

דו"ח לתוכנית מחקר מס' 430-0252-11

חקר בעית ההחממה וההיסדקות בענבים

Study of browning and cracking in grapes

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

אמנון ליכטר - המחלקה לחקר תוצרת חקלאית vtlicht@agri.gov.il

סוזן לוריא - המחלקה לחקר תוצרת חקלאית (פנסיונרית)

אתי אור - המחלקה להשבחת מטעים

חני צמח - מעבדה היסטולוגית

זהר כרם - הפקולטה לחקלאות – המחלקה לביוכימיה, מדעי המזון ותזונת האדם

אייל רבן - שה"מ – ממ"ר ענבים

גיא רוזנפלד - מושב לכיש

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

Susan Lurie - Dep. Of Postharvest Science slurie34@agri.gov.il*

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

Hanita Zemach –Microscopy lab hanita@agri.gov.il*

Zohar Kerem – Hebrew University, Rehovot kerem@agri.huji.ac.il

Eyal Raban – Shaham eyraban@moag.agri.gov

Guy Rosenfeld guyR@taligrapes.co.il

*ARO, The Volcani Center

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר _____ תאריך: _____

רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר

1. בהכנה.

יולי 2012

תוכן עניינים

1	דף שער
1	תקציר
2	הקדמה
	תוצאות
2	1.1 – אפיון החמות - 2009
6	1.2 – השפעת טיפולים בכרם - 2009
7	2.1 – השפעת טיפולים בכרם – 2010
10	2.2 – אפיון החמות -2010
13	3 – השפעת טיפולים בכרם -2011
16	4 – החמות ב'זני'
17	סיכום ודיון
19	סיכום עם שאלות מנחות

תקציר

בעיית ההחממה בענבים גורמת לירידת ערך ענבים מהזן 'סופרירור' וזנים נוספים במופעים משתנים. בסופרירור ההחממה מתאפיינת בהתפתחות של נקודות נקרוטיות סביב הפיתם עד לרמה שיכולה להפוך את הפרי לבלתי ראוי לשיווק. אפיון של ההחמות בסופרירור מצביע על הופעה בשלבים המאוחרים של הבשלת הפרי והתגברות ההחמות עם ההבשלה. בהתאמה נמצא כי גרגרים עם החממה התאפיינו ברמת סוכר גבוהה יותר. אפיון פנולוגי מצביע על מיקום בקוטיקולה ללא השלכות על הציפה. הקוטיקלה באיזור הכתם עוברת דיסאינטגרציה וסביב הכתם נוצרת טבעת פנולית האופיינית לתגובות רגישות יתר. עיקר התגובה הנקרוטית מתרכז סביב דפנות התאים או התווך בין התאים. ברקמה שעברה החממה נוצרו מטבוליטים שלא היו קיימים ברקמה הבריאה והיו הבדלים כמותיים במטבוליטים אחרים שזהותם לא הובררה. בסיכום של ממצאים משתי עונות של אנליזה מינרלית נמצא כי רקמת פרי שעברה החמות הכילה רמות גבוהות יותר של מנגן. בסיכום ממצאי ניסויים בכרם נמצא כי טיפול בציטוקינין CPPU בשלב של טרום בוחל הפחית את ההחממה באופן משמעותי ביותר בשניים מתוך 3 הכרמים שנבדקו. ממצא מעניין מאד בעונת 2011 היה שיישום מוקדם של CPPU הגביר את הכתמים בעוד שיישום מאוחר הפחית אותם. ממצא זה משתלב עם תוצאות שהתקבלו ב-2010 לגבי הזן 'זני' הסובל מהחמות ממושטות בלחי לאחר האחסון ובו הודגם כי יישום של CPPU בשלב מוקדם גרם להתגברות ההחמות לאחר האחסון.

הקדמה

היקף תופעת החמת הקליפה באיזור הפיטם בזן 'סופרירור' יכול להשתנות בין שכיחות של 0 עד 100% בעונות ובכרמים שונים. אין כיום מידע לגבי הגורמים לתופעה אך יש אסוציאציה לסדקים בבסיס הגרגר ובז'רגון המסחרי התופעה ידועה כ-sugeration – החמה הקשורה להתקדמות ההבשלה. האופי הדינמי של התופעה תועד על ידנו ב-2007 כאשר הסימנים הראשונים להחמות התחילו בשלב הבוחל. מטרות המחקר הם לאסוף נתונים מטבוליים, פנולוגיים, מיקרוסקופיים והורטיקולטורים שיסייעו בהבנת הסוג הספציפי של ההחמות וכן לבצע מניפולציות בכרם שיסייעו בהבנת התופעה.

מטרות המחקר

1.1 אפיון החמות (2009)

על פי המידע מהכרמים באיזור לכיש, שיעור ההחמה בעונת 2009 היה נמוך מאד באופן יחסי בהשוואה ל-2007. למרות זאת, בכמה כרמים נצפו החמות ברמות בינוניות. בסיוור שנערך ב-3 לאוגוסט (לקראת סוף בציר הסופרירור) נדגמו 5 כרמים בהם תסמיני ההחמה היו בולטים. לא היה קשר גיאוגרפי ישיר בין הכרמים ולא היה ידוע על טיפולים מיוחדים בכרמים אלו שאפשר לייחס להם התפתחות של החמות. בכל כרם בוצעו דגימות של 25 אשכולות ב-4 חזרות לדרגת החמה על פי המדד הבא:

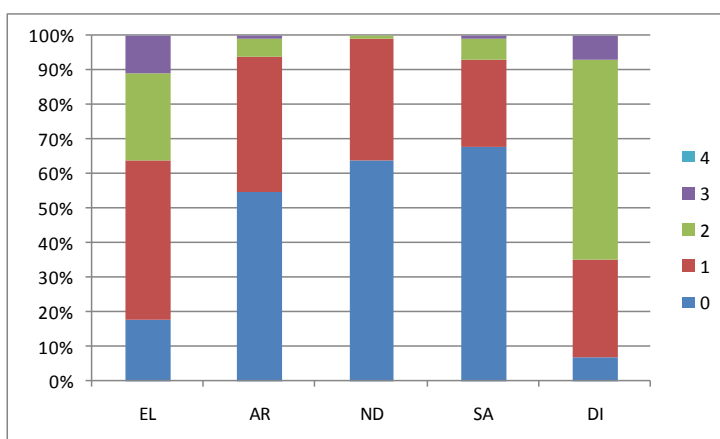
0 - אין החמות

1 - החמות קלות על מעט גרגרים

2 - החמות קלות על הרבה גרגרים

3 - החמות קשות על מעט גרגרים

4 - החמות קשות על הרבה גרגרים



התוצאות באיור 1.1 מראות כי בשני כרמים שכיחות ההחמה עלתה על 50% מהאשכולות. לא היו אשכולות בקטגוריה 4 (מרבית הגרגרים באשכול סובלים מהחמה קשה) והחמה בדרגה 3 נמצאה רק בשני כרמים ברמה נמוכה יחסית.

איור 1.1: התפלגות החמה על פי מדד החמה ב-5 כרמים.

טבלה 1.1: מדדי הבשלה ב-5 כרמים עם בעיות של החמות.

החמות	TSS				חומצה TA				TSS/TA		משקל גרגר	
	SD	החמה	SD	ללא	SD	החמה	SD	ללא	החמה	SD	ללא	SD
EL	0.3	17.1	0.2	15.8	0.00	0.38	0.45	0.42	0.00	0.00	6.7	0.1
RA	0.3	17.1	0.2	15.8	0.03	0.38	0.45	0.03	0.03	0.03	7.0	0.2
ND	0.4	15.9	0.4	15.0	0.01	0.40	0.43	0.01	0.01	0.01	6.1	0.2
SA	0.3	17.5	0.3	15.1	0.03	0.38	0.44	0.03	0.03	0.03	6.7	0.1
DI	0.4	15.9	0.4	14.8	0.02	0.34	0.38	0.02	0.02	0.02	6.7	0.3
Av		16.5		15.2		0.38	0.43				6.6	
SD		0.7		0.4		0.03	0.03				0.3	

מכל כרם נדגמו 5 אשכולות עם ו-5 אשכולות בלי החמות. התוצאות בטבלה 1.1 מראות כי בכל הכרמים אחוז הסוכר היה גבוה יותר ואחוז החומצה נמוך יותר באשכולות עם ההחמה. בהתאמה, היה הבדל ביחס הסוכר/חומצה בין האשכולות עם ההחמות והאשכולות ללא ההחמות. היה גם הבדל במשקל הגרגר כאשר פרי ללא החמות היה בדרך כלל קטן יותר. בדגימה של השליש התחתון של 20 חלקי גרגרים עם ובלי החמה ב-3 חזרות נמצאו תוצאות דומות למדגם הכללי כאשר ההבדלים באחוז הסוכר והחומצה היו בולטים יותר (טבלה 1.2).

טבלה 1.2: מדדי הבשלה של השליש התחתון של גרגרים עם החמה וללא החמה במדגם מ-3 כרמים אשר שימש לאנליזה מינרלית ולאנליזה של פנולים.

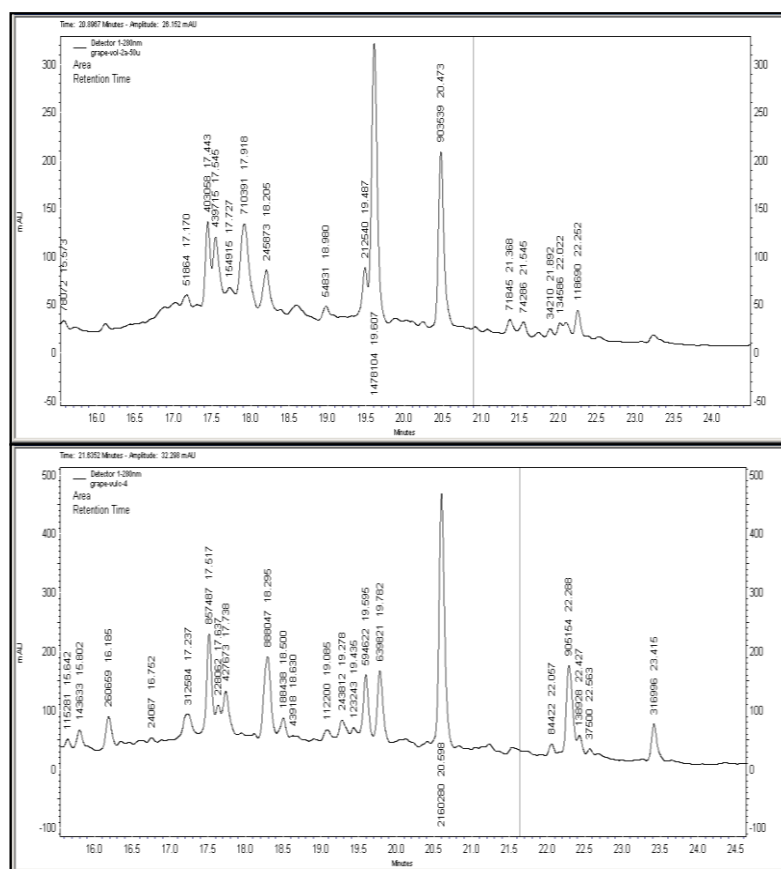
TSS/TA		חומצה				סוכר				החמה
ללא	החמה	SD	ללא	SD	SD	ללא	SD	החמה		
35.4	43.9	0.41	0.03	0.38	0.01	14.5	0.3	16.5	0.3	DE
36.8	43.3	0.42	0.02	0.41	0.02	15.6	0.4	17.8	0.8	AR
29.3	37.9	0.50	0.02	0.43	0.01	14.6	0.3	16.2	0.1	AD
33.6	41.6	0.44	0.05	0.40	0.03	14.9	0.6	16.8	0.8	Av

אנליזה מינרלית של 3 הדגימות התבצעה מול ספריה של 30 יסודות. הדגימות יובשו בליופלייזר למשך 48 ש' לפני עיבוד במיקרוגל. תוצאות כמותיות של האנליזה המינרלית התקבלו רק ל-16 מהיסודות ו-14 יסודות קיבלו ערכים נמוכים מערכי הסף (דו"ח שנה I). מתוצאות האנליזה של 16 יסודות (טבלה 1.3) אפשר לראות כי שתי יסודות, מגנזיום ומנגן הצטברו ברקמת גרגרים עם החמה לרמות של 132 ו-172%, בהתאמה. לעומת זאת היסודות אלומיניום וסטרוניום היו בחסר של 66 ו-70% בהתאמה, בענבים עם החמה.

מיצוי מתנולי של הדגימות וניקוי על קולונות SEPAK התבצע על 18 הדגימות. הרצת הדגימות ב-HPLC על קולונת C-18 הראתה הבדלים בין ענבים עם וללא החמה (איור 1.2). הדגימות עם החמה מכרם DE הראו שיא בליעה חזק יותר ב-22.3 דק' לעומת שיא בליעה חזק יותר ב-19.7 דק' בענבים שלא עברו החמה. תמונה דומה התקבלה גם בכרם AR. בכרם AD לא היה הבדל בשיא של 19.7 דק' אך השיא של 22.3 דק' היה גדול יותר בענבים עם ההחמה. בכל הדגימות השיא של 20.7 דק' היה גדול יותר בענבים עם החמה.

טבלה 1.3: רמות מינרלים (ח"מ) בענבים עם ובלי החמה. התוצאות הם ממוצע של 3 כרמים וחזרת ב-ICP.

אלמנט	SD	ללא החמה	SD	החמה	SD	אחר
Al	2.49	3.14	0.26	2.07	66.1	
B	1.23	4.87	0.70	4.53	93.2	
Ba	0.04	0.14	0.04	0.13	93.2	
Ca	30.0	117.7	16.1	118.1	100.3	
Cu	0.28	0.71	0.19	0.70	98.1	
Fe	1.17	6.02	1.68	6.30	104.7	
Hg	0.015	0.030	0.015	0.032	107.9	
K	189.9	1821.9	207.4	2058.1	113.0	
Mg	9.3	81.8	7.2	108.4	132.5	
Mn	0.25	0.92	0.37	1.59	172.6	
Na	2.0	13.2	2.1	12.6	95.2	
P	52.8	363.6	58.0	431.6	118.7	
S	8.4	69.9	7.4	77.9	111.5	
Si	1.27	6.37	1.72	6.81	106.9	
Sr	0.71	1.28	0.35	0.89	69.9	
Zn	0.22	0.66	0.17	0.70	105.7	



איור 1.2: אנליזת HPLC של פרי בלי (למעלה) ועם (למטה) החמה מכרם DE. התוצאות הם תוצאות מייצגות של 3 חזרות.

1.2 השפעת טיפולים בכרם על ההחמות (2009).

ב-2007 תועדו בסופרירור החמות קשות במושב לכיש. ב-2008 נערך ניסוי בכרם AA אך היבול היה נמוך, הפרי גדול ולא היו החמות. לאחר התייעצויות עם הועדה המקצועית בלכיש הוחלט להעמיד ב-2009 ניסוי בכרם 'סופרירור' AP. הכרם הושקה מבאר מקומית בעומק 600 מ' שמכילה מים עשירים בגופרית עם מוליכות של 1.9 ds. הכרם בן 9 שנים וכיוון השורות מזרח-מערב. הכרם סבל בעבר מהחמות משמעותיות כולל היסדקויות בעיקר תחת רשתות וההשערה היא שעודף השקיה עשוי להיות גורם משמעותי בהיסדקות. הניסוי כלל 11 טיפולים והוא נערך בשני אתרים נפרדים באותו כרם. כדי להגביר את הסיכוי להחמות קטע הניסוי (6 קורדונים) טופל ב-20 ח"מ של ג'יברלין ב-20.5.09 בין שורות 8 ו-9 בחלקה 3. הפחתת יכולת התבצעה על קטע של 5 גפנים לרמה של 50% ממספר האשכולות של הטיפול המשקי. הטיפולים התבצעו על 15 אשכולות בכל שורה ובסיכום כללי על 60 אשכולות.

הטיפולים:

1. רשת צל שחורה 90% חירור 1.5X1.5 מ"מ
2. רשת צל לבנה 40% חירור 3X2 מ"מ
3. טבילה במים
4. טבילה בג'ל אלו-וורה (מיהול 1:10 של תכשיר מסחרי).
5. ג'יברלין 10 ח"מ
6. ג'יברלין 50 ח"מ
7. קלפק 0.5%
8. 250 ABA ח"מ
9. זינוב אשכולות לחצי גודל
10. הטיית אשכולות
11. דילול גפנים לחצי עומס (5 גפנים בחלק שטופל ב-15 ח"מ GA).

כל טיפולי הטבילה מלבד אלו-וורה – עם טריטון במינון של 2.5 מ"ל ל-5 ליטר. הטיפולים התבצעו ב-18.6.09. ב-2.7.09 בוצע יישום חוזר של קלפק ואלו-וורה.

מתכונת הטיפולים נקבעה על סמך מטרות התוכנית: טיפולים 1 ו-2 נועדו לבחון השפעת תאורה מופחתת על ההחמה. טיפול 4 נועד לבחון השפעת הפחתת איבוד מים על ההחמה. טיפולים 5-8 נועדו לבחון השפעת חומרי צמיחה על ההחמה. טיפולים 9 ו-11 נועדו לבחון השפעת עומס פרי ברמת האשכול או הגפן על ההחמה. טיפול 10 נועד לבחון את האפשרות של שקיעת מינרלים\חלבונים בתחתית הגרגר.

בשני ביקורים שנערכו ב-2 ליולי וב-16 ליולי נלקחו מדגמים למדדי הבשלה. ב-2 ליולי הפרי היה בשלב של בוחל מאוחר וב-16 ליולי בשלב קרוב לבציר מסחרי. בשני המועדים לא נצפו החמות בכרם. גם בביקור שלישי ב-30 ליולי לא היו החמות בכרם ובמידה אלא בגרגרים בודדים באופן שלא איפשר להעריך את תרומת הטיפולים. מאוחר ובשלב זה המגדל סיים את הבציר המסחרי והתפתחו ריקבונות בפרי שנותר בטיפולים, הוחלט לחסל את הניסוי.

2.1 השפעת טיפולים בכרם על ההחממות (2010)

מבנה ניסוי: ב-2010 התבצע ניסוי ב-3 כרמים (AR, AD, DE) בעזרתו של חובב וקסלר. הכורמים ביצעו את כל הטיפולים השגרתיים ללא התערבות מלבד טיפולים ברמת האשכול בשקיות, ברשתות ובהטיית האשכולות שנערכו ב-10 חזרות לבלוק (תמונה 2.1). הניסוי נערך ב-4 בלוקים כאשר הטיפול התבצע על הגפן המרכזית בכל בלוק. טיפולי הריסוס נערכו עם משטח טריטון 0.025%. כרם AD נבצר לפני הדגימה ונותרו בו רק אשכולות מטיפולים 1, 2, 6 ו-9. בכרם AR נבצרה שורת ניסוי לפני הדגימה כך שטיפולים 3, 4, 5 ו-9 היו ב-3 חזרות.

הטיפולים:

1. רשת צל שחורה 90% חירור 1.5X1.5 מ"מ – 3 ליוני
2. שקית נייר – 3 ליוני
3. CPPU (סיפיון 5 ח"מ) – 10 ליוני
4. 500 ABA ח"מ – 15 ליוני
5. GA – 50 ח"מ – 31 למאי
6. זינוב אשכולות לחצי גודל – 40 גרגר לאשכול בגמר נשירה טבעית – 2 למאי
7. הטיית אשכולות – 3 ליוני
8. דונג תפוחים 10% – 3 ליוני
9. ביקורת



תמונה 2.1: עיטוף בשקיות, רשתות שחורות הטייה של אשכולות.

הערכת החממות בכרם ובציר של הדגימות התבצעה ב-20.7.2010 בכרמים של AR ו-AD וב-28 ליולי בכרם DE על פי המדד המפורט עבור השנה הראשונה (בתוספת 1 לכל מדד). בכל בלוק נבדקו כ-25 אשכולות וחושבה התפלגות האשכולות בכל קטגוריה. חישוב ערך ההחמה המשוקלל התבסס על אחוז בקטגוריה X ערך הקטגוריה וסכום הערכים מחולק ב-100.

הדגימות נבצרו כאשר כל חזרה הכילה 3 עד 6 ק"ג ענבים. כל הפרי מוין לפי דרגות החמה ברמת הגרגר לפי המדד הבא: 1 – ללא החמה; 2 – החמה קלה; 3 – החמה בינונית; 4 – החמה קשה. הפרי בכל קטגוריה נשקל וחושב אחוז הפרי בכל קטגוריה והערך המשוקלל של ההחמה.

מדדי ההבשלה של הפרי חושבו בנפרד לפרי עם החמה וללא החמה. מוצקות, קוטר גרגר ומשקל לפי 25

גרגרים לחזרה בדגימה אקראית וסוכר וחומצה על בסיס של 50 גרגרים בדגימה אקראית.

תוצאות

בבדיקות של גודל גרגר בכרם DE נמצא שכל הטיפולים בחומרי צמיחה הגדילו פירות ללא החמה בכ-10% או יותר ופירות עם החמה היו קטנים יותר (טבלה 2.1). בכרם AR לא היו הבדלים עקביים בגודל הגרגר בהשפעת הטיפולים או בקשר עם ההחמה.

אחוז הסוכר הממוצע בכרם DE היה נמוך מאד בהשוואה לכרם AR למרות בציר מאוחר יותר בשבוע. ב-13 מ-16 המקרים המתוארים בטבלה 1.2 אחוז הסוכר היה גבוה בפרי עם ההחמה. נראה שהזינוב בכרם DE הגדיל את אחוז הסוכר באשכול ובשני הכרמים השונות באחוז הסוכר הייתה קטנה משאר הטיפולים (בכרם AR דומה לביקורת). תוצאה זו בכרם DE מצביעה על האפשרות הידועה שעומס פרי ברמת האשכול מקטין את אחוז הסוכר. ככלל, לא היו השפעות שליליות לחומרי הצמיחה על צבירת סוכר בהתאמה לעובדה שמדובר ביישום מאוחר. אחוז החומצה הממוצע בשני הכרמים עמד על 0.4% ללא הבדל בין פרי עם החמה או ללא החמה וללא השפעה ברורה של הטיפולים, מלבד רשת צל בכרם DE שגרמה לעלייה ברמת החומצה ל-0.46% (תוצאות לא מובאות).

הערכת החמה בכרם ברמת האשכול או במעבדה ברמת הגרגר מובאת בטבלה 1.3. בכרם DE ניכר שהיה השפעה משמעותית מאד לטיפול ב-CPPU הן ברמת האשכול והן ברמת הגרגר. בכרם AR ניכרה השפעה של טיפול ההטיה ברמת האשכול ו-ABA ברמת הגרגר אבל באופן כללי, ההשפעות של הטיפולים היו מתונות יותר עם בכלל.

טבלה 2.1. השפעת הטיפולים על גודל גרגר (בגרמים) בהפרדה בין פרי עם החמות וללא החמות.

	כרם AR				כרם DE			
	עם החמה	Std	ללא החמה	Std	עם החמה	Std	ללא החמה	Std
שקית נייר	7.45	0.53	7.22	0.66	6.57	0.28	6.60	0.25
הטייה	6.69	1.21	7.00	0.81	6.39	0.67	6.71	0.46
רשת צל	7.10	0.47	7.15	0.82	6.49	0.59	7.05	0.92
CPPU	6.13	1.17	6.97	1.26	6.97	0.15	7.50	0.69
ABA	6.65	0.25	6.74	1.08	7.10	1.11	7.62	0.91
GA	6.98	1.62	6.67	0.39	7.18	0.78	7.88	0.60
זינוב	6.70	1.11	6.68	0.63	6.83	0.62	6.82	1.08
ביקורת	6.99	0.48	6.92	0.49	6.83	1.34	6.66	0.97
ממוצע	6.84		6.92		6.80		7.11	

טבלה 2.2. השפעת הטיפול על אחוז הסוכר בפרי.

כרם AR				כרם DE				
עם החמה	Std	ללא החמה	Std	עם החמה	Std	ללא החמה	Std	
16.85	1.41	15.73	1.24	13.13	0.62	13.00	0.66	שקית נייר
16.73	1.15	16.25	1.08	13.65	1.20	13.05	0.51	הטייה
15.95	0.42	16.25	0.84	13.60	1.08	12.83	1.63	רשת צל
17.30	1.31	16.43	1.50	13.53	1.80	13.58	1.18	CPPU
16.30	0.62	16.07	1.72	13.38	1.40	13.03	0.82	ABA
16.83	0.06	16.30	1.15	13.58	0.39	13.48	0.50	GA
17.05	0.30	16.50	0.41	14.48	0.59	14.08	0.29	זינוב
16.88	0.50	16.43	0.25	14.03	1.09	13.45	0.87	ביקורת
16.74		16.24		13.67		13.31		ממוצע

טבלה 2.3: מדד החמה של אשכולות או גרגרים בטיפולים בכרם. ההערכות בכרם התבססו על מדגמים של כ-25 אשכולות ב-4 חזרות (DE) או 3 חזרות (AR). ספירות הגרגרים התבססו על מדגמים של 3-6 ק"ג לחזרה.

20.7.10 AR					28.7.10 DE					
גרגרים		אשכולות		גרגרים		אשכולות				
Av	Std	Av	Std	Av	Std	Av	Std			
1.45	0.27	1.94	0.21	1.31	0.20	2.30	0.34	שקית נייר		
		1.84	0.14			2.21	0.15	דינוג		
1.25	0.28	1.44	0.17	1.15	0.05	1.90	0.20	הטייה		
1.38	0.18	1.98	0.51	1.29	0.24	2.18	0.79	רשת צל		
1.29	0.26	1.80	0.70	1.04	0.05	1.23	0.22	CPPU		
1.16	0.10	1.78	0.22	1.52	0.40	2.62	0.89	ABA		
1.21	0.05	1.84	0.31	1.19	0.11	2.10	0.25	GA		
1.36	0.23	2.07	0.53	1.23	0.07	1.98	0.22	זינוב		
1.48	0.24	2.01	0.72	1.37	0.30	2.41	0.61	ביקורת		

טבלה 2.4 : אחוז פרי ללא החמה – תוצאות מיון במעבדה של 3-6 ק"ג פרי לחזרה.

AR		DE		
%	SE	%	SE	
75.4	6.4	83.6	4.8	שקית נייר
76.3	14.3	90.3	1.4	הטייה
77.2	5.3	81.2	7.7	רשת צל שחורה
83.7	5.9	96.4	2.2	CPPU
87.6	3.6	73.5	7.9	ABA
85.1	2.1	87.8	3.7	GA
77.5	6.4	83.8	1.8	זינוב
69.5	7.0	77.8	8.7	ביקורת

בחישוב של אחוז הגרגרים ללא החמות (טבלה 2.4) בכרם DE הביקורת טיפול ה-ABA היו הנמוכים ביותר והטיפול ב-CPPU והטיה היו הגבוהים ביותר. בכרם AR אחוז הפרי ללא החמה היה הנמוך ביותר בביקורת והגבוה ביותר בטיפולים עם חומרי הצמיחה. בחישוב של אחוז פרי ללא החמה או החמה קלה, הטיית אשכולות או הטיפול בג'יברלין נתנו את התוצאות העקביות ביותר בשני הכרמים.

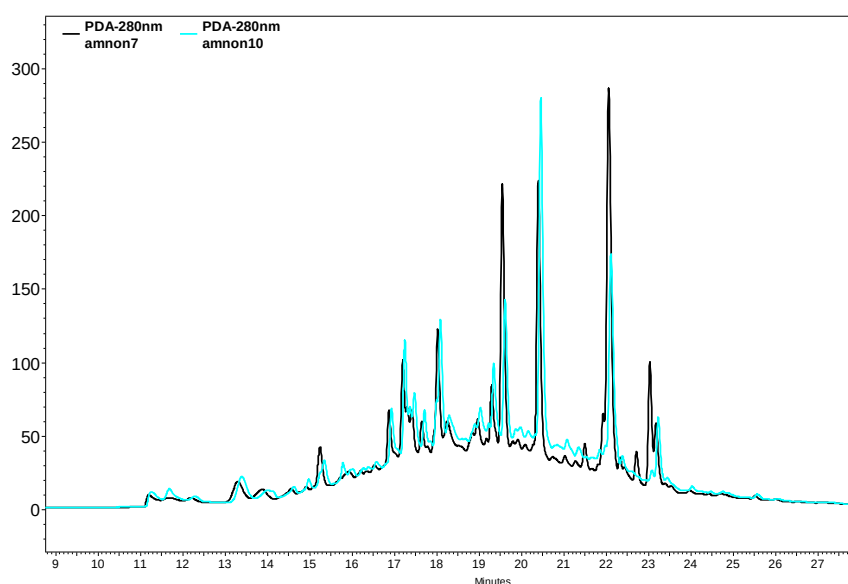
2.2 אפיון החמות (2010)

דגימות לאנליזת מינרלים של פרי עם ובלי החמות התבצעו לאחר איחוד החזרות ודגימה אקראית של 20 גרגרים ב-3 חזרות. מכל גרגר נדגם השליש התחתון (החלק עם ההחמות) של הגרגר. הדגימות הוקפאו ונטחנו בחנקן נוזלי עם מכתש ועלי. 100 מ"ג מתוך הדגימה נשלח לאנליזת ICP ל-30 מינרלים. בבדיקות מינרלים שנערכו לגרגרים עם החמה וללא החמה (שליש תחתון של הגרגר) ב-3 כרמים נמצא כי בכל המקרים גרגרים ללא החמה הכילו יותר נתרן ובשני כרמים פחות מנגן (טבלה 2.4). הפרי בכרם DE הכיל יותר אשלגן וסידן בהשוואה לשאר הכרמים.

טבלה 2.5. אנליזת מינרלים בפרי עם וללא החמה ב-3 כרמים.

	AD		AR		DE		
	Yes	no	Yes	no	Yes	no	
Al	7.4	10.8	4.3	1.8	5.3	5.8	Al
B	21.1	18.0	22.2	22.6	21.5	21.3	B
Ba	0.6	0.7	1.0	0.4	1.2	1.4	Ba
Ca	538.9	549.7	734.1	550.6	826.2	913.5	Ca
Cr	0.8	3.1	2.0	3.9	3.3	1.1	Cr
Cu	4.8	3.6	3.6	3.1	3.8	4.0	Cu
Fe	22.0	27.5	28.5	34.1	28.2	23.1	Fe
K	11283	11430	10141	9994	12732	13541	K
Mg	710.5	649.1	697.3	677.6	852.3	872.9	Mg
Mn	5.3	5.0	6.8	5.2	9.2	5.0	Mn
Na	44.3	69.8	94.9	129.3	34.1	57.7	Na
Ni	0.4	1.4	0.3	1.6	1.5	0.3	Ni
P	1761.3	1757.2	2267.6	1679.5	1843.8	3466.4	P
Pb	21.4	26.8	22.3	33.4	27.5	22.4	Pb
S	500.9	477.4	653.5	594.4	476.8	792.8	S
Si	61.5	47.2	33.3	29.8	60.4	60.5	Si
Sr	4.2	5.6	5.6	5.3	4.5	4.8	Sr
Y	580.3	638.9	970.7	1005.9	943.3	885.8	Y
Zn	3.4	3.0	3.5	4.7	3.2	7.7	Zn

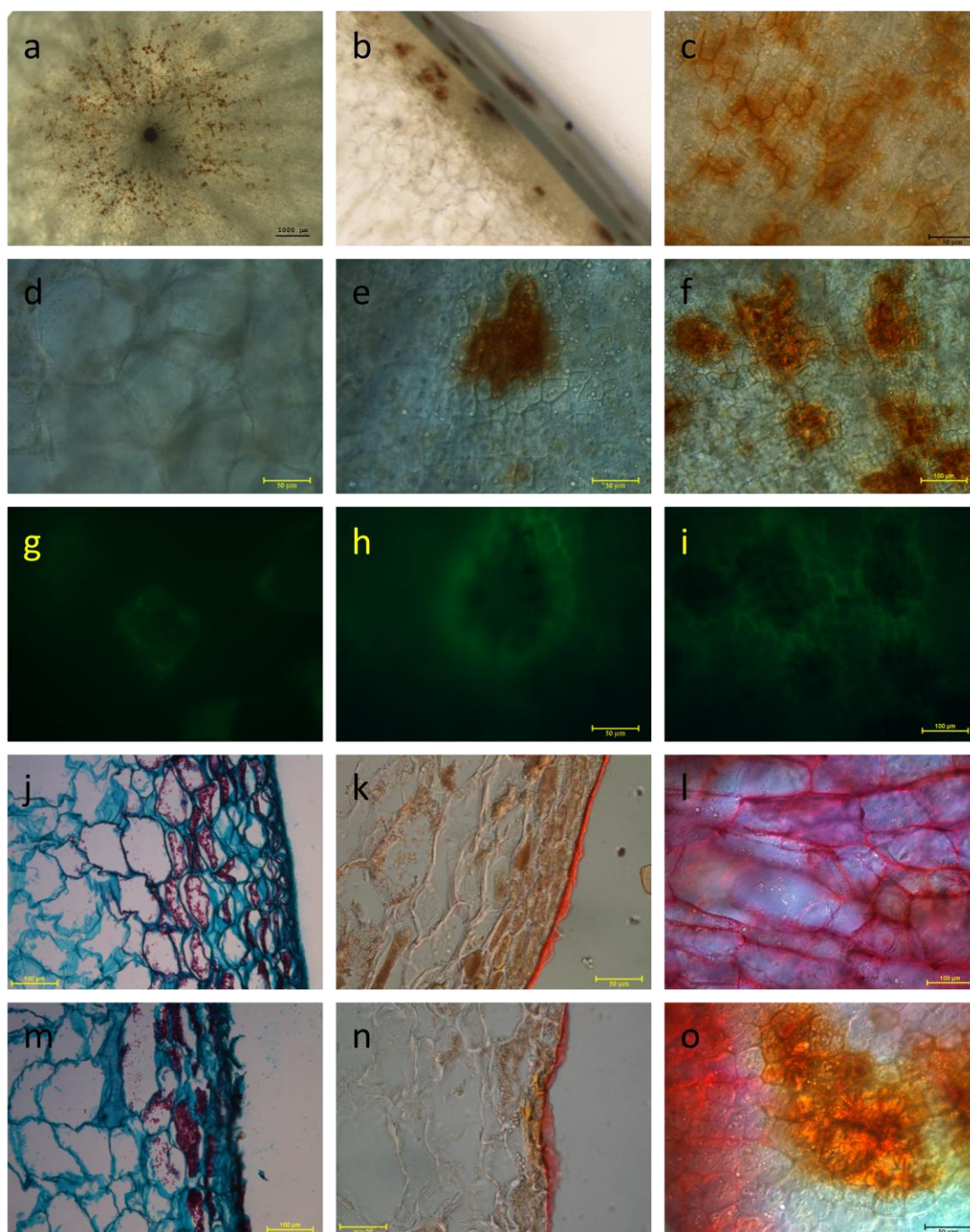
מבנה הדגימות לאנליזות פנולים היה זהה למבנה ששימש לאנליזות מינרלים בפרי. הדגימות הוכנו על ידי טחינה של 1.5 גר' בחנקן נוזלי, מיצוי עם 1 מ"ל של 10% מתנול, פילטרציה והרצה של 50 מיקרוליטר ב-HPLC. בבדיקות של פרופיל פנולים ב-HPLC התקבלו דגמים שונים ב-3 הכרמים ובהשוואה לממצאים של 2009 (איור 2.3 וטבלה 2.6). דגם ההרצה בכרם AD היה שונה משני הכרמים האחרים, יתכן כתוצאה מהפסקת השקיה בכרם לאחר הבציר המסחרי (דו"ח שנה 2). בכרמים של DE ו-AR יש פיק ב-19.5 דק' הגבוה יותר בפרי ללא החמה. בשני הכרמים של DE ו-AR תכולת הפנולים הכללית כפי שהיא משתקפת מסכום הפיקים גבוהה יותר בפרי עם החמה.



איור 2.3: השוואה של הרצת HPLC להרכב פנולים בין דגימה ללא החמה (שחור) לדגימות עם החמה (כחול) מכרם AR.

טבלה 2.6: תכולת פנולים בפרי עם וללא החמה מ-3 כרמים. מוצגים פיקים נבחרים לכל כרם. התוצאות הם ממוצע של 3 דגימות והערכים הם באקוילנטים של אפיקטכין ($\mu\text{g/g FW}$). הסכום מבוסס על ממוצע כל התוצאות להרצה. Retention time – RT.

AR			DE		
החמה	ללא החמה	RT	החמה	ללא החמה	RT
0.21	0.77	18.98			
			1.43	2.28	19.41
1.91	5.55	19.56			
			1.91	5.55	19.78
0.18	0.34	20.41	8.19	10.43	20.60
1.05	0.27	22.07			
			4.29	5.68	22.24
50.90	76.00		32.30	43.10	סכום



תמונה 2.1: היסטולוגיה של ההחמה ב'סופרירור'

(a) מראה גרגר עם החמות קלות באיזור הפיתם. (b) חתך דרך הקליפה והציפה מראה כי הכתמים מוגבלים לקליפה. (c) מראה את תאי האפידרמיס וההחמות בחלל הבינתאי. (d-f) תאי אפידרמיס ללא החמה או עם החמה בתאורה רגילה (g-i). תמונות מקבילות של תאי האפידרמיס הצבועים ב-FDA לאחר אקסיטציה ב-488 nm ונגיחה ב-515 nm. (j) צביעה ב-Sfranin ו-Fast Green של חתך ללא החמה. (m) צביעה כמו j של חתך עם החמה. (k) צביעה ב-Sudan 4 של רקמה ללא החמה. (n) צביעה כנ"ל של רקמה עם החמה. (o) רקמה ללא החמה צבועה ב-Ruthenium Red – (l) רקמה עם החמה צבועה כמו l.

אנליזה מיקרוסקופית התבצעה על דגימות נבחרות בעזרת חניטה צמח במעבדה להיסטולוגיה. מהתוצאות בתמונה 2.2 אפשר להתרשם כי כתמי ההחמה מוגבלים לקליפה ללא השלכות על הציפה (b). בהחמה קלה אפשר להתרשם כי ההחמה מתפשטת מהחלל הביני-תאי לתאים סמוכים (c). צביעות ב-FDA מראות על פלורסצנציה בתאים המקיפים את איזור ההחמה בדומה לתגובת הגנה לרגישות יתר (h). בצביעות של Safranin לפקטין ומרכיבי דופן ו-Fast Green לצלולוז, אפשר להתרשם מנוכחות צלולוז בקליפה ולא בציפה ובדיסאינטגרציה של תאים ברקמה שעברה החמה (m) לעומת רקמה ללא החמה (j). בצביעות עם Sudan אפשר להתרשם ממבנה אפיקוטיקולרי שלם ובולט ברקמה ללא החמה (k) לעומת רקמה עם החמה (n) אבל נדרשות בדיקות נוספות להוכיח זאת. בצביעות עם Ruthenium Red נראית צביעה טובה של תאי אפידרמיס בקליפה ללא החמה (l) לעומת רקמה עם החמה (o) שלא נצבעת טוב באיזור שמסביב לכתם.

3. השפעת טיפולים בכרם על ההחמות (2011)

הניסויים בשנה השלישית למחקר התבצעו בשני כרמים, DE ו-AR על בסיס של טיפולי רקע משקיים: כרם DE קיבל 15 ח"מ GA ב-30 למאי. כרם AR קיבל 8 ח"מ GA ב-22 למאי ו-8 ח"מ GA ב-28 למאי. הטיפולים נערכו ב-4 חזרות בבלוקים באקראי.

הטיפולים כללו יישום של ג'יברלין – 50 ח"מ + טריטון 0.025% ו-CPPU (סיפיון) – 5 ח"מ + טריטון 0.025% וכן 25 mM NAC (N-acetyl cysteine) וטריטון 0.025%. קוטר הגרגר ב-9.6.11 היה 13.7 מ"מ בשני הכרמים. GA ו-CPPU יושמו החל מה-9.6 במשך 3 פעמים בהפרש של שבוע. בטבלה 3.1 מפורטים מדדי ההבשלה בשני הכרמים בתחילת הניסוי ו-4 ימים לפני הדגימה הסופית. להוותנו, כרם DE נבצר כולו יום לפני הדגימה ולכן לא התקבלו ממנו תוצאות ואילו בכרם AR נבצרו מסחרית שתי חזרות מכל טיפול ביום הניסוי ולכן נבצרו 4 דגימות מ-2 בלוקים בכרם.

טבלה 3.1: מדדי הבשלה במועד הבוחל ולפני הבציר בשני כרמי הניסוי.

משקל גרגר גר'		קוטר מ"מ		מוצקות g/mm		חומצה %		TSS %		
AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	
30,6,11										
5.1	0.8	19.5	1.2	343	15	ל.ג.		9.6	0.7	DE
4.7	0.4	19.2	0.5	347	26	ל.ג.		11.3	1.4	AR
21,7,11										
6.9	0.2	22.1	0.4	361	41	0.47	0.00	14.4	0.4	DE
7.0	0.4	22.0	0.5	372	31	0.55	0.03	15.3	0.8	AR

למוסתי הצמיחה לא הייתה השפעה על ההבשלה ברמת ה-TSS אבל בניתוח כולל של התוצאות ל-CPPU היתה השפעה מובהקת שהתבטאה בהפחתה של 0.5% ברמת הסוכר (טבלה 3.2). ליישום מאוחר של GA הייתה השפעה של הפחתת אחוז החומצה וזאת בניגוד להשפעות ההפוכות של יישום GA בשלב החנטה. למוסתי הצמיחה הייתה השפעה חיובית מובהקת על מוצקות הפרי. ליישום המוקדם של GA הייתה השפעה על קוטר ומשקל הגרגר והייתה הפחתה מובהקת במשקל הגרגר ביישום מוקדם לעומת יישום מאוחר של CPPU.

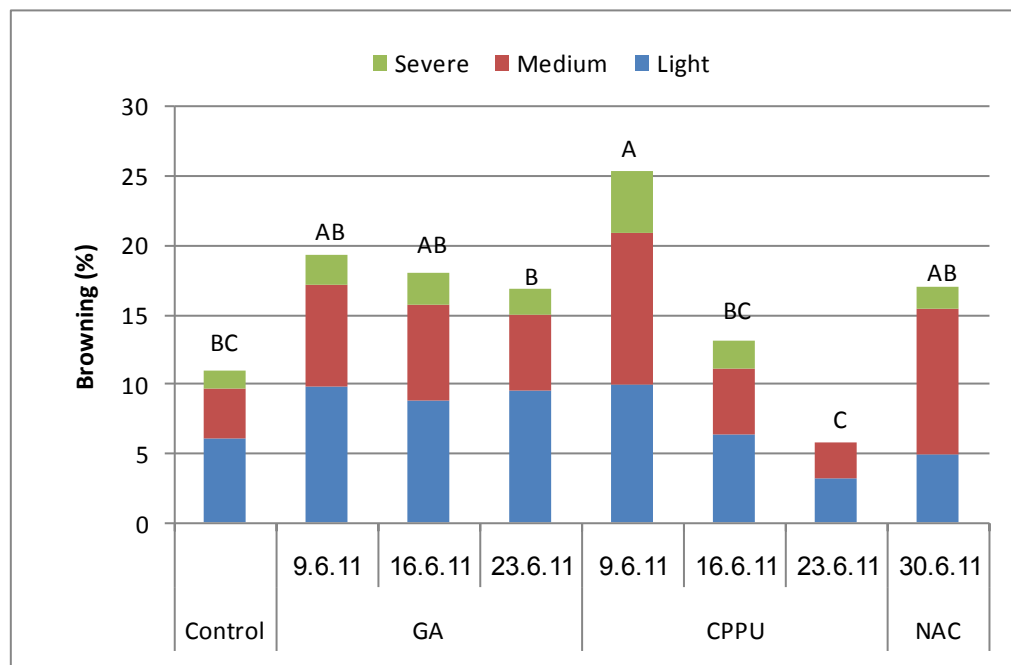
החמת הגרגרים נבדקה על מדגם ממוצע של 2.4 ק"ג על פי 3 דרגות החמה כמפורט בטבלה 3.3 ואיור 3.1. בסיכום כללי, האחוז הגבוה ביותר של ההחמה היה 25 ביישום מוקדם של CPPU ואילו האחוז הנמוך ביותר של ההחמה היה 6% בטיפול המאוחר ב-CPPU. יש לזכור כי היישום המאוחר של CPPU התבטא גם בגרגר קטן יותר. לתכשיר האנטיאוקסידנטי NAC הייתה השפעה שלילית על ההחמה שהתבטאה בהחמה גבוהה יותר בהשוואה לביקורת.

טבלה 3.2: מדדי בציר של סופריום – כרם 1.8.2011 AR

משקל גרגר		קוטר		מוצקות		חומצה		TSS		תאריך יישום	
גר'		מ"מ		g/mm		%					
7.45	BC	22.1	BC	359	C	0.38	ABC	15.8	A		ביקורת
8.81	A	23.5	A	441	AB	0.34	DE	15.7	A	9.6.11	GA
8.08	AB	22.9	AB	445	AB	0.35	CDE	16.0	A	16.6.11	GA
7.45	BC	22.6	ABC	425	AB	0.32	E	15.9	A	23.6.11	GA
8.19	AB	22.9	AB	475	A	0.38	AB	15.4	A	9.6.11	CPPU
8.06	AB	22.8	ABC	467	A	0.37	ABCD	15.3	A	16.6.11	CPPU
6.76	C	21.7	C	421	AB	0.39	A	15.3	A	23.6.11	CPPU
7.76	ABC	22.4	ABC	392	BC	0.35	BCDE	15.2	A	30.6.11	NAC
7.4	A	22.1	A	359	B	0.38	A	15.8	AB		ביקורת
8.1	A	23.0	A	437	A	0.34	B	15.9	A		GA
7.7	A	22.5	A	455	A	0.38	A	15.3	B		CPPU

טבלה 3.3: אחוז החמת גרגרים על פי 3 דרגות החמה.

תאריך יישום		קל		בינוני		קשה		כללי	
ביקורת		6.1	ABC	3.5	BC	1.4	B	11.0	BC
GA	9.6.11	9.9	A	7.4	AB	2.1	AB	19.3	AB
GA	16.6.11	8.8	AB	7.0	AB	2.4	AB	18.1	AB
GA	23.6.11	9.6	A	5.5	BC	1.8	AB	16.8	B
CPPU	9.6.11	10.0	A	10.8	A	4.5	A	25.5	A
CPPU	16.6.11	6.4	ABC	4.8	BC	2.0	AB	13.2	BC
CPPU	23.6.11	3.2	C	2.6	C	0.0	B	5.8	C
NAC	30.6.11	4.9	BC	10.5	A	1.7	AB	17.1	AB
ביקורת		6.1	AB	3.5	A	1.4	A	11.0	A
GA		9.4	A	6.6	A	2.1	A	18.0	A
CPPU		6.6	B	6.1	A	2.2	A	14.8	A



איור 3.1: אחוז פרי עם החמה בחלוקה לפי דרגות החמה.

4. החמות ב'זני'

'זני' הינו זן מאוחר בעל חרצנים הסובל מבעייה של החמה לאחר אחסון. בניסוי שנערך ב-2010 נבחנה השפעת טיפולים שונים בכרם על ההחמה לאחר אחסון. הטיפולים כללו יישום של חומרי צמיחה וכן ריסוס סידן והשפעת המיקרואקלים בסביבת האשכול באמצעות עטיפת האשכול בשקיות נייר (מוצגות רק התוצאות של יישום חומרי צמיחה).

GA מוקדם (E) ניתן בשני יישומים בשלב גמר נשירה (8 מ"מ) ולאחר שבוע בריכוז של 20 ח"מ.

GA מאוחר (Ver) ניתן בשלב הבוחל המוקדם בריכוז של 50 ח"מ.

CPPU ניתן בקוטר גרגר של 8 מ"מ בריכוז של 5 ח"מ.

מבנה הניסוי היה בבלוקים של מרווח אחד בין קורדונים בפיזור באקראי ב-4 חזרות. בפועל, במועד הדגימה, שתי השורות הדרומיות בכרם AD נבצרו ובכרם HS נבצרה השורה הדרומית. כדי לשמר על מבנה של 4 חזרות נלקחו בחלקת AD מדגמים כפולים מהשורות הצפוניות ובחלקת HS נדגמו שלוש חזרות.

מבדיקות של מדדי הבשלה בכרם AD נמצא כי לא היו השפעות מובהקות של הטיפולים למרות שרמת הסוכר בביקורת הייתה נמוכה יחסית בהשוואה לטיפולים שכללו GA (טבלה 4.1). בכרם HS נמצאה השפעה מובהקת של הגדלת גרגר על ידי CPPU.

הפרי אוחסן בקירור ונבדק בשני מועדים (טבלה 4.2). התוצאות הראו כי הייתה הגברה של ההחמה על ידי הטיפול ב-CPPU בכל 4 מועדי הבדיקה. תוצאות דומות התקבלו ממיון פרטני של גרגרים לפי דרגת החמה (טבלה 4.3). ערכי ההחמה בטיפולי הג'יברלין היו נמוכים בהשוואה לביקורת בחלק מהבדיקות.

טבלה 4.1. השפעת טיפולים במוסתי צמיחה על מדדי הבשלה ב'זני'.

חומצה	TSS	מוצקות	קוטר	משקל	דיאמנט	
%	%	g/mm	mm	גר'		
0.24	15.55	291	22.0	8.49	Control	כרם AD
0.26	15.53	306	22.5	9.09	CPU	29.10
0.25	16.33	301	22.3	9.13	GA 20X2 E	
0.25	16.18	304	22.2	8.75	GA X50 Ver	
0.29	17.30	347	22.2	9.2	bc	Control
0.28	15.10	359	23.4	10.6	a	CPU
0.26	15.33	366	23.0	9.9	ab	GA 20X2 E
0.28	16.17	330	22.3	9.4	bc	GA X50 Ver

בניסויים שנערכו ב-2011 שכללו גם CPPU ברמה של 2 ח"מ לא נמצאה השפעה שלילית על החמת הגרגרים (תוצאות לא מוצגות).

טבלה 4.2: הערכות החמה במהלך בדיקות איכות (בדיקה I) ולאחר אחסון (בדיקה II). הערכת החמות התבצעה לפי מדד החמה מ-1 (ללא החמה) עד 5 (החמה קשה) או לפי חלוקה של כלל הפרי לגרגרים ללא החמה, עם החמה קלה או החמה בינונית או קשה.

11.10.10 HS		20.9.10 AD		ת.בציר\מגדל	
21.11.10	27.10	1.11.10	3.10.10	ת. בדיקה	
בדיקה II	בדיקה I	בדיקה II	בדיקה I		
AV	AV SD	AV SD	AV SD		
2.33	2.33 0.58	2.88 0.25	2.75 0.50	Control	
2.67	5.00 0.00	3.63 1.18	4.00 0.82	CPPU	
1.33	2.67 1.15	2.00 0.00	2.50 0.58	GA 20X2 E	
1.33	2.00 0.00	2.25 0.50	3.25 0.96	GA X50 Ver	

טבלה 4.3: אחוז החמה של פרי בבדיקה כמותית ב-27.10.10 שנערכה 16 יום לאחר הבציר מכרם HS. הבדיקה מתבססת על ממוצע של 1.4 ק"ג לחזרה ב-3 חזרות.

קשה+בינוני-3		קל-2		ללא-1		
AV	SD	AV	SD	AV	SD	
23.8	19.3	53.0	19.5	23.2	6.0	Control
67.6	6.7	12.2	2.1	20.1	4.7	CPPU
23.7	25.0	48.9	20.5	27.4	12.3	GA 20X2 E
12.8	12.0	49.2	8.0	38.0	6.2	GA X50 Ver

סיכום ודיון

עונת 2009 התאפיינה ברמה נמוכה של החמות וגם בכרמים בהם הייתה החמה היא לא הייתה בדרגת חומרה קשה. במצב כזה הסיכוי לניסוי מניפולטיבי מוצלח הוא נמוך. מסיבה זו הועמדו ב-2010 ניסויים ב-3 כרמים עם החמות מתועדות. 2009. הדגימה של פרי עם וללא החמה הוכיחה באופן חד משמעי כי ההחמה היא תופעה הנמצאת באסוציאציה ברורה להבשלה, הן ברמה של הסוכר והחומצה. ב-4 מ-5 כרמים שנדגמו ב-2009 גרגרים עם החמה היו קטנים יותר ועובדה זו יכולה להיות מוסברת בכך שגרגרים קטנים צוברים בד"כ יותר סוכר. אנליזות מינרלים בגרגרים עם ובלי החמה הראתה כי בגרגרים עם החמה היה יותר מגנזיום ומנגן כאשר לקשר עם מנגן נמצא אישור גם בתוצאות מ-2010. אנליזת המטבוליטים ב-HPLC הראתה כי היו מטבוליטים ברקמה שעברה החמה שלא היו ברקמה 'בריא' ולהפך. בניסויים שנערכו ב-2010 שונתה שיטת המיצוי והיא התבססה על חומר טרי במקום חומר יבש ומיצוי ב-10% מתנול. מסיבה זו היה קושי להשוות את הפרופילים משתי שנות הדגימה ובהעדר זיהוי של המטבוליטים לא ניתן היה להתקדם בהבנה בערוץ זה.

על פי תוצאות 2010 אפשר להתרשם שהטיפול ב-CPPU שניתן בשלב הבוחל המוקדם עיכב את ההחמה בצורה משמעותית מאד באחד הכרמים בהם קצב ההבשלה היה נמוך למרות שהוא לא עיכב הבשלה ברמת הסוכר. העובד שהתקבלה החמה גם באשכולות שהיו בשקיות נייר לכל אורך ההבשלה מצביעה כי התהליך

לא נגרם על ידי כימיקלים בהם משתמשים בכרם במרבית שלבי ההתפתחות של הפרי. העובדה שהצללה ברמת האשכול לא מנעה החמה שולת מעורבות קרינה בתהליך וחיזוק לעובדה זו מתקבל גם מדגם ההחמה בחלק התחתון של הגרגר. הזינוב הגביר מעט את כמות הסוכר בכרם שבו אחוז הסוכר היה נמוך יותר אבל זה לא בא לידי ביטוי ביותר החמות כתוצאה מיותר סוכר. בהתחשב בעובדה שהן זינוב והן הפחתת עומס לא גרמו להחמות ב-2009, ההשערה כי ההחמות נגרמות רק עקב צבירה מוגברת של סוכרים אינה מאומתת. מצד שני העובדה שזינוב לא מנע החמה ב-2010 מחלישה את ההשערה שההחמה נגרמת עקב חוסר בנוטריינטים. אפיון היסטולוגי של ההחמות הראה כי ההחמות מתרכזות בקוטיקולה ויש התפשטות ההחמה דרך האפופלסט או הדופן. צביעות ב-FDA מראות על פלורסצנציה בתאים המקיפים את איזור ההחמה בדומה לתגובת הגנה לרגישות יתר. אפשר להתרשם מדיסאינטגרציה צפויה של תאים ברקמה שעברה החמה ומפגיעה בשלמות הקוטיקולה. לא ניתן לדעת על פי תוצאות אלו האם הפגיעה בקוטיקולה היא גורם או תוצאה של ההחמה. מתוצאות ניסוי הכרם ב-2011 ניתן ללמוד כי יישום מאוחר של GA (על רקע של כרם שרוסס ב-GA בשלב החנטה) עשוי דווקא להחמיר את ההחמה וזאת בניגוד להשערות ותוצאות קודמות (שלא היו חד משמעיות). לעומת זאת, מיישום של CPPU אפשר ללמוד על תוצאה מעניינת מאד: יישום של CPPU בקוטר גרגר של 13 מ"מ החמיר את ההחמות לרמה של פי 2.5 מהביקורת לעומת הפחתה לרמה של מחצית מהביקורת ביישום בשלב הבוחל. תוצאה זו יכולה להסביר גם את חוסר ההדירות בהשפעת ה-CPPU ב-2010 בהתחשב בשוני הפנולוגי בין הכרמים. עובדה נוספת, שאין לה תמיכה בספרות ומחייבת בחינה חוזרת, היא ההשפעה השלילית של יישום מאוחר של CPPU על משקל הגרגר.

מופע ההחמות ב'זני' אינו דומה לזה של סופרירור: החמות אלו מתרחשות בעיקר לאחר הבציר ובמהלך האחסון. כמו כן דגם ההחמה הוא על כל חלקי הגרגר ללא מופע אופייני של נקרוזות נקודתיות. התוצאות שהתקבלו ב-2010 הראו עלייה משמעותית מאד בהחמה של הפרי לאחר האחסון בעקבות טיפול ב-CPPU. לכאורה תוצאה זו סותרת את הממצאים בסופרירור אבל יש לזכור שיישום ה-CPPU בזני היה בשלב של 8 מ"מ ובסופרירור השלב שבו CPPU החמיר את ההחמה היה היישום הראשון. ממצאים אחרים לגבי היישום של CPPU בתומפסון (תוצאות לא מוצגות) מראים כי יישום CPPU בחנטה מגביר מאד את רמת הפנולים בפרי. לכן אחת ההשערות האפשריות היא כי בריכוז גבוה של פנולים בתא, הרס המידור התאי בשלב ההבשלה יכול לגרום להתגברות ההחמה. מוקדם לקבוע כיצד CPPU מונע החמה בשלב הבוחל מאחר והתוצאות אינן מבוססות דיין. שאלה נוספת היא מה המשמעות של רמה גבוהה יותר של מנגן בפרי שסובל מהחמות. אחת האפשרויות היא כי עודף המנגן הוא תוצאה של ריכוז סוכר גבוה יותר שגורם להולכה של יותר מומסים לפרי וצבירה של עודף מנגן. לרמה גבוהה של מנגן יכולה להיות השלכה על פעילות אנזימים שגורמים להחמות ומנגן עצמו יכול להיות פיטוטוקסי לרקמה (El Jaoual and Cox, 1998). הבעיה עם הסבר זה היא העובדה שאין מגמה גורפת של ריכוז מומסים בפירות החמה כאשר בשנה אחת מגנזיום היה ברמה גבוהה יותר ובשנה השנייה, נתרן.

El Jaoual, T and Cox DA (1998). Manganese toxicity in plants. Journal of Plant Nutrition, 21, 353-386.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
1. לאפיין את התופעה של החמות והיסדקות והקשר ביניהם בזן 'סופריור'. 2. לבחון האם ניתן להפחית או להגביר את התופעה באמצעים המפורטים בתכנית המחקר.
עיקרי הניסויים והתוצאות
1. הועמד ניסויים לבחינת השפעת חומרים שונים על ההחמה. 2. בוצעו אנליזות מינרלים ופרופיל פנולים לפרי עם ובלי החמה. 3. בוצעו אנליזות היסטולוגיות
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח
1. יש קורלציה בין הבשלה להחמות. 2. זוהו מינרלים שנמצאים בעודף או בחסר בפרי עם החמות. 3. נמצאו הבדלים בפרופיל הפנולים בפרי עם וללא החמות. 4. נמצא כי יישום מוקדם של הציטוקינין CPPU גורם להחמה ויישום מאוחר מונע החמה.
הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר
1. אין עדיין ביסוס להשפעות ה-CPPU על ההחמה 2. לא בוצע אפיון של המטבוליטים שהיו באסוציאציה עם ההחמה
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב – ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;
טרם הוחל בהפצת הידע
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח (סמן אחת האופציות) רק בספריות ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) חסוי
האם בכוונתך להגיש תכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי: - כן * - לא