

Involvement of ABA in grapevine fruitset- developing a thinning treatment and searching for the physiological bases

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות על ידי אתי אור ותמר בשה, מדעי עצי פרי, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

Etti Or, Fruit tree Sciences, Volcani center, ARO, Email: vhettior@agri.gov.il

Tamar Basha, Fruit tree Sciences, Volcani center, ARO, Email: ettilab@agri.gov.il

תקציר

הצגת הבעיה ומטרות המחקר: עודף חנטה גורם לצפיפות יתר שמעודדת רקבונות ולאיי אחידות בגודל הגרגר שפוגעת באיכות האשכול. בהיעדר פתרון אפקטיבי לדילול מתחייב בזנים רבים דילול ידני עתיר עלויות. קיימים פתרונות חלקיים לבעיות עודף חנטה שיעילותם שנויה במחלוקת ונדרש טיפול אמין לדילול. על בסיס מחקר להבנת המקורות לחוסר אחידות מצאנו בעבר כי יישום של ABA מוביל לפחיתה מובהקת של מספר הגרגרים באשכול בזן Early. מטרות העבודה היו לברר אם הטיפול משרה דילול בזני מאכל מרכזיים אחרים, לבסס אותו כטיפול משקי בכרם וללמוד את הבסיס הפיזיולוגי כבסיס לחלופות עתידיות שאינן הורמונליות.

שיטות עבודה: (1) יישום מבוקר בטבילה לתפרחות משלבים פנולוגיים שונים בכרמים מסחריים ממספר זנים לווה באנליזה מפורטת של אשכולות שלא טופלו בטיפול דילול וזינוב בכרם לבחינת השפעה על מספר גרגרים, גודל גרגר ממוצע, התפלגות גדלי גרגר, ומאפייני שדרה. (2) יישום משקי לא סלקטיבי בעיתי שנקבע על בסיס פרטוקול להערכת פריחה מפורטת לווה באנליזה דומה (3) סירוס פרחים ובחינת שרידות השחלות בהשפעת הטיפול ב-ABA (4) דיגום פרחים מטופלים בנקודות זמן שונות לברור ההשפעה של ABA על משקלי גרגרים שורדים ונושרים, רמות מטבוליטים (באמצעות LCMS) וביטוי גנים המעורבים בסינתזת אטילן (באמצעות RTPCR). (5) דילול חנטים ידני לברור השפעת עומס על רמות ABA אנדוגני בפרחים במספר שלבי התפתחות (באמצעות LCMS). (6) מיון זנים על פי כושר דילול ואנליזה של פרופיל הורמונים בפרחים באנתזיס.

תוצאות עיקריות לתקופת הדו"ח: (1) על סמך התוצאות שהתקבלו עד כה מהניסיונות הממוקדים בזנים תומפסון, סופריוור וסקרלוטה הזמן האופטימלי למתן הטיפול הוא בין פריחה מלאה לחנטה בריכוז אופטימלי של 250-300 ח"מ. (2) טיפול ב-ABA בנסיונות מבוקרים ומשקיים בזנים ארלי סוויט, תומפסון, סופריוור, רוקי, סקרלוטה וקרימזון גורם להפחתה של מספר הגרגרים באשכול. כפועל יוצא, קטנה התחרות בין החנטים באשכול ויש בהכללה עליה בגודל הגרגר הממוצע, שיפור רמת האחידות בגודל הגרגרים באשכול והקטנת מקטע גרגרי הזרת. (3) ABA מעודד נשירה של שחלות שסורסו תוך פחות מיממים ממועד היישום. (4) ABA מוביל להקטנת השחלות השורדות על האשכול בהשוואה לבקורת לאחר יממה מטיפול. (5) ABA מוביל לירידה ברמת הפרקורסור ACC ולעליה בביטוי של ACO oxidase, שיחד מציעים כי הוא משפיעל סינתזת אטילן ביממה שלאחר היישום. (6) בזנים בעלי כושר נשירה טוב רמת ABA ורמת תוצרי פירוק ABA היו גבוהים יותר, בהשוואה לזנים בעלי כושר דילול מוגבר. (7) אנליזת רמת ABA במיצויים מתפרחות ארלי סוויט ותומפסון שווסתו לנשיאת 50 פרחים חשפה עלייה ברמת ABA בסמוך לפריחה ורמה גבוהה יותר של ABA בפרחים מתפרחות שדוללו.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: נראה כי ריסוס ABA במינון של 250-300 ח"מ משרה דילול באשכולות מכל הזנים הסטנוספרמוקרפיים שנבחנו. יישום בפריחה מלאה ומיד לאחר נשירת האבקנים מאפשר דילול אופטימלי ואיחור משמעותי ביישום הדילול. טיפול בשלב שבו החנטים הם בגודל של כ-5 מ"מ הוא פרקטיקה לא רצויה שתפגע בכושר הדילול של הטיפול. רצוי להעביר לחקלאים סדנא להערכה אמיינה של מצב פריחה בכרם. כדאי ליישם ABA בשיא פריחה כדי לאפשר דילול ללא חשש מהתפתחות זזרת, וליישם GA בריכוז של 1-1.5 ח"מ לאחר 3-4 ימים כדי להמריץ גדילת חנטים והתארכות שדרה. את הריסוס כדאי לבצע בגובה האשכולות אחז"צ ולא בימי חמסין כדי למנוע דילול יתר. כדי להקטין סיכון של דילול יתר כדאי לתכנן בזמן הזמירה נשיאה של כ-20% נוספים של תפרחות ולווסת עומס לאחר טיפול הדילול. על בסיס התוצאות מוצע מודל לפיו (1) נשירת פרחים/חנטים דיפרנציאלית הקיימת גם במערכת הטבעית היא ביטוי לתחרות המתקיימת באוכלוסית הפרחים באשכול שמונעת על ידי דיפרנציאל גדלים (שמקורו לפני חנטה או בגינה), (2) מקור התוספת של חנטים נושרים בהשפעת ABA הוא בחנטים בגודל ביניים שהם בעלי כושר שרידות גבולי בתנאי התחרות בבקורת, אך אינם שורדים במצב של החרפת התחרות בגין השרית עקה על ידי ABA. עיכוב גדילת שחלות ושפיעול יצירת אטילן מבטאים העצמה של עקה כזו. (3) מתאם בין רמות ABA לכושר דילול של זנים עשוי לתמוך במעורבות ABA אנדוגני בשפיעול דילול טבעי.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי: אין לי ענין להמליץ

הצהרת החוקר הראשי: הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר _____ תאריך: _____

רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר: אין

תהליך החנטה הוא גורם קריטי בייצור מסחרי של ענבי מאכל. עודף חנטה הוא מכשלה מהותית הפוגמת באיכות האשכול בגין צפיפות יתר שמובילה לריקבונות וקשיי אריזה של אשכולות. יתרה מזאת, על פי ממצאינו עודף חנטה הוא הגורם העיקרי לאי אחידות בגודל הגרגרים באשכול בתנאי תחרות, וגורם להתפתחות זטרת שפוגעת באיכות האשכול. ממצאים שלנו ושל אחרים מציעים כי בחלק מן הזנים מתקיים תהליך טבעי של דילול פרחים אולם יש זנים בעלי חשיבות מסחרית גדולה שיכולת הדילול הטבעי שלהם מוגבלת (לדוגמא פרלט שנדחק מהשוק מסיבה זו למרות בכירותו, וארלי סויט שהוא הזן הבכיר העיקרי כיום). חוסר חנטה מהווה גם הוא מכשלה בתנאים של עודף צימוח וגטיבי, צל כבד ותנאי סביבה לא מתאימים (חום כבד, טמפרטורה נמוכה וגשם). אי אחידות במועד החנטה בתוך האשכול ובכרם מהווה מכשלה נוספת המקשה על יישום יעיל ובטוח של מגוון פרקטיקות הורטיקולטוריות לשיפור איכות האשכול, שיהיה חף מתופעות לוואי הנובעות מיישום במועד לא מתאים לחלק מאוכלוסיות הפרחים/החנטיים/האשכולות.

להבנת תהליך התפתחות השחלה ותהליך החנטה, ולהבנת השפעות משק מוטמעים, משק מים, אור וטמפרטורה על תהליכים אלו ערך רב בשיפור השליטה על רמת החנטה בייצור המסחרי. בעוד שיש מחקר רב לגבי התפתחות הפרי מהבוהל ואילך, יש פעילות מחקרית מאוד מוגבלת לגבי תהליכי התפתחות הפרח והחנטה בגפן ובקרתם. עוד פחות ידע קיים לגבי זנים סטנוספרמוקרפיים, בהם מתקיימת בסמיכות לחנטה הפלה של האנדוספרם המשפיעה על התפתחות החנטה.

בהעדר הבנה קיימים פתרונות חלקיים לבעיות עודף חנטה שיעילותם שנויה במחלוקת, ביניהם טיפול בתפרחת הצעירה בג'יברלין (GA) ל"מתחת" השדרה (ממצאים שלנו ושל אחרים מעידים כי הטיפול גורם בחלק מהזנים לזטרת עקב השראת חנטה פרתנוקרפית) וטיפול בתפרחת בסיום פריחה ב-GA מתוך הנחה שמוביל לדילול (ממחקרנו שלא פורסמו גורם לזטרת בתלות בזן ומועד הטיפול ומוגבל ביעילות הדילול שלו במקרים בהם מדלל). העדר פתרונות מוצלחים לשליטה ברמת החנטה מחייבים דילול ידני עתיר עלויות (12-24 ימי עבודה לדונם). על בסיס הממצא ש-GA מעודד חנטה פרתנוקרפית (Or et al., 2020) העלינו היפותזה ש-ABA, שהוא אנטגוניסט ל-GA בתהליכים רבים, יגביל רמת חנטה. בשנים האחרונות פיתחנו טיפול ב-ABA המוביל לדילול אפקטיבי של פרחים/חנטיים בון (Koilkonda et al., 2017) Early Sweet נדרשת הטמעה מסחרית והרחבה של טיפול זה לזנים אחרים, ולהבנתנו נדרשת גם הבנת מנגנון ההשפעה כדי להפוך את הטיפול לשגרה הורטיקולטורית בטוחה ולשפר את השליטה ברמת החנטה.

סקירת ספרות הנוגעת לנושא דילול אשכול מפורטת בשני מאמרים שפרסמנו. בקצרה, בנסיונות שפרסמנו וכאלו שעדיין לא פורסמו מצאנו כי: (1) GA מעודד חנטה פרתנוקרפית: מתן GA לתפרחת נושאת פרחים מסורסים משבועיים לפני אנתזיס משרה חנטה פרתנוקרפית בזן Early Sweet בעוד שתפרחת הבקורת מתנוונת, ובהתאמה מתן מעכב סינתזה של ג'יברלין מונע חנטה (Or et al., 2020). באופן מעניין מצאנו כי פתיחת פער של יותר משלושה ימים בין סירוס למתן GA לא מאפשר השראת חנטה על ידי GA (אורלי אורן, עבודת מוסמך). (2) ג'יברלין מעודד זטרת משום שמגביר חנטה ומעודד תחרות. יישום GA מגביר חנטה, ובהתאמה מוביל להתפתחות אי אחידות חריפה באשכול בתלות ברורה בעומס הפרחים הראשוני (Or et al., 2020). כימתנו רמת חנטה טבעית של זנים שונים וכולט אחוז החנטה הטבעי הגבוה של הזן Early Sweet המועד לזטרת (Or et al., 2020). מצאנו כי מופע הזטרת נמצא במתאם עם דיפרנציאל בגודל השחלות לאורך השדרה ונובע משונות במספר התאים בשחלה העולה מבסיס לקצה (תוצאות לא מובאות). (3) מצאנו כי מתן אתילן לפני פריחה מעודד נשירה מסיבית, אולם לאחר חנטה השפעתו על נשירה מוגבלת או אפסית (תוצאות לא מובאות). (4) כושר הדילול של ג'יברלין לאחר פריחה מוטל בספק: הראנו כי טיפול בתפרחת ב-GA לאחר שיא פריחה אינו מעודד נשירה ומעלה את אי האחידות אם כי מאריך את השדרות בכ-10% ומקטין בכך את הצפיפות (תוצאות לא מובאות). (5) טיפול ב-ABA בשיא פריחה מאפשר דילול אשכול אפקטיבי: פיתחנו טיפול חדשני לדילול אשכולות גפן בזמן פריחה באמצעות S-ABA. הטיפול מעודד נשירת פרחים כשניתן בפריחה מלאה או זמן קצר לאחר נשירת אבקנים (Koilkonda et al., 2017).

על רקע הנאמר מעל מטרת המחקר בפן היישומי היתה לבסס טיפול ב-ABA שפיתחנו לדילול אשכול בזנים סטנוספרמוקרפיים מרכזיים בכרם מאכל מסחרי, בהנחה שיוכל להביא ליישום טיפול יעיל שיביא לחסכון דרמטי בכח אדם ובעלויות, ויצמצם נזקים קוסמטיים ופיטופתולוגיים הנובעים מטיפול ידני באשכול. בפן התשתיתי, המטרה היתה להוסיף נדבך להבנת הבסיס הפיזיולוגי לכושר הדילול של ABA, תחום שהידע בגפן לגביו חסר וניתן להעריך ששיפור ההבנה בו עשוי לקדם פיתוח עתידי של חלופות לא הורמונליות לדילול.

פרק 1: בחינת השפעת ABA על דילול באשכול בנסיונות מבוקרים במספר זני גפן מאכל

עבודתנו בתחום החלה כאמור במחקר שברר את השפעת היישום של התכשיר המסחרי "פרוטון" (S-ABA, 20%) על דילול בתפרחות מהזן Early Sweet. במחקר נבחנו השפעת השלב הפנולוגי וריכוז התכשיר המיושם על כושר דילול והשפעה על אחידות גודל הגרגר באשכול ועל גודל הגרגר הממוצע. על בסיס ניסיונות רבים שעיקרם סוכם ופורסם (ראה Koilkonda et al., 2017) התכנסנו ל (1) ריסוס בכרם בריכוז ABA של 250 ח"מ (למעט זנים לגביהם מידע קודם ניתב אותנו לבדוק ריכוזים של עד 350 ח"מ). (2) יישום לפנות ערב, בטבילה (בנסיונות מבוקרים לבחינת ההשפעה של השלב הפנולוגי) או בריסוס לאזור האשכולות, (3) יישום בשלב שבו סטטוס הפריחה בכרם הוא של כ-80% פריחה מלאה.

בפרק הראשון בדו"ח זה מפורטים ניסיונות במספר זני מאכל נוספים, שבהם נבחנו השפעת היישום במספר שלבים פנולוגיים של האשכול סביב פריחה. ניסיונות אלו נכרכו כדי לברר אם השפעת הטיפול והשלב האופטימלי ליישום דומה בזנים השונים לפני בחינה של יעילות הטיפול בקנ"מ גדול יותר בכרם. יצויין כי בנוסף לבחינה בזנים תומפסון וסופיריור, שהותוותה בתכנית המחקר הוספנו בחינה של התנהגות הזן סקרלוטה שעל פי הכורמים הוא קשה-דילול.

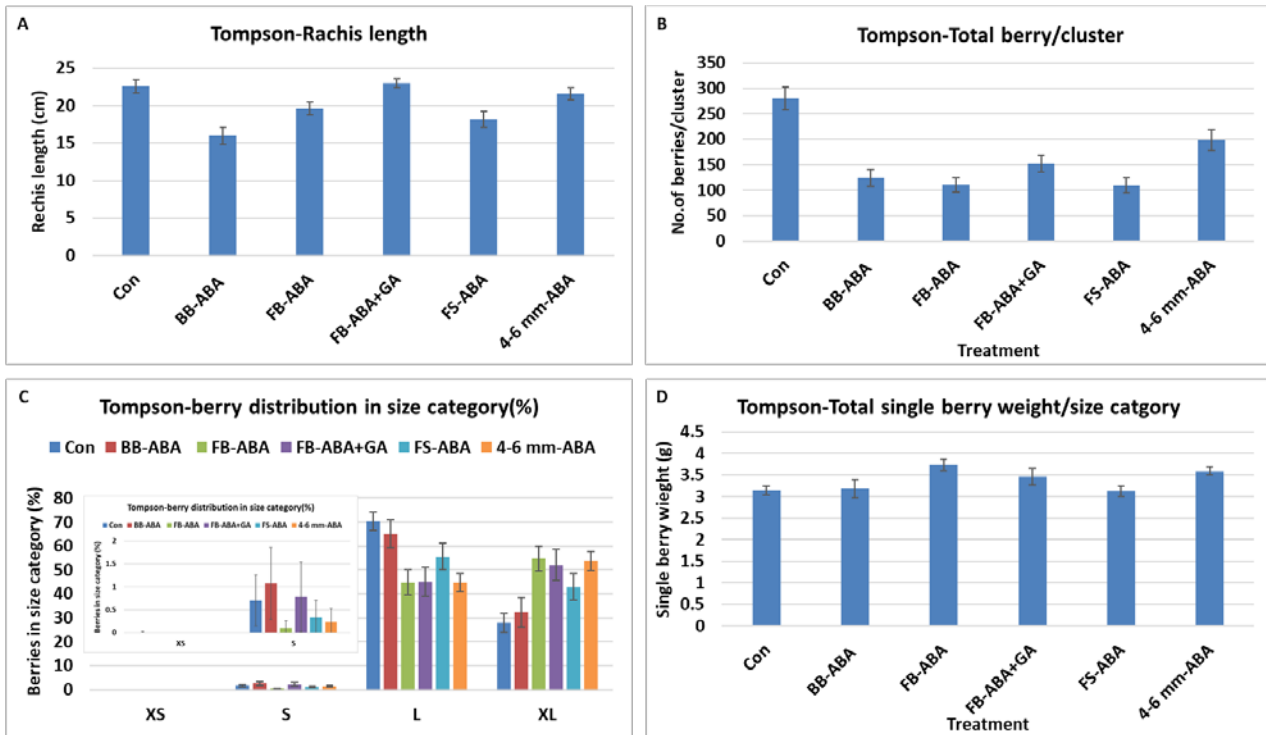
בהכללה, מצב הפריחה הכולל בחלקה בזמן הניסיון נקבע בהכללה באמצעות קביעת מצב הפריחה של כ-100 אשכולות למקטע על פני שלושה מקטעים בני 9 גפנים. בנסיונות שנערכו בפרק זה סומנו באופן דיפרנציאלי אשכולות במצבי פריחה משתנים (לפני פריחה, פריחה חלקית, מיד לאחר חנטה/נשירת אבקנים, חנטה מתקדמת) והם טופלו בטבילה באופן פרטני. אשכולות אלו לא טופלו על ידי החקלאי בטיפולים ידניים באשכול (זינוב, דילול, עיצוב). כל יתר הטיפולים שניתנו בכרם המסחרי. במועד הבציר נבצרו האשכולות המסומנים ונלקחו לאנליזה במעבדה. תיאור מפורט של האנליזה ניתן למצוא ב-Koilkonda et al., 2017. בקצרה, כל הגרגרים הוסרו, מויינו לארבע קטגוריות גודל בעזרת נפה ייעודית, נספרו ונשקלו כדי להעריך אחידות וצפיפות. נמדד אורך השדרה ובחלק מהנסיונות נקבע גם משקל השדרה.

1.1 השפעת השלב הפנולוגי על דילול באמצעות ABA בניסיון מבוקר בזן Thompson

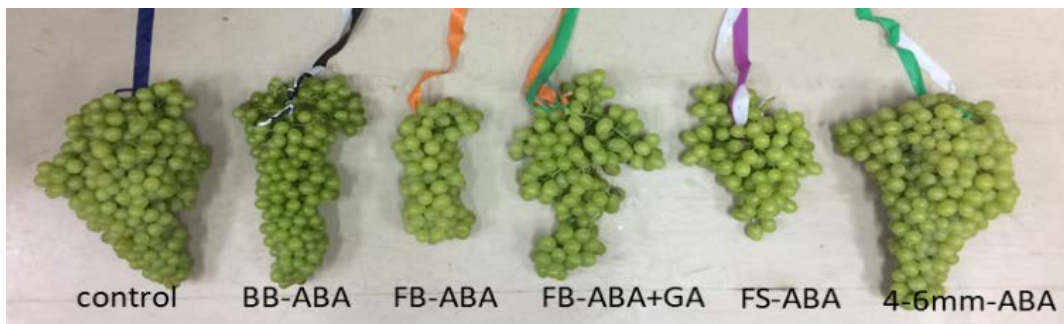
הניסיון נערך בכרם בפדיה. עבור כל טיפול נבחרו 20 אשכולות על בסיס מצב פריחה. המצבים שנבחנו היו טרום פריחה, פריחה מלאה, מיד לאחר חנטה (תפרחות שהאבקנים בהם נשרו וה"חנטים" עדיין בגודל מקורי של השחלה) ובשלב של חנטים בגודל 4-6 מ"מ. יצויין כי למרות ההגדרה לא ברור בשלב זה אם כולם אכן חנטו וכאשר החנטים היו בקוטר של 4-6 מ"מ. טיפולים בשני המצבים הראשונים ניתנו באותו יום ומאחר שבשלב זה עדיין לא היו תפרחות שחנטו, שני הטיפולים שלאחר חנטה ניתנו שבוע לאחר מכן. בכל השלבים המצויינים טופלו האשכולות בטבילה ב-300 ח"מ תמיסת ABA בתוספת 0.02% טריטון. בפריחה מלאה ניתן גם טיפול משולב עם 1.8 ח"מ GA בשילוב עם 300 ח"מ תמיסת ABA בתוספת 0.02% טריטון. כל האשכולות נבצרו והובאו למעבדה לאנליזה כמתואר מעל.

על פי התוצאות (איור 1) יישום ABA הוביל להתקצרות מובהקת של השדרה כאשר ניתן בשלבי פריחה. כאשר ABA יושם בשלב של חנטה מתקדמת או שיושם בזמן פריחה במקביל ל-GA לא היתה ל-ABA השפעה על אורך השדרה. מהסתכלות על מספר הגרגרים הממוצע לאשכול נראה כי ל-ABA יש השפעה מדללת מובהקת וברורה כשניתן בתומפסון בפריחה מלאה ובשלב חנטה. בניגוד לממצאינו מארלי סויט (Koilkonda et al., 2017) נמדדה השפעה מדללת דומה כאשר היישום בזמן פתיחת פרחים חלקית. הטיפול המשולב בזן תומפסון (ABA+GA) מיתן את ההשפעה המדללת של ה-ABA. השפעה מדללת של ABA היתה מוגבלת כאשר הטיפול ניתן לאשכולות שחנטיהם היו כבר בקוטר של 4-6 מ"מ. מופע האשכול המייצג בטיפולים השונים מוצג באיור 2.

בכל הטיפולים למעט טיפול שניתן בשלב פריחה חלקית היה אחוז הגרגרים הגדולים מאוד (XL) גדול מזה שבביקורת, ובהתאמה אחוז הגרגרים הגדולים (L) קטן יותר. בבחינת אחוזי התפלגות מצאנו כי אחוז הגרגרים הקטנים היה קטן ביותר גם בביקורת וקשה לדבר על זטרת. משקל גרגר ממוצע היה גדול יותר, בהשוואה לביקורת, בטיפולים ב-ABA שניתנו בזמן פריחה מלאה. ראוי להעיר כי התפלגות החנטים באשכולות שטופלו בשלב של חנטה מתקדמת (4-6 מ"מ) דמתה לזו שהתקבלה בטיפולים שרמת הדילול בהם הייתה גבוהה יותר, והתוצאה מפתיעה ואינה מוסברת בשלב זה. מבחינה פרקטית, התוצאה של טיפול זה נחותה בהרבה משום שאשכולות הטיפול שנשארו בממוצע 200 גרגרים עדיין צפופים מאוד.



איור 1: השפעת השלב הפנולוגי של התפרחת על דילול באמצעות ABA בזן Thompson. עבור כל טיפול נבחרו 20 אשכולות על בסיס מצב פריחה. המצבים שנבחנו היו טרום פריחה, פריחה מלאה, מיד לאחר חנטה (תפרחות שהאבקנים בהם נשרו והחנטים עדיין בגודל מקורי של השחלה) וכאשר החנטים היו בקוטר של 4-6 מ"מ. BB-לפני פריחה, FB-פריחה מלאה, FS-מיד לאחר חנטה. מלבד הביקורת (Con) כל יתר הטיפולים נטבלו ב-300 ח"מ תמיסת ABA בתוספת 0.02% טריטון. בפריחה מלאה ניתן גם טיפול משולב עם 1.8 ח"מ GA. אשכולות מסומנים שלא זונבו ולא דוללו על ידי הכורם נבצרו. כל הגרגרים הוסרו, מוינו לארבע קטגוריות גודל, נספרו ונשקלו כדי להעריך אחידות וצפיפות, ובנוסף נמדד אורך השדרה. מוצגים נתוני אורך השדרה, מספר הגרגרים באשכול, התפלגות גדלי גרגרים באשכול ומשקל גרגר ממוצע. קווי השיאה מייצגים שיאת תקן. L, S, XS ו-XL מציינים קטגוריות גודל גרגרים. יתר פרטי הניסוי בגוף הדו"ח.

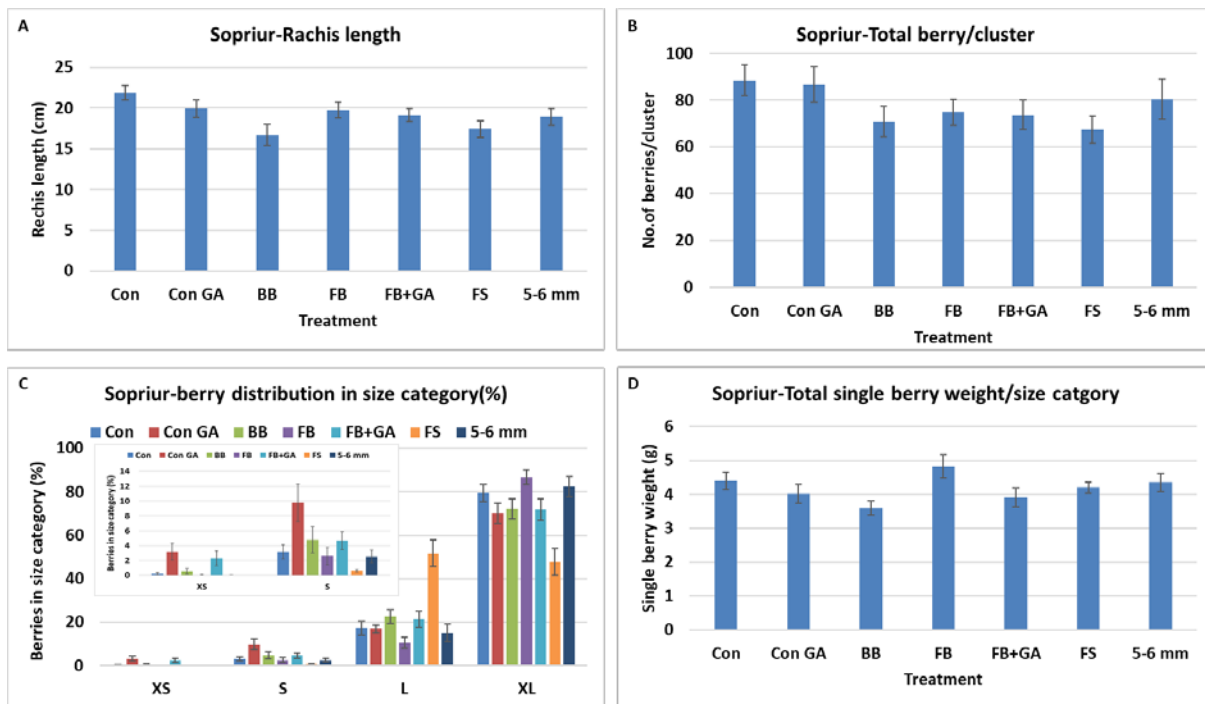


איור 2: השפעת השלב הפנולוגי של התפרחת על דילול באמצעות ABA בניסיון מבוקר בזן תומפסון. מופע של אשכול מייצג מכל אחד מהטיפולים המוצגים באיור 1.

1.2 השפעת השלב הפנולוגי על דילול באמצעות ABA בניסיון מבוקר בזן סופיריור

בזמן הקמת הניסוי כ-20% מן התפרחות עדיין לא פרחו, 40% היו במצב של פריחה חלקית ואחוז דומה היה בפריחה מלאה. עדיין לא נמצאו אשכולות שחנטו. עבור כל טיפול נבחרו 20 אשכולות על בסיס מצב פריחה. המצבים שנבחנו היו טרום פריחה, פריחה מלאה, מיד לאחר חנטה וכאשר החנטים היו בקוטר של 5-6 מ"מ. על בסיס הצטברות הניסיון עם עבודה בריכוזים שונים בזנים אחרים הוחלט להתמקד בריכוז יחיד של 250 ח"מ ABA, בתוספת 0.02% טריטון. טיפולים בשני המצבים הראשונים ניתנו בו זמנית, וטיפולים שלאחר חנטה התבצעו לאחר 3 ימים (טיפול מיד לאחר חנטה) ועשרה ימים (טיפול בחנטים בקוטר 5-6 מ"מ). בפריחה מלאה ניתן גם טיפול משולב של 2 ח"מ GA בשילוב עם 250 ח"מ תמיסת ABA בתוספת 0.02% טריטון והוצבה גם בקורת רלוונטית של טיפול ב-GA. האשכולות המסומנים לא טופלו בטיפולים משקיים לדילול וזינבו באשכול, והובאו במועד הבציר למעבדה לאנליזה כמתואר מעל.

מנתוני אורך שדרה (איור 3) עולה כי בכל הטיפולים, כולל בטיפול GA, השדרה היתה קצרה יותר מהשדרה באשכולות הבקורת. בהסתכלות על מספר הגרגרים הממוצע לאשכול נראה כי הטיפולים ב-ABA בכל השלבים שנבחנו, למעט טיפול בחנטים בקוטר 5-6 מ"מ, הובילו לדילול מובהק בהשוואה לבקורת ולטיפול ב-GA. הטיפול המשולב בון תומפסון (ABA+GA) הראה כושר דילול דומה לזה של ABA לבדו. בניגוד לממצאינו בון ארלי סוויט, אך בדומה לממצאים בון תומפסון, נמדדה השפעה מדללת גם ביישום בזמן פתיחת פרחים חלקית. בהסתכלות על קטגוריות S ו-XS בבחינת אחוזי התפלות אחויות של גדלי גרגרים באשכול מצאנו כי אחוז הגרגרים הקטנים היה הגבוה ביותר בטיפול GA והנמוך ביותר בטיפול ABA שניתן מיד לאחר חנטה. גם בטיפול המשולב ב-ABA ו-GA בפריחה מלאה היו קטגוריות S ו-XS גבוהות באופן מובהק מבקורת. טיפול ב-ABA מיד לאחר חנטה הקטין את פרקצית S ויותר הטיפולים לא נבדלו באופן מובהק מהבקורת בקטגוריות גדול אלו. פרקציית הגרגרים מגודל XL היתה גדולה באופן מובהק מבקורת בטיפול ב-ABA שניתן בפריחה מלאה, ובהתאמה אחוז הגרגרים הגדולים (L) היה קטן יותר. פרקצית L באשכולות שטופלו ב-ABA מיד לאחר חנטה היה גבוה באופן חריג, ובהתאמה אחוז הגרגים בפרקצית XL היה נמוך מזה שהובחן בכל הטיפולים האחרים. משקל גרגר ממוצע היה גדול יותר, בהשוואה לבקורת, בטיפול ב-ABA בלבד שניתן בזמן פריחה מלאה.



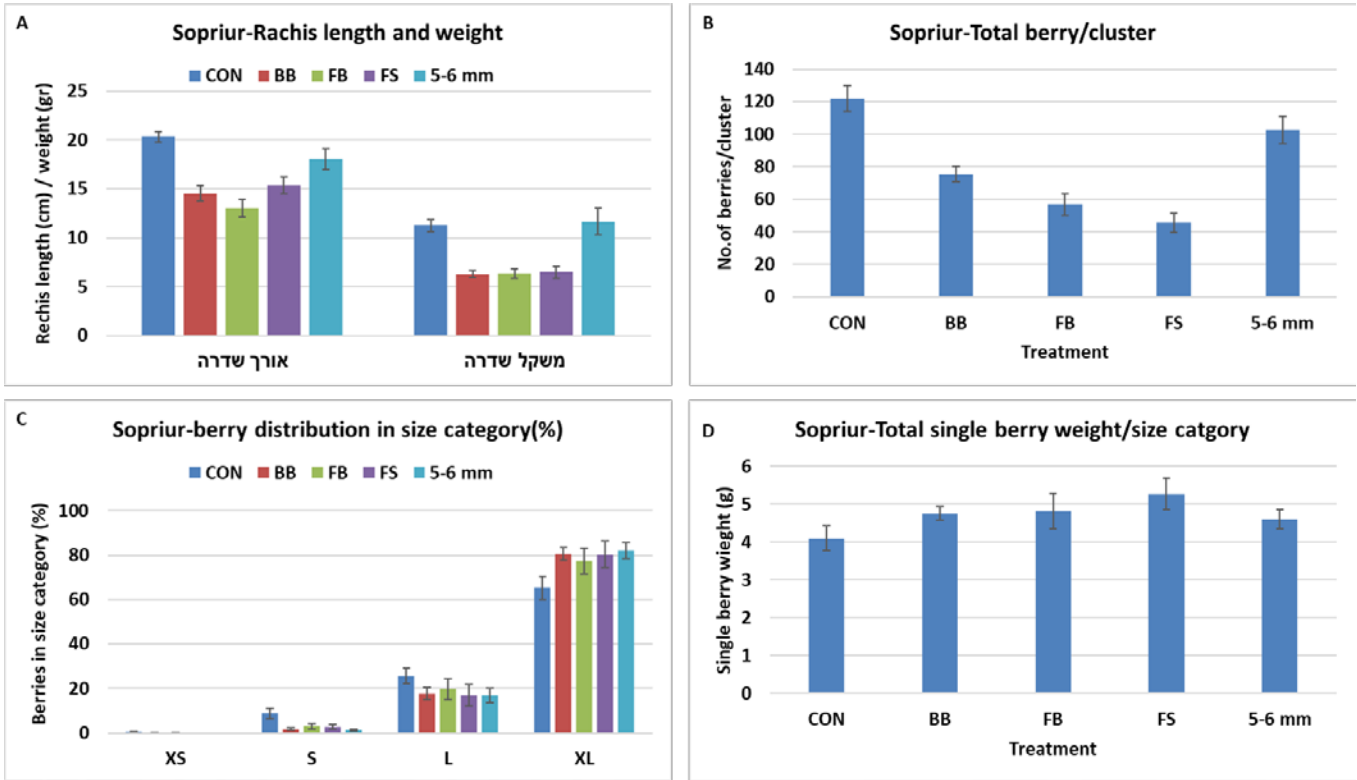
איור 3: השפעת השלב הפנולוגי של התפרחת על דילול באמצעות ABA בון סופיריור. הניסוי נערך כמתואר באיור 1. מלבד הביקורות (Con-GA, Con) כל יתר הטיפולים נטבלו ב-250 ח"מ תמיסת ABA בתוספת 0.02% טריטון. כל יתר פרטי הניסוי כמתואר באיור 1 ובגוף הדו"ח.

ניסיון דומה נערך בשנה העוקבת כאשר סטטוס הפריחה הממוצע בכרם היה אחיד יותר ועמד על כ-20% אחוז פריחה חלקית ו-80% פריחה מלאה. מן הנתונים (איור 4) עולה כי גם אורך השדרה וגם משקל השדרה קטנים יותר בהשפעת טיפולי ABA שניתנו במועד הפריחה ומיד לאחר חנטה. כאשר הטיפול ניתן לחנטים בגודל של 5-6 מ"מ השפעה על אורך השדרה קטנה ולא הייתה השפעה על משקל השדרה. בהסתכלות על מספר הגרגרים הממוצע לאשכול נראה כי לטיפול ABA יש השפעה מדללת מובהקת ומשמעותית שעולה ככל שמתקדמת הפריחה, וקטנה מאוד כאשר החנטים מגיעים לגודל של 5-6 מ"מ. כל הטיפולים הקטינו את פרקציית הגרגרים הקטנים והעלו את פרקציית הגרגרים הגדולים, בהשוואה לבקורת, וכולם למעט הטיפול שניתן לחנטים בגודל של 5-6 מ"מ העלו את משקל הגרגר הממוצע באופן מובהק ודי דרמטי (כ-20 אחוז תוספת בהכללה, שהם כ-1 גרם) כאשר מידת ההבדל עמדה באופן הופכי למספר הגרגרים באשכול.

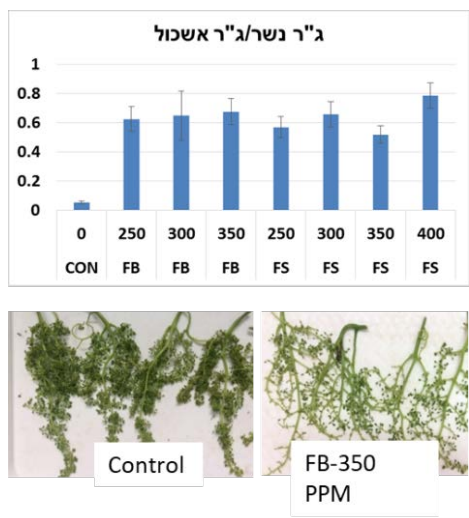
1.3 השפעת השלב הפנולוגי על דילול באמצעות ABA בניסיון מבוקר בון סקרלוטה

בצידן של שלל תכונות טובות, לזן סקרלוטה חסרון של צפיפות אשכול טבעית שמצביעה על העדר כושר דילול טבעי. תצפיות ראשונות של חקלאים העלו את ההשערה שהזן אינו רגיש ל-ABA ולפיכך הוספנו לתכנית המחקר המקורית ניסיון ממוקד לבחינת השפעת טיפול ABA על

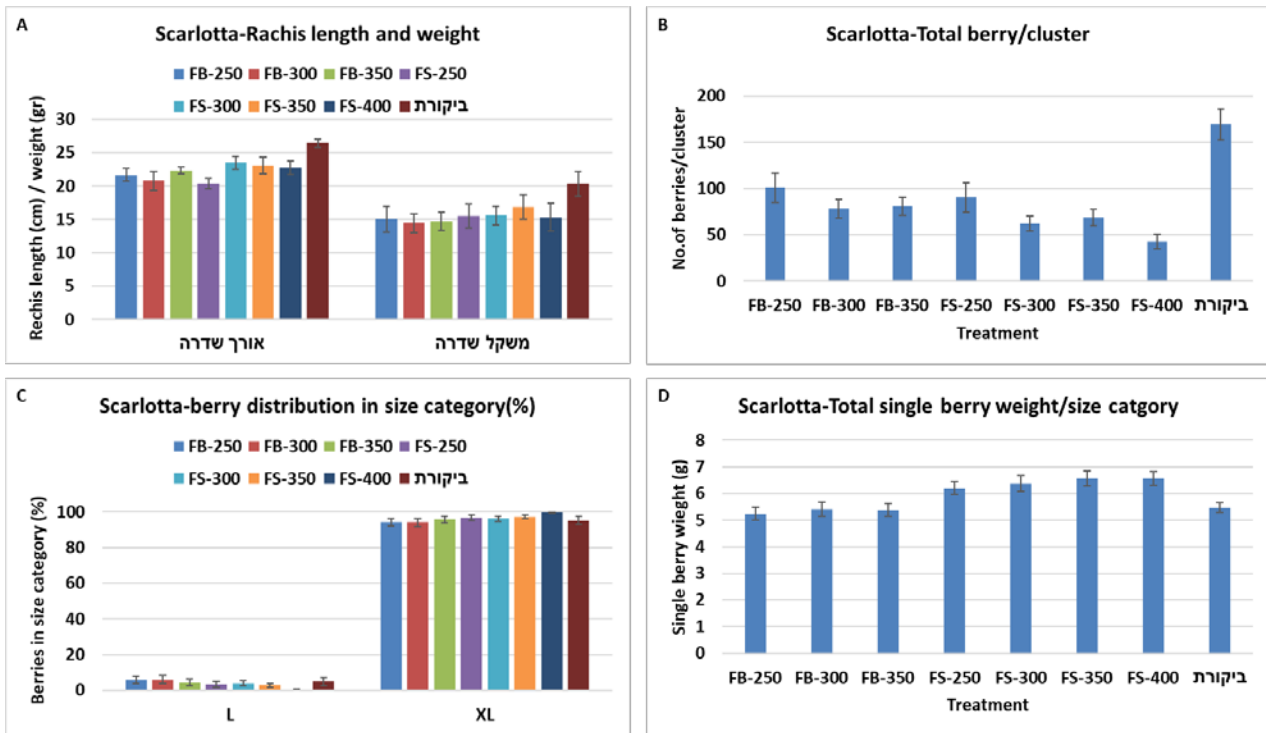
דילול בזן זה. הניסיון הוצב בכרם במושב לכיש. הערכת פריחה בכרם בזמן הקמת הניסוי העלתה כי כ-11% מהתפרחות היו במצב של פריחה חלקית, 67% במצב של פריחה מלאה וכ-22% היו במצב של "מיד לאחר חנטה". המצבים שנבחנו היו פריחה מלאה ומיד לאחר חנטה. לאור ההנחה לגבי רגישות נמוכה נבחנה התגובה לקשת ריכוזים (250,300,350,400 ח"מ). טופלו 25 תפרחות לכל צירוף. האשכולות המסומנים לא טופלו בטיפולי משקיים לדילול וזינוב באשכול והובאו במועד הבציר למעבדה לאנליזה כמתואר מעל. לאחר הטיפול בטבילה, והמתנה לייבוש התייבשות התפרחת במועד הטיפול, הוכנסו 6 תפרחות מכל קומבינציה לשקיות נייר. יומיים לאחר מכן הופרד הנשר מהתפרחת, והצמד ששמר על זהותו הועבר למעבדה בתא לח לשקילה של נשר ואשכול ויצירת יחס של גרם נשר/גרם תפרחת. כל הטיפולים השרו נשירה שעלתה פי עשר או יותר על זו שהתקבלה בבקורת (איור 5).



איור 4: השפעת השלב הפנולוגי של התפרחת על דילול באמצעות ABA בזן סופיריור. הניסוי מייצג חזרה על הניסוי שנערך בעונה קודמת ומתואר באיור 3. יתר הפרטים מופיעים באיור 1 ובגוף הדו"ח.



איור 5: השפעת טיפול בריכוזים שונים של ABA ובמועדים שונים על משקל נשר בתפרחות מהזן סקרלוטה. המצבים שנבחנו היו פריחה מלאה ומיד לאחר חנטה. נבחנה התגובה לקשת ריכוזים (250,300,350,400 ח"מ). טופלו 25 תפרחות לכל צירוף. לאחר ייבוש התפרחת במועד הטיפול, הוכנסו 6 תפרחות מכל קומבינציה לשקיות נייר. יומיים לאחר מכן הופרד הנשר מהתפרחת, והצמד ששמר על זהותו הועבר למעבדה בתא לח לשקילה של נשר ואשכול ויצירת יחס של גרם נשר/גרם תפרחת. יתר הפרטים מופיעים באיור 1 ובגוף הדו"ח.



איור 6: השפעת השלב הפנולוגי של התפרחת על דילול באמצעות ABA בזן סקרלוטה. יתר הפרטים כמפורט באיורים 1 ו-5 ובגוף הדו"ח.

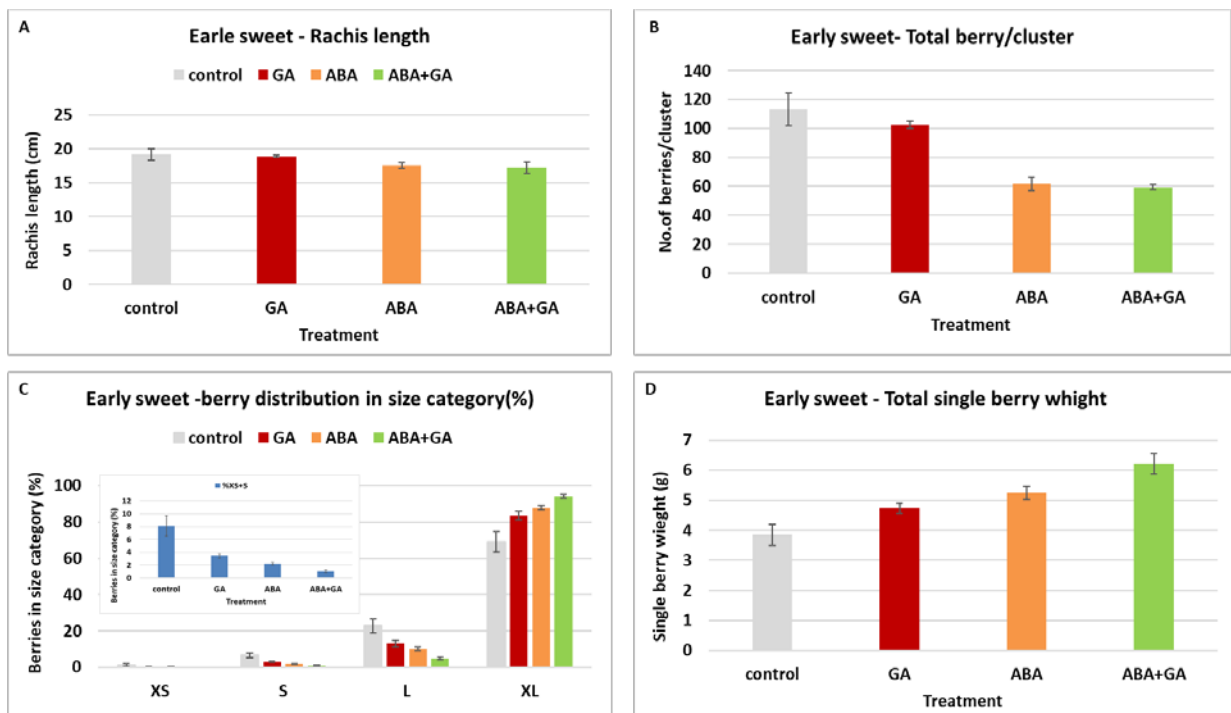
לא נמצאו הבדלים מאוד בולטים בין הריכוזים למעט הבדלים בין מועדי היישום בטיפול של 350 ח"מ. על בסיס האנליזה במועד הבציר (איור 6) נראה כי בדומה לממצאים שדווחו מעל, טיפולי ABA הביאו להתפתחות שדרה קצרה שמשקלה נמוך יותר, בהשוואה לביקורת. אורך השדרה הושפע יותר כאשר הטיפול ניתן בפריחה מלאה. מן התוצאות נראה כי תפרחות סקרלוטה בהחלט רגישות לטיפול, ומגיבות בדילול של 40 עד 70 אחוזים, בהשוואה לביקורת, בתלות בריכוז ובמועד הפנולוגי בו טופלו. בדומה למה שמצאנו בזן ארלי סוויט ובזן סופיריור מידת הדילול מיד לאחר חנטה גבוהה יותר, ובהתאמה משקל ממוצע של הגרגר גבוה יותר באופן מובהק. לא נמצא הבדל בולט בהתפלגות גדלים ורב הגרגרים היו בקטגוריית XL. על בסיס התוצאות קיימת אפשרות שעטיפה בשקית גורמת לעלייה בטמפרטורה או אגירת אתילן ולכן עצם העטיפה עשויה להגביר נשירה. לכן ערכה של אנליזה משקל נושרים מוגבל אולי לאבחנה כי לטיפול יש/אין השפעה מדללת בהשוואה לביקורת, אך לא להבדלים קטנים יותר בין טיפולי דילול.

פרק 2: השפעת ריסוס ABA על פני שורות שלמות בכרם מסחרי על דילול האשכול

כאמור מעל, בהעדר טיפול דילול אפקטיבי באשכולות גפן מאכל נחיצות הפיתוח של טיפול כזה עולה ככל הנראה על זו של כל טיפול אחר בכרם מאכל. לאור האמור, מטרת המחקר העיקרית הייתה לבסס טיפול ב-ABA שפיתחנו לדילול אשכול כשגרה הורטיקולטורית בכרם מאכל שתאפשר חסכון בכח אדם ובעלויות ותצמצם נזקים קוסמטיים ופיטופתולוגיים הנובעים מטיפול ידני באשכול. בהמשך לניסיונות הממוקדים בזן ארלי סוויט, שפרסמנו את תוצאותיהם, ובמספר זני מאכל נוספים, שתוצאות הניסיונות בהם מתוארים בפרק 1, עברנו ליישום של ABA בריסוס על כלל האשכולות (ללא סלקציה של סטטוס פריחה) על פני שורות שלמות בכרם מסחרי. ברור מן האמור שבפורמט זה אין אפשרות לסלקציה פרטנית על פי שלב פריחה של האשכול הבודד והאסטרטגיה החלופית לאופטימיזציה של כושר הדילול הייתה הגדרת סטטוס פריחה בכרם ויישום בשלב שבו כ- 80% מהאשכולות הגיעו לפריחה מלאה. הריכוז שיושם ככלל היה 250 ח"מ, וזאת כדי לא להביא לדילול מופרז. הריסוס יושם בגובה האשכולות בשעות אחה"צ בנפח של כ-40 ליטר לדונם. במועד הריסוס סומנו אשכולות מייצגים בפריחה מלאה שבהם לא נערכו במהלך העונה טיפולים ידניים באשכול על ידי החקלאי, ואשכולות אלו נדגמו במועד הבציר לאנליזה מפורטת במעבדה. האשכולות המסומנים נחשפו ליתר טיפולי השגרה בכרם המסחרי. בחלק מהניסיונות שולבו להשוואה טיפולים כימיים אחרים לדילול, בגיברלין או באוריאאה ובחלקם נוסה שילוב טיפולים ב-GA ו-ABA.

2.1. בחינת פרוטוקול מסחרי לדילול תפוחות באמצעות ABA בכרם מהזן early sweet בפתחיה

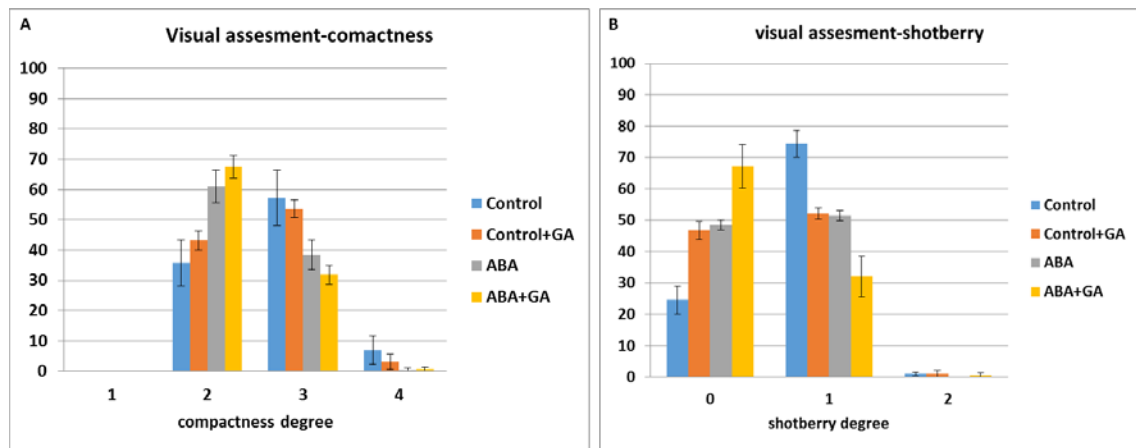
במחצית אפריל סומנו מקטעים בני חמישים גפנים לשורה בשש שורות מקבילות בכרם מזן ארלי סויט בפתחיה שסומנו כשורות 1 עד 6. מצב הפריחה בחלקה בזמן הריסוס נקבע באמצעות הערכת מצב הפריחה של כ-150 אשכולות למקטע על פני שני מקטעים בני שמונה גפנים. בשורות 3 ו-6 נמצא כי אחוז האשכולות בפריחה מלאה עמד על 69%, ואחוז האשכולות שבהם האבקנים כבר נפלו והם מייצגים שלב ראשוני של חנטה עמד על 31% במוצע. השורות האי זוגיות רוסו ב-250 ח"מ ABA (+ טריטון 0.025%) והשורות הזוגיות רוסו במשטח בלבד ושימשו כבקורת. הריסוס נערך בשעות אחה"צ כדי למנוע נזק שנצפה בעבר מריסוס ABA בטמפרטורת סביבה גבוהה (25 מ"צ ולמחרת טמפרטורה דומה). הריסוס כוון לאזור האשכולות ונעשה באמצעות מרסס גב. למחרת בבוקר רוסו הגפנים 26-50 בכל אחת מן השורות ב-1.5 ח"מ GA. בסיכום היו 12 תתי בלוקים, שלושה תתי בלוקים לכל טיפול ABA, בקורת, בקורת+GA, ABA+GA. בכל חזרה מכל טיפול סומנו 20 אשכולות שבהם החקלאי לא טיפל טיפולים ידניים באשכול. כל יתר הטיפולים שניתנו בכרם המסחרי ניתנו במקביל בשורות הניסוי. מתוצאות האנליזה הפרטנית של האשכולות המסומנים שנבצרו במחצית יוני עולה כי טיפול ב-ABA, עם ולא GA, גרם לירידה מובהקת במספר הגרגרים לאשכול בבציר לסביבות 60 גרגרים לאשכול בעוד שטיפול משקי בג'יברלין בלבד לא הוביל לירידה מובהקת במספר הגרגרים בהשוואה לביקורת (איור 7). עוד עולה כי כל הטיפולים הגדילו את פרקצית הגרגרים הגדולים, והקטינו את פרקציות גרגרי הזרת הקטנים (XS+S) כאשר הטיפול המשולב נראה בעל הישג טוב יותר מזה שהיה לכל טיפול בנפרד (איור 7). יצויין כי סך הגרגרים שנשארו באשכולות הבקורת לא היה גבוה ומעיד על דילול טבעי טוב בשנת הניסוי. דילול טבעי טוב עשוי להסביר את אחוז הזרת הנמוך יחסית בבקורת ובטיפול ה-GA בון שידוע כעתיר זרת. מן הנתונים למדנו בנוסף כי בדומה לממצאים שהתקבלו בניסיונות הממוקדים, הטיפול ב-ABA הגביל את התארכות השדרה באופן מובהק בכ-10%, גם כאשר שולב עם טיפול ב-GA.



איור 7: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפוחות באמצעות ABA בכרם מהזן ארלי סויט בפתחיה על פרמטרים שונים באשכול. שלושה בלוקים רוסו ב-250 ח"מ ABA (+ 0.025% טריטון), ושלושה בלוקים מקבילים רוסו בטריטון בלבד. הריסוס כוון לאזור האשכולות ונעשה באמצעות מרסס גב בשעות אחה"צ. כל בלוק חולק לשניים - מחציתו קיבלה טיפול ב-ABA בלבד (או טריטון בבקורת), ומחציתו האחרת קיבלה למחרת טיפול דילול משקי ב-1.5 ח"מ ג'יברלין שרוסס על ידי החקלאי. במועד הבציר נדגמו מכל בלוק 20 אשכולות שסומנו מראש על פני הקטע (אשכול לגפן) ולא טופלו בטיפול דילול או זינוב על ידי החקלאי. יתר פרטי הניסוי כמתואר באיור 1 ובגוף הדו"ח.

בסמוך לבציר המסחרי של החלקה בוצעה הערכה ויזואלית של דרגת צפיפות ודרגת זרת של האשכולות שנותרו בכל החזרות של כל הטיפולים. יש להדגיש שאשכולות אלו עברו טיפולי אשכול על ידי צוות העובדים בסטנדרט המקובל בכרם ובאותם מועדים. בכל חזרה הוערך רצף של כ-70 אשכולות מהגפן החמישית ואילך לחזרה. ההערכה נערכה על ידי חוקר שדה מיומן בהערכות מן הסוג המתואר. בהערכת הזרת דורגו האשכולות כנטולי זרת (0), בעלי זרת קלה (1) או זרת חמורה (2). בהערכת צפיפות דורגו האשכולות כדלילים מדי (1), בעלי צפיפות

אופטימלית (2), צפיפות בינונית (3) וצפיפות רבה (4). בהמשך חושב אחוז האשכולות לקטגוריה מכלל האשכולות שהוערכו לחזרה. למרות הטיפול הידני באשכול, נראה כי אחוז גבוה יותר של אשכולות מטיפול ג'יברלין וטיפול הבקורת היו בעלי צפיפות בינונית והטיפול לא נבדלו ברמת הצפיפות ביניהם. לעומת זאת, טיפול ב-ABA, עם וללא ג'יברלין, הוביל לאחוז גבוה יותר של אשכולות בצפיפות אופטימלית (איור 8). בהערכה של מידת הזטרת נמצא כי בטיפול הבקורת היתה יותר זטרת וכי הטיפול המשולב הראה מידת זטרת הקטנה ביותר. טיפול ב-ABA בלבד הניב בשיפוט לפי מראה עיניים רמה גבוהה יותר של זטרת מהטיפול המשולב עם GA, וההנחה היא שהשיפור בגודל הגרגר בתגובה ליישום GA תרם להתרשמות זו (איור 8).



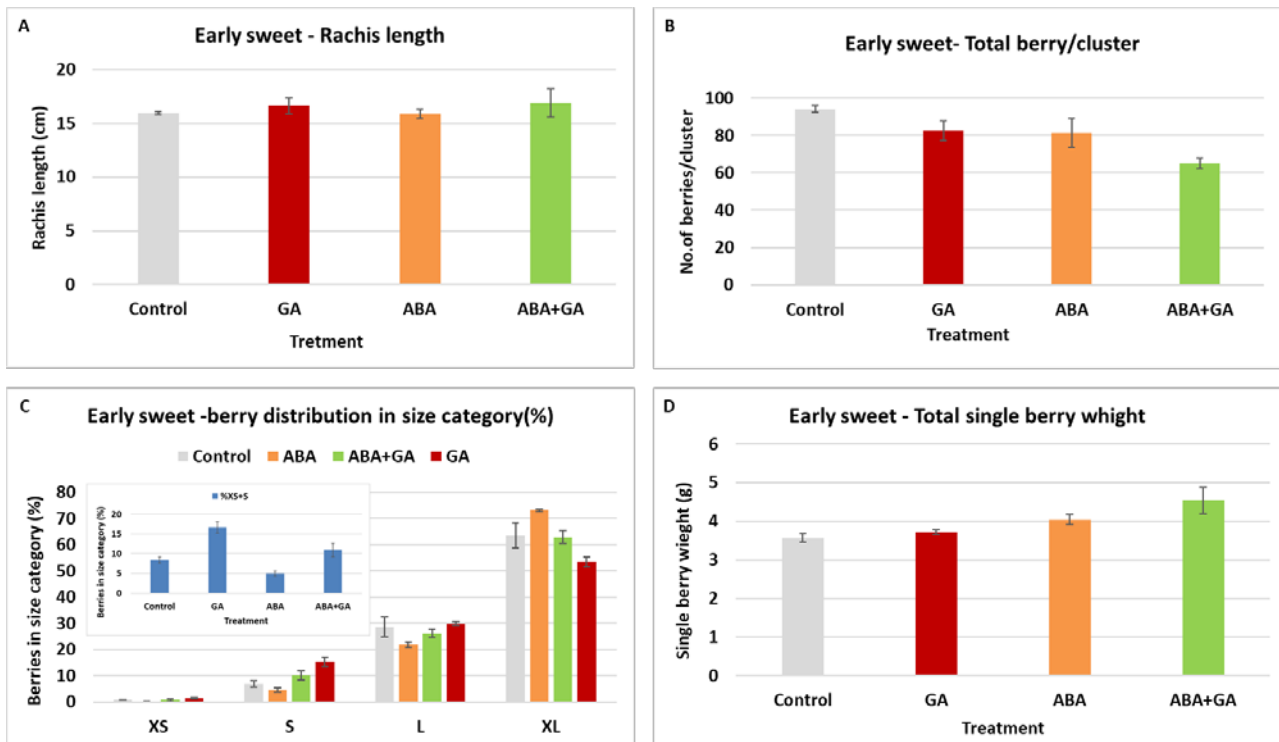
איור 8: הערכה ויזואלית של דרגת צפיפות אשכולות ודרגת זטרת באשכול בהשפעת טיפול חצי מסחרי ב- ABA בכרם ארלי סוויט בפתחיה. בסמוך לבציר המסחרי של הניסיון במתואר באיור 7 בוצעה הערכה ויזואלית של דרגת צפיפות ודרגת זטרת של האשכולות שקיבלו טיפולי אשכול על ידי צוות העובדים בסטנדרט המקובל בכרם ובאותם מועדים. ההערכה נערכה בכל הבלוקים של כל הטיפולים. בכל חזרה הוערך רצף של כ-70 אשכולות מהגפן החמישית ואילך לחזרה. ההערכה נערכה על ידי חוקר שדה מיומן. בהערכת הזטרת דורגו האשכולות כנטולי זטרת (0), בעלי זטרת קלה (1) או זטרת חמורה (2). בהערכת צפיפות דורגו האשכולות כדלילים מדי (1), בעלי צפיפות אופטימלית (2), צפיפות בינונית (3) וצפיפות רבה (4). בהמשך חושב אחוז האשכולות לקטגוריה מכלל האשכולות שהוערכו לחזרה. יתר פרטי הניסוי כמתואר באיורים 7 ו-1 ובגוף בדו"ח.

2.2 בחינת פרוטוקול מסחרי לדילול תפוחות באמצעות ABA בכרם מהזן early sweet בפדיה

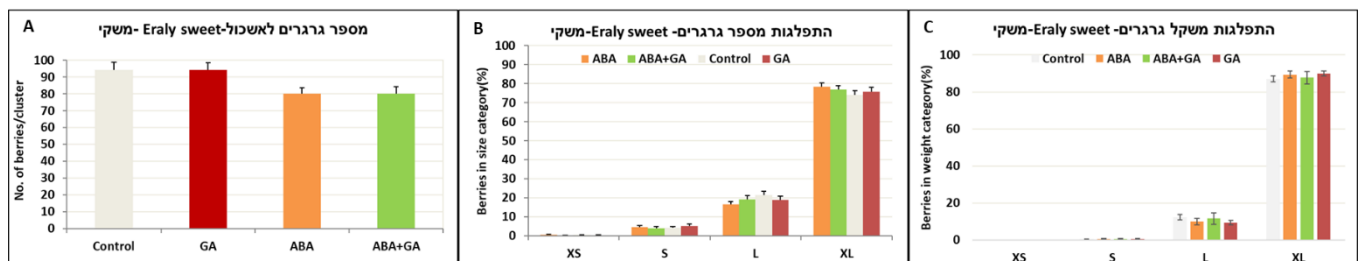
בהמשך לניסיון שנערך בפתחיה ותואר מעל, נערך על פי התכנית ניסיון חוזר בכרם ארלי סוויט במושב פדיה. סטטוס הפריחה בכרם תועד באמצעות הגדרת מצב הפריחה בשלוש מתוך שש שורות הניסוי. בכל שורה נספרו שלושה קטעים בני 12 גפנים. בכל אחד מהקטעים תועד מצב הפריחה של 100-75 תפוחות. מן התוצאות עלה כי בקטעים בהם בוצע הניסיון כ-60% נמצאים במצב של פריחה מלאה וכ-20% כבר חנטו. כ-20% נוספים היו במצב של פריחה חלקית כאשר מיעוטם (כ-3%) עדיין לא פרחו כלל. בשעות אחה"צ רוססו שלושה בלוקים (שורות שמוספרו כ-1-3-5 בכרם) ב-250 ח"מ ABA (+ טריטון 0.025%) ושלושה בלוקים מקבילים שמוקמו לסרוגין (שורות 2-4-6) רוססו במשטח בלבד. כל בלוק חולק לשניים - מחציתו קיבלה טיפול ב-ABA - או טריטון בבקורת- בלבד, כמצוין מעל, ומחציתו האחרת קיבלה למחרת טיפול דילול משקי ב-1.5 ח"מ ג'יברלין שרוסס על ידי החקלאי. בסיכום היו 12 תתי בלוקים - שלושה תתי בלוקים לכל טיפול: ABA, בקורת, בקורת+GA, GA+ABA. במועד הבציר נדגמו מכל בלוק 20 אשכולות שסומנו מראש על פני הקטע (אשכול לגפן) ולא טופלו בטיפולי דילול או זינוב על ידי החקלאי. מתוצאות האנליזה של האשכולות (איור 9) עולה כי טיפול ב-ABA גרם לירידה מובהקת במספר הגרגרים לאשכול לסביבות 80 גרגרים לאשכול (כ-15% פחיתה) ובטיפול המשולב עם GA לסביבות 60 גרגרים (כ-35% פחיתה). גם טיפול משקי ב-GA בלבד הוביל השנה לירידה מובהקת של כ-15% במספר הגרגרים, בהשוואה לבקורת, בניגוד לשנה הקודמת, בה GA לא הפחית מספר גרגרים. במקביל לאשכולות המסומנים שלא טופלו על ידי החקלאי, נערכה אנליזה גם לאשכולות שטופלו באותם טיפולים המתוארים מעל, ובנוסף טופלו בכל טיפולי הדילול והזינוב המשקיים. אנליזה זו התבססה על דגימת 20 אשכולות נוספים (שלא סומנו מראש ונדגמו באקראי) מאותם קטעי טיפול. מן הממצאים עולה כי למרות טיפולי דילול וזינוב שנערכו על ידי החקלאי נמצאה השפעה מדללת של ABA, אולם באנליזה זו לא נמצאה השפעה מדללת של GA, כאשר ניתן ללא ABA (איור 10).

טיפול ABA בכרם בפדיה הגדיל את פרקציית הגרגרים הגדולים מאוד והקטין את פרקציית גרגרי הזטרת הקטנים באופן מובהק, בדומה לתוצאות שקיבלנו בעבר. טיפולים שכללו GA העלו את פרקציית גרגרי הזטרת, בדומה לתוצאות שקיבלנו במגוון נסיונות בעבר אך בשונה מתוצאות הניסיון החצי מסחרי שנערך בשנה הקודמת, שבו השילוב דווקא העלה באופן חריג את פרקצית הגרגרים הגדולים.

בשונה מאשכולות הניסוי שבהם לא היתה התערבות באמצעות טיפולי דילול או זינוב באשכול, לא היה הבדל בהתפלגות הגדלים בין הטיפולים באשכולות שקיבלו טיפולי אשכול משקי ולא היו יותר גרגרים קטנים בטיפולי GA. בדיעבד, נראה כי עיקר הטיפול המשקי היה הסרת גרגרים קטנים (איור 10).



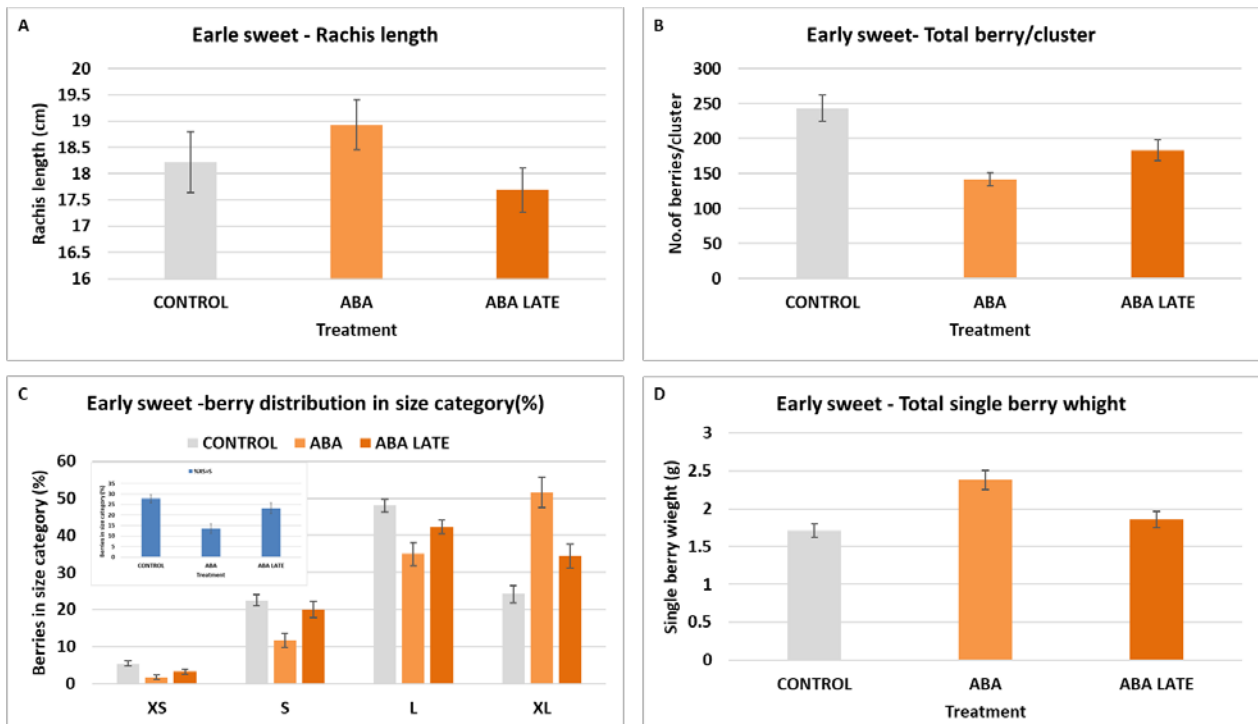
איור 9: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות באמצעות ABA בכרם מהזן ארלי סוויט בפדיה על פרמטרים שונים באשכול. הניסיון נערך בדומה ניסיון המתואר באיור 7. במועד הבציר נדגמו מכל בלוק 20 אשכולות שסומנו מראש על פני הקטע (אשכול לגפן) ולא טופלו בטיפולי דילול או זינוב על ידי החקלאי. האנליזה ויתר פרטי הניסוי כמתואר באיור 1, איור 7 ובגוף הדו"ח.



איור 10: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות באמצעות ABA בכרם מהזן ארלי סוויט בפדיה על פרמטרים שונים באשכול. במועד הבציר של הניסיון המתואר באיור 9 נדגמו מכל טיפול מכל בלוק 20 אשכולות משקיים (אשכול לגפן) שטופלו בכל טיפולי דילול או זינוב על ידי החקלאי. האנליזה ויתר פרטי הניסוי כמתואר באיורים 1 ו-7 ובגוף הדו"ח.

ההבדל בהתנהגות בנוכחות GA עשוי לנבוע משונות במצב הפנולוגי במועד הטיפול, שבניסוי בפתחיה נעשה בין פריחה מלאה לחנטה בעוד שהשנה כ-20% מהתפרחות היו במצב של פריחה חלקית או לפני פריחה. יישום במצב של פריחה חלקית עשוי להגביר חנטה תלויית-GA שמעודדת זרת. על בסיס זה כדאי לדחות את הטיפול ולא להקדימו על מנת לקבל אחידות, הגדלת גרגר והקטנת פרקצית הזרת. יצויין כי סך הגרגרים שנשארו באשכולות הבקורת עצמה לא היה גבוה ומעיד על דילול טבעי טוב בשנת הניסוי (יש בין 250-500 פרחים על תפרחת) שכנראה מסביר את אחוז הזרת הנמוך יחסית בבקורת. ייתכן כי מסיבה זו אין גם הבדל גדול בין בקורת ללא טיפולי אשכול לבקורת שקיבלה טיפולי אשכול (כלומר, לא נערך על ידי העובדים דילול משמעותי ידני בתוך האשכול). ניסיון מסחרי נוסף נערך בהממה מהזן ארליסוויט בבקעות (איור 11). הניסיון הוקם על ידי החקלאי שריסס חמש שורות בכרם (שורות 1-5) בתחילת מרץ, כאשר הכרם היה בפריחה מלאה, ולאחר 7 ימים ריסס שלוש שורות נוספות (שורות 7-9). בין שני הבלוקים הושארה שורת בקורת

לא מטופלת (שורה 6). בשורות 3,6,8 בצידן הימני סומנו לאורך השורה 30 אשכולות שבהן לא בוצעו טיפולים באשכול במהלך העונה. במועד הבציר האשכולות הועברו למעבדה לאנליזה כמתואר מעל. לא נמצאו הבדלים מובהקים באורך השדרה אך נמצאה פחיתה מובהקת במספר הגרגרים, שהיתה גדולה יותר בטיפול המוקדם. שני הטיפולים הקטינו את הפרקציה של הגרגרים הקטנים (S+XS) והגדילו את הפרקציה של הגרגרים XL, עם יתרון בולט בטיפול המוקדם. בהתאמה, הגודל הממוצע של הגרגר היה גדול באופן מובהק ובולט משני הטיפולים האחרים.

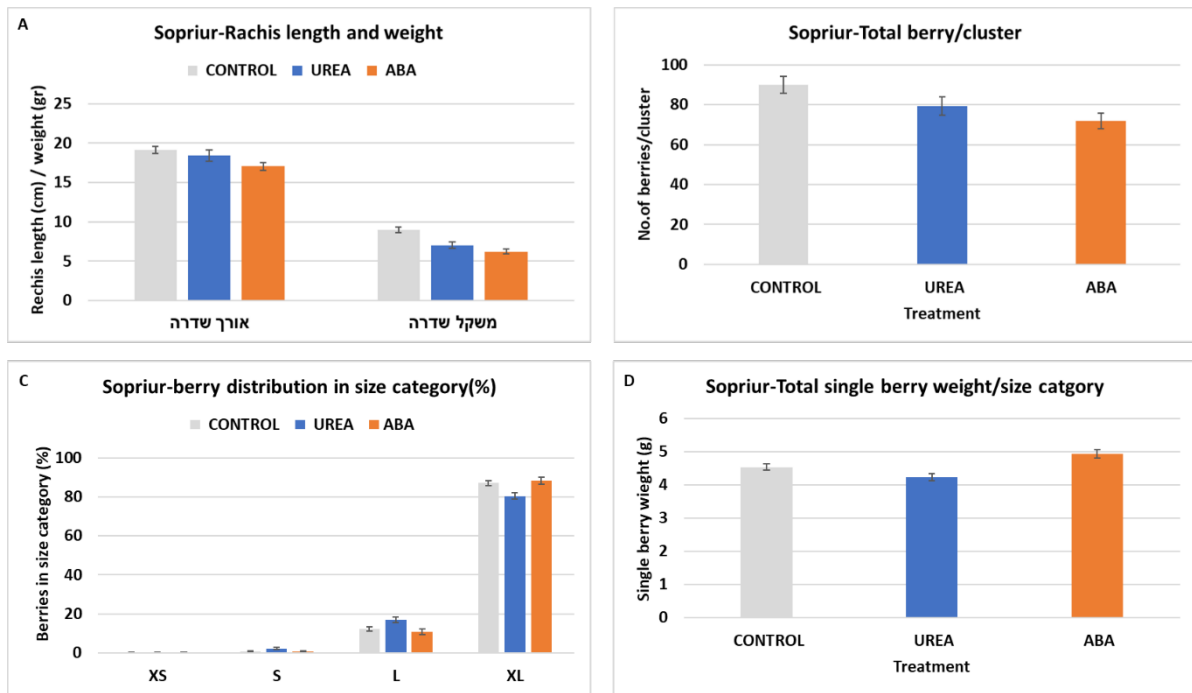


איור 11: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות באמצעות ABA בכרם מהזן ארלי סוויט בחממה בבקעות על פרמטרים שונים באשכול. יתר הפרטים כמתואר באיורים 1 ו-7 ובגוף בדו"ח.

2.3 בחינת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות באמצעות ABA ובאמצעות אוריאה דלת ביורט בכרמים מהזנים סופיריור, תומפסון, רוקי, קרימזון וסקרלוטה

בהמשך לנסיונות הממוקדים שנעשו בזנים סופיריור, תומפסון וסקרלוטה, ועל בסיס תוצאותיהם הועמדו נסיונות מסחריים בחלקות מהזנים סופיריור, תומפסון, רוקי וקרימזון (בפדיה) וסקרלוטה (בלכיש). בנסיונות אלו הוספנו גם זנים שלא הוזכרו בתכנית המחקר וגם טיפול נוסף, שנסיונות ממוקדים בו נערכו שלא במסגרת תכנית זו והראו פוטנציאל לדילול תפרחות. מתכונת הניסיון היתה דומה ולפיה רוססו שלוש שורות שלמות בכרם (כ-90 גפנים, בזן סופיריור שתי שורות בנות 50 גפנים מכל טיפול), האחת ב-250 ח"מ ABA (+ טריטון 0.025%), השנייה באוריאה דלת ביורט (2% + טריטון 0.025%) והשלישית במשטח בלבד. הריסוס באוריאה דלת ביורט והריסוס במשטח ניתן בשלושה מועדים, פעם ראשונה בסמוך לפריחה מלאה ובהמשך שני ריסוסים נוספים במרווח של 48 שעות. שני הריסוסים ניתנו במרסס דיוזות על ידי החקלאי והדיוזות כווננו לאזור האשכולות (כ-100 ליטר לדונם). הריסוס ב-ABA ניתן פעם יחידה, ביום בו ניתן ריסוס האוריאה הראשון, במרסס גב וכוון לאזור האשכולות (כ-40 ליטר לדונם). כל הריסוסים ניתנו בשעות אחה"צ המאוחרות. בזן סקרלוטה ניתן ריכוז של 300 ח"מ ABA ובזנים סקרלוטה וקרימזון יושמה אוריאה רק פעמיים משום שבמועד השלישי היה חמסין קיצוני). במועד הריסוס סומנו בכרם כ-50 אשכולות לאורך כל שורה מטופלת.

באיור 12 ניתן לראות כי בזן סופיריור שני הטיפולים הובילו לירידה במספר הגרגרים שהיתה גדולה יותר בהשפעת ABA, ולירידה מקבילה באורך השדרה ומשקל השדרה. הטיפול באוריאה העלה את החלק היחסי של פרקציות הגרגרים הקטנים ול-ABA לא היתה השפעה על פרקציה זו ועל גודלן של הפרקציות האחרות. בבחינת משקל הגרגר הממוצע ניכרה עליה מובהקת של כחצי גרם בהשפעת ABA וירידה קטנה יותר בגודל הגרגר הממוצע בתגובה לטיפול אוריאה.

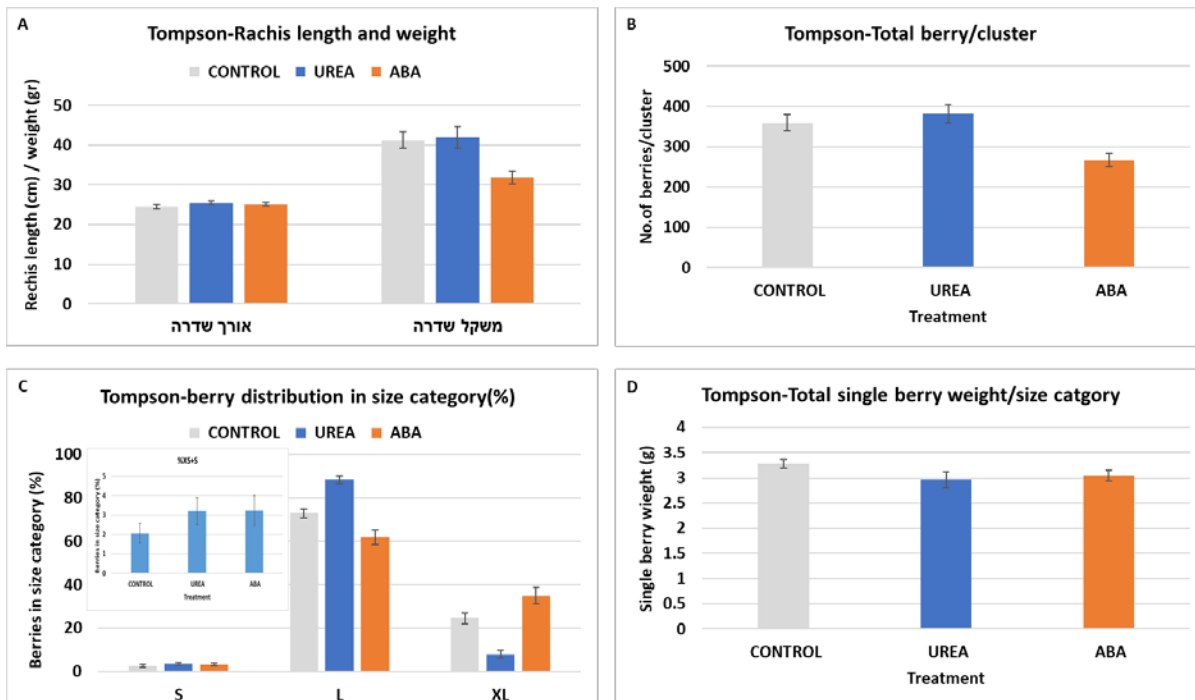


איור 12: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות סופיריור באמצעות ABA ובאמצעות אוריאה דלת ביורט על פרמטרים שונים באשכול. רוסטו שלוש שורות שלמות בכרם (כ-90 גפנים, בון סופיריור שתי שורות בנות 50 גפנים מכל טיפול), האחת כ-ב-250 ח"מ ABA (+ טריטון 0.025%), השנייה באוריאה דלת ביורט (2% + טריטון 0.025%) והשלישית במשטח בלבד. הריסוס באוריאה דלת ביורט והריסוס במשטח ניתן בשלושה מועדים- פעם ראשונה בסמוך לפריחה מלאה ובהמשך שני ריסוסים נוספים במרווח של 48 שעות. שני הריסוסים ניתנו במרסס דיוזות על ידי החקלאי והדיוזות כוונו לאזור האשכולות (כ-100 ליטר לדונם). הריסוס ב-ABA ניתן פעם יחידה, ביום בו ניתן ריסוס האוריאה הראשון, במרסס גב וכוון לאזור האשכולות (כ-40 ליטר לדונם). כל הריסוסים ניתנו בשעות אחה"צ המאוחרות. 45 אשכולות שסומנו במועד הטיפול על פני כל שורת טיפול לא טופלו בטיפולי דילול או זינוב על ידי החקלאי. כ-40 אשכולות נבצרו בסמוך לבציר ושימשו לאנליזות שנערכו כמתואר באיור 1. פרטי ניסוי נוספים כמפורט באיור 1 ובגוף הדו"ח.

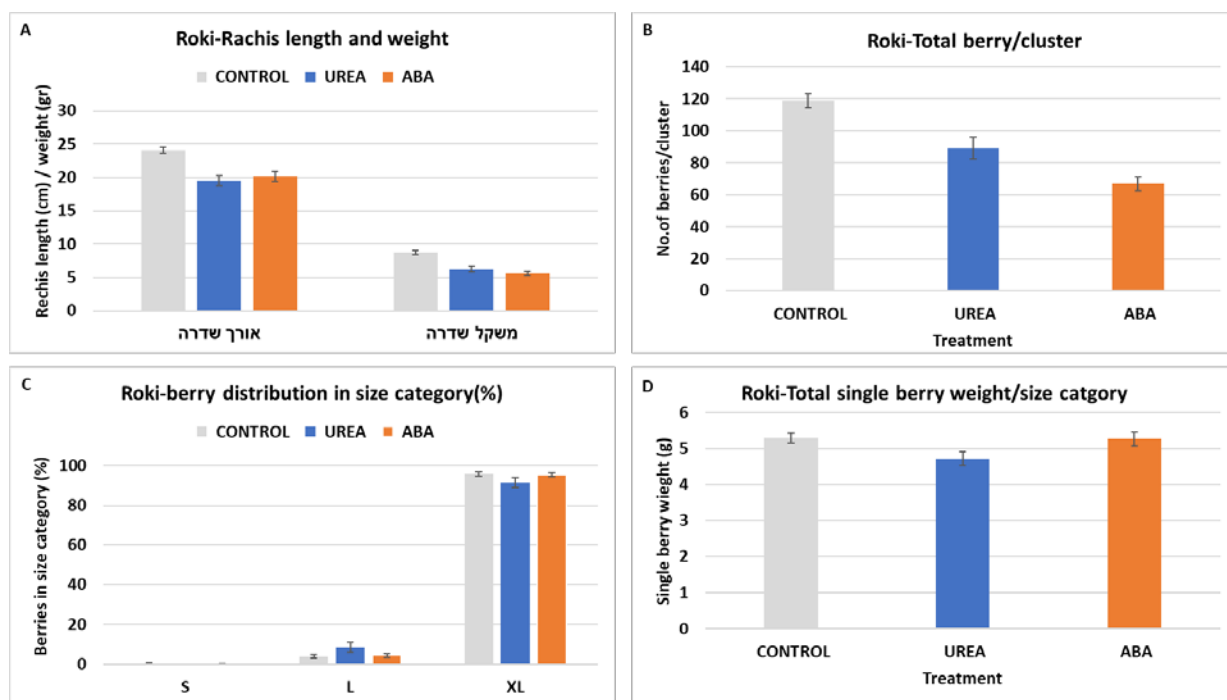
באיור 13 ניתן לראות כי בון תומפסון, טיפול אוריאה לא השפיע על מספר הגרגרים ועל מדדי אורך ומשקל שדרה ואילו טיפול ב-ABA הוביל לפחיתה משמעותית במספר הגרגרים באשכול במשקל השדרה, אך לא השפיע על ארך השדרה. כמו בון סופיריור, גם בון תומפסון טיפול באוריאה העלה את החלק היחסי של פרקציות הגרגרים הקטנים ובאופן חריג גם טיפול ב-ABA. אמנם בשני המקרים ההבדל הוא על גבול המובהקות אולם העובדה שבשני הטיפולים יש ירידה במשקל הגרגר הממוצע תומכת בממצא. בהשוואה לבקורת, טיפול ב-ABA העלה את החלק היחסי של פרקצית XL באופן מובהק.

על בסיס התוצאות באיור 14 נראה כי בון רוקי, כמו בון סופיריור, שני הטיפולים הובילו לירידה במספר הגרגרים, שהיתה גדולה יותר בהשפעת ABA, ולירידה דומה במידתה באורך השדרה ומשקל השדרה. לא נמצאו הבדלים בולטים בהתפלגות קטגוריות הגודל ובמשקל הגרגר בין טיפול ABA והבקורת, אך טיפול אוריאה הראה עליה בקטגוריית L על חשבון ירידה בקטגוריית XL וירידה מובהקת בגודל הגרגר הממוצע.

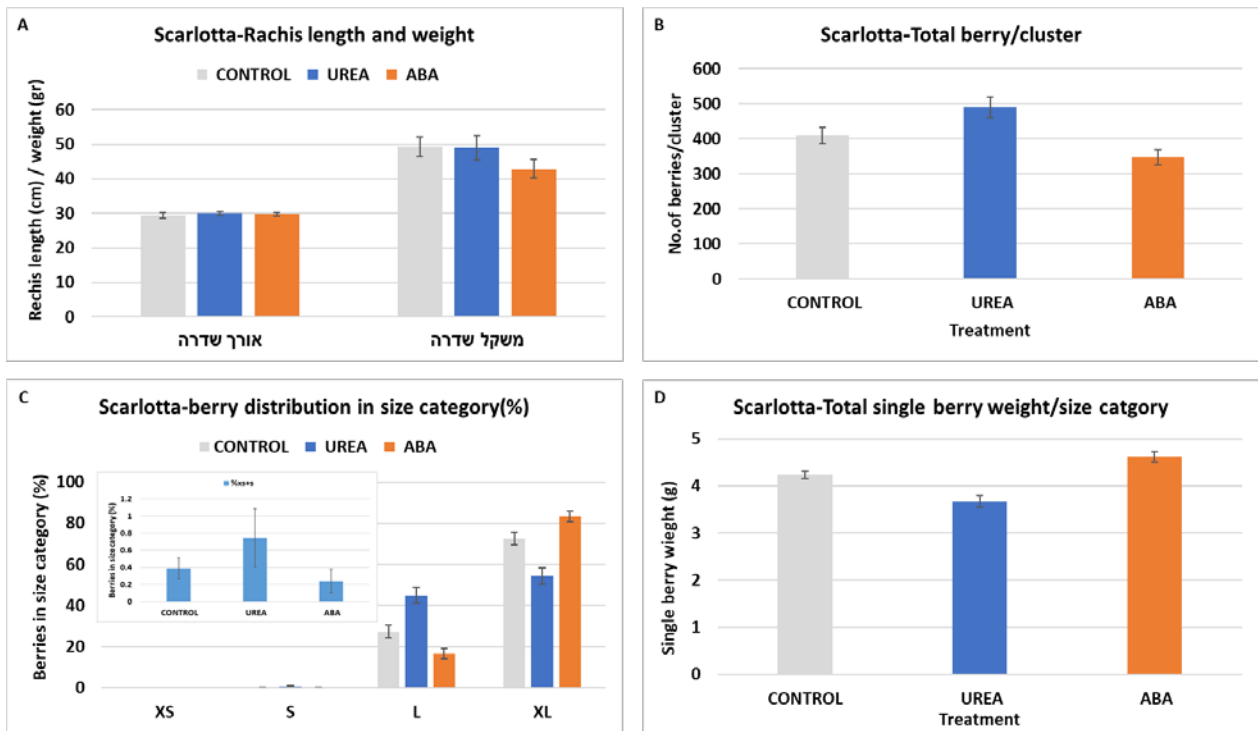
באיור 15 ניתן לראות כי טיפול ABA הקטין את מספר הגרגרים באשכולות סקרלוטה באופן מובהק והפחית את אורך השדרה אך לא השפיע על משקלה. הטיפול גם העלה את ערכה היחסי של קטגוריית XL ואת משקל הגרגר הממוצע. הטיפול באוריאה, לעומת זאת, הראה מגמה דומה לזו שתועדה בתומפסון בכך שהעלה את מספר הגרגרים לאשכול ובהתאמה לירידה במשקל הגרגר הממוצע שנובעת מעליה חלקה היחסי של פרקצית L על חשבון חלקה של פרקצית XL. הטיפול באוריאה לא השפיע על מדדי השדרה. גם בון קרימזון (איור 16) טיפול ABA הקטין את מספר הגרגרים באשכולות באופן מובהק, והעלה את ערכה היחסי של קטגוריית XL בהשוואה לבקורת. הטיפול באוריאה הראה מגמה דומה לזו שתועדה בתומפסון ובסקרלוטה בכך שהעלה את מספר הגרגרים לאשכול ובהתאמה לירידה במשקל הגרגר הממוצע שנובעת גם מעליה חלקה היחסי של פרקצית L על חשבון חלקה של פרקצית XL, וגם בעליה עצומה בכמות הגרגרים הקטנים שנתנה לאשכולות מופע זרתי קיצוני. שני הטיפולים הפחיתו את אורך השדרה ומשקלה.



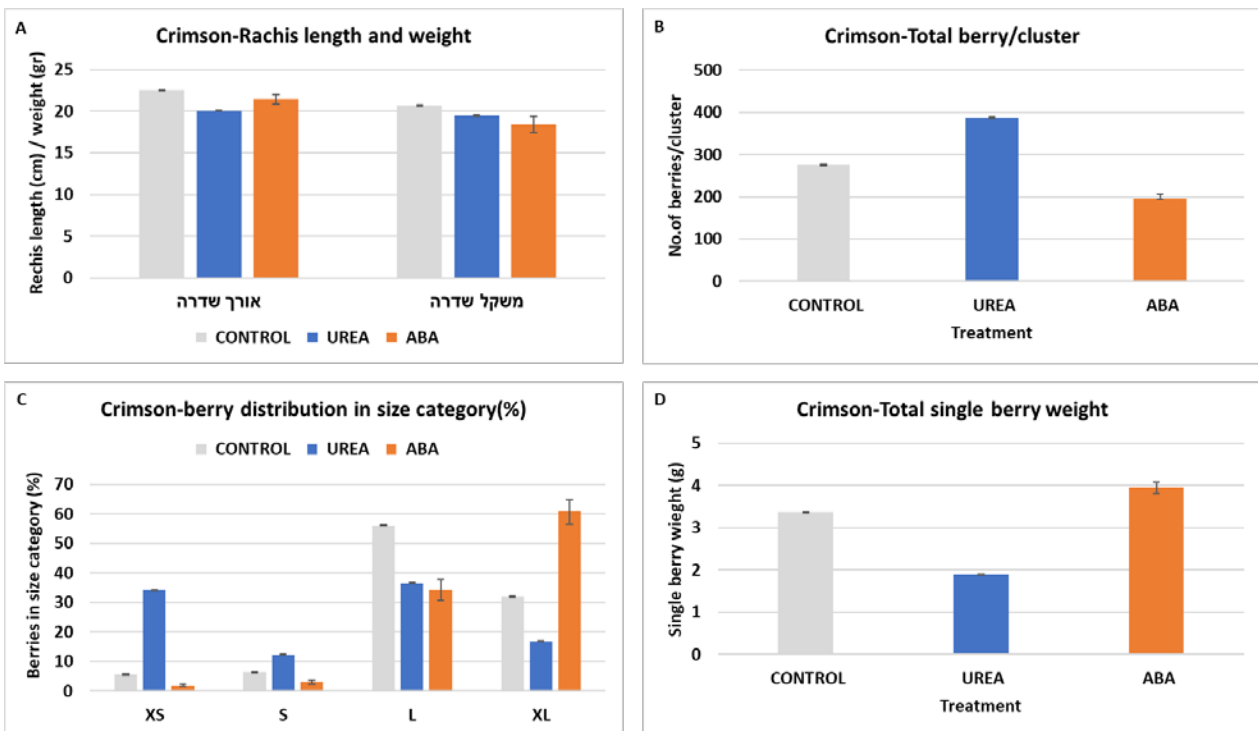
איור 13: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות תומפסון באמצעות ABA ובאמצעות אוריאה דלת ביורט על פרמטרים שונים באשכול. יתר הפרטים כמתואר באיור 12. האשכולות נבצרו עם מעט רקבונות. גרף B: מציג את מספר הגרגרים הסופי לאשכול כולל הגרגרים הרקובים. גרף D+C: מציגים נתונים ללא הגרגרים הרקובים.



איור 14: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות רוקי באמצעות ABA ובאמצעות אוריאה דלת ביורט על פרמטרים שונים באשכול. יתר הפרטים כמתואר באיור 12.



איור 15: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות סקרלוטה באמצעות ABA ובאמצעות אוריאה דלת ביורט על פרמטרים שונים באשכול. יתר הפרטים כמתואר באיור 12.



איור 16: בחינת השפעת פרוטוקול מסחרי לדילול תפרחות קרימזון באמצעות ABA ובאמצעות אוריאה דלת ביורט על פרמטרים שונים באשכול. יתר הפרטים כמתואר באיור 12.

פרק 3: השפעות ABA על הפרח

3.1 מעקב אחר מורפולוגיה של אבקן, חיותו וכושר נבישתו בפרחי הזן early sweat שטופלו ב-ABA.

השפעתו של ABA על אבקנים בצמחים שונים אינה אחידה ואין מידע על השפעתו בגפן. נוכח האפשרות שהדילול מושרה על ידי פגיעה באבקנים ניסינו להנביט אבקה כשלב מכין לקראת בחינת השפעת ABA. נדגמו תפרחות טרום פריחה, הקליפטורות הוסרו וכ-5 מ"ג משקי האבקה הודגרו

ל-4 שעות ב-25 מ"צ בחצי מ"ל של תמיסת הנבטה המקובלת לשימוש במבחני הנבטה בצמחים אחרים (10% סוכרוז, 16 מ"ג H_3BO_3 24 מ"ג $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ל-100 מ"ל). להוותנו, לא נמצאה כלל נביטת גרגרי אבקה במספר מבחנים על בסיס אנליזה מיקרוסקופית. בהתייחסות עם משביח גפן אמריקאי בעל ניסיון רב עלה שאחוזי נביטת אבקה מגפן במבחני הנבטה לא עולה על 1.7% למרות שתהליך האבקה תוך שימוש באבקה הנבחנת מובילה לחנטה אפקטיבית. מכך הוסק כי מבחני הנביטה אינם אינפורמטיביים. על בסיס זה, ונוכח ההשפעה המובהקת שנמצאה על חיות השחלה שתדווח בהמשך, הפסקנו בחינה של השפעת הטיפול על כושר נביטת האבקן ודיווחנו על כך בדו"ח השנה הראשונה.

3.2 מעקב אחר השפעת ABA על התפתחות שחלות מסורסות מהזן ארליסוויט לפני ואחרי השראת חנטה פרתנוקרפית על ידי GA.

כדי לברר אם ABA משפיע באופן ישיר על השחלה בודדנו את השחלה מיתר אברי הפרח באמצעות סירוס הפרח לפני החשיפה ל-ABA. הראנו בעבר כי סירוס שאינו מלווה בהפריה גורם למות השחלה (Or et al., 2020) אך טיפול GA יביא להצלתה משום שהוא משמש כטריגר חלופי לחנטה. פעולת סירוס יכולה גם לפגוע בשחלה פיזית, ובמקרה כזה גם טריגר GA לא ימנע את התייבשותה. כדי להבדיל בין השפעה שלילית של סירוס, ביולוגית או טכנית, לבין השפעה של ABA, חשפנו שחלות מסורסות למשטח בלבד (=השפעת סירוס – ביולוגית או טכנית), ל-ABA או ל-GA (=חנטה ללא הפריה של שחלות מסורסות שלא נפגעו טכנית שתלמד אותנו על % השחלות המסורסות שיכולות להתפתח לחנט למרות סורוס, בהינתן גירוי מתאים). בחנו במקביל שילוב טיפולים של ABA ו-GA, כדי לבחון אם השראת חנטה על ידי GA עשויה לעקוף את האפקט מעכב החנטה של ABA.

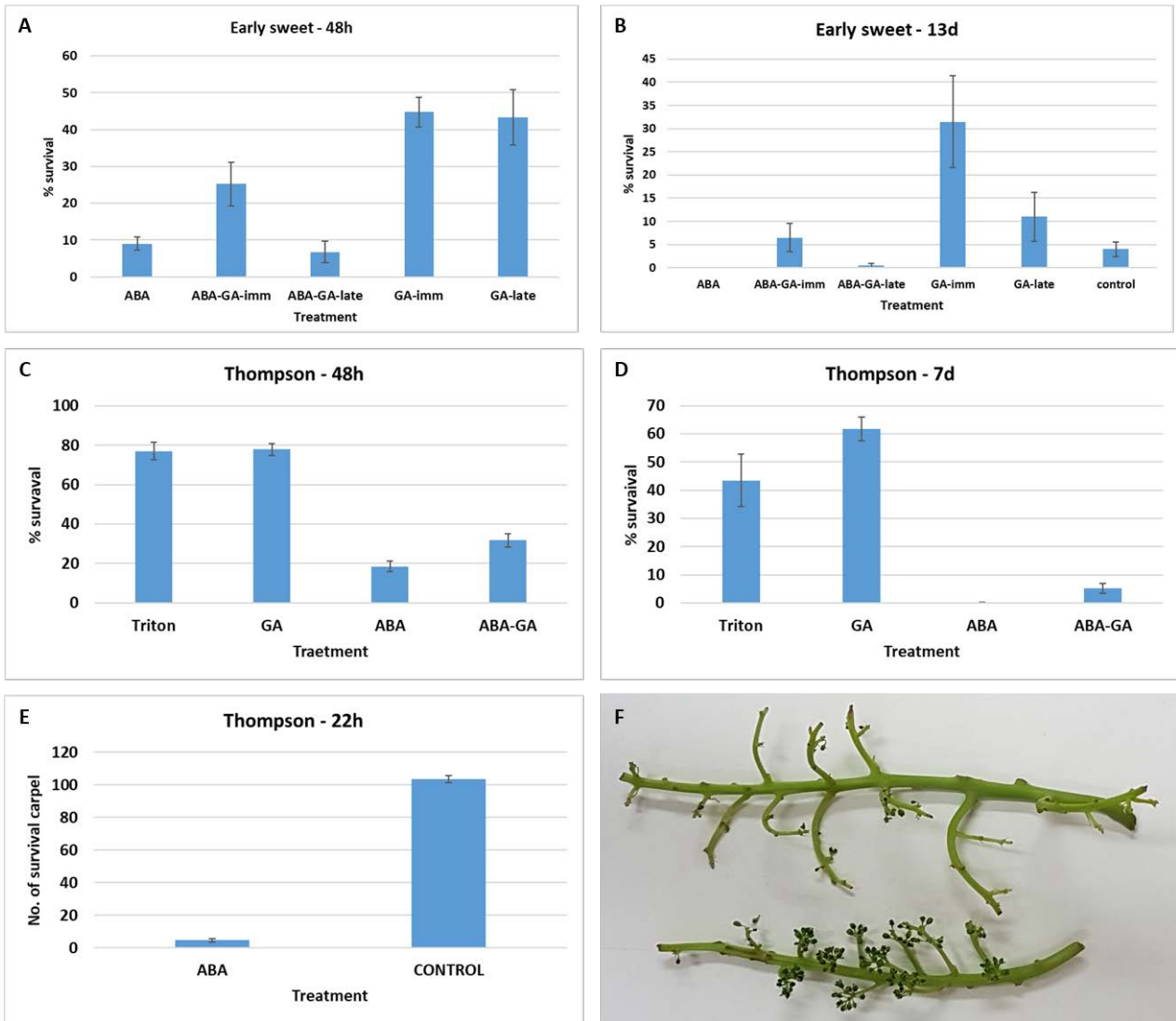
48 תפרחות מזן ארלי סוויט בכרם מסחרי בפדיה סורסו ווסתו לנשיאת 50 שחלות בסוף מרץ, לפני הפריחה. עוד 14 אשכולות ווסתו לנשיאת 50 פרחים ללא סירוס. לאחר סירוס האשכולות נעטפו בשקיות נייר חומות להגנת האשכול המסורס עד לטיפול עד לטיפול, שנערך לפנות ערב ביום הסירוס. רשימת הטיפולים באשכולות מסורסים (8 אשכולות מסורסים שימשו לכל טיפול): (1) 250 ח"מ ABA במועד הסירוס, (2) 250 ח"מ ABA + 30 ח"מ GA. שני החומרים ניתנו יחד במועד הסירוס, (3) 250 ח"מ ABA במועד הסירוס + 30 ח"מ GA שניתן אחרי 48 שעות מסירוס, (4) מים + משטח בלבד במועד הסירוס, (5) 30 ח"מ GA בלבד במועד הסירוס, (6) 30 ח"מ GA לאחר 48 שעות מסירוס. במעמד פתיחת שקיות הנייר יומיים לאחר הטיפול ב-ABA, ועוד לפני יישום טיפול GA מאוחר, הבחנו בנשירה מסיבית של שחלות שנאגרו בשקיות. לפיכך, השקיות נפתחו עבור כל האשכולות בכל הטיפולים, נספרו השחלות שנותרו על כל תפרחת ואז התפרחת נעטפה שוב בשקית. לאחר הספירה הבאה, שנערכה לאחר 13 ימים הוסרו השקיות.

באזור 17A מוצג אחוז השחלות שנותרו מתוך 50 שחלות מסורסות לתפרחת (ממוצע של 8 תפרחות לטיפול) לאחר יומיים ממועד הסירוס והטיפול, ולפני שניתן טיפול GA מאוחר (GA-late). לפיכך, טיפול ABA-Late GA זהה לטיפול ABA וטיפול GA-late מהווה בקורת לא מסורסת ללא כל טיפול מלבד משטח במועד הסירוס. התוצאות מציעות כי שרידותן של שחלות שטופלו ב-GA מיד לאחר הסירוס, או שלא טופלו כלל בפרק זמן של יומיים ממועד הסירוס גבוהה באופן מובהק מזה של שחלות מסורסות שטופלו ב-ABA, ונראה כי ABA פוגע בשחלות המסורסות ומוביל לנשירתן תוך פחות מיומיים ממועד היישום. שילוב של GA עם ABA מנע באופן חלקי את השפעתו השלילית של ABA בנקודת הזמן הנבחנת.

באזור 17B מוצגות גם תוצאות ספירת חנטים שנשארו על אותם אשכולות לאחר כשבועיים מסירוס. מראש סביר היה להניח כי (1) לטיפול המאוחר ב-GA לא יכולה להיות השפעה מיטיבה משמעותית על שחלות שנחשפו ל-ABA יומיים קודם, (2) % השרידות של שחלות שלא טופלו כלל יקטן לאחר שבועיים לאור ידע קודם שיש חלון של 24-48 שעות לאחר סירוס שבו ניתן לשמר שחלה מסורסת באמצעות סינגל לחנטה (3) על בסיס האמור בסעיף קודם צפוי שאחוז שרידות של שחלות שנחשפו ל-GA יהיה גבוה מזה של שחלות בקורת, ובוודאי שמאלה שקיבלו ABA במיוחד עבור אלו שנחשפו ל-GA מיד לאחר הסירוס.

התובנות מהניסוי המתואר לבחינת השפעת ABA על שרידות שחלות לא מופרות היו כי (1) בהכללה התוצאות מתאימות לצפוי, (2) ניטור לאחר שבועיים אינו משרת אותנו בבחינת השפעת GA וכדאי יהיה לבחון את ההשפעה בטווח קצר, (2) מאחר שהשפעת ABA נבדלת באופן בולט מהשפעת הביקורת הלא מטופלת בחלון הזמן של 48 שעות אין ערך רב לטיפול מאוחר ב-GA וניתן להסתפק בטיפולים מידיים בטריוטון, ב-ABA וב-GA ולהגדיל מספר הפרחים והאשכולות המסורסים לקבלת תשובה ברורה, (3) ההשפעה על שחלות מסורסות טרום פריחה מציעה שהעדר השפעה על פרחי Early Sweet טרום פריחה עשויה להצביע על מגבלת חזירות ולא מגבלת מוכנות פיזיולוגית של השחלה, (4) העובדה שבשני המקרים העוקצים נחשפו ל-ABA מעלה את ההשערה שגם אם בסופו של דבר יש השפעה על רקמת הניתוק בין הפרח לשדרה, ההשפעה עקיפה ומתווכת על ידי גורמים בשחלה עצמה.

יצוין כי אחוז השרידות בתגובה לטיפול GA מיידי עמד בניסיונות עבר שבצענו על אחוזים גבוהים יותר וכאן המקום לציין כי פעולת הסירוס היא פעולה עדינה ולמיומנות המסרס יש משקל גבוה בקביעת אחוז השחלות הנפגעות מראש מעצם פעולת הסירוס. לאור העובדה שבטיפול זה הייתה שרידות של כמחצית מהצפוי נראה היה שיש לנו בעיית ביצוע, וכי נצטרך להקפיד הקפדה יתרה בניסיון חוזר ובנוסף להעלות את מספר השחלות המסורסות לאשכול.



איור 17: מעקב אחר השפעת ABA על שרידות שחלות מסורסות בתפרחות מהזנים תומפסון וארלי סוויט. פרטי הניסיונות מתוארים בגוף הדו"ח. (A+B) אחוז השחלות ששרדו (מתוך 50 שחלות שסורסו לתפרחת) בתפרחות ארלי סוויט לאחר 48 שעות ו-13 ימים מסירוס וטיפול, (C+D) אחוז השחלות ששרדו (מתוך 100 שחלות שסורסו לתפרחת) בתפרחות מהזן תומפסון שסורסו וטופלו לאחר 48 שעות ו-7 ימים מסירוס וטיפול, (E) מספר השחלות (מתוך 100 שחלות שסורסו לתפרחת) לאחר 22 שעות מסירוס בניסיון נוסף ובלתי תלוי בתומפסון, (F) מופע מייצג של תפרחות במועד התייעוד של E. קווי שגיאה מייצגים שגיאת תקן.

על בסיס התוצאות בזן ארלי סוויט הקמנו ניסיון דומה בזן תומפסון כדי ללמוד אם ההשפעה גורפת או תלוית זן. 40 תפרחות מזן תומפסון בכרם מסחרי בפדיה סורסו ווסתו לנשיאת 100 שחלות לפני הפריחה. לאחר סירוס האשכולות נעטפו בשקיות נייר חומות עד לטיפול, שנערך לפנות ערב ביום הסירוס. רשימת הטיפולים באשכולות מסורסים (10 אשכולות לכל טיפול): (1) 250 ח"מ ABA במועד הסירוס, (2) 250 ח"מ ABA + 30 ח"מ - שני החומרים ניתנו יחד במועד הסירוס, (3) מים + משטח בלבד במועד הסירוס, (4) 30 ח"מ GA בלבד במועד הסירוס. יומיים לאחר הטיפול ב-ABA, השקיות נפתחו, והשחלות שנותרו על כל תפרחת נספרו. לאחר הספירה התפרחת נעטפה שוב בשקית. לאחר כשבוע הוסרו השקיות ולאחר כשבועיים נערכה ספירה חוזרת של חנטיים.

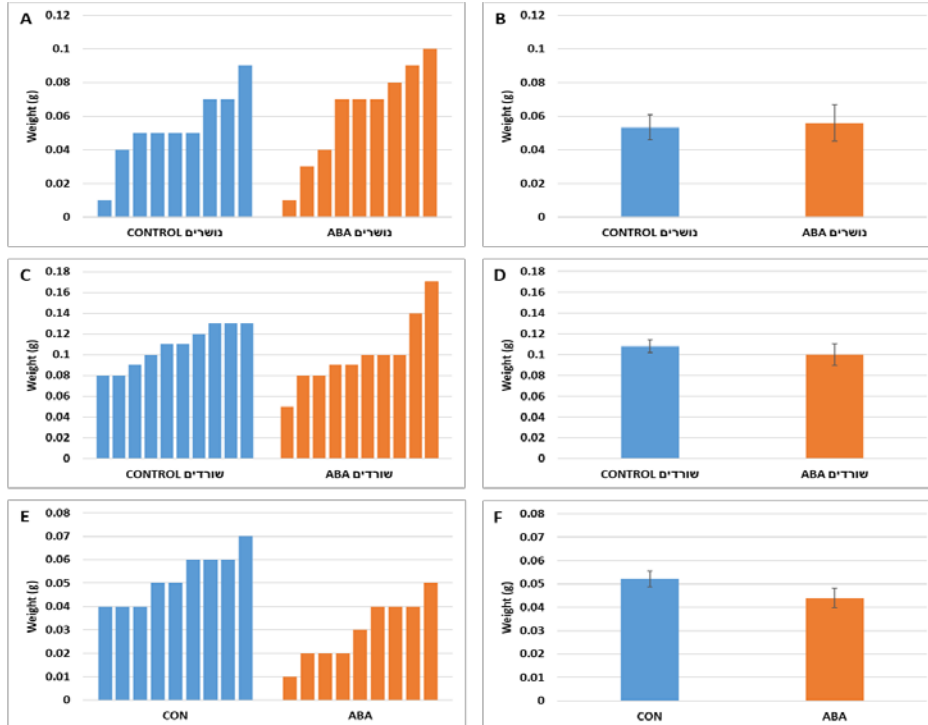
באיור 17C ו-17D מוצג אחוז השחלות ששרדו מתוך 100 שחלות מסורסות לתפרחת (ממוצע של 10 תפרחות לטיפול) לאחר יומיים ושבעה ימים ממועד הסירוס, בהתאמה. התוצאות מציעות כי שרידותן של שחלות שלא טופלו כלל בפרק זמן של יומיים ממועד הסירוס גבוהה באופן

מובהק מזה של שחלות מסורסות שטופלו ב-ABA, ונראה כי ABA פוגע בשחלות המסורסות ומוביל לנשירתן תוך פחות מיומיים ממועד היישום. למעשה, תוצאה זו מייצגת את הטיפול ב-GA כי מוכיחה את השפעת ה-ABA מול בקורת עוד לפני שהעדר חנטה מוביל לנשירת השחלה. טיפול ב-GA, שמעודד חנטה פרטנוקופית, לא שיפר את השרידות בטווח של יומיים, בהשוואה לבקורת, ללמד ששחלה מסורסת יכולה לשרוד 48 שעות לפחות. יחד עם זאת, התוצאות המוצגות ממעקב לאחר כשבועיים מוכיחות כי טיפול זה היה חיוני להבטחת שרידות שחלות בטווחים הארוכים יותר, שתייכן רק במקרה של חנטה והתפתחות חנט כמו שהראנו בעבר. העובדה ששילוב של GA עם ABA לא מנע את השפעתו השלילית של ABA מציעה כי השפעת ABA על השחלה אינה מאפשרת הצלתה באמצעות טריגר לחנטה לפחות לא כאשר ניתן בו זמנית. עדיין קיימת אפשרות שטריגר מוקדם יותר לחנטה ימנע השפעת ABA, ורמז לאפשרות זו ניתן למצוא בעובדה שהשפעת טיפול ב-ABA בחנטים בגודל 4-6 מ"מ מוגבלת או לא קיימת בניסיונות שערכנו עד כה. עוד תובנה מן הנסיונות היא כי השפעת ABA על השחלה אינה מוגבלת לזן ארלי סוויט ויש סבירות שהיא נכונה לשחלות גפן, ככלל.

חזרנו על הניסיון בזן תומפסון בעונת גידול נוספת. 10 אשכולות מזן תומפסון סורסו ווסתו לנשיאה של כ-100 פרחים לאשכול לביקת השפעת ABA על נשירת שחלות בכרם מסחרי בפדיה. 5 אשכולות טופלו בטבילה ב- ABA 300 ppm ביחד עם 0.02% טריטון, ואשכולות הביקורת טופלו בטריטון בלבד. באיור 17E מוצגים מספר השחלות ששרדו מתוך כלל השחלות שסורסו לאחר 22 שעות מטיפול ובאיור 17F מוצג מופע מייצג. ניתן לראות כי בתפרחות שטופלו ב-ABA כמעט ולא שרדו שחלות בעוד שאין עדיין נשירה של שחלות בבקורת המסורסת שלא טופלה. על בסיס התוצאות משלושת הניסיונות אנו מרגישים נוח לקבוע ששחלות מסורסות טרם הפריה ופריחה רגישות לטיפול ABA ונושרות תוך 22 שעות ממועד היישום.

3.3 מעקב אחר גודל השחלה לאחר חשיפתה לטיפול ABA

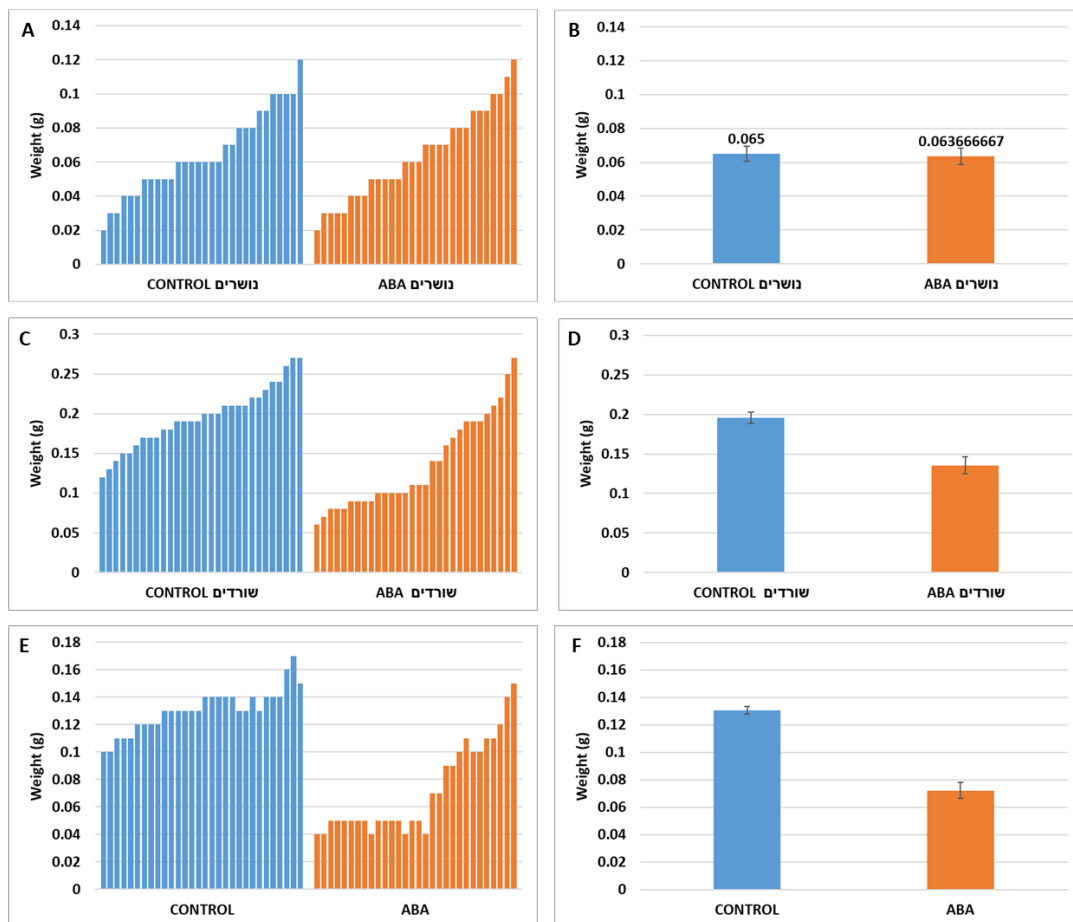
כדי לבחון שאלה זו נשקלו פרחים שנשרו וששרדו על אשכולות שטופלו ב-ABA ואשכולות ביקורת. הניסיון נערך בכרם מסחרי בפדיה. סומנו 18 אשכולות בפריחה מלאה. תשעה אשכולות נטבלו ב-ABA (250 ח"מ) ותשעה שימשו כבקורת. לאחר ייבוש, האשכולות נעטפו בשקיות נייר עם פתחי אוורור. 24 שעות לאחר הטיפול הוסרה שקית הנייר, ונאסף למבחנה נשר לילה שנשר לתוך השקית באופן טבעי. האשכול נעטף מחדש, ולאחר טפיחה על גבי השקית מספר פעמים שווה מכל צד נאסף למבחנה נפרדת נשר טרי.



איור 18: בחינת השפעת הטיפול ב-ABA על גודל החנט בניסיון בכרם תומפסון בפדיה. סומנו 18 אשכולות בפריחה מלאה. תשעה אשכולות שנטבלו ב-ABA (250 ח"מ) ותשעה ששימשו כבקורת נעטפו בשקיות נייר. לאחר 24 שעות נאספו לתאים לחים ומקוררים נשר טרי, שנשר לאחר טפיחה על גבי השקית ושארית האשכול. מכל אשכול נדגמה לשקילה קבוצה של 10 חנטי נשר וקבוצה של 10 חנטים שורדים. לפירוט נוסף ראה גוף הדו"ח. (A) משקלי כל קבוצות הנושרים בבקורת ובטיפול. (B) ממוצע משקלי של 9 קבוצות בנות 10 חנטים בכל טיפול. (C) משקלי כל קבוצות השורדים בבקורת ובטיפול. (D) ממוצע משקלי של 9 קבוצות בנות 10 חנטים שורדים בכל טיפול. (E) הפרש בין משקל קבוצת השורדים והנושרים בכל אשכול ובכל טיפול. (F) ממוצע הפרשים משקליים עבור 9 אשכולות טיפול ו-9 אשכולות בקורת. קווי שגיאה מייצגים שגיאת תקן.

המבחנות נפקקו בפקק לח, שארית האשכול הוסרה מהגפן, הוכנסה לתא לח והועברה למעבדה בצידנית מקוררת יחד עם הנשר שנאסף. מכל אשכול נדגמו לשקילה במאזניים אנליטיים חנטים ממבחנת הנשר הטרי ומאלו ששרדו על האשכול נשקלה קבוצה של עשרה חנטים לאשכול ומובא משקל הקבוצה בכל אחד מעשרת האשכולות.

באיור 18C מוצג מנעד משקלי קבוצות החנטים ששרדו על אשכולות ביקורת ועל אשכולות שטופלו ב-ABA. האיור מציג את משקלי כל הקבוצות שסודרו מן הנמוך לגבוה עבור הבקורת והטיפול בנפרד כאמצעי ויזואלי להצגת הדיפרנציאל. באיור 18D מוצג הממוצע הנובע ממיצוע של הערכים המוצגים ב-18A. בהתאמה מוצגים ערכי המדידה קבוצות חנטים שנשרו מהאשכול באיורים 18A ו-18B. על פי הממוצע עולה כי חנטים ששרדו על אשכולות מטופלים ב-ABA קטנים מאלו ששרדו על אשכולות בקורת אולם ההבדל אינו גדול. באנליזה של החנטים הנושרים נראתה מגמה הפוכה על פי כלל המדידות (18A), לפיה חנטים נושרים מאשכולות מטופלים עשויים להיות גדולים יותר, אולם התוצאה אינה משתקפת בחישוב הממוצע (18B) וניתן להניח כי השונות עשויה להבליע הבדל אמיתי. על מנת לבחון את התוצאות בצורה נוספת תוך הקטנת מרכיב השונות חושב ההפרש המשקלי בין משקל קבוצת הנושרים וקבוצת השורדים בכל אשכול בנפרד וחושב הממוצע. אנליזה זו מציעה כי הפרש הגדלים בין שורדים לנושרים באשכול שטופל ב-ABA אכן קטן באופן מובהק בהשוואה לביקורת. תוצאה זו תמכה בהנחה כי קיימת השפעה של הטיפול על גודל החנטים השורדים והנושרים אך מתחייבת הגדלה של מספר המדידות כדי לבסס את הממצאים.



איור 19: בחינת השפעת הטיפול ב-ABA על גודל החנט בניסיון בכרם בלכיש. פרטים נוספים באיור 18 ובגוף הדוח.

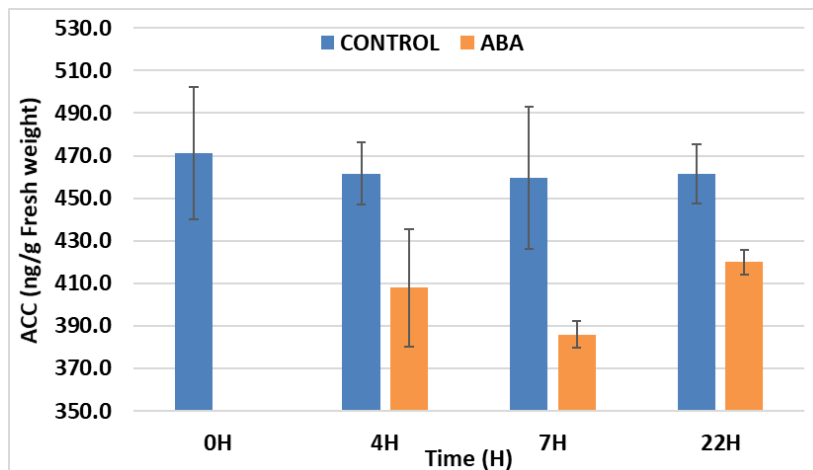
על בסיס זה הוצב ניסיון דומה עם 20 אשכולות בכרם בלכיש. מניסיון זה נשקלו עבור כל אשכול 3 קבוצות של שבעה חנטים שורדים ו-3 קבוצות של חנטים נושרים. באיור 19C מוצג מנעד משקלי קבוצות החנטים ששרדו על אשכולות ביקורת ועל אשכולות שטופלו ב-ABA ובאיור 19D מובא הממוצע הנובע ממיצוע של הערכים המוצגים ב-19C. ערכי המדידה של קבוצות חנטים שנשרו מהאשכול מוצגים באיורים 19A ו-19B. מן התוצאות שהתקבלו ניתן לקבוע בהכללה כי חנטים ששרדו על אשכולות שטופלו ב-ABA קטנים באופן מובהק מחנטים ששרדו על אשכולות הבקורת, וכי הבדל זה נמדד כבר לאחר 24 שעות מטיפול. לעומת זאת, לא נמצא הבדל בגדלי החנטים שנשרו מאשכולות בקורת ואשכולות הטיפול. מהנתונים (איורים 18F ו-19F) מתבררת גם העובדה כי הגרגרים השורדים גדולים מהגרגרים הנושרים בשני הנסיונות.

3.4 השפעת ABA על רמת ACC ותעתיקי ACO

כדי לבחון את ההשערה לפיה ABA אינו גורם לנשירת השחלה באופן ישיר אלא מעודד יצירת אתילן שמעודד נשירה באמצעות יצירת רקמת ניתוק, השקענו מאמץ לא קטן לפתח שיטות למדידת פליטת אתילן מהאשכול על גבי הגפן בכרם מסחרי לאחר טיפול ABA. כל ניסיונותינו כשלו לספק תוצאות יציבות ואמינות בשל מגבלות טכניות ועל כן תוצאותיהם אינן מובאות.

לחלופין, החלטנו למדוד את תכולת הפרקורסור לסינתזה של אתילן, ACC, במספר נקודות זמן לאחר טיפול ABA, כאינדיקציה עקיפה להשפעת ABA על סינתזת Ethylene. הטיפול ב-ABA (300 ח"מ) נעשה בטבילה בזמן פריחה מלאה על 24 אשכולות בון-Thompson בכרם מסחרי בפדיה. תפרחות לא מטופלות נדגמו במועד הטיפול. ב-3 מועדי דגימה נוספים (4h,7h,22h), נדגמו תפרחות מטופלות ותפרחות ביקורת והוקפאו בשטח בחנקן נוזלי. בכל מועד נדגמו 4 קבוצות בנות שני אשכולות. המיצי והאנליזה נעשו כמתואר ב-Shi et al., 2018.

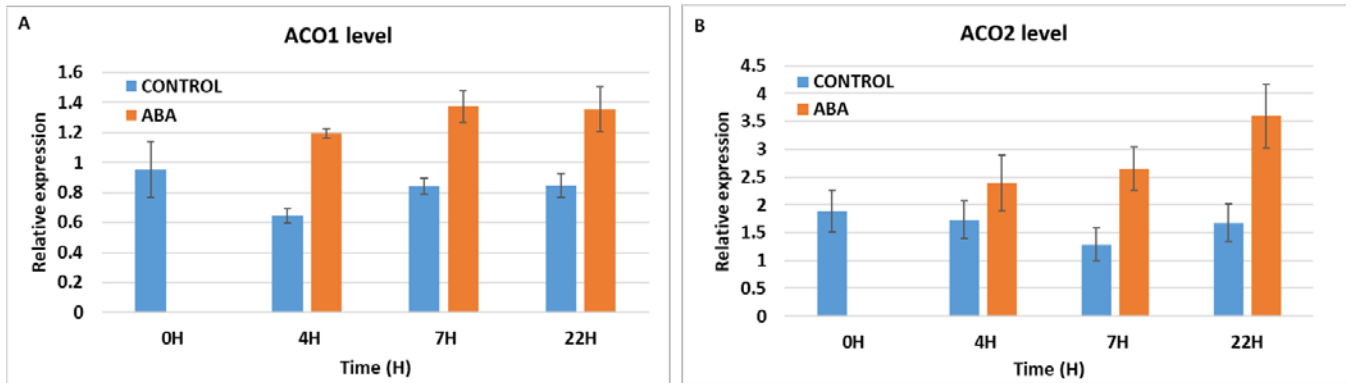
באיור 20 מוצגת השתנות רמת ACC בתלות בטיפול ובמועד הדגימה. בעוד שהשערת המקור הייתה שימדדו רמות גבוהות של ACC בשחלות מטופלות ב-ABA, התוצאות מציעות כי ריכוז ACC בשחלות מטופלות ב-ABA נמוך באופן מובהק מזה של שחלות הביקורת, מגיע למינימום לאחר 7 שעות מטיפול ועולה בין 7 ל-22 שעות מהטיפול. לא נראה הבדל בתכולת ACC בטיפול הביקורת בנקודות הזמן שנבחנו. על בסיס התוצאות הועלתה ההשערה שהשפעת ABA היא מהירה, ושהירידה ברמת הפרקורסור ACC מעידה על ניצולו לסינתזת אתילן. במידה והשערה זו נכונה, ומאחר שמטבוליזם של אתילן מבוקר ברמת השענתוק, עלתה ההנחה כי צפויה עלייה בביטוי גנים ממשפחת ACC oxidase (ACO) המקודדים לאנזים שמתמיר ACC לאתילן.



איור 20: השפעת הטיפול ב-ABA על רמת ACC בשחלה. הטיפול ב-ABA (300 ח"מ) נעשה בטבילה בזמן פריחה מלאה על 24 אשכולות בון-Thompson. תפרחות לא מטופלות נדגמו במועד הטיפול. ב-3 מועדי דגימה נוספים (4h,7h,22h), נדגמו תפרחות מטופלות ותפרחות ביקורת והוקפאו בחנקן נוזלי. בכל מועד נדגמו 4 קבוצות בנות שני אשכולות. המיצי נעשה לפי (Müller and Munné-Bosch., 2011) והאנליזה נעשתה לפי (Shi et al., 2018). יתר פרטי הניסוי מופיעים בגוף הדו"ח.

בכדי לבחון הנחה זו עקבנו אחר ביטוי בני המשפחה המתבטאים בפרח בנקודות הזמן המתוארות מעל ותוך שימוש בחומר הצמחי ששימש לאנליזת ACC באמצעות qRT-PCR. באנליזה התברר כי שניים מתוך ארבעת בני המשפחה בגפן אינם מתבטאים בשחלות ותוצאותיהם אינן מובאות. השינויים ברמת התעתיק של ACO1 ו-ACO2 מוצגים באיור 21 (ממוצע של ארבע חזרות ביולוגיות).

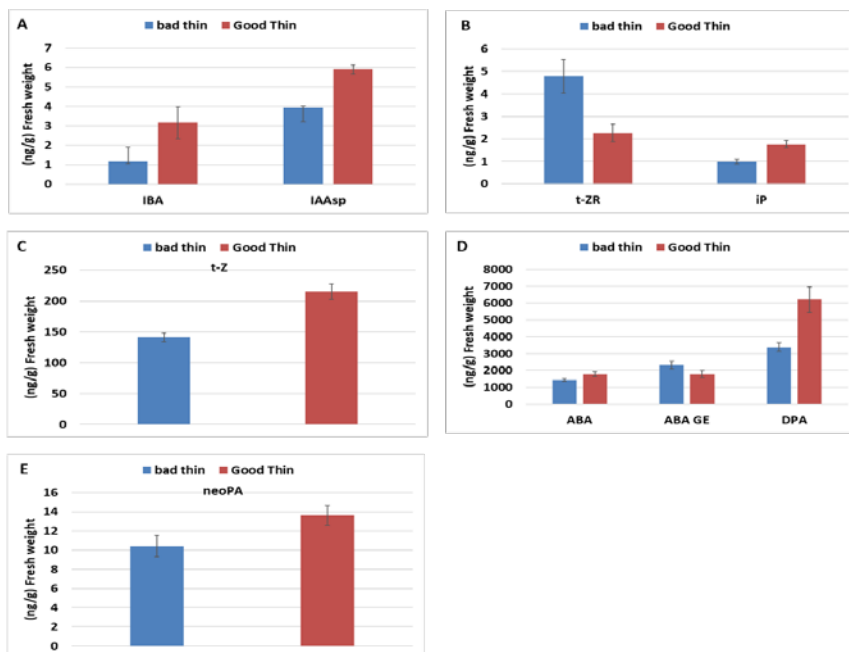
על פי התוצאות נראה כי בתגובה לטיפול ABA עולה רמת ההתעתיק של הגן ACO1 גבוהה יותר מזו של הבקורת כבר לאחר 4 שעות עולה בין 4 ל-7 שעות עד ל-7h ונשארת יציבה גם לאחר 22 שעות מטיפול. רמת התעתיק של הגן ACO2 אינה שונה מזו של הבקורת באופן מובהק לאחר 4 שעות אך היא עולה לאחר 7 שעות ומוסיפה לעלות עד 22 שעות מהטיפול.



איור 21: בחינת השפעת הטיפול ב-ABA על ביטויי הגנים ממשפחת ACC oxidase (ACO) בשחלות. אנליזת RT-PCR עבור שני בני משפחה נערכה תוך שימוש בדגימות שתוארו באיור 20 לפי פרוטוקול ורצפי תחלים שתוארו על ידי (Shi et al., 2018). יתר פרטי הניסוי מופיעים בגוף הדו"ח.

3.5 השוואת תכולת הורמונים בפרחים מזנים בעלי כושר נשירה משתנה

על סמך מידע שהתקבל ממדריכים וחקלאים זנים שונים של גפן מאכל נבדלים בכושר הדילול הטבעי. על בסיס ההשערה שתכולת ההורמונים בפרח עשויה להשפיע על כושר הדילול הושוותה בשנת המחקר הראשונה תכולת ציטוקינינים (CK), אוקסינים (AUX), ותוצרי הפירוק של ABA (DPA, Neo-PA) בפרחים. ששה זנים סווגו לפי רמות דילול עצמי על פי ניסיון המגדלים ומדריכי הגידול לשתי קבוצות: זנים בעלי דילול עצמי ניכר (Good Thin: Adora, 7050, Timson), וזנים בעלי כושר דילול עצמי גרוע (Bad Thin: Thompson, Sofia, Scarlota). באביב נאספו בכרמים בלכיש תפרחות מיד בתחילת הפריחה שלוש קבוצות בנות 5 תפרחות מגפנים שונות. הפרחים הוקפאו בחנקן נוזלי ושימשו למיצויים לקביעת תכולת הורמונים. כימות ההורמונים נעשה ביחידה המטבולומית במנהל המחקר כתואר ב- Zheng et al., 2015.



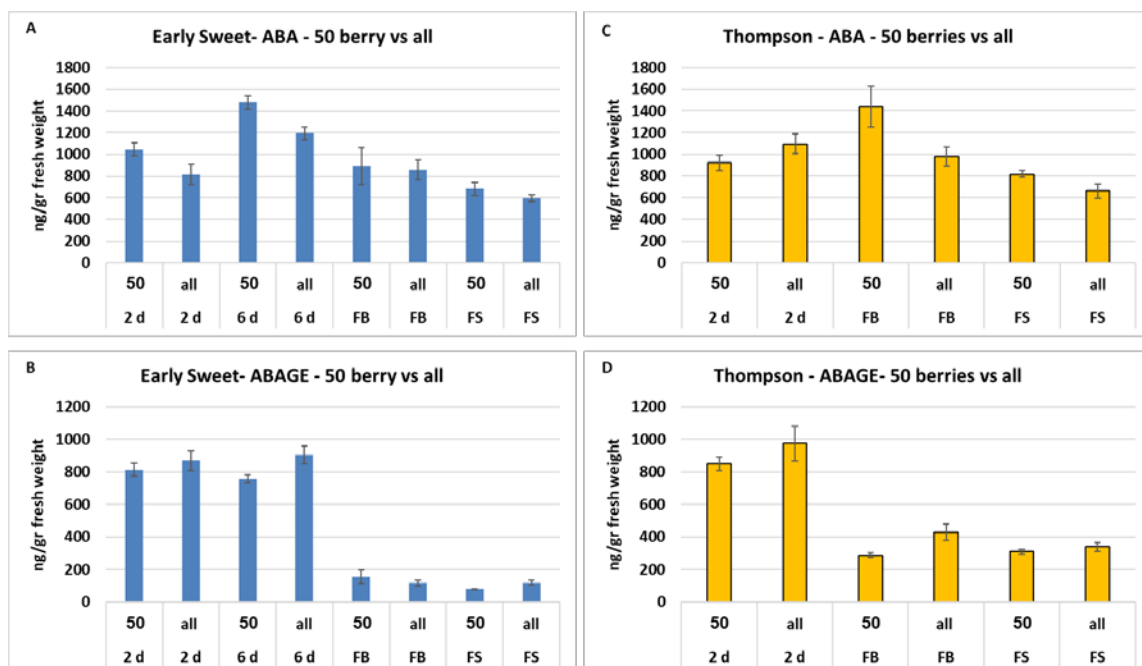
איור 22: השוואת תכולת הורמונים בזנים בעלי כושר דילול עצמי גבוה ונמוך. שלוש קבוצות בנות 5 תפרחות נאספו בתחילת הפריחה בכרמים משלושה זנים בעלי דילול עצמי ניכר (Good Thin: Adora, 7050, Timson), ושלושה זנים בעלי כושר דילול עצמי גרוע (Bad Thin: Thompson, Sofia, Scarlota). הפרחים הוקפאו בחנקן נוזלי ושימשו למיצויים לקביעת תכולת הורמונים שנערכו כמתואר ב- Zheng et al., 2015 עבור 5 חזרות ביולוגיות לזן. מוצגים ממוצעי מדידות עבור שלושת הזנים בכל קבוצה המייצגים רמות של מספר הורמונים בפרח. (A) אוקסינים, (B+C) ציטוקינינים, (D+E) ABA ותוצרי פירוק. פרטי ניסוי נוספים מופיעים בגוף הדו"ח.

באיור 22 ניתן לראות כי יש הבדל מובהק בתכולת ההורמונים הנמדדים. בזנים בעלי כושר נשירה טוב רמת ABA ורמת תוצרי פירוק ABA גבוהה יותר מזו שנמדדה בזנים בעלי כושר נשירה נמוך. לעומת זאת, רמת ABA-GE (תצורה בה ABA מאוחסן ואינו פעיל) נמוכה יותר בזנים אלו. רמתם של שני אוקסינים שנמדדו ושניים מתוך שלושה ציטוקינים פעילים שנמדדו היתה גם היא גבוהה יותר בזנים בעלי כושר דילול טוב ואילו רמתו של t-ZR היתה גבוהה יותר דווקא בזנים בעלי כושר נשירה גרוע.

3.6 השפעת עומס פרחים על רמת ABA בפרח ובחנט בזנים ארלי סויט ותומפסון

תפרחות מזן ארלי סויט בכרם מסחרי בפדיה ווסתו לנשיאת 50 פרחים בסוף מרץ, לפני הפריחה. פרחים/חנטים נדגמו לאחר 2, 6, 13, 21 ימים ממועד הוויסות מתפרחות שווסתו ומתפרחות בקורת שלא נערך בהן ויסות (סומנו כ-ALL) שלא נערך בהן ויסות. במועד הדגימה הראשון והשני הפרחים עדיין לא פרחו, במועד הדגימה הראשון והשני הפרחים עדיין לא פרחו, במועד השלישי האשכולות הנדגמים היו בפרחה מלאה (FB) ובמועד הרביעי האשכולות הנדגמים נשאו שחלות בלבד ללא אבקנים. השלב כונה fruit set (FS), אך סביר להניח כי מדובר באוכלוסייה מעורבת בה חלק מהשחלות חנטו וחלק לא חנטו. בכל מועד נדגמו כלל הפרחים/חנטים משישה אשכולות. כל הפרחים מאשכול שימשו כחזרה ביולוגית. החומר הצמחי הוקפא. ניסיון דומה נערך בזן תומפסון, באותו אתר. פרחים/חנטים נדגמו לאחר יומיים, לאחר 8 ימים (היו בפרחה מלאה) ולאחר 14 ימים (לאחר חנטה). מן האמור עולה כי קיימת שונות בקצבים, לפיה בארלי סויט 11 יום מדגימה ראשונה (יומיים לאחר דילול) עד לפריחה ו-19 יום עד ל"חנטה", ואילו בתומפסון 7 ימים מדגימה ראשונה (יומיים לאחר דילול) עד לפריחה ו-12 יום עד ל"חנטה".

מיצויים נערכו תוך שימוש בסטנדרטים פנימיים מסומנים עבור ABA ו-GE-ABA, ושימשו לאנליזה השוואתית של רמת ABA ו-ABAGE בפרחים/חנטים בשני הזנים. הנתונים מייצגים ממוצע של חמש חזרות ביולוגיות. מן הנתונים (איור 23) עולה כי: (1) לאחר יומיים מדילול, רמת ABA בפרחי תומפסון גבוהה יותר בפרחים מתפרחות שלא דוללו. ממצא הפוך נמצא עבור רמת ABA בפרחי ארלי סויט, (2) בשני הזנים ניכרה עלייה ברמת ABA לשיא בפרחים מתפרחות מדוללות לאחר 6-8 ימים ממועד הדילול. בתומפסון העלייה חפפה לפריחה מלאה ואילו בארלי סויט העלייה קדמה לפריחה מלאה. בשני הזנים בשלב זה רמת ABA גבוהה יותר בפרחים מתפרחות מדוללות פרחים בהשוואה לתפרחות שלא דוללו. נראה כי ממצא זה הוא הבולט וההדיר ביותר. בזן ארלי סויט נמצאה עלייה דומה לקראת פריחה גם בפרחים מתפרחות לא מדוללות אך בתומפסון נמצאה עלייה כזו רק בפרחים מתפרחות מדוללות. בשני הזנים יש ירידה מובהקת ברמת ABA לאחר חנטה, ונשמר ההבדל - רמת ABA בשחלות מפרחים מתפרחות מדוללות גבוהה באופן מובהק מזו שבתפרחות שלא דוללו. מן הנתונים עולה גם כי בשני הזנים יש ירידה דרמטית ברמת ABAGE בזמן פריחה מלאה, ללא השפעה ברורה של הדילול.



איור 23: השפעת עומס פרחים על רמת ABA בפרח ובחנט. תפרחות דוללו לנשיאת 50 פרחים ונדגמו תפרחות מדוללות ותפרחות לא מדוללות לפני פריחה, בשיא פריחה ולאחר סיום פריחה. הפרחים הוקפאו ושימשו למיצוי ואנליזה של מספר הורמונים צמחיים. פרטים נוספים באיור 22 ובגוף הדו"ח.

השפעת ABA על דילול באשכול במספר זני גפן מאכל

מן הממצאים שהובאו בדו"ח זה ניתן לקבוע בוודאות כי ניתן להרחיב את מסקנות המחקר. פרסמנו בעבר שנמצא כי יישום של ABA מוביל לפחיתה מובהקת של מספר הגרגרים באשכול בזן Early Sweet (Koilkonda et al., 2017), ולקבוע בדרגה גבוהה של וודאות כי ABA במינון של 250-300 ח"מ משרה דילול באשכולות מכל הזנים הסטנוספרמוקרפיים שנבחנו. בסבירות גבוהה אפשר להניח שאפשר גם לבצע אקסטרפולציה ולהניח כי תהיה תגובה דומה גם לזנים סטנוספרמוקרפיים נוספים שלא נבחנו באופן ניסויי. בהתייחסות גורפת ניתן לקבוע כי יישום בפריחה מלאה ומיד לאחר נשירת האבקנים מאפשר דילול אופטימלי וכי איחור משמעותי ביישום הדילול, בשלב שבו החנטים הם בגודל של כ-5 מ"מ הוא פרקטיקה לא רצויה שתפגע בכושר הדילול של הטיפול. יישום הטיפול במצב טרום פריחה ובמצב של פריחה חלקית הראה תוצאות מעורבות. במצב של טרום פריחה לא נמצא דילול בזן ארלי סויט אולם בזנים תומפסון וסופיריור יישום ABA בסמוך לאנתזיס הוביל לדילול מובהק, אם כי פחות מזה שהתקבל מיד בסיום פריחה, לאחר נשירת האבקנים. מאחר ש-ABA הוביל לנשירת שחלות Early Sweet שסורסו טרם אנתזיס אנו נוטים להניח שיעילות הנשירה הפחותה לפני אנתזיס אינה תולדה של שוני מהותי בתגובת השחלה בחלון הזמן ההתפתחותי הנדון, אלא תולדה של חזירות החומר דרך הקליפטר. במצב של פריחה חלקית יש שונות גדולה שנובעת מעצם הגדרת השלב, משום שתחת כנפי ההגדרה תכנסה תפרחות שיש בהם פרחים בודדים שפרחו ותפרחות שכ-70 אחוז מפרחיהם פרחו. אם יוצאים מהנחה שיש יחס הופכי בין חזירות ליעילות, השונות בכושר הדילול באשכולות הנמצאים במצב זה מובנת מאליה. בהקשר זה ניתן להצביע על תוצאות אחידות יותר בניסוי בזן סופיריור המתואר באיור 4 בהשוואה לניסוי באותו זן באותו כרם שנערך שנה קודם ומתואר באיור 3, במקביל לסטטוס פריחה יותר אחיד ומתקדם במועד היישום.

כפועל יוצא מהשרית דילול, קטנה התחרות בין החנטים באשכול ובהכללה ניתן להציע כי הטיפול במועד אופטימלי נוטה להגדיל את גודל הגרגר הממוצע, להקטין את פרקצית גרגרי הזרת (בזנים שיש נטיה לזרת) ולהגדיל את מקטע הגודל XL באשכול על חשבון מקטעי גודל קטנים ממנו. נתונים אלו תומכים בתובנות שפרסמנו לאחרונה בעבודה שבחנה השפעת מספר החנטים על אחידות וגודל הגרגרים באשכול (Or et al., 2020). ממצא מעניין שהתחדד לאור עושר הנתונים שהצטבר בתכנית המחקר הנוכחית (ונסיונות נוספים שלא נכללו בה) הוא ממצא הנוגע למידות השדרה. בעבר נחשפנו בחלק מהנסיונות למתאם בין דילול האשכול בהשפעת ABA ל"התקצרות" השדרה, בהשוואה לבקורת, אך לא בכולם. בעבודה הנוכחית התחזקה ההתרשמות לפיה יש מתאם בין דילול תלוי-ABA לשדרה קצרה יותר. בתחילה נטינו ליחס זאת להשפעה מעכבת גדילה של ABA בשלב של צמיחת התפרחת. המידע שהתקבל מנסיונות בהם ייישמו אוריאה (שרק חלקם מובאים במסגרת הדו"ח) ולפיו גם בתגובה לטיפול זה פחיתה במספר הגרגרים מלווה ב"התקצרות השדרה" יחסית לבקורת. בשלב זה עלתה ההנחה כי השפעה זו אינה תולדה של השפעה כימית של החומר על צמיחת השדרה. לחלופין, מועלית השערה כי הורדת מספר החנטים על האשכול מקטינה את כושר המבלע של האשכול ומשך מקטינה את יכולת הצמיחה של השדרה. ניסיון ראשוני שערכנו השנה בזן קרימזון, שבו הסרנו מאשכולות חנטים באופן ידני, תומך בהנחה כי הסרת חנטים (=מבלעים) ולא השפעה כימית על צימוח השדרה, מגבילה את צמיחת השדרה/את אורכה.

נושא חשוב לדיון הוא השפעת GA על דילול ועל אחידות. GA הוא בעל השפעות רבות בגפן. בין יתר השפעותיו, GA מעודד התארכות שדרה בתפרחת צעירה, מעודד חנטה פרתנוקרפית טרום אנתזיס ומעודד גדילה של חנטים חסרי זרע פונקציונלי (פרתנוקרפיים וסטנוספרמוקרפיים). בתנאים של פריחה לא הומוגנית בתפרחת עתירת פרחים חלק מההשפעות הללו מתנגשות ולכן לשלב הפנולוגי שבו מיושם GA יש משמעות קריטית, ככל שהדבר נוגע לדילול ולאחידות בגודל הגרגרים באשכול. על בסיס היכולת להשרות חנטה פרתנוקרפית, יישום של GA טרום חנטה מעלה את אחוזי החנטה עד פי 2, ומגדיל את פערי הגודל בין הגרגרים באשכול, כאשר הקטנים הופכים קטנים יותר והגדולים גדולים יותר (Or et al., 2020). טיפול ב-GA לאשכול הנושא חנטים צעירים שגודלם לא נופל מ-3 מ"מ מבטיח ברמה גבוהה של בטחון מניעה של הגברת חנטה, ועיקר השפעתו בשלבים אלו הוא הגדלת החנט והארכת השדרה. בקהילת המגדלים נהוג לחשוב כי כאשר הוא מיושם מיד לאחר החנטה הוא עשוי אף לדלל. ממחקרינו שלא פורסמו לא מצאנו השפעה הדירה של GA על דילול, ההיפך הוא הנכון בד"כ, אך מצאנו עדות להארכת השדרה בכ-10% שיש לה יתרון במניעת צפיפות המתפרשת במראה עיניים כדילול. על בסיס הרקע הנ"ל יש לדון בממצאים שהובאו לגבי שילוב טיפולי ABA ו-GA בנסיונות שנערכו בפדיה ופתחיה בכרמים מהזן Early Sweet.

בהשוואת הטיפול המשולב של GA ו-ABA להשפעת ABA בארבעה נסיונות בלתי תלויים בזנים שונים ושנים שונות נמצא כי (1) כצפוי תוספת GA הגדילה את חלקן היחסי של פרקציות S+XS האחראיות למופע הזרת למעט תוצאה לא אופיינית בפתחיה שעשויה לרמוז על יישום מאוחר יחסית שמונע חנטה פרתנוקרפית. (2) תוספת GA לא השפיעה על אורך השדרה למעט בזן תומפסון שבו תוספת GA הקטינה בהתאמה אפקט

מדלל וביטלה השפעת ABA על קיצור השדרה, (3) בד"כ הייתה הלימה בין ההשפעה על קטגורית XL לגודל גרגר ממוצע (בתומפסון שני הפרמטרים לא הושפעו, בסופיריור שתיקה ירדו וב Early Sweat ובפתחיה שתיקה עלו. בניסיון בפדיה נמצא יחס יוצא דופן לפיו היתה עליה בגודל הגרגר הממוצע בטיפול המשולב בהשוואה לטיפול ABA למרות שהוא הוביל לעלייה באחוז הזרת ולירידה בגודל היחסי של פרקצית XL. נוכח ההשפעה החיובית של תוספת GA על הדילול (תוספת 25% שהיא חריגה ביחס לנסיונות רבים שערכנו בעבר ואין לנו הסבר עבודה בשלב זה) ההסבר האפשרי הוא עליה במשקל הגרגר הבודד בקטגורית XL (בשיטת הניפוי בנפה זוהי קטגוריה מעורבת שכוללת מגודל מסויים ומעלה ולכן תתכן שונות בתוך הקטגוריה), ואכן GA העלה את משקל הגרגר בקטגורית XL (תוצאות אינן מובאות) על בסיס חוקי התחרות וכך נגרמה האנומליה המתוארת. למעט האנומליה האמורה שהתקבלה בפדיה, הטיפול המשולב לא נבדל בכושר הדילול או שהקטין דילול (בתומפסון) בהשוואה לטיפול ABA.

נוכח הממצאים, וההשפעות הסותרות שאפשריות בטיפול משולב בשיא פריחה או מייד אחריה, הלוגיקה שלנו היא שיש להפריד את הטיפולים, ליישם ABA בשיא פריחה כדי לאפשר דילול ללא חשש מהגברה סותרת/גוברת/קודמת של פרתנוקורפיה והתפתחות זרת, וליישם GA בריכוז של 1-1.5 ח"מ לאחר 3-4 ימים (השפעת ABA מתמצה תוך 48-72 שעות או לפני כן, בתלות בריכוז ומפרטורת הסביבה) כדי להמריץ גדילת חנטים והתארכות שדרה. אין ספק שתדרש בחינה מסודרת של היבט זה בהמשך. בהיבט המעשי יצויין כי (1) רצוי היה להעביר לחקלאים סדנה להערכה אמينة של מצב הפריחה של הכרם, (2) את הריסוס כדאי לבצע בגובה האשכולות אחה"צ ולא בימי חמסין, (3) כדי להקטין סיכון כדאי לתכנן בזמן הזמירה נשיאה של כ-20% נוספים של תפרחות ולווסת עומס לאחר טיפול הדילול.

עוד נושא שכדאי להדרש אליו הוא מידת ההשפעה של טיפול הדילול על רקע העומס הטבעי כמו שהוא משתקף מן הבקורת. העומס המקורי של פרחים על התפרחת ומידת הדילול הטבעי הם פרמטרים שמשתנים בין זנים ומשתנים גם באותו זן בין שנים ובין כרמים, באינטראקציה עם תנאי סביבה (טמפרטורות בסמוך למועד הפריחה, לדוגמא) ושונות בפרקטיקות הורטיקולטוריות של כורמים שונים שמשפיעות על יחסי מקור מבלע (הצללה כבדה תעודד דילול, קיטום קצוות צימוח יקטין דילול). במצבים בהם העומס הטבעי אינו גדול, ניתן להניח כי לדילול נוסף לא תהיה השפעה תוספתית גדולה על פרמטרים של גודל גרגר ושל אחידות באשכול משום שעומס התחרות הבסיסי מוגבל. ההיבטים הנדונים מודגמים בנתונים המובאים עבור הזן סופיריור שכולם מאותה חלקה בשנים שונות (איורים 3, 4, 12). ככלל העומס הטבעי אינו גדול ונע בין 90-120 גרגרים. באיור 4 ניתן לראות שכאשר יש דילול של כ-50% ועומס טבעי של 120 גרגרים, יש השפעה על התפלגות קטגוריות הגודל ומשקל הגרגר הממוצע שהיא גדולה מזו המתקבלת כאשר יש דילול של כ-15% ועומס ראשוני של כ-90 גרגרים (איור 3 ואיור 12). בעבר הדגמנו הבדל מובהק באחידות בין אשכולות שנושאים 50,100 ו-150 חנטים (Or et al., 2020), כך שניתן להניח שתוספת של 30 חנטים היא בעלת משקל משמעותי בתנאי תחרות באשכול, אם כי בהחלט צפויה התנהגות שונה בין זנים בתלות ב"מידת התמיכה" שהם מעניקים לאשכול הבודד.

ניתן לחשוב גם על מצבים בהם העומס הטבעי גדול וטיפול הדילול- למרות יעילותו היחסית- לא יוריד את מספר החנטים למספר שיאפשר ההתפתחות אופטימלית של האשכול ונדרשת התערבות אגרוטכנית נוספת בפרוטוקול. לעניין זה ניתן להביא כדוגמא את תוצאות הניסויים המסחריים בזנים סקרלוטה, תומפסון וקרימזון (איורים 13,15,16) בהם הטיפולים אמנם הורידו את מספר החנטים באופן מובהק, הגדילו באופן מובהק את הגרגר ושיפרו את האחידות באשכול, אולם 250-350 גרגרים שנתרו על האשכול המטופל עדיין עשויים להוביל לאשכול צפוף מדי.

היבטים פיזיולוגיים בהשפעתו של ABA על התפרחות גפן

על בסיס התגובה הברורה בשלושה נסיונות אין ספק שיישום ABA ישיר על שחלה בלתי מופרית ומסורסת מוביל לנשירתה תוך 24-48 שעות מהחשיפה ל-ABA. טיפול ABA בשחלות שסורסו טרום פריחה הוביל להעצמת נשירת שחלות לא מופרות בעוד שטיפול ללא סירוס טרום פריחה לא הוביל לנשירה אפקטיבית. מכאן אנו משערים ש (1) שחלה צעירה טרום פריחה רגישה לטיפול והמגבלה היא מגבלת חדירות של החומר דרך הקליפטרטה, (2) הנשירה אינה נגרמת על ידי גירוי ישיר של העוקץ שנגיש לחומר גם בשחלות לא מסורסות. לפיכך, גם אם בסופו של דבר יש השפעה על רקמת הניתוק בין הפרח לשדרה, ההשפעה עקיפה ומתווכת על ידי גורמים בשחלה עצמה.

בניגוד לשחלות המסורסות ובלתי מופרות שכמעט כולן נשרו בתגובה לטיפול, התגובה לטיפול בתפרחות היא דיפרנציאלית. נשירה אכן מתקיימת באותו חלון זמן בתגובה לטיפול אולם ישנם פרחים רבים ששורדים את הטיפול (על פי הנסיונות בפרק ב אחוז הפרחים הנושרים עמד על כ-30% בממוצע בין זני). שונות זו אפשרה לבחון את השפעת הטיפול על גודל השחלה השורדת וגודל השחלה הנושרת. מן התוצאות שהתקבלו בניסיונות בלתי תלויים בון תומפסון בשני כרמים שונים ניתן להציע כי שחלות/חנטים ששורדים מאשכולות שנחשפו ל-ABA קטנים יותר, וכי הבדל זה נמדד כבר לאחר 24 שעות מטיפול. התופעה בולטת יותר בכרם בלכיש שבו הוגדל מספר המדידות. תוצאה זו יכולה לתמוך בהנחה ש-ABA מעכב את התפתחות השחלה השורדת אולם ידרשו נסיונות נוספים על מנת לייצב את התוצאה. באופן מעניין, אנליזה דומה של הנושרים הראתה מגמות

שונות בשני הכרמים- בעוד שבלכיש מנעד הגדלים שנמדד בטיפול ובבקורת היה זהה, מנעד הגדלים בפדיה הציע שהנושרים בעקבות הטיפול גדולים יותר מהנושרים בבקורת. הממצא שהתקבל בפדיה עשוי להיות מעניין משום שייתכן ומעיד כי הטיפול מאיץ נשירה של שחלות גדולות יותר (שחלות מופרות או שאינן מופרות, עדיין איננו יודעים לסווג את השחלות הנושרות ולהסביר מדוע דווקא הן נושרות), שאלמלא הטיפול היו נשארות על גבי האשכול. ראוי לשים לב לעובדה שטווח הגדלים של חנטים בפדיה קטן יותר, ללמד שהניסיון נעשה עם תפרחות בשלב מוקדם לזה שבניסיון בלכיש. עוד הוברר מעבר לכל ספק שגודל השורדים גדול מגודל הנושרים גם בטיפול וגם בבקורת.

לאור תוצאות אלו עולות מספר שאלות שיצריכו בירור עתידי, ביניהן (1) האם הגבלת הגודל כתוצאה מטיפול ABA היא זמנית או קבועה, (2) האם הגבלת גודל החנט השורד בעקבות טיפול ABA נובעת כתוצאה מעצירה בחלוקות התאים ו/או התארכות תאים המושרית על ידי ABA, (3) האם הבסיס לדיפרנציאל כבושר הנשירה נובע משונות בתכולת הסוכרים בשחלה/חנט?

באביב הקרוב אנו מתעתדים לעקוב לאורך פרק זמן של שבוע ימים אחר שינויים במשקל חנטים מאשכולות בקורת ואשכולות מטופלים. במידה שתהיה תוספת משקל דיפרנציאלית מנקודת האפס ניתן יהיה להניח כי יש שוני בקצבי גדילה. במידה ותהיה פחיתה מנקודת האפס במשקל חנטים מאשכולות מטופלים ניתן יהיה לחשוב על הפסד משקל שאולי נובע מאיבוד מים. מעקב אחר משקל חנטים נושרים בודדים (3 מועדי דגימה, 10 אשכולות לטיפול, 50 חנטים מאשכול) יאפשר לעקוב אחר התפלגות גודל החנטים ולנסות להבין האם הטיפול מאיץ את הנשירה של חנטים שמשקלם גדול יותר ממשקל החנטים בבקורת. בעתיד ננסה להשוות בין רמות הסוכרים המסיסים בשחלות השורדות, מטיפול ABA ובקורת, והשחלות הנושרות, מאותם טיפולים, כחלק מפרופיל מטבוליים נרחב יותר.

בהקשר לשאלה מה הבסיס הפיזיולוגי לנשירה בכלל ולתגובה הדיפרנציאלית בפרט, ועל בסיס ההנחה שהשחלה היא איבר המטרה העלנו שלוש היפותזות חליפיות (1) מתקיימת השפעה סלקטיבית על בסיס הפריה, והשפעה מדללת רק על שחלה שלא הופרתה, (2) מתקיימת השפעה סלקטיבית על בסיס גודל שחלה ראשוני, ללא תלות בהפריה, (3) ההשפעה אקראית לחלוטין, ללא קשר לגודל שחלה או להיותה מופרית/לא מופרית. על בסיס ממצאינו היפותזה השלישית לא סבירה ולא תהיה אליה התייחסות בהמשך.

ההנחות המתקשרות להיפותזה הראשונה הן (1) שהפריה או טריגר אחר להאצת התפתחות שחלה (כמו במקרה של חנטה פרתנוקרפית) מגינה מהאפקט המדלל של פרוטון, (2) שחנטה מגבירה כושר המבלע ומגינה על חנטים שחנטו מנשירה על בסיס יתרון בתחרות. על בסיס היפותזה זו צפוי שרוב השחלות הנושרות יהיו שחלות שלא הופרו ולא חנטו והמועמדות לנשירה הן שחלה טרום פריחה (מאיזה שלב רגישה?), שחלה בזמן פריחה, ושחלה שנמצאת בשלב שלאחר נשירת אבקנים, לא הופרתה אבל עדיין לא נשרה.

ההנחות המתקשרות להיפותזה השנייה הן (1) שקיימות מלכתחילה תת אוכלוסיות של שחלות קטנות וגדולות- תופעה שהיא תלויה התפתחות התפרחת וקיימת מראש, ללא תלות בהפריה וחנטה (הנחה זו נתמכת באופן מוצק על ידי אנליזות שערכנו בעבר באשכולות טרום פריחה), (2) שהשפעה מדללת חלה רק על תת האוכלוסיה של שחלות/חנטים קטנים באוכלוסית שחלות/חנטים בגודל מעורב. על בסיס היפותזה זו צפוי שבאוכלוסית השחלות הנושרות יהיו שחלות קטנות ולא מופרות משלושת השלבים ההתפתחותיים שתוארו מעל ובנוסף להן גם שחלות קטנות שזה עתה חנטו. על פי ההנחה, השונות בגודל השחלות הנושרות לא תהיה גדולה.

מנסיבותינו עולה ששחלות שורדות גדולות יותר מנושרות גם בטיפול וגם בבקורת. ההבדל נמדד כבר לאחר יממה מטיפול בין שורדות לנושרות טריות שזה עתה נותקו מהזר בניעור, כך שאי אפשר לתלות הבדל בגודל בהפסד מים לאחר הנשירה. עוד למדנו (1) ששחלות שורדות בבקורת גדולות משחלות שורדות בטיפול, (2) שבטיפול יש עליה מובהקת במספר השחלות שנושרות וירידה במספר השחלות ששורדות. עדיין לא ברור לנו אם יש או אין הבדל בגודל שחלות נושרות מטיפול פרוטון ובקורת (בניסוי בפדיה נרמזנו ששחלות נושרות בטיפול מעט גדולות משחלות בקורת ובניסוי בלכיש לא נמצא הבדל) אך ברור כי בשני המקרים הן קטנות באופן מובהק מהשחלות השורדות.

שאלה ראשונה שנשאלת היא מדוע שחלות שורדות הינן גדולות משחלות נושרות. על בסיס ההיפותזה הראשונה ניתן להציע תסריט לפיו בשלב ראשון חלק מהשחלות מופרות וחונטות. ההגדרה של חנטה היא תחילת גדילה של השחלה ומוכן שבשלב הבא נפתח פער גודל בין תת אוכלוסית החונטות (שגדלות) לתת אוכלוסית הבלתי חונטות, שמגדיל את כושר מבלע של החונטות בהשוואה לשחלות שלא חנטו (ונשארו קטנות). על פי תסריט זה צפוי שרוב השחלות הנושרות הן שחלות שלא חנטו. על בסיס ההיפותזה השנייה ניתן להציע כי בגלל מידותיהן הראשוניות-גם טרם חנטה- שחלות גדולות מהוות מבלע גדול מלכתחילה ושחלות קטנות- בין שאינן מופרות או שהן מיד לאחר הפריה - ינשרו בגלל תחרות לא הוגנת עם שחלות גדולות. על פי תסריט זה צפוי שבאוכלוסית השחלות הנושרות יהיו שחלות מופרות ושחלות לא מופרות- אך השונות בגודל השחלות הנושרות יהיה מצומצם. השאלה הנשאלת היא מה הנקודה הקריטית שמובילה להתעצמות התחרות ולנשירה בפועל אם צפוי פער גדלים בין שחלות

כבר מזמן התמיינותן. על בסיס נסיונות מן העבר שבהם מצאנו שחיגור תפוח לא גרם לנשירתה אלא לאחר אנתזיס קשה להאמין שיש סף דרישה אנרגטי שנחצה לפני אנתזיס.

השאלה הבאה שנשאלת היא מדוע בתגובה לטיפול ב- ABA נושרות יותר שחלות בהשוואה לבקורת (שגם בה יש נשירה של שחלות קטנות) ומה מקור התוספת. העלייה במספר שחלות שנושרות עשויה לרמוז ששחלות/חנטים שלא היו נושרים במצב טבעי כי הם בעלי כושר שרידות גבולי נושרים במצב של תחרות מוקצנת שמושרית על ידי ABA. על רקע ההנחה של קיום תחרות המונעת על ידי דיפרנציאל גדלים (שמקורו לפני חנטה או בגינה) מועלית האפשרות שמקור התוספת הוא חנטים בגודל ביניים ששורדים את התחרות בבקורת אך אינם שורדים במצב של העצמת התחרות המושרית על ידי ABA. מוצעת ספקולציה לפיה גודל הביניים הזה מייצג שחלות קטנות מופרות, שבבקורת מצליחות לשרוד למרות נחיתות גודלן וזאת משום שחנטו ועל רקע תחרות פחות חריפה. נשירת חנטים בגודל ביניים כזה תוכל להסביר ירידה במספר הכולל של שחלות שורדות בטיפול ועלייה במספר הכולל של נושרות קטנות בטיפול. היא תוכל להסביר גם שונות גדולה יותר בגודל שחלות נושרות בטיפול ועלייה מסויימת בגודל הממוצע. יתרה מזאת, היא תציע הסבר לעובדה שכל השחלות בתפוח מסורסת נושרות אך בתפוח לא מסורסת יש נשירה דיפרנציאלית (כשההסבר הוא שגדולות שחנטו לא ינשרו, ואילו קטנות שחנטו וכל מי שלא חנט ינשרו). על פי השערה זו של "גודל ביניים" שמגיב באופן משתנה, צפוי שבבקורת רוב השחלות הנושרות לא הופרו ולא חנטו ואילו בטיפול ABA תתקבל תערובת של שחלות שלא הופרו ושחלות שכן הופרו (הללו עשויות להיות גדולות יותר מהשחלות שלא הופרו) ולכן השונות בגודל השחלות הנושרות בתגובה לטיפול ABA צפויה להיות גדולה מזו שתמדד בשחלות הנושרות בבקורת.

שאלה נוספת שראוי להעלות ולהתמודד איתה היא מה הסיבה שבגינה שחלות שורדות בטיפול הינן קטנות משחלות שורדות בבקורת. הספקולציה המוצעת היא כי ABA משרה מצוקה אנרגטית המשבשת את כושר מבלע שמשרה בין היתר עיכוב חלוקת תאים ו/או התארכותם. לפי התסריט המוצע, בשחלות הגדולות והמופרות המצוקה מתבטאת בעיכוב גדילה זמני, בשחלות הקטנות והלא מופרות המצוקה מובילה לנשירה, ואילו בשחלות ביניים שחנטו - המצוקה מובילה ראשית לעיכוב גדילה ובהמשך לנשירה עקב תחרות עם השחלות הגדולות. נשירה זו מגדילה את פרקצית הנושרים ואת השונות בגודל הנושרים. כדי לבחון נכונותן של הנחות אלו נהיה חייבים למדוד גדלים של שחלות נושרות בודדות בהיקפים גדולים ולבחון התפלגות גדלים בטיפול ובבקורת.

מהותה של המצוקה המושרית על ידי ABA עדיין לא ברורה אולם המתאם בין ירידה ברמת ACC לעלייה ברמת תעתיק ACO מציע כי כבר לאחר 4 שעות ישנה עליה בכושר סינתזת אטילן בהשפעת טיפול ABA והיא יציבה במהלך יממה לפחות. מאחר שגם ABA וגם ואתילן ידועים כ"סוכני שינוי" במצבים של עקה אנרגטית (לדוגמה במצב של היפוקסיה) העלייה בסינתזת אטילן בהחלט תומכת תמיכה ראשונית במודל ההיפוטיטי שהוצע. העלייה בכושר הסינתזה של אטילן מעלה גם אפשרות כי הנשירה היא תוצאה מעידוד התפתחות רקמת ניתוק בין הזיר לשדרה, תופעה ידועה מבוססת בספרות. העובדה שיעילות הנשירה טרום פריחה היא נמוכה, ומשתפרת לאחר חשיפת השחלה באמצעות סירוס, מציעה כי לא מדובר על השפעה ישירה על אזור העוקץ, אלא על השפעה עקיפה המתווכת על ידי תגובת השחלה. חזרה על אנליזות אלו וליווין בבדיקת הפעילות האנזימטית יעזרו לאשש את ההנחה. רצוי יהיה להגדיל את טווח הזמנים למשך יממה נוספת או יותר כדי לראות מהו גבול ההשפעה של ABA. מעניין יהיה לבחון השפעה של ABA על חנטים בקוטר 6 מ"מ שאינם מגיבים לטיפול ABA בנשירה כדי לברר אם איבדו יכולת להגיב ל-ABA בסינתזת אטילן.

השוואת תכולת הורמונים בפרחים מזנים בעלי כושר נשירה משתנה

ההבדל הבולט שנמצא בפרופיל ההורמונלי בין זנים בעלי כושר דילול גבוה לזנים בעלי כושר דילול טבעי נמוך תומך בהנחה הסבירה כי להורמוני צמיחה צפוי להיות תפקיד רגולטורי-ישיר או עקיף-בבקרת עומס הפרחים על התפוח. על רקע השפעתו של ABA אקסוגני על נשירה, הנחת המוצא הייתה כי פרחים של זנים בעלי כושר נשירה טוב עשויים להכיל רמות ABA גבוהות בהשוואה לזנים בעלי כושר נשירה פחות טוב. בהתאם להנחת המוצא, זנים בעלי כושר דילול טוב הציגו רמות נמוכות יותר של ABA מאוחסן, רמות גבוהות יותר של ABA ורמות גבוהות של תוצרי הפירוק של ABA, שעשויים להצביע על מטבוליזם ער של ABA. כל ההבדלים היו מובהקים. באופן מעניין נמדדו בפרחים של זנים אלו גם רמות ציטוקינינים ואוקסינים גבוהות יותר, למעט t-ZR שרמתו היתה גבוהה יותר דווקא בפרחיהם של זנים מוגבלי דילול טבעי.

השערה שעולה בהקשר זה היא שתערובת הפרחים שנדגמת מהאשכול ומשמשת לאנליזה היא תערובת המכילה פרחים בעלי שחלות גדולות הגדלות באופן נמרץ ומהוות מקור לרמות הגבוהות של אוקסינים וציטוקינינים שנמדדים, ושחלות קטנות שמפגרות מולן בתחרות על מוטמעים ובהן ריכוז ABA גבוה המבטא עקה ומציב אותן כמועמדות לנשירה. לעומת זאת, בזנים עם כושר נשירה מוגבל עשויה להיות אחידות גדולה יותר של דרגת

ההתפתחות של השחלות שמקטינה מחד את רמות ההורמונים מעודדי הצמיחה ורמות ההורמונים המקושרים לעקה. המשימה הראשונה בהקשר זה היא לברר את דרגת השונות בגודל הפרחים בזנים משתי הקבוצות, ואם ההנחה בדבר הבדל בדרגת השונות מתקיימת, ראוי לבחון בנפרד פרופיל הורמונלי של שחלות מקבוצות הגודל השונות.

השפעת עומס פרחים על רמת ABA בפרח ובחנט זנים ארלי סוויט ותומפסון

עלייה ברמת ABA בפרחים לקראת פריחה וירידה לקראת חנטה תועדה בגפן, על ידינו ועל ידי אחרים. מהלך דומה תועד גם בפרחי מינים אחרים. הממצא העיקרי באנליזה הנוכחית הוא הבדל מובהק ובולט ברמת ABA שתועד כשבוע לאחר דילול, לקראת פריחה, בין פרחים מתפרחות מדוללות לפרחים מתפרחות שלא דוללו, בשני הזנים שנבחנו. בניגוד להנחה המוצא שלנו, שלפיה הקלת העומס/הקטנת התחרות בתפרחת לפני הפריחה תוביל לירידה ברמת ABA בפרחים (על בסיס ההשערה שמשמש כבקר שלילי של חנטת יתר), נמצא כי רמת ABA בפרחים מאשכולות מדוללים היתה גבוהה מזו שבאשכולות שלא עברו מניפולציה. בעבר מצאנו שהקטנת מספר הפרחים משפרת באופן מובהק את מידת האחידות בגודל החנטים. יחד עם זאת, ניסיונות שונים מציעים שיש הבדל גדול בין כח המבלע של החנט לזה של הפרח. עולה האפשרות שהדילול הוביל להקטנה משמעותית של כח המבלע של התפרחת. הקטנת כח המבלע עשויה להיות מקושרת להרעת משק אנרגיה בפרחים שמתבטאת במצבים שונים בעלייה ברמת ABA.

הירידה הדרסטית ברמת ABAGE שנמדדה לא מושפעת ממהלך דילול הפרחים ויכולה להיות נעוצה בשינויים התפתחותיים בשחלה. הסבר פשוט יותר הוא שהירידה הדרסטית ברמת ABAGE עשויה לנבוע מהעדרה של הקליפטרה בדוגמאות בפריחה מלאה ואילך. לא סביר שהיא נובעת מהעדר אבקנים משום שהללו נוכחים גם בזמן פריחה מלאה. כדי לענות על השאלה יהיה צורך לעקוב אחר שינויים בתכולת הקליפטרה והשחלה בנפרד.

אורלי אורן, איתור ואפיון גורמים המשפיעים על התפתחות זטרת בגפן מאכל. 2010 עבודת מוסמך, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, ישראל

Or E, Oren, O, Halaly-Basha, T, Koilkonda, P, Shi, Z, Zheng, C. and Acheampong, A.K. (2020). Gibberellin induced shot berry formation in cv. Early Sweet is a direct consequence of high fruit set. *Horticulture research*. Accepted for publication.

<https://www.nature.com/articles/s41438-020-00388-9>

Koilkonda, P., Weksler, H., Mugzach, A., Acheampong, A.K., Zheng, C., Halaly-Basha, T. and Or, E. (2017) ABA Application during Flowering and Fruit Set Reduces Berry Number and Improves Cluster Uniformity. *Am. J. Enol. Vitic.* 68:275- 282

Shi, Z., Halaly-Basha, T., Zheng, C., Weissberg, M., Ophir, R., Galbraith, D.W., Pang, X. and Or, E. (2018). Transient induction of a subset of ethylene biosynthesis genes is potentially involved in regulation of grapevine bud dormancy release. *Plant Mol Biol.* 98:507-523.

Zheng, C., Halaly, T., Acheampong, A.K., Takebayashi, Y., Jikumaru, Y., Kamiya, Y. and Or, E. (2015). Abscisic acid (ABA) regulates grape bud dormancy, and dormancy release stimuli may act through modification of ABA metabolism. *J Exp Bot.* 66:1527-42.