בנושא. התוכנית קבלה מימון.