

דו"ח לתוכנית מחקר מס' 430-0432-12

השפעת ABA על הבשלה, איכות הפרי ועמידותו לאחר הבציר בענבי מאכל

The effect of ABA on fruit ripening, quality and postharvest durability of table grapes

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

אמנון ליכטר (תקן) – המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מרכז וולקני (vtlicht@agri.gov.il).

אתי אור (תקן) – המחלקה להשבחת מטעים, מרכז וולקני, פיזיולוגיה של גפן

אבי צדקה (תקן) – המחלקה לעצי פרי, מרכז וולקני – חומצות אורגניות ומטבוליזם שלהם בפרי

אייל רבן (שה"מ) – שירות ההדרכה והמקצוע, יישום המחקר באיזור המרכז

פנחס סריג (הדרכה) – מו"פ הבקעה – יישום המחקר בבקעה

מיכל אורן-שמיר (תקן) – המחלקה לפרחים, מרכז וולקני – השפעות על מטבוליזם של אנטוציאנינים

יעקב וינוקור (קמ"ע) – המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מרכז וולקני – אנליזה של ABA ב-GC-MS

Amnon Lichter – Dep. Of Postharvest Science* vtlicht@agri.gov.il

Etti Or – Dep of Fruit Tree Breeding* vheittior@agri.gov.il

Avi Zadka - Dep of Fruit Tree Breeding* vhasadka@agri.gov.il

Eyal Raban – Shaham eyraban@moag.agri.gov

Pinhas Sarig – R&D Habika sarig@mop-bika.org

Michal Oren Shamir – Ornamental Horticulture* vhshamir@volcani.agri.gov.il

Yakov Vinokur - Dep. Of Postharvest Science* yvinokur@agri.gov.il

*ARO, The Volcani Center

הצהרת החוקר הראשי:

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר _____ תאריך: _____

תוכן עניינים

2	.....תקציר ומבוא
	פירוט עיקרי הניסויים:
3	.....I. השפעות ABA על ענבי SBS
4	.....II. השפעת ABA על ענבי פליים - בקעת הירדן
6	.....III. השפעת ABA על הצבע בענבי קרימסון
10	.....IV. השפעת ABA על התרככות הפיטם
10	.....V. השפעת שיטת היישום של ABA
11	.....VI. השפעת ABA על הרגישות של ענבי קרימסון לריקבנות לאחר אחסון
13	.....VII. השפעת הטיפול ב-ABA על צבירת חומצות אורגניות
13	.....VIII. פעילות אנזימטית בפרי מטופל ב-ABA
15	.....IX. רמות ABA בפרי
17	.....דיון וסיכום עם שאלות מנחות

תקציר מדעי

ABA הוא הורמון מרכזי בהבשלה של ענבי מאכל ורמתו עולה בשלב הבוחל. בעיית התפתחות הצבע בענבים נובעת בעיקר מהקושי לצבור אנטוציאנינים באקלים החם בישראל. בניסויים שקדמו לתכנית המחקר הוכחה יעילות הטיפול ב-ABA לשיפור הצבע בענבים אדומים. תכנית המחקר עוסקת בהיבטים שונים של יישום התכשיר שלא קיבלו תשומת לב מספיקה במהלך רישוי התכשיר לענבי מאכל בישראל ובעולם. בתכנית המחקר הנוכחית הוכח והודגם כי:

- ברמה המתודולוגית ניתן לעשות שימוש בטכנולוגיית המולטיפלקס לכימות מהיר של השפעת הטיפול ב-ABA על הצבע בענבים הן במעבדה והן בכרם; ב. הוטמעה שיטה לבדיקת ABA בפרי באמצעות LC/MS; ג. ההבדלים ברמות ה-ABA האנדוגניות לא היו במתאם ליעילות הטיפול האקסוגני שהעלה את רמת ה-ABA פי 10 ויותר; ד. בסקר יעילות הטיפול ב-ABA ברמת היישום של 9 מגדלים, הוכח כי הטיפול שיפר את הצבע אצל כל המגדלים; ה. השלב שבו התקבלה יעילות גבוהה של הטיפול היה ב-~50% שבירת צבע ברמת הענב, וכאשר אחוז הענבים שלא עברו התרככות היה נמוך מ-25% - כל שלבי ההבשלה של האשכול היו רגישים לטיפול אך השלב שהושפע יותר היה כאשר האשכול היה בשלבים מתקדמים של שבירת צבע; ו. הטיפול ב-ABA החמיר בכ-25% את רמת התרככות הפיטם בענבי קרימסון ובניסויים בהם השפעת הטיפול הייתה רבה, גם על מוצקות הפרי; ז. כאשר השפעת הטיפול ב-ABA הייתה גבוהה, הייתה החמרה של הריקבנות באחסון, לכן מומלץ שלא לאחסן אשכולות שנמצאים בשלב הבשלה מתקדם מאד; ח. לא היו השפעות מובהקות של הטיפול ב-ABA על מטבוליזם החומצות האורגניות בפרי; ט. לא הייתה ל-ABA השפעה על רמת הסוכרים ב-SBS כמו גם בזנים אדומים; י. ניתן לגדל 'פליים' בבקעת הירדן במידה ונעשה שימוש ב-ABA; יא. בתנאי בשילוב עם אתרל, ניתן להפחית את רמות ה-ABA הדרושות לשיפור הצבע; יב. ניתן ליישם ABA בנפח מופחת בתנאי שמעלים את ריכוז התכשיר באופן פרופורציונלי. בנוסף, למסקנות היישומיות להלן, המחקר איפשר תובנות לגבי מנגנון צבירת הסוכר בענבים שיפורסמו בנפרד.

מבוא

חומצה אבציסית נחשבת כיום כהורמון מרכזי בהבשלה בענבים (Coombe and Hale, 1973; Davies and Bottcher, 2009). רמת ה-ABA החופשי היא גבוהה בשלבים ההתפתחותיים המוקדמים, יורדת לפני הבוחל ועולה

לרמה גבוהה במקביל לעלייה ברמת הסוכר והתפתחות הצבע. הפיתוח של תכשיר מסחרי של ABA, פרוטון איפשר יישום אקסוגני של ABA הוכח כמשמעותי ביותר לשיפור התפתחות צבע בענבים (Peppi et al., 2006; Cantin et al., 2007; Fidelibus and Peppi, 2008; Peppi et al., 2008; Peppi and Fidelibus, 2008b, a). התכשיר עבר רישוי בישראל ובעולם ב-2010 אך קיימות שאלות פתוחות לגבי יעילותו והשפעתו על איכות ענבים. מטרת מקוריות:

1. להטמיע שיטה למדידה כמותית של ABA אנדוגני ולבחון את היחס ליעילות הטיפול.
2. לבחון השפעת הטמפרטורה על יעילות הטיפול ב-ABA במערכת של ענבים מנותקים.
3. לבחון האם ABA גורם לפירוק מוגבר של חומצה מאלית.
4. לבחון האם רמות גבוהות של ABA גורמות לשינויים במוצקות הפרי.
5. לבחון האם יישום ABA לפני או לאחר הבציר גורם להתפתחות מואצת של בוטריטיס.
6. לבחון האם ABA גורם להאצת ההבשלה גם בענבים ירוקים.
7. לפתח פרוטוקולים ליישום של ABA באזורים מבכירים.

תוצאות

I. השפעת ABA על ההבשלה בענבי SBS

במכלול ההשפעות של ABA על ההבשלה בענבים ידוע כי הוא מקדם את ההבשלה בצבע בענבים אדומים ויש לו השפעות שטרם הוכחו על פירוק חומצה. ענבי SBS חשובים במיוחד להקדמת הבשלה בבקעת הירדן. לכן, מטרת הבדיקה הייתה לבחון האם ABA מקדם את ההבשלה בענבי SBS. בניסוי שנערך ב-2010 (במימון ביניים של שולחן גפן במועצת הצמחים) נמצא כי לא היו השפעות של הטיפול ב-ABA על מדדי ההבשלה הסטנדרטיים בזן SBS. לא היו גם השפעות של הטיפול על מדדי האחסון לאחר חודש של אחסון בקירור. לעומת זאת רמת הריקבונות הטבעית הייתה גבוהה יותר בטיפולים של 400 ו-600 ח"מ ABA לעומת ביקורת וטיפול ב-200 ח"מ (רמות של 39 ו-42% ריקבון לעומת 23 ו-21%, בהתאמה). בניסוי שנערך ב-2012 היישום של ABA היה ב-15 למאי בבוחל מוקדם בריכוזים של 300 או 600 ח"מ עם 0.025% טריטון. הדגימה ב-10.6.12 כללה 15 מקטעי אשכולות ב-4 חזרות. על פי התוצאות שהתקבלו (טבלה 1.1) לא הייתה השפעה מובהקת של הטיפול ב-ABA על רמת הסוכר אבל הייתה הפחתה מובהקת של אחוז החומצה ולכן סביר להניח שתחושת המתקות הייתה טובה יותר. לא היו השפעות על המוצקות ומשקל הפרי אבל נראה כאילו היו השפעות על קוטר הפרי בריכוז הגבוה של ABA. בניסוי שנערך ב-2013 בוצע יישום כפול של 600 ח"מ ABA ב-29.5.13 וב-5.6.13 כאשר אחוז הסוכר היה 14 ו-16% בהתאמה והבציר היה ב-16.6.2013 (טבלה 1.2). הניסוי בוצע באיחור של כשבועיים עד 3 שבועות יחסית לתכנית כן שהדבר היחיד שניתן ללמוד עליו הוא האם למינן גבוה ומאוחר של ABA יש השפעה כלשהיא על איכות הגרגר. הפרי הגיע במצב הבשלה מתקדם (רמת חומצה של 0.28% יחסית לרמת חומצה של 0.46 בביקורת 2012) כן שלא היה טעם בהמשך בדיקות מעמיקות יותר של ההשפעות הפיזיולוגיות האפשריות של הטיפול.

המסקנות מהניסויים שנערכו ב-2010, 2012 ו-2013 הם ש-ABA אינו מקדם את ההבשלה ברמת הסוכר. התוצאות ב-2010 מלמדות שלטיפול ב-ABA עלולה להיות השפעה שלילית על התפתחות ריקבונות במהלך האחסון. התוצאות ב-2012 מלמדות של-ABA עשויה להיות השפעה על אחוז החומצה. התוצאות ב-2013 מלמדות כי טיפול

ברמה גבוהה של ABA בשלבים מאוחרים של ההבשלה אין השפעות על מדדי ההבשלה או על מראה הפרי. המסקנה עד כה היא כי אין לטיפול ערך יישומי.

טבלה 1.1 השפעת ABA על ההבשלה בענבי SBS – תוצאות 2012.

משקל		קוטר		מוצקות		חומצה		TSS		
7.7	A	22.9	B	308	A	0.46	A	14.9	A	ביקורת
8.1	A	23.3	AB	303	A	0.41	B	16.6	A	ABA300
8.6	A	23.9	A	293	A	0.41	B	15.7	A	ABA600

טבלה 1.2 : השפעת ABA על ההבשלה בענבי SBS – תוצאות 2013.

משקל		קוטר		מוצקות		חומצה		TSS		
7.3	A	22.2	B	333	A	0.28	A	16.1	A	ביקורת
7.5	A	23.5	A	330	A	0.28	A	16.4	A	ABA600

II. השפעת ABA על הצבע בפליים - בקעת הירדן

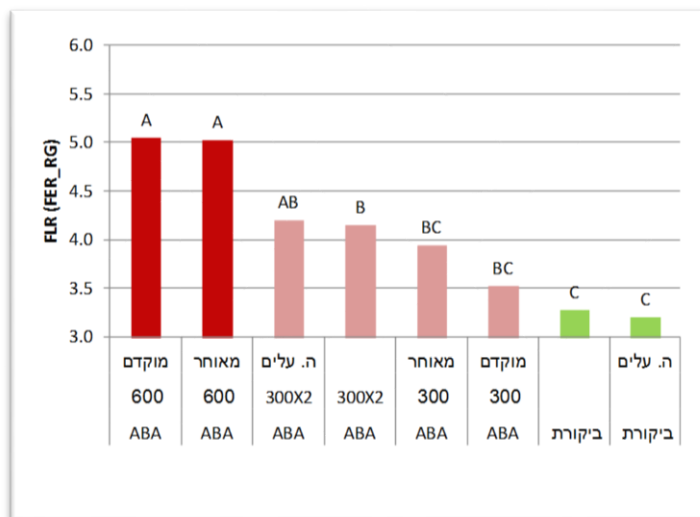
ב-2010 ניטעה בחוות גלגל חלקה חדשה של פליים ועליה התבצעו ניסויים ב-2012 ו-2013. הטיפולים ב-2012 מפורטים בטבלה 2.1. כל ריסוסי ה-ABA עם טריטון 0.025% נערכו בשעות הבוקר המוקדמות. הריסוסים התבצעו על ידי מרסס גב בהרטבה מליאה של הפרי. מועד I – עם התחלת התרככות הגרגר, מועד II – לאחר שבוע. טיפול הסרת עלים התבצע במועד II. ב-10.6.12 בוצעו אנליזות מולטיפלקס על הפרי בכרם ברמה של 5 אשכולות לחזרה ב-4 חזרות ובוצעו דגימות למדדי הבשלה על חלק מהטיפולים (לא מובאות). הפרי נבצר ב-17.6.2012 בכמות של קרטון שכלל 15 אשכולות לחזרה ובוצעו עליו בדיקות של צבע המיץ (בספקטרופוטומטר בליעה של 520 נ"מ), משקל הגרגר (100 גרגרים), חומצה, סוכר, מוצקות (גר' מ"מ) והתפתחות ריקבונות באחסון. אנליזות מולטיפלקס בוצעו במעבדה על חלק מהטיפולים לאישור התוצאות ההקדמיות). להסבר מפורט יותר על השיטה ראה (ליכטר וחוב', עלון הנוטע – אוגוסט 2012).

בביקור בכרם ב-10.6.2012 – אפשר היה להתרשם מהשפעה חיובית של הטיפול ב-ABA. תוצאות הדגימה במולטיפלקס ב-10.6.12 בכרם מובאות באיור 2.1 על פי מדד FER_RG שמצוי בקורלציה עם רמות אנטוציאנינים בענבים. על פי התוצאות אפשר להתרשם מההשפעה החיובית המובהקת של ABA בריכוז של 600 ח"מ הן במועד המוקדם והן במועד המאוחר. טיפול הביקורת וטיפול הסרת העלים נתנו את המדידות הנמוכות ביותר. הטיפול ב-300 ח"מ ABA במועד הראשון או השני לא היה שונה במובהק מהביקורת בעוד שהטיפול הכפול ב-300 ח"מ במועד היישום הראשון ובמועד היישום השני נתן תוצאות ביניים טובות מהביקורת אך פחותות בהשוואה לטיפול בריכוז הגבוה. הורדת העלים לא שיפרה את צבע הפרי. בדגימות של הפרי במעבדה לאחר הבציר ב-17.6.12 אפשר להתרשם מרמות סוכר גבוהות והשפעה של רמת ה-ABA הגבוהה על הפחתה בחומצה בפרי (טבלה 2.1). לא הייתה השפעה ממשית של הטיפולים על המשקל, קוטר הפרי והמוצקות שלו. באנליזה של צבע המיץ המסונן מרסק הפרי נמצאה התאמה טובה לאנליזת המולטיפלקס (איור 2.2). עקב תוצאות חריגות בחזרה הראשונה, בוצע ניתוח של 3 חזרות ועל פיו אפשר לראות כי טיפולי הביקורת נבדלו מכל טיפולי הביניים ב-ABA ואלה נבדלו מרמות ה-ABA הגבוהות. בטיפול המאוחר ב-600 ח"מ ABA רמת הצבע הייתה מעט גבוהה יותר אבל זו עשויה להיות גם

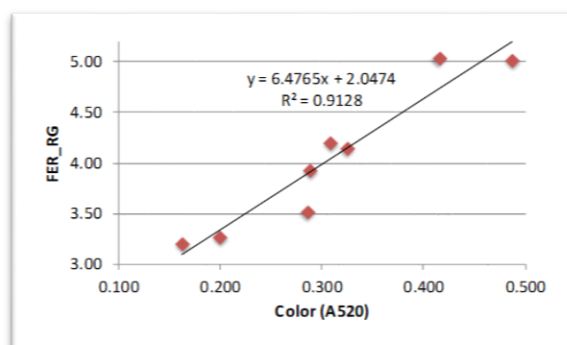
פונקציה של הדגימה. טיפול הורדת העלים לא השפיע על צבע הפרי אבל במדידות מולטיפלקס נמצאו הבדלים מובהקים במדד ה-FER-RUV הנמצא בקורלציה לרמת הפלבנוואידים בפרי. תוצאה זו היא הגיונית מאחר וידוע כי קרינת UV גורמת לעלייה ברמת הפלבנוואידים בענבים. תוצאות האחסון (טבלה 2.2) הראו שלא היו הבדלים מובהקים או עקביים בין הטיפולים ברמת הרגישות לריקבון או המוצקות.



תמונה 2.1. ימין: ענבי פליים מטופלים ב-ABA (600 ח"מ – יישום מאוחר). שמאל: ביקורת.

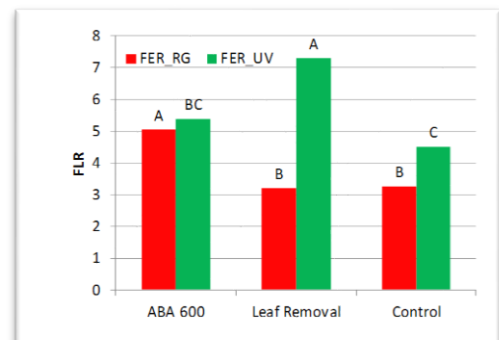


איור 2.1: השפעת טיפולים בכרם 'פליים' על רמת האנטוציאנינים כפי שנמדדה באמצעות מכשיר המולטיפלקס במדד FER_RG. מדד זה מייצג יחסי פלורסצנציה באורכי גל שונים. 'ה. עליים' – הורדת עליים במועד היישום המאוחר של ABA.



איור 2.2: המתאם בין ממוצעי דגימות המולטיפלקס במדד FER_RG לצבע המיץ בספקטרומטר.

איור 2.3: השוואה של רמות הפלבנוואידים בפרי כפי שנמדדו באמצעות מכשיר המולטיפלקס במדד FER-UV לרמות האנטוציאנינים כפי שנמדדו על יד מדד FER_RG.



טבלה 2.1: השפעת הטיפולים על מדדי הבשלה ב-17.6.12.

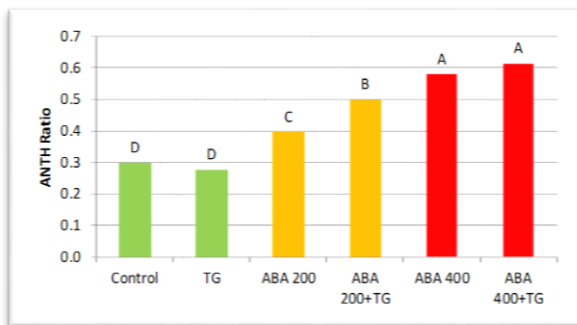
חומר	ריכוז	מועד	TSS	חומצה	מוצקות	קוטר	משקל גרגר
ABA	600	מוקדם	20.7	0.38	355	AB	4.2
ABA	600	מאוחר	20.4	0.41	356	A	4.0
ABA	300X2	ה. עלים	19.6	0.49	353	ABC	3.7
ABA	300X2		20.4	0.48	377	AB	3.8
ABA	300	מאוחר	20.7	0.51	361	C	3.4
ABA	300	מוקדם	20.7	0.50	353	BC	3.5
ביקורת			20.9	0.52	338	BC	3.5
ביקורת		ה. עלים	19.8	0.51	342	ABC	3.7

טבלה 2.2: השפעת הטיפולים על התפתחות ריקבנות לאחר אחסון של חודש (9.7.12) ו-3 ימים בחיי מדף. האחסון התבצע ב-4 חזרות של 1.5 ק"ג לחזרה. בוצעו גם מדידות מוצקות על הפרי הבריא.

מוצקות	ריקבון (%)	חומר	ריכוז	מועד	מוצקות
316	8.5	ABA	600	מוקדם	ABA
285	6.6	ABA	600	מאוחר	ABA
318	11.9	ABA	300X2	ה. עלים	ABA
324	7.9	ABA	300X2		ABA
313	6.1	ABA	300	מאוחר	ABA
315	4.4	ABA	300	מוקדם	ABA
326	7.0	ביקורת			ביקורת
316	5.7	ביקורת		ה. עלים	ביקורת

III. השפעת ABA על הצבע בענבי קרימסון

ניסוי 1 – חלקת שחף דודאי בלכיש

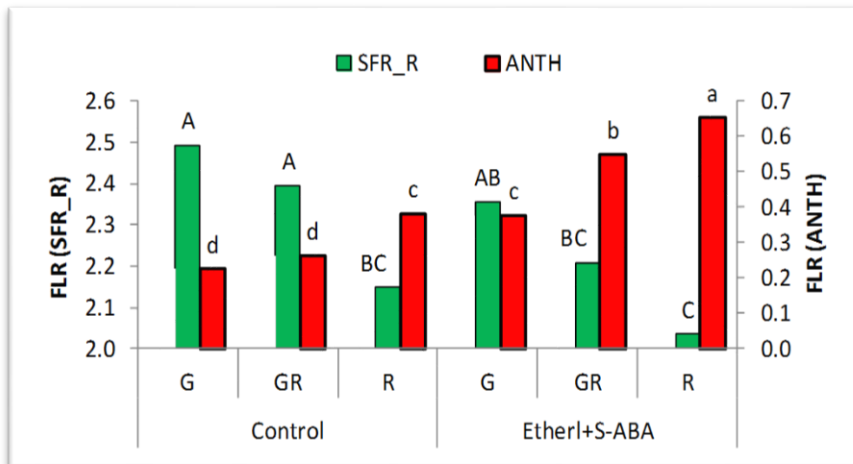


הניסוי נערך על ידי ריסוס ABA ב-8.7 ב-4 חזרות על 3 גפנים לחזרה. הדגימה נערכה בכרם באמצעות מכשיר מולטיפלקס ב-21.7 על 10 אשכולות לחזרה והתוצאות מובאות על פי מדד ANTH. התוצאות (איור 3.1) מראות על השפעה מובהקת של ABA. הניסוי מראה השפעה מובהקת גם בטיפול ב-200 ח"מ ABA למרות שברמה המסחרית הצבע בטיפול זה אינו מספק.

איור 3.1. השפעת ABA על התפתחות הצבע בענבי קרימסון (TG הוא תוסף מסחרי חסוי).

ניסוי 2 – השפעת מצב ההבשלה על התגובה ל-ABA. הזן קרימסון עלול לסבול מחוסר אחידות הן ברמת הגרגר והן ברמת האשכולות בכרם. שאלת המחקר הייתה מה התגובה של אשכולות ב-3 מצבים פנולוגיים לטיפול ב-ABA+אתרל. הניסוי נערך בכרם הסובל בד"כ מהתפתחות צבע ירודה בבקעת קדש. סומנו 25 אשכולות בצבע ירוק G (גרגר רך), שבירת צבע – GR, וצבע חלקי או מלא ברוב האשכול – R. האשכולות רוססו ב-15 לאוגוסט ב-

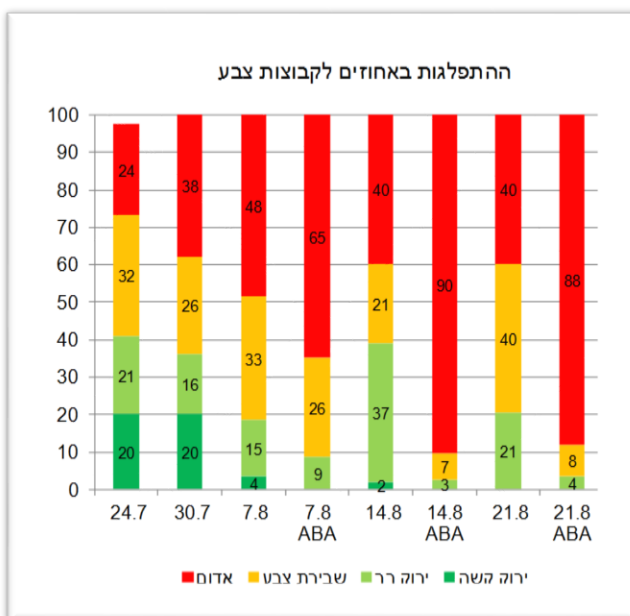
300 ח"מ ABA ואתרל (480 ח"מ עם טריטון, 0.025%) והמדידות בוצעו לאחר 17 יום בכרם על ידי מולטיפלקס במדד ANTH (אנטוציאנינים) ו-SFR_R (כלורופיל). אשכולות ביקורת במצבים זהים לא רוססו כלל. התוצאות מראות כי לא היה שינוי מובהק במדד ה-SFR_R בביקורת לעומת הטיפול בשלבי ה-G וה-R (איור 3.2). לעומת זאת במדד ה-ANTH היה שינוי מובהק בכל קטגוריית צבע כאשר השינוי העיקרי היה בקטגוריית האשכולות בשבירת צבע (יחס של 2.1 לעומת יחס של 1.7 טיפול לעומת ביקורת ב-GR לעומת G ו-R, בהתאמה).



איור 3.2: השפעת שלבי הבשלה על התפתחות צבע בענבי קרימסון – בקעת קדש. G-אשכולות בצבע ירוק (גרגר רך), GR – אשכולות בשבירת צבע, R – צבע מלא ברוב האשכול.

ניסוי 3 – השפעת טיפול משולב ב-ABA ואתרל – לכיש ובקעת קדש.

טיפול משולב ב-ABA ואתרל הוכח כבר בעבר כסינרגיסטי בכך שהוא מאפשר להוריד את ריכוז ה-ABA ובכך את עלות הטיפול. מטרת הניסוי הייתה לבחון מה ההשפעות הפיזיולוגיות הנוספות של הטיפול על איכות הפרי, כולל החומצה, המוצקות והעמידות לרקבונות באחסון. ברמת צבע הגרגרים אפשר לראות ב-3 הניסויים השפעה מובהקת של ABA אבל בבקעת קדש מדובר בהשפעה מועטת (טבלה 3.1). ההשפעה של אתרל ניכרה בשני ניסויים אבל גם כאן לא מדובר בשיפור משמעותי מבחינה מסחרית. בטיפול המשולב הייתה השפעה משמעותית בניסוי בלכיש ובניסוי ב' בבקעת קדש בו נעשה שימוש בריכוז כפול של אתרל. הטיפול המשקי היה זהה באיכותו לטיפול במסגרת הניסוי.



בבחינה של מהלך ההבשלה לפני ואחרי הטיפול (איור 3.3) בלכיש אפשר להתרשם כי במועד הטיפול 36% מהגרגרים היו בצבע אדום לעומת שבועיים 90% מהגרגרים היו בצבע אדום לעומת 40% בביקורת. לאחר 3 שבועות הוכפלה הפרופורציה של גרגרים בשבירת צבע בביקורת אבל לא הייתה התקדמות באחוז הגרגרים האדומים. בבחינה של השפעת ABA על רמת החומצה התוצאות היו מורכבות (טבלה 3.2).

איור 3.3. התפלגות גרגרים לקטגוריות צבע במהלך ההבשלה ולאחר טיפול ב-ABA בקרימסון (לכיש).

בלכיש נמדדה ירידה בחומצה רק בטיפול המשולב ב-ABA ואתרל. רמת החומצה בכרם בבקעת קדש (ניסוי א') הייתה גבוהה באופן יוצא דופן והטיפול ב-ABA הוריד את רמת החומצה באופן מובהק אבל מאחר ולא הייתה התאמה לטיפול המשולב, אמינות התוצאות מוטלת בספק. בניסוי ב' נרשמה השפעה מובהקת של הטיפול המשולב.

טבלה 3.1: השפעה של ABA ואתרל על הצבע במדד ANTH במולטיפלקס ב-3 ניסויים (בבקעת קדש- ניסויים סמוכים באותו כרם).

1. בלכיש ובניסוי א' בבקעת קדש ריכוז ה-ABA היה 400 ח"מ ובשילוב עם אתרל – 200 ח"מ. בניסוי ב' ריכוז ה-ABA היה 400 ח"מ. הטיפול המשקי זהה לטיפול המשולב בניסוי ב'.
2. בלכיש ובניסוי א' בבקעת קדש ריכוז האתרל היה 480 ח"מ ובניסוי ב' 960 ח"מ.
3. שלב היישום (30.7.12) בניסוי בלכיש היה החלפת צבע של 50% מהאשכולות כאשר 60% או יותר מהגרורים היו בהחלפת צבע. תאריך הבדיקה ב-21.8.12.
4. שלב היישום (21.8.12) בניסוי בבקעת קדש היה כאשר אחוז הגרורים בשבירת צבע ומעלה היה 64%, אחוז הסוכר היה כ-15% ואחוז החומצה כ-1.2%. תאריך הבדיקה היה ב-5.9.12.

	בקעת קדש		לכיש		
	ניסוי ב'	ניסוי א'	ניסוי ב'	ניסוי א'	
ביקורת	C 0.27	D 0.20	D 0.33		
ABA	B 0.32	C 0.24	AB 0.57		
Ethrel	B 0.32	CD 0.23	C 0.42		
ABA+Ethrel	A 0.45	B 0.30	A 0.59		
ABA+Ethrel	A 0.44		משקי		

טבלה 3.2 : השפעות על ריכוז חומצה בבציר בבקעת קדש ב-23.10.12.

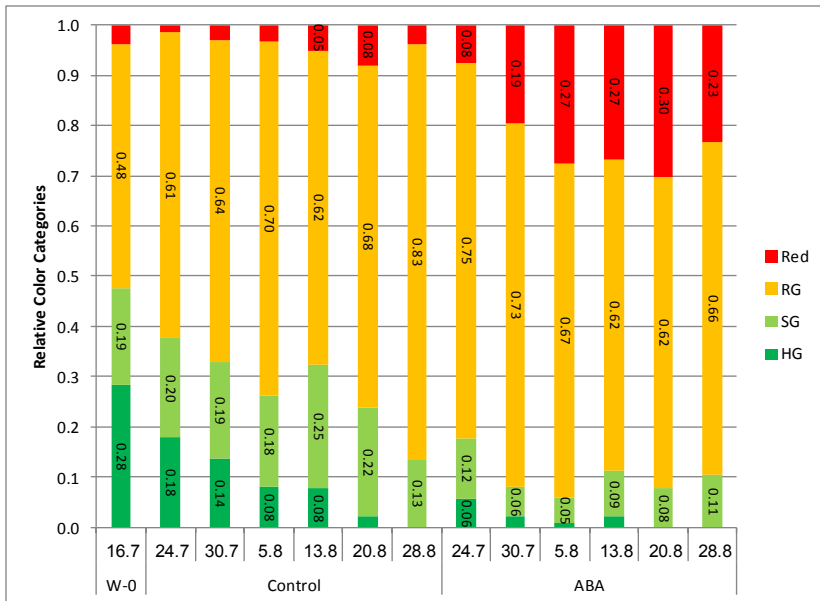
בקעת קדש – ניסוי ב'				בקעת קדש – ניסוי א'				לכיש				
Acid		TSS		Acid		TSS		Acid		TSS		
A	1.07	A	18.4	A	1.01	B	17.1	AB	0.72	AB	16.7	ביקורת
A	0.96	A	18.7	B	0.52	A	18.7	ABC	0.67	B	15.2	ABA
				A	0.91	A	18.6	A	0.76	AB	15.5	Ethrel
B	0.69	A	19.1	A	0.88	AB	17.8	C	0.62	A	17.1	ABA+Ethrel

לא היו השפעות על המוצקות או גודל הגרגר.

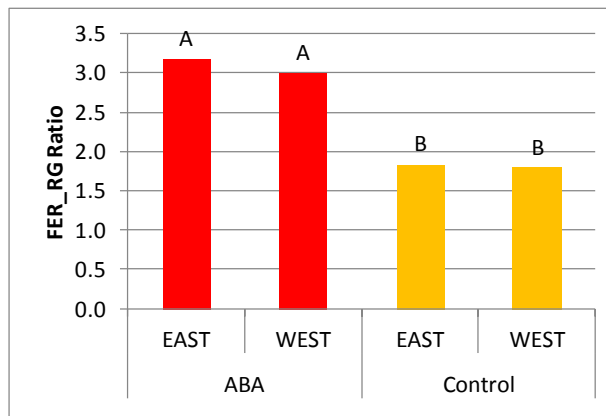
ניסוי 4. הקינטיקה של השפעות ABA על הצבע ועל מדדי ההבשלה

מרבית הניסויים שנערכו עד כה בחנו את השפעת ABA במועד הבציר. מטרת הניסוי העיקרית הייתה לבחון את ההשתנות של מדדי ההבשלה ממועד היישום ועד לבציר. הניסוי נערך על כרם קרימסון בן 4 במושב פתחיה. יישום ABA היה בריכוז של 600 ח"מ עם 0.025% טריטון ב-4 חזרות של 3 גפנים לאורך שורה אחת עם 4 חזרות של ביקורת שרוססה בטריטון בלבד. דגימות נלקחו מ-20-15 אשכולות לאורך 6 שבועות. הדגימות חולקו ל-4 קטגוריות: HG – ירוק קשה, SG – ירוק רך, RG – שבירת צבע, R – אדום. הדגימות נבדקו לסוכר, חומצה, גודל גרגר, מוצקות וקוטר גרגר. במועד היישום ב-16 ליולי כמחצית מהענבים היו ירוקים ו-28% מהגרורים היו בשלב טרום-בוהל (איור 3.4). כשבוע לאחר הטיפול אחוז הגרורים הירוקים בביקורת היה 38% לעומת 18% בטיפול. במועד הדגימה הסופי אחוז הגרורים הירוקים בביקורת ובטיפול היה דומה (13 ו-11%, בהתאמה). בביקורת הייתה עלייה איטית מאד באחוז הגרורים האדומים והשיא במספרם היה שבוע לפני מועד הדגימה הסופי (8%). גם בטיפול השיא במספר הענבים האדומים היה באותו מועד (30%). גם בטיפול וגם בביקורת הקטגוריה העיקרית של הפרי הייתה של שבירת הצבע אך לא התבצע תיעוד של אחוז הכיסוי של הצבע בקטגוריה זו. בכל מקרה הרושם היה שתגובת הכרם לטיפול הייתה בינונית למדי בהשוואה לניסויים אחרים ולא הייתה ברמה מספקת מבחינה מסחרית.

איור 3.4: השתנות הצבע בכרם קרימסון במושב פתחיה לאחר יישום ABA. יישום ABA התבצע ב-16.7.13 ובוצע מעקב שבועי אחר השתנות קטגוריות הצבע. המדגם היה של 1.5-1.8 ק"ג וכלל דגימות מ-15-20 אשכולות. קטגוריות הצבע של הפרי היו: HG – ירוק קשה, SG – ירוק רך, RG – שבירת צבע, R – אדום.



איור 3.5: השפעת ABA על הצבע של ענבי קרימסון (פתחיה) במפנה מזרחי או מערבי. המדידה נעשתה בכרם באמצעות מולטיפלקס במדד FER_RG על 50 אשכולות לטיפול.



למרות זאת, על מובהקות השפעת הטיפול אפשר ללמוד מבדיקות בכרם שנערכו שבועיים לאחר היישום באמצעות מכשיר המולטיפלקס במדד האנטוציאנינים – FER_RG (איור 3.5). נתון נוסף המלמד על יעילות הטיפול היה ש-88% מהאשכולות המטופלים היו עם ערכי מדד גבוהים מ-2 לעומת 20% בביקורת. ניסוי זה מלמד גם שלא היה הבדל בתגובת האשכולות לטיפול בין מפנה מזרחי למפנה מערבי – כלומר חשיפה מוגברת לשמש בבוקר או בערב.

בחינת השפעות של הטיפול ב-ABA על משקל גרגר, סוכר וחומצה התבצעה לכל קטגוריית צבע ולכל אחד מ-7 מועדי הבדיקה בנפרד (תוצאות מובאות בדו"ח שנה שנייה). בממוצע הכולל ניתן לסכם שלא היו השפעות משמעותיות של הטיפול על גודל גרגר או על רמת הסוכר. לעומת זאת, אחוז החומצה הממוצע (של כל מועדי הדגימה וכל קטגוריות הצבע) היה 0.43% לעומת 0.39% בביקורת. להבדל בסדר גודל זה לא צריכה להיות השפעה משמעותית על איכות הטעם של קרימסון בעיקר בזכות רמת הסוכר הגבוהה המקובלת בזן זה (17-19%).

IV. השפעת ABA על התרככות הפיטם

תופעה ידועה בענבי קרימסון היא 'התרככות הפיטם'. התופעה אינה מתועדת בספרות והיא יכולה לבוא לידי ביטוי נמוך או גבוה ולמרות שלא נערך מעקב מסודר אחר התופעה נראה שהיא מתגברת עם ההבשלה. אחת משאלות המחקר הייתה כיצד הטיפול ב-ABA משפיע על תופעה זו. לצורך כך נבדקה שכיחות התופעה בשני כרמים ברמה של אחוז האשכולות בהם נצפתה התופעה. על פי התוצאות משני הכרמים הייתה עלייה ברמת התרככות הפיטם בטיפולים למרות ששכיחות התופעה בביקורת הייתה גבוהה מאד (טבלה 4). אחוזי הגרגרים שעברו התרככות נמדדו בכל כרם נמדדו בביקורת ונמצאו ערכים של 19% בכרם H ו-41% בכרם U. מוצקות הפרי הלא פגוע עמדה על ערכים של 350-370 גר'מ"מ לעומת 290-300 גר'מ"מ בפרי הפגוע. נראה כי הטיפול ב-ABA מחמיר במידה מסוימת את התופעה בכרמים שבהם היא קיימת אולם לא ידוע האם יש החמרה בתופעה בכרמים שבהם אין התרככות פיטם.

טבלה 4.1: אחוז אשכולות עם התרככות פיטם. ביקורת לעומת טיפולים עם פרוטון.

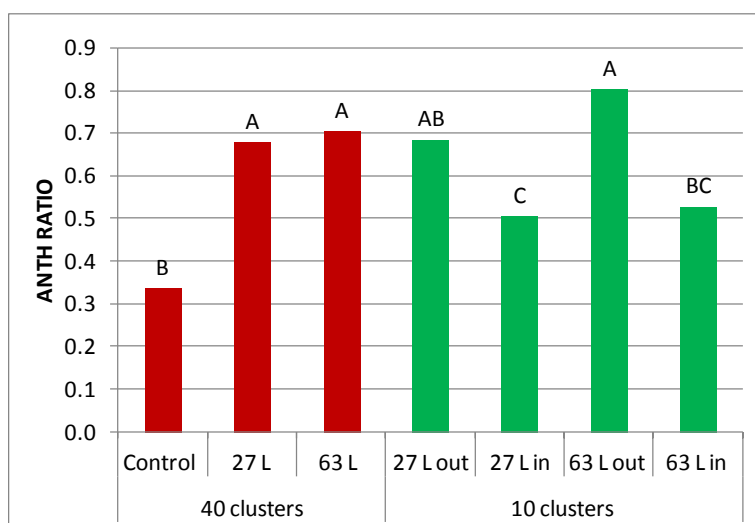
Vineyard		Vineyard		
U	SD	H	SD	
64.8	12.0	69.8	14.8	Control
85.2	9.4	82.5	21.8	ABA

V. השפעת שיטת היישום של ABA

היישום המומלץ של ABA הוא בריסוס מכוון לאשכולות עד נגירה בנפח של 120 ליטר לדונם או יותר. זוהי שיטה שדורשת ביצוע על ידי 3 אנשים (טרקטוריסט ושני רססים) ונפח יישום גדול שכרוך גם בעלויות גדולות יותר ברמת החומר. מטרת הניסוי הייתה לבחון יישום ABA בנפח מופחת של 27 ליטר לדונם או בנפח של 63 ליטר לדונם בעזרת מרסס משקי עם דיזות מוכוונות לאשכולות. בשני המקרים כמות החומר לדונם הייתה זהה. מטרה משנית הייתה לבחון האם יש הבדל בשיטות הריסוס בצבע האשכול בצד הפונה לגפן לעומת הצד הפונה למרכז השורה. הניסוי נערך בכרם קרימסון במושב לכיש. הריסוס היה על ידי מרסס משקי עם דיזות מכוונות לאשכולות. המדידות היו באמצעות מכשיר מולטיפלקס במדד ANTH. התוצאות הראו שלא היה הבדל בצבע האשכולות שרוססו בנפח מופחת או בנפח בינוני ובשני המקרים הצבע החיצוני של האשכולות היה טוב, הן בקנה מידה מסחרי והן בהשוואה לביקורת (איור 5.1 וטבלה 5.1). לעומת זאת, הצבע הפנימי של האשכולות היה נמוך במובהק מהצבע החיצוני ולא הייתה השפעה של נפח הריסוס. מבחינת מדדי ההבשלה הפרי המטופל התאפיין במוצקות נמוכה יותר, אחוז חומצה נמוך יותר וצבע מיץ כהה יותר (טבלה 5.1). נראה שהיו גם הבדלים במשקל גרגר ובאחוז סוכר בין הביקורת לטיפולים אך הם לא היו מובהקים.

טבלה 5.1: מדדי הבשלה של ענבי קרימסון מטופלים ב-ABA+אתרל בנפח נמוך ובינוני.

צבע מיץ (OD ₅₂₀)	חומצה %	כמ"מ בריקס	מוצקות גר'מ"מ	קוטר (מ"מ)	משקל גרגר (גר')	
0.135	0.79	17.0	427	19.8	5.6	ביקורת
0.817	0.66	18.2	379	20.6	6.4	נפח נמוך (27 ל')
0.866	0.64	18.0	374	20.6	6.4	נפח בינוני (63 ל')

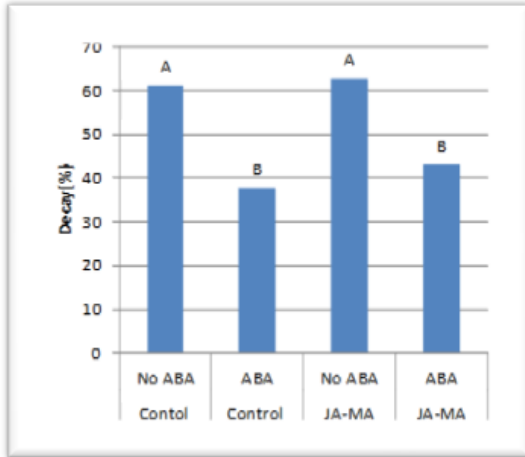


איור 5.1: השפעה של ABA ואתרל ביישום בנפח תרסיס של 27 או 63 ליטר לדונם. כמות החומר לדונם הייתה קבועה: 240 גר' פרוטון (240 גר' לדונם על בסיס 120 ליטר ביישום מכוון ברובים) ו-120 סמ"ק לדונם אתרל לפי ריכוז של 0.1% ביישום המדידות נערכו בכרם (1.8.2013) באמצעות מכשיר מולטיפלקס במדד ANTH. לבחינת ההבדל בהשפעת שני סוגי הטיפול נדגמו 40 אשכולות ב-4 חזרות. לבדיקת ההבדל בצבע הפנימי או החיצוני של האשכול הבדיקות נערכו על 10 אשכולות ב-4 חזרות.

VI. השפעת ABA על הרגישות של ענבי קרימסון לריקבונות לאחר אחסון

ניסוי 1. אחת משאלות המחקר הייתה כיצד משפיע הטיפול ב-ABA על עמידות הפרי לאחסון. הניסוי התבצע על פרי מכרם בבקעת קדש. הכרם סבל מצבע ירוד ששופר באופן חלקי בלבד על ידי הטיפול ב-ABA. ביצוע הניסוי נדחה עקב הצבע הירוד ובסופו של דבר התבצע ב-28.10.12. העובדים הונחו לבצור את האשכולות עם הצבע הטוב ביותר בכל טיפול אבל הפרי המטופל היה בצבע מתקדם יותר לעומת הביקורת. הפרי אוחסן בקירור עם או בלי אווירה מתואמת במיכלי אחסון (Janny, France). האחסון היה עד ה-16.12.12 (כ-6 שבועות) ולאחר ההוצאה מקירור הפרי היה במצב ירוד מבחינת המדדים הפיזיולוגיים המקובלים ללא הבדל משמעותי בין הטיפולים (תוצאות לא מוצגות). בספירה של התפתחות ריקבונות יום לאחר הוצאה מקירור היה הבדל מובהק בין הביקורות לטיפולי ה-ABA שהתבטא בהפחתה של הריקבון מ-60% ל-40% בפרי המטופל ב-ABA. תוצאה זו עשויה לנבוע מהחומציות הגדולה יותר של הפרי הלא מטופל שהפכה אותו לרגיש יותר לריקבונות.

ניסוי 2. הניסוי נערך על ענבי קרימסון מפתחיה והפרי אוחסן בקירור למשך כ-80 יום. אחוזי הפרי הרקוב היו נמוכים מאד ביחס לזמן האחסון (טבלה 6.1). הנגיעות חולקה על פי קטגוריית הצבע של הפרי הנגוע לפרי ירוק או אדום ועל פי גורמי הנגיעות לבוטריטיס ו'אחרים' (פניציליום ואלטרנריה). התוצאות מראות שלא היו הבדלים באחוז הריקבונות בפרי הירוק. לעומת זאת, בענבים האדומים אחוז הריקבונות היה גבוה יותר בטיפול לעומת הביקורת.



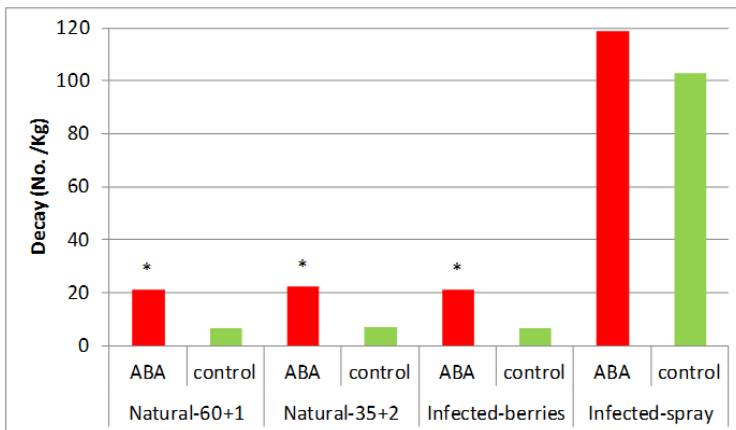
ניסוי 3. הניסוי היה על ענבי קרימסון מכרם בלכיש. באחסון של מדגם פרי מהתחלת אוגוסט למשך חודשיים אפשר להתרשם מרגישות גבוהה יותר לריקבון של הפרי המטופל ב-ABA וכן"ל גם בבציר מסוף אוגוסט למשך 5 שבועות (איור 6.2). במדגם מקביל בנוכחות גרגרים נגועים בבוטריטיס לא היו הבדלים באחוז הריקבונות. בשלושת המקרים לא מדובר על רגישות גבוהה מאד לריקבונות בהתחשב במשך האחסון. בריסוס של הענבים בנבגי בוטריטיס לפני האחסון אפשר להתרשם ממספר גבוה מאד של גרגרים נגועים לק"ג (שווה ערך לכ-50% ריקבון) אך ללא הבדל מובהק בין הביקורת לאשכולות המטופלים ב-ABA.

איור 6.1: אחסון של קרימסון מבקעת קדש עם וכלי טיפול ABA.

ABA		ביקורת		
Av	SD	Av	SD	
1.2	0.4	2.2	1.0	איבוד משקל (%)
3.3	0.3	3.3	0.3	רעננות (אינדקס)
3.8	0.3	3.8	0.3	התייבשות שיזרה (אינדקס)
3.7	0.3	3.7	0.3	התייבשות עוקצים (אינדקס)
2.1	0.1	2.2	0.2	מוצקות (אינדקס)
4.8	1.0	1.2	0.9	בוטריטיס - ענבים אדומים
1.0	0.4	0.9	0.6	בוטריטיס - ענבים ירוקים
4.2	1.3	1.6	0.3	'אחרים' - ענבים אדומים
1.1	0.6	1.4	0.5	'אחרים' - ענבים ירוקים

טבלה 6.1: השפעת הטיפול ב-ABA על איכות ענבי קרימסון (פתחיה-2013) לאחר אחסון של כ-80 יום ב-0 מ"צ ו-3 ימים ב-20 מ"צ. הניסוי נערך ב-3 חזרות של כ-4 ק"ג. מדדי האיכות תועדו בסקלה של 1 עד 5. ריקבונות נמדדו על פי שקילה של הגרגרים הרקובים מכל קבוצה ביחס למשקל הפרי ביום ההוצאה כאשר התוצאות מבוטאות כאחוזי ריקבון. ריקבונות 'אחרים' היו כתוצאה מנגיעות באלטרנריה (כתמים שחורים) או פניציליום (עובש כחול).

כאשר התוצאות מבוטאות כאחוזי ריקבון. ריקבונות 'אחרים' היו כתוצאה מנגיעות באלטרנריה (כתמים שחורים) או פניציליום (עובש כחול).



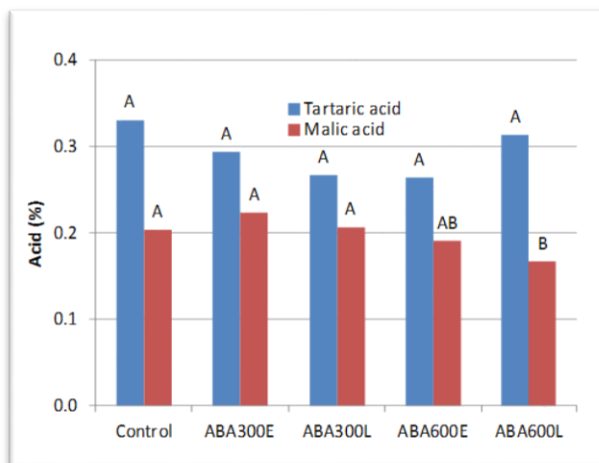
איור 6.2: התפתחות ריקבונות לאחר אחסון ענבי קרימסון מטופלים ב-ABA לעומת ביקורת. האשכולות טופלו ב-ABA בכרם (0.2% פרוטון + 0.1% אתרל בנפח 63 ליטר לדונם). הפרי נדגם לאחסון בהתחלת (Natural 60+1) או לקראת סוף הבציר המסחרי (Natural 35+2). בבציר השני הפרי חולק

להדבקה טבעית, הדבקה על ידי גרגרים נגועים והדבקה על ידי אילוח בנבגים של בוטריטיס בריכוז נבגים של $10^5/ml$. הפרי המודבק הוחזק בקירור למשך 35 יום. כמות הפרי לטיפול הייתה 12 חזרות שהכילו אשכולות במשקל של כ-800 גר' לחזרה. כוכבית מסמלת הבדל מובהק ביחס לביקורת של אותו פרי.

VII. השפעת הטיפול ב-ABA על צבירת חומצות אורגניות

אחת מהשערות המחקר הייתה כי ABA לא גורם לשינויים בהצטברות סוכר אך גורם לירידה ברמת החומצה ובעיקר חומצה מאלית. בניסוי שנערך על ענבי 'פליים' מבקעת הירדן (איור 7.1) נראה כי טיפול מאוחר ב- 600 ח"מ אכן גורם לירידה מובהקת ברמת החומצה המאלית אך לא ברמת החומצה הטרטרית. תוצאות אלו תואמות לאלה שהתקבלו בטיטריציה של כלל החומצות (טבלה 2.1).

השפעה של הטיפול ב-ABA על צבירת חומצות אורגניות נבדקה גם בניסויים על קרימסון בלכיש (איור 7.2) ובבקעת קדש (לא מוצג). בניסוי בלכיש נבדקה כמות החומצות בכל קטגורית צבע של הפרי ולאחר מכן חושבה הכמות של החומצה על פי הפרופורציה של כל קטגוריה במדגם. נראתה מגמת ירידה חדה בחומצה מאלית עד אמצע אוגוסט כאשר השינויים ברמת החומצה הטרטרית היו הרבה יותר מתונים. הטיפול ב-ABA בוצע ב-30.7.13. שבוע לאחר הטיפול נראו הבדלים בכמות הכללית של החומצה המאלית. לעומת זאת לאחר 2 ו-3 שבועות לא נראה הבדל ברור בין הטיפול לביקורת אבל היה שינוי משמעותי בתרומה היחסית של הקטגוריה של הפרי האדום לשיעור החומצה הכללי. על פי תוצאות החומצה הטרטרית נראה כי יש הבדל משמעותי ברמת החומצה הטרטרית עם ההבשלה אבל לא נראה שיש השפעה של הטיפול ב-ABA על הכמות הכללית של החומצה (איור 7.2, ימין למטה).



איור 7.1: הרכב החומצות בענבי פליים מבקעת הירדן לאחר טיפול ב-ABA על פי אנליזת HPLC.

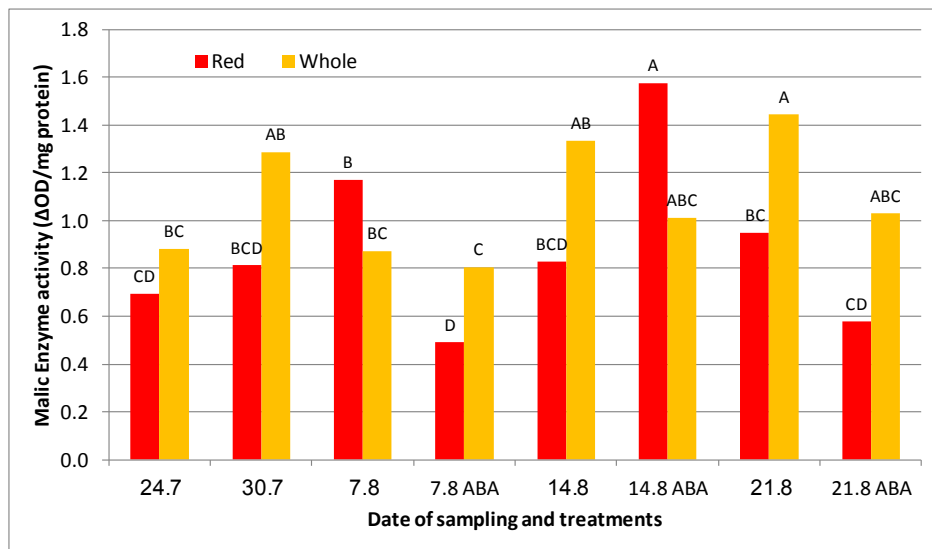
VIII. פעילות אנזימטית בפרי מטופל ב-ABA

מטרת הניסוי הייתה לבחון האם בפרי מטופל ב-ABA יש פעילות חזקה יותר של Malic enzyme (ME) האחראי להתמרת מאלאט לפירובט ובכך להסביר את הירידה באחוז החומצה בפרי מטופל ב-ABA. הניסוי התבסס על דגימות שנאספו מכרם קרימסון במושב לכיש ואשר התוצאות הפנולוגיות שלו מצויות בדו"ח השנה הראשונה. מתוצאות ניסוי זה עולה כי באנליזה של מדגם מייצג של הפרי בכל נקודת זמן נראה כי הייתה יותר פעילות בביקורת לעומת הטיפול ב-ABA (איור 8.1), בעיקר בנקודות הזמן המאוחרות. יחד עם זאת, בניסוי נוסף מאותו מדגם, הדגם הכללי היה דומה אבל גם בנקודת הזמן הראשונה (7 לאוגוסט) הייתה יותר פעילות בטיפול ה-ABA. בדגימה של הפרי האדום היה הבדל בולט בשבוע הראשון אחרי הטיפול בשני הניסויים ובשבוע העוקב המגמה התהפכה בניסוי הראשון או רמת הפעילות הייתה זהה בניסוי השני. בשבוע השלישי בשני הניסויים רמת הפעילות הייתה גבוהה יותר בביקורת. לסיכום, באופן כללי ניתן להגיד שרמת הפעילות האנזימטית של ME גבוהה יותר בביקורת לעומת טיפול ה-ABA. סביר להניח כי הפעילות הגבוהה יותר נובעת מיותר פעילות בפרי בשלבי הבשלה מוקדמים ולכן אין בכך בכדי

להסביר את הירידה היחסית בחומצה הכללית בטיפול ה-ABA. בדו"ח השנה הראשונה דווח גם על יותר חומצה מאלית בפרי האדום בטיפול ה-ABA ותוצאות אלו תואמות בחלקן למה שהתקבל ברמה האנזימטית.



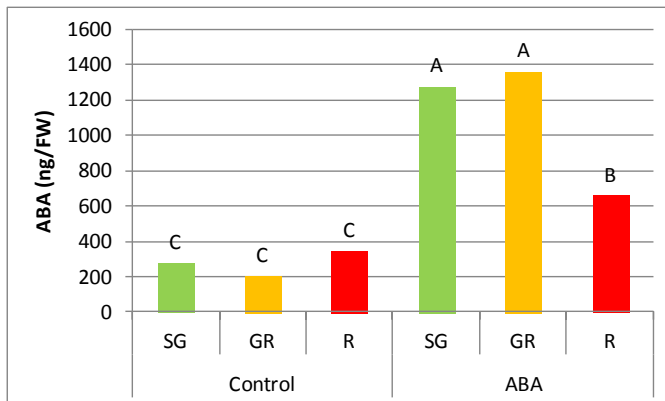
איור 7.2. הרכב החומצות בענבי קרימסון במהלך ההבשלה ובהשפעת טיפול ב-ABA. משמאל – חומצה מאלית, מימין – חומצה טרטריית. בפנל העליון – השתנות החומצות במהלך ההבשלה. בפנל התחתון – בהשפעת טיפולי ה-ABA. התוצאות הם ממוצע של שתי חזרות ביולוגיות.



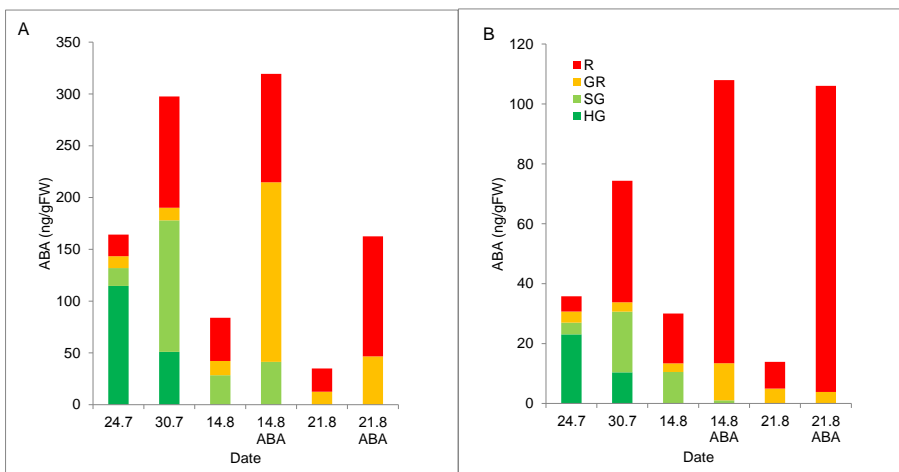
איור 8.1: פעילות Malic enzyme בדגימות ענבים מכרם קרימסון במושב לכיש. יישום ABA היה ב-30 ליוני ונערכו דגימות מייצגות של 15 אשכולות לטיפול, שבוע לפני הטיפול ובמשך 4 שבועות לאחר הטיפול. בוצע מיצוי חלבון על ענבים מקטגוריות הפרי האדום (Red) או כלל הפרי (Whole). הפעילות נבדקה על סמך הפרשי הבליעה באורך גל של 340 נ"מ במשך 60 דקות. תערובת הראקציה הכילה, 75mM Hepes-KOH, 2mM NAD, 5mM DTT, 5mM MnCl₂, CoA 25uM, 0.25-0.5mM malate של מיצוי חלבון.

IX. רמות ABA בקרימסון

אחת ממטרות המחקר הייתה לבחון את הקשר בין רמות ה-ABA האנדוגניות לאקסוגניות בענבים. לאחר כיוול השיטה לכימות ABA על מכשיר LC/MS במינהל המחקר החקלאי (ד"ר מירה וייסברג ופליקס שעה), בוצע ניסוי הקדמי על בסיס חומר שנדגם בלכיש ב-2012. הפרי טופל ב-ABA ונדגם שבוע לאחר הטיפול (איור 9.1). לאחר חלוקה של הפרי ל-3 קטגוריות צבע אפשר לראות כי לא היו הבדלים מובהקים ברמות ה-ABA האנדוגניות בין קבוצות הצבע. בפרי המטופל רמות ה-ABA היו גבוהות פי 4 בפרי הירוק-רך, פי 6 בפרי שבשבירת צבע ופי 2 בפרי האדום. הכימות בניסוי זה נערך על ידי עקומת כיוול של סטנדרט חיצוני. על מנת לשפר את איכות השיטה בוצעה גם אנליזה עם סטנדרט פנימי מסומן (d₄-ABA) ודגימות של נקודות זמן שבוע לפני היישום, במועד היישום ובשתי נקודות זמן נוספות שבועיים ושלושה לאחר היישום (איור 9.2). כמויות ה-ABA המוחלטות בכל קטגורית צבע מצביעות על רמה גבוהה יחסית של ABA אנדוגני ב-30 ליולי בהשוואה לשבוע קודם או שבועיים ושלושה מאוחר יותר. רמות ה-ABA בפרי מטופל היו גבוהות פי 3.5 ופי 7.5 בהשוואה לביקורת לא מטופלת באותם תאריכים. מאיור 9.2 בולטת העובדה שרמת ABA גבוהה מתקיימת בכל קטגוריות הצבע בנקודות זמן שונות ובעיקר שה-ABA יציב יחסית בפרי אדום גם 3 שבועות לאחר היישום. מסתמן גם שרמת ה-ABA בפרי לא מטופל בשבירת צבע נמוכה באופן יחסי מה שמצביע על אפשרות של מערכת דגדזציה פעילה בשלב זה.



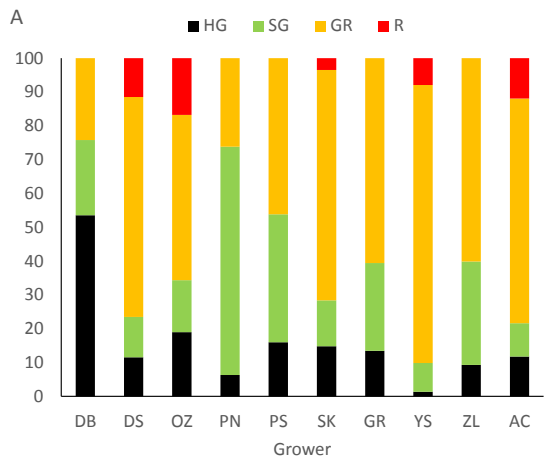
איור 9.1: רמות ABA אנדוגני ולאחר טיפול ב-ABA בענבי קרימסון. הטיפול נערך ב-30 ליולי הדגימות נלקחו ב-7 לאוגוסט. הפרי חולק ל-3 קטגוריות: SG – ירוק רך, RG – שבירת צבע, R – אדום. כימות ABA נערך באמצעות LC/MS.



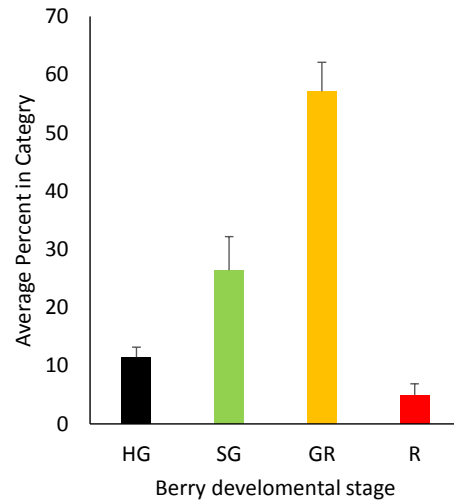
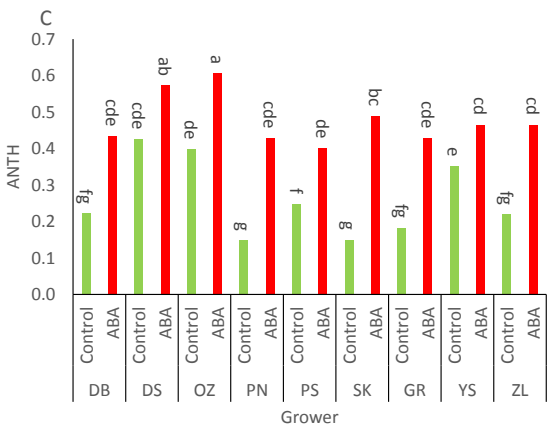
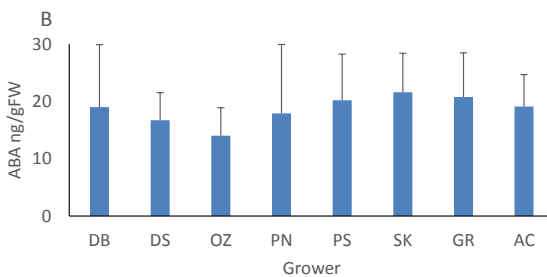
איור 9.2. רמות ABA בקרימסון - לכיש 2012. דגימות נלקחו בבוחל מוקדם ב-24 ליולי. הטיפול ב-400 ח"מ ABA היה ב-30.7.12. A. הרמות המוחלטות של ABA בכל קטגורית צבע של הפרי. B. רמות ABA מתוקנות לפי האחוז היחסי של כל קטגורית צבע.

בבחינה של יעילות היישום של ABA בכרמים של קרימסון, בוצעה דגימה של פרי במועד יישום ה-ABA ב-10 כרמים (איור 9.3). ב-8 מאותם מדגמים בוצעה הפקה של רמות ה-ABA שנמצאו דומים וברמה של כ-20 ng/gFW. בבחינה של יעילות קבלת הצבע במועד הבציר באמצעות מדד ANTH של מכשיר המולטיפלקס נמצאה השפעה מובהקת של הטיפול בכל 9 הכרמים שנדגמו. בשקלול של המצב הפנולוגי של הפרי במועד היישום ב-10 הכרמים שנדגמו חושב כי אחוז הפרי בשבירת צבע היה מעל 50% והפרי הירוק הרך מעל 25% (איור 9.4).

איור 9.3. בחינת הקשר בין מצב ההבשלה, רמות ABA אנדוגניות וההשפעה של ABA אקסוגני על הצבע.



A. מדגמים של ענבים מוינו ל-4 דרגות התפתחות בשלב יישום ABA על ידי 10 מגדלים. HG – ירוק קשה, SG – ירוק רך, GR – ירוק-אדום, R – אדום.
B. רמות ABA בענבים בשלב יישום ה-ABA.
C. השפעות ABA כפי שיושמו על ידי המגדלים. התוצאות הם ממוצע צבע של 40 אשכולות ביקורת ו-40 אשכולות מטופלים כפי שנבדקו בכרם על ידי



מכשיר מולטיפלקס באינדקס ANTH.

איור 9.4 (מימין). השלב ההתפתחותי הממוצע בו יושם ABA על ידי 10 מגדלים. הפרי נדגם במועד יישום ה-ABA וחולק ל-4 קטגוריות צבע: HG – ירוק, קשה, SG – ירוק רך, GR – ירוק-אדום, R – אדום.

סיכום ודיון

ברמה המתודולוגית הוכח כי ניתן למדוד ביעילות רבה את השפעת הטיפולים בכרם על הצבע באמצעות טכנולוגיית המולטיפלקס: לדוגמא, ניתן לבצע בכרם סדר גודל 200 דגימות אשכולות לשעה בעוד שבאנליזה 'רטובה' אפשר לעשות סדר גודל של 100 בדיקות ביום.

השורה הסופית של מחקר זה מצביעה כי ברמת היישום בשטח על ידי מגדלי הענבים, יש שיפור מובהק של יישום ABA בכל הכרמים שנבדקו, ואפשר להגדיר את השלב הפנולוגי הזה כ-50% שבירת צבע ברמת הענב. רמות ה-ABA האנדוגניות במועד היישום לא נבדלו באופן מובהק ועמדו על סדר גודל של 20 ng/gFW אך בדגימות ב-2012 נמצאו גם רמות של כ-75 ng/gFW במועד היישום. ידוע כי רמות ה-ABA האנדוגניות הם דינמיות בשלב

הבוהל (Coombe and Hale, 1973), אך במחקר שהתפרסם לאחרונה דווח על רמות של 21-83 ng/gFW בענבי קרימסון בדרום איטליה (Ferraea et al., 2013) בשלב מקביל ולכן התוצאות שהתקבלו על ידנו נראות אמינות. מבחינת רמות ה-ABA לאחר היישום, במחקר האיטלקי דווח על רמות מעל 1000 ng/gFW מיד לאחר הטיפול עם מחצית חיים של כשבועיים. בכיול באמצעות סטנדרט חיצוני קיבלנו תוצאות דומות אולם בכיול על ידי סטנדרט פנימי הרמות שהתקבלו היו נמוכות באופן יחסי שבועיים לאחר הטיפול ולא הייתה דעיכה משמעותית של רמות אלו לאחר 3 שבועות. המחקר האיטלקי היה מפורט יותר מבחינת מועדי הדגימה אך המחקר שלנו נעשה בנפרד על כל קטגוריית צבע, במכשור מתקדם יותר ובאמצעות סטנדרט פנימי – שיטה שנחשבת מדויקת יותר. ברמת החומצות האורגניות וההשפעות של הטיפול ב-ABA על פירוק החומצה, לא עלה בידנו לאשר את הנחת המחקר שטענה להשפעה ישירה של ABA על מטבוליזם החומצות או הסוכרים בענבים. ואכן אין בספרות שמתייחסת לענבים אינדיקציות לשינויים מטבוליים במשק הסוכרים/חומצות, אלא בעיקר למסלול הפניל-פרופנואידי (Davies and Bottcher, 2009).

אחד האפיקים המעניינים שהתפתחו ממחקר זה נגע בנושא התרככות הפיטם בזן קרימסון. מדובר בבעיה המטרידה את מרבית מגדלי הקרימסון בעולם והממצאים שלנו מראים שאכן ABA מגביר את התופעה, אך להערכתנו ולהערכת הגורמים המסחריים (מגדלים-משווקים) לא במידה שהופכת את הטיפול לבעייתי. בתוצאות שנגזרו ממחקר זה הוכח כי בקרימסון אחוז הסוכר והחומצה בפיטם גבוה במובהק בהשוואה של מדדים אלו לרקמה מקבילה באיזור העוקץ. מאחר ופורסם כי העינב מאבד יותר מים מאיזור הפיטם בהשוואה לעוקץ (Becker et al., 2011), הנחת העבודה היא כי ריכוז הסוכרים והחומצות בפיטם נובע מאיבוד מוגבר של מים מהגרגר באיזור זה. לכן יתכן שהגרגר המוארך של קרימסון סובל מאיבוד מים מוגבר בפיטם ללא יכולת של הגפן להשלים את החסר. לחילופין הריכוז הגבוה של מומסים בפיטם גורם להרס הקשרים בין התאים ולהתרככות מוגברת.

מבחינת המוצקות, ברבים מהניסויים המוצגים בדו"ח זה ובניסויים נוספים, לא הייתה השפעה שלילית של הטיפול על מוצקות הפרי. לעומת זאת בניסוי שמוצג בטבלה 5.1 הייתה השפעה שלילית על המוצקות. המסקנה ממכלול הניסויים שנערכו היא כי כאשר יש השפעה משמעותית מאד של הטיפול אפשר לצפות לירידה מסוימת במוצקות, שלא מהווה פגיעה משמעותית מאד במרקם שלו. יחד עם זאת יש לזכור כי אחת התכונות הידועות של קרימסון היא הפציחות שלו ולכן לא מומלץ לעלות במינון של ABA בקרימסון מעבר לרמה המקובלת היום (400 ח"מ). במחקר שביצעה הקבוצה האיטלקית במגוון שיטות של בחינת מוצקות (עם וללא קליפה ומקטעי רקמה), דווח על העדר

השפעה של הטיפול על מוצקות בדומה לדיווחים מוקדמים (Ferrara et al., 2013). יחד עם זאת, מדד הטורגור שהם מציגים (המוצקות של הגרגר השלם פחות המוצקות של קטע רקמה עם הקליפה) נראה כמושפע מאד מהטיפול. מבחינת השפעות של ABA על התפתחות ריקבנות לאחר האחסון, יש מאמר אחד (Cantin et al., 2007) שמצביע על העדר השפעה שלילית של הטיפול. ואכן בניסויים מקדימים לא מצאנו השפעות שליליות של הטיפול ואפילו בניסוי אחד היו השפעות חיוביות שניתן לייחס לאיכות הירודה של הביקורת. לעומת זאת, בשני ניסויים שמתוארים בדו"ח היו השפעות שליליות על התפתחות ריקבנות. על פי הבנתנו הנוכחית ABA מקדם את 'הבשלת הקליפה' בכל רמות ההתפתחות של האשכול. לכן יש מצב שאשכולות שהיו בשלב התפתחותי מתקדם הגיעו לבציר בשלב הבשלה מאוחר מדי שגרם לכך שהפרי יהיה 'חלש' יותר ברמת הקליפה. למרות שאין מדד ברור להבשלת יתר בקרימסון, על פי מראית עין מדובר באשכולות עם צבע כהה במיוחד ללא גוונים האדומים והבהירים האופייניים לקרימסון. לכן נראה שכאשר בוצרים פרי לאחסון יש למיין את הפרי ל-3 דרגות: צבע חסר וצבע מלא מדי – לשיווק וצבע ביניים מעורב - לאחסון. המטרה היא שהטיפול ב-ABA יעביר יותר אשכולות לקטגוריה האמצעית.

ברמה היישומית הוכח כי ניתן לרדת בנפח הריסוס של ABA בהעלאה פרופורציונלית של הריכוז. שיטת הריסוס לא שינתה את העובדה שהחלק הפנימי של האשכול לא קיבל צבע מספיק.

על סמך המחקר הנוכחי ומחקרים שקדמו לו הוכח כי יישום אתרל מאפשר הפחתה של רמת ה-ABA הנדרשת לקבלת תוצאה אפקטיבית: למשל, ההשפעה של רמה של 400 ח"מ ABA הייתה אקויוולנטית לרמה של 200 ח"מ ABA ואתרל (0.1%). יחד עם זאת, הריכוז של אתרל על פי התווית הוא 0.05% ויש כרמים בהם קשה יחסית לקבל צבע ולכן סביר להניח שהריכוז האופטימלי הוא 400 ח"מ ABA ו-0.05% אתרל. ההמלצה ליישום אתרל בקרימסון היא בשלב של התחלת שבירת צבע (90% מהאשכולות בכל שלב של שבירת צבע) בעוד שעל פי הממצאים שלנו, השלב האופטימלי הוא מאוחר יותר – 50% מהגרגרים בשבירת צבע ופחות מ-25% מהגרגרים במצב של ירוק קשה. לכן צריך לשקול לבצע הפרדה ביישום של אתרל ו-ABA.

מבחינת האפשרות לגדל פליים בבקעת הירדן הוכח כי יישום פרוטון מאפשר קבלת צבע תקין בעוד שאתרל לא נותן פתרון מספק, אך הוכח גם כי ABA לא מקדם את ההבשלה בזן הירוק SBS שהוא הזן העיקרי.

סיכום עם שאלות מנחות

<p>מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. להטמיע שיטה למדידה כמותית של ABA אנדוגני ולבחון את היחס ליעילות הטיפול 2. לבחון השפעת הטמפרטורה על יעילות הטיפול ב-ABA במערכת של ענבים מנותקים. 3. לבחון האם ABA גורם לפירוק מוגבר של חומצה מאלית. 4. לבחון האם רמות גבוהות של ABA גורמות לשינויים במוצקות הפרי. 5. לבחון האם יישום ABA לפני או לאחר הבציר גורם להתפתחות מואצת של בוטריטיס. 6. לבחון האם ABA גורם להאצת ההבשלה גם בענבים ירוקים. 7. לפתח פרוטוקולים ליישום של ABA באזורים מבכירים.
<p>עיקרי הניסויים והתוצאות</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. הוטמעה שיטה לכימות רמות ABA באמצעות LC-MS. 2. פורסם מאמר שמתייחס לנושא (Ovadia et al., 2013, אינו מפורט במסגרת הדו"ח). 3. התוצאות אינן מעידות על השפעה ישירה וחד משמעית של ABA על פירוק חומצה מאלית. 4. ABA גרם להבשלה מואצת ובמספר מקרים גם מוצקות נמוכה יותר כולל התרככות הפיטם. 5. בשני ניסויים לא היו השפעות שליליות של ABA על התפתחות ריקבונות אבל בניסוי שלישי שבו הייתה השפעה שלילית מובהקת של הטיפול על התפתחות ריקבונות. 6. ABA לא תרם להאצת ההבשלה בענבים ירוקים. 7. בעקבות המחקר הוכח כי ניתן לגדל פליים בבקעת הירדן במידה ומיושם ABA
<p>המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. יש יישום של תוצאות המחקר תוך כדי ובעקבות המחקר 2. נראה כי בענבים מתקיימות שתי רמות הבשלה שניתן לתארם כהבשלה פנימית הנשלטת על ידי מספר גורמים ו'הבשלת הקליפה' שנשלטת בעיקר על ידי ABA. 3. הוכח כי לטיפול יש גם צדדים בעייתיים שמחייבים התחשבות – לדוגמא קידום יתר של ההבשלה מחייב מיון של אשכולות לאחסון שנמצאים בשלב הבשלה מוקדם או מאוחר מדי.
<p>הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. לא נעשה מחקר שיטתי לגבי השילוב של הטיפול בין אתרל ל-ABA ברמת התזמון וצורת היישום של התכשירים
<p>הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: Ovadia et al., 2013 ומאמר בכתובה</p>
<p>פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח (סמן אחת האופציות) ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</p>
<p>האם בכוונתך להגיש תכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי: לא</p>

- Becker, T., & Knoche, M. (2011). Water movement through the surfaces of the grape berry and its stem. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62, 340-350.
- Cantin, C.M., Fidelibus, M.W., and Crisosto, C.H. (2007). Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. *Postharvest Biology and Technology* 46, 237-241.
- Coombe, B.G., and Hale, C.R. (1973). The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. *Plant Physiology* 51, 629.
- Davies, C., and Bottcher, C. (2009). Hormonal control of grape berry ripening. In *Grapevine Molecular Physiology and Biotechnology*, K. Rouberlakis-Angelakis, A, ed (Netherlands: Elsevier), pp. 229.
- Ferrara, G., Mazzeo, A., Matarrese, A. M. S., Pacucci, C., Pacifico, A., Gambacorta, G., and Mastrorilli, P. (2013). Application of Abscisic Acid (S-ABA) to 'Crimson Seedless' Grape Berries in a Mediterranean climate: effects on color, chemical characteristics, metabolic profile, and S-ABA concentration. *Journal of plant growth regulation*, 32, 491-505.
- Fidelibus, M.W., and Peppi Aronowsky, M.C. (2008). Abscisic acid: a potential tool for improving the color of table grapes. *Proceedings 33rd PGRSA Annual Meeting*, 92-93.
- Ovadia, R., Oren-Shamir, M., Kaplunov, T., Zuthay, Y., Lichter, A., & Lurie, S. (2013). Effects of plant growth regulators and high temperature on colour development in 'Crimson Seedless' grapes. *Journal of horticultural science and biotechnology*.
- Peppi, C.M., Fidelibus, M.W., and Dokoozlian, N.K. (2008). Timing and Concentration of Abscisic Acid Applications Affect the Quality of 'Crimson Seedless' Grapes. *International Journal of Fruit Science* 7, 71-83.
- Peppi, M.C., and Fidelibus, M.W. (2008a). Application, timing and concentration of abscisic acid or ethephon and their effects on color of 'Crimson Seedless' table grapes. *Acta Horticulturae Proc. XXVII IHC-S9 Endogenous and Exogenous Plant Bioregulators*, 173-177.
- Peppi, M.C., and Fidelibus, M.W. (2008b). Effects of forchlorfenuron and abscisic acid on the quality of 'Flame Seedless' grapes. *HortScience* 43, 173.
- Peppi, M.C., Fidelibus, M.W., and Dokoozlian, N. (2006). Abscisic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of 'Flame Seedless' grapes. *HortScience* 41, 1440-1445.
- Peppi, M.C., Fidelibus, M.W., and Dokoozlian, N.K. (2007). Application timing and concentration of abscisic acid affect the quality of 'Redglobe' grapes. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82, 304-310.