

שמירת חיוניות שיזרות ענבי מאכל באחסון

אמנון ליכטר	המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
סוזן לוריא	המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
טניה קפלנוב	המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
יוחנן זוטחי	המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
ויקטור אלחנטי	המחלקה להנדסת מערכות חישה ומיכון, מכון וולקני
יצחק קוסטו	משרד החקלאות ופיתוח הכפר

Amnon Lichter	Dept. of Postharvest Science: vtlicht@agri.gov.il
Susan Lurie	Dept. of Postharvest Science: slurie43@agri.gov.il
Tania Kaplunov	Dept. of Postharvest Science
Yohanan Zutahy	Dept. of Postharvest Science
Victor Alchanatis	Dept. of Sensing, Information and Mechanization Engineering, The Volcani Center, victor@agri.gov.il
Itzhak Kosto	Extension Service, ikosto@shaham.moag.gov.il

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר _____

אפריל 2011

תקציר

ענבי מאכל מאבדים מאיכותם במהלך השיווק כתוצאה מהחמת השיזרה כאשר הסיבה העיקרית לכך נחשבה כתוצאה של איבוד משקל של האשכולות אחרי הבציר. במחקר הנוכחי בוצעה סדרה של 8 ניסויים מורכבים שבהם נבחנו השפעות של זמן האחסון, תנאי האחסון, אריזות, זנים, וחומרי צמיחה בכרם על החמת השיזרות. תוצאות הניסויים נמדדו בפרמטרים מקובלים של איבוד משקל האשכול, משקל יבש של השיזרות והערכה חזותית של מראה השיזרות. בנוסף, פותחה שיטה מקורית למדידת ההחמה באמצעות עיבוד תמונה. שיטה זו אפשרה להגיע לתוצאות מדויקות הרבה יותר של השפעת הגורמים השונים על ההחמה. הממצאים העיקריים מראים כי: 1. ההחמה היא תהליך מעריכי בעוד שאיבוד המים הוא תהליך לינארי. 2. יש זנים דוגמת 'סופרירור' ו'מיסטרי' שבהם הגורם העיקרי להאצת ההחמה הוא הטמפרטורה של חיי המדף בעוד שב'תומפסון' ההחמה היא בקורלציה גבוהה ל-VPD – הפרש לחצי האידים בין הרקמה לסביבה. 3. ניתן להפחית את ההחמה בזנים דוגמת 'תומפסון' באמצעות אריזות טובות יותר או לחות גבוהה בחיי מדף אך ב'סופרירור' ו'מיסטרי' תרומת האריזות היא בעיקר להפחתת איבוד משקל. 4. ליישום של חומרי צמיחה בשלב המתאים להגדלת הגרגר אין תרומה חיובית למניעת החמה ב'מיסטרי' ובמספר מקרים, ליישום ציטוקינין הייתה השפעה שלילית. תוצאות המחקר מניחות בסיס מחקרי טוב לפתרון שאלות שעלו במהלכו. התוצאות מספקות גם כיוונים מוגדרים לשיפור איכות המוצר ובהם שיפור האריזה של זני ענבים הרגישים לאיבוד מים והפחתת טמפרטורת חיי המדף בזנים בהם החמת השיזרות מואצת בטמפרטורה המקובלת.

מבוא

קיימות היום שיטות מסחריות ואלטרנטיביות טובות למדי למניעת ריקבון בענבים לאחר הקטיף. לא תמיד שיטות אלו נותנות מענה הולם למניעת ירידת איכות שיזרת האשכול. הבעיה קיימת הן בענבים לשוק המקומי והן לאחר אחסון בקירור ליצוא או לשוק מקומי. הלחות היחסית והטמפרטורה הם שני גורמי מפתח במניעת איבוד מים מרקמות צמחיות במהלך האחסון. גורמים אלו ניתנים לשקלול פיזיקלי באמצעות מושג ה-VPD (vapor pressure deficit). אחסון של ענבים בטמפרטורה של 0°C ולחות יחסית גבוהה בנוכחות SO_2 מונעים את התייבשות והחמת השיזרות והעוקצים של האשכול ומונעים התפתחות ריקבונות. לאחר ההוצאה מקירור, החשיפה לטמפרטורה גבוהה, לחות נמוכה ואווירה ללא SO_2 עשויה לבטל את המראה החיוני של שיזרת האשכול. ניסויים שנערכו בעונת 2008 בדקו את הפרמטרים לכימות איכות השיזרות ובמקביל בחנו את השפעת הטמפרטורה, הלחות והאריזות בשני זני ענבים מרכזיים, 'סופרירור' ו'תומפסון'. ב-2009, נערכה חזרה על חלק מהפרמטרים של הניסוי עם הזן 'סופרירור', כדי לאמת את התוצאות של השפעת הטמפרטורה והלחות היחסית. במקביל ב-2009 נערך בזן 'מיסטרי' ניסוי שבדק את השפעת עומס היבול ויישום של חומרי צמיחה על איכות השזרות. ב-2010 נבדקה השפעת יישום של חומרי צמיחה וטיפול לאחר בציר למניעת איבוד מים בזנים 'מיסטרי', 'סופרירור', 'רד גלוב' ו'קרימסון'. תוצאות כלל הניסויים צריכות לתת תשובות ברורות לגבי ההשפעה של חומרי צמיחה וטיפולים למניעת איבוד מים על איכות השזרות לאחר האחסון.

שיטות

טבלה 1: תאריכי ניסויים שנערכו ומדדי הבשלה של הפרי

TA	TSS	מועד בציר	איזור	מגדל	
0.50	13.4	27.7.8	פתחיה	ראובן ביתן	סופרירור
0.44	18.8	3.8.08	פתחיה	ראובן ביתן	תומפסון
0.46	15.6	3.8.09	לכיש	דרור אלירז	סופרירור
0.58	13.6	1.7.09	נווה ירק	משה מנשה	מיסטרי
0.60	15.6	20.6.10	נווה ירק	משה מנשה	מיסטרי
0.50	14.8	11.7.10	נווה ירק	משה מנשה	סופרירור
0.34	15.3	1.8.10	נווה ירק	משה מנשה	רדגלוב
0.51	18.3	29.8.10	נווה ירק	שכטר זלמן	קרימסון

שיטות - 2008

ביום הבציר האשכולות מוינו, נוקו, ונארזו בנספקים של 1 ק"ג. הנספקים חולקו לשלוש קבוצות עבור שלושה טיפולים: 1. נספקים פתוחים. 2 – נספקים עטופים בפוליאיתילן נצמד. 3 – נספקים עטופים בפוליפרופילן בעובי 35 מיקרון ובצפיפות חורי 400 מיקרון כל חצי ס"מ.

כל הנספקים נשקלו ומחצית מהנספקים הועברה לשני חדרי אחסון של 20°C עם לחות נמוכה או גבוהה כמפורט ב-טבלה 2. הלחות בוקרה באמצעות מתנד אולטראסוני לאספקת לחות וייבשן להפחתת לחות עודפת. המחצית השנייה של הנספקים הוכנסה לקרטונים ל- 0°C ולמחרת היום נעטפו בפוליאיתילן נצמד. ארבע חזרות (ארבעה נספקים) נדגמו ביום הבציר לתיעוד המצב ההתחלתי של הפרי והשיזרות ובהמשך נדגמו ארבע חזרות מכל טיפול לאחר 2, 4 ו-7 ימים ובמקרים מסוימים גם לאחר 11 יום. אחרי 7 ימים, כאשר המדגם הראשוני נבדק כולו או הועבר לחדר אחסון אחר של 20°C , הורדה הטמפרטורה בשני החדרים ל- 10°C והנספקים של הקבוצה השנייה הועברו מ- 0°C לחדרי האחסון של 10°C בשתי הלחות היחסיות. משכי הדגימה היה כמו בטיפולים של 20°C .

המדידות שנערכו בכל אחת מהדגימות כללו: 1. איבוד משקל, 2. הערכה ויזואלית של איכות השיזרות והעוקצים באינדקס של 1 עד 5 (1, שיזרות ירוקות לחלוטין, 2, רוב השיזרות ירוקות אך יש מופע של החמות קלות, 3, יש החמות מרובות אך יש עדיין צבע ירוק בולט, 4, מרבית השיזרות בצבע דהוי או חום, 5, כל השיזרות בצבע חום כהה). 3 מוצקות של 25 גרגרים עם העוקץ במכשיר Firmtech II (ערכים בגר'מ"מ). 4. שקילת השיזרות וקביעת משקל יבש של השיזרות לאחר יבוש למשך יומיים ב- 70°C . 5. צילום השיזרות בתנאים מבוקרים. עיבוד התמונה התבצע על ידי הפרדת הרקע מהשיזרות וחישוב אחוז הפיקסלים החומים או הירוקים עם ערך סף בזווית צבע (h) של 50. מדד זה, שהסקלה שלו (Br-50) היא מ-0 עד 1 מייצג את ההחמה כאשר 0 הוא ירוק מלא ו-1 הוא חום מלא. אלגוריתם עיבוד התמונה נכתב בשפת ++C, בסביבת Microsoft Studio NET. ניתוח סטטיסטי בוצע בקופסת כלים סטטיסטית ב-Matlab® (גרסה 7.8 של The Mathworks, Natick, MA). פירוט מלא של השיטות המוזכרות לעיל ניתן למצוא במאמר מבוקר (Lichter et al., 2010). כמו כן ניתנים במאמר ערכי ה-VPD לתנאי האחסון השונים.

שיטות - 2009

הכנת האשכולות לאחסון הייתה זהה למתואר עבור הניסויים ב-2008. סופרירור - האשכולות אוחסנו ב- 0°C למשך 5 ימים והוכנסו ל-4 חדרים נפרדים. בשלושה חדרים הטמפרטורה הייתה 8°C - 18.5°C והלחות היחסית בהם הייתה 74, 90 ו-96%, בחדר הרביעי הייתה טמפרטורה של 25°C ולחות יחסית של 72% ועל פי נתונים אלו, חושבו ערכי ה-VPD בערכים של KPa. שש חזרות של אשכול אחד לחזרה נבדקו בכל נקודת זמן ומכל אחד מ-4 התנאים כמתואר למעלה.

מיסטרי - הניסוי בוצע בכרם בנווה ירק. אם לא צוין אחרת, על כל גפן הושארו 45 סריגים. כל טיפול כלל 25 אשכולות ב-6 חזרות (גפנים). הטיפולים כללו:

1. ביקורת

2. 15 ח"מ ג'יברלין

3. 15 ח"מ ג'יברלין + 1.5 מ"מ CPPU (ציטוקינין)

4. 1.5 ח"מ CPPU

5. 60 סריגים לגפן

6. 30 סריגים לגפן

7. טבילה בג'ל אלוורה בריכוז של 1%.

הריסוסים בוצעו כאשר הגרגר היה בגודל של 7-8 מ"מ. הניסוי נערך במתכונת של 6 חזרות (אשכולות). מחצית האשכולות שנבצרו אוחסנו ב-15 °C ובלחות של כ-88% ל-2, 4, 7 ו-11 ימים. המחצית השנייה אוחסנה ב-0°C למשך שבועיים ואז הועברה ל-15 °C ל-2, 4, 7 ו-11 ימים. בכל נקודת זמן נבדקו 6 אשכולות מהטיפולים כמתואר למעלה.

שיטות – 2010

הניסויים נערכו על 4 זנים, 'מיסטרי', 'סופריוור', 'רד גלוב' ו'קרימסון' במושב נווה ירק. הפרי נבדק לאחר 2, 4 ו-7 ימים ב-20 מ"צ ולחות של כ-80% או לאחר שבועיים ב-0 מ"צ וחיי מדף כנ"ל. שש חזרות של אשכול אחד לחזרה נבדקו בכל נקודת זמן כמתואר למעלה ב-2008. תוצאות מובאות רק עבור הניסוי ב'מיסטרי' (שאר תוצאות הניסויים יפורסמו כחלק מעבודת המוסמך של אייל רבן). הטיפולים כללו:

1. ביקורת - ללא טיפול בחומרי צמיחה.

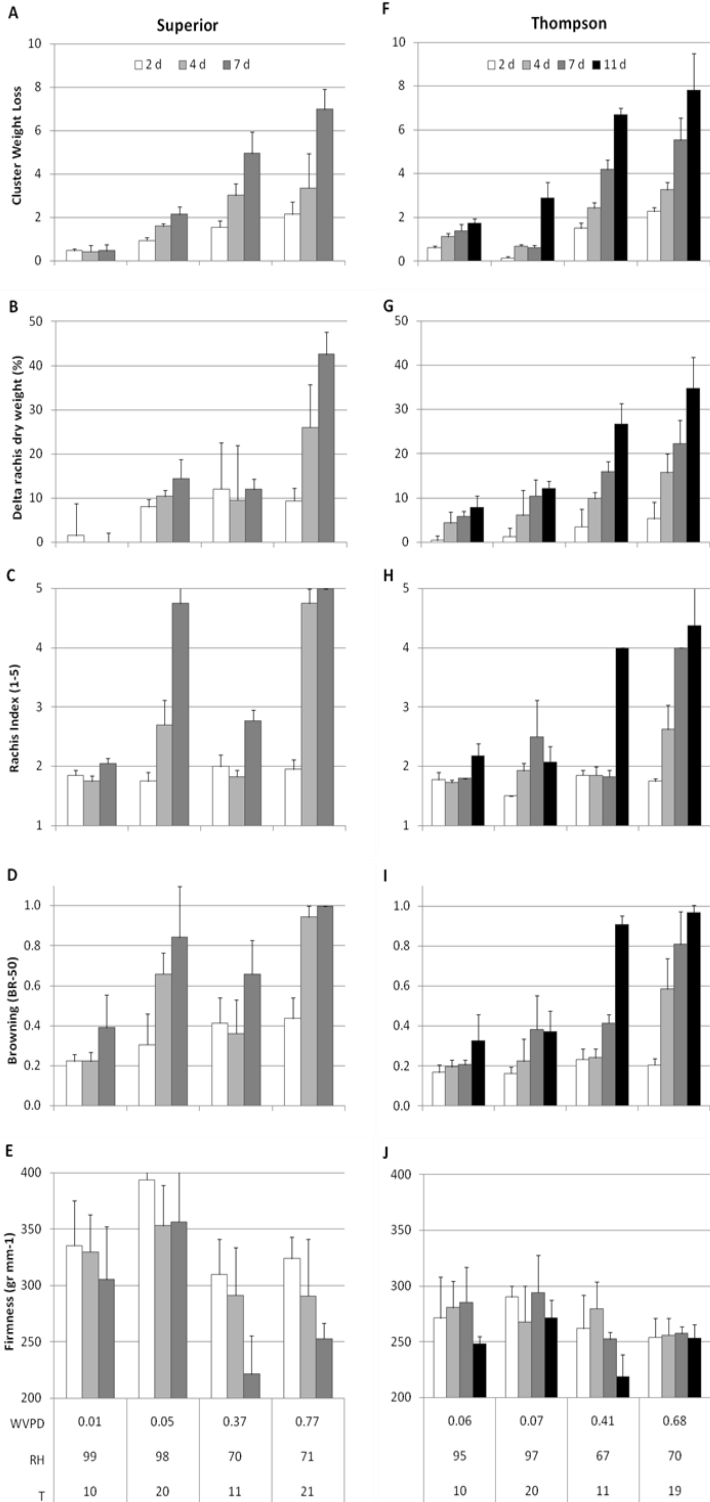
2. ריסוס ג'יברלין 20 ח"מ.

3. ריסוס ציטוקינין 2 ח"מ. (Forchlorfenuron – CPPU).

4. ריסוס ג'יברלין 20 ח"מ עם ציטוקינין 2 ח"מ

5. ביקורת באריזה עם מיקרופרורציה (פוליפרופילן מרובה חורים מיקרוניים), למניעת איבוד מים.

הריסוסים בוצעו כאשר הגרגר היה בגודל של 7-8 מ"מ.



איור 1. השוואה של מדדי איכות השיזרה על פי:

א. איבוד משקל

ב. משקל יבש של האשכול.

ג. מדד החמה

ד. מדד החמה בעיבוד תמונה

ה. מוצקות

הזנים 'סופריור' ו'תומפסון' אוחסנו ב-4 תנאים שכללו טמפרטורה גבוהה או נמוכה ולחות גבוהה או נמוכה. ערכי ה-VPD מחושבים לכל תנאי. האחסון היה למשך עד 7 ימים (סופריור) או עד 11 יום (תומפסון). בציר ה-X השורה הראשונה מראה את ה-VPD המחושב, השורה השנייה את הלחות היחסית והשורה השלישית את הטמפרטורה.

תוצאות ודיון - 2008

נערכה השוואה של השפעת תנאי חיי המדף על שני הזנים העיקריים בישראל, 'סופרירור' ו'תומפסון' **איבוד משקל האשכול**: ב'סופרירור' אפשר להתרשם ממתאם ברור בין ה-VPD לאיבוד משקל והזמן בחיי מדף. כצפוי ב-VPD נמוך לא היה איבוד משקל ואילו ב-VPD גבוה, איבוד המשקל הגיע לערכים של כ-7% לאחר 7 ימים. ב'תומפסון' היה מתאם דומה אבל בטמפ' של 20 מ"צ ב-VPD נמוך, איבוד המשקל היה נמוך מאד עד 7 ימים בהשוואה לתנאים המקבילים ב'סופרירור'.

אחוז משקל יבש של האשכול: ב'סופרירור' הייתה תופעה מעניינת שבה לא הייתה השתנות משמעותית באחוז המשקל היבש של השיזרות עם הזמן בערכי ה-VPD האמצעיים. לעומת זאת, ב'תומפסון' הזמן וה-VPD היו במתאם ברור ותואם לאיבוד המשקל של האשכול. תוצאות אלו מצביעות על מנגנון שונה של איבוד משקל בין הזנים כאשר ב'סופרירור' עיקר איבוד המשקל צריך להיות מהפרי או שיש חזרה של מים מהפרי לשיזרה בעוד שב'תומפסון' יש איבוד פרופורציונלי של משקל מהפרי ומהשיזרה.

בבחינה של המתאם בין איבוד משקל האשכול למשקל יבש של השיזרה אפשר לראות שעבור 'תומפסון' מלבד בסט אחד של מיקרים (לחות גבוהה, אריזות פתוחות), יש מתאם גבוה בין המדדים (טבלה 3). לעומת זאת, ב'סופרירור', המתאם הכללי הוא נמוך בעוד שבמקרים ספציפיים של VPD גבוה יש מתאם טוב.

החמת שיזרות בהערכה חזותית ובעיבוד תמונה: באנליזה גלובלית יש מתאם של 0.9 בין החמת שיזרות בהערכה חזותית ובעיבוד תמונה (טבלה 4) מה שמצביע על היכולות של עיבוד תמונה ככלי מחקרי רלבנטי למדידת ההחמה. מה שברור מהסתכלות על התוצאות ב'סופרירור' הוא שהטמפ' ולא ה-VPD היא הגורם המשמעותי בהחמה. לעומת זאת ב'תומפסון' ההחמה הייתה פחותה מ'סופרירור', לא הייתה תלות בטמפרטורה אך שילוב של זמן ו-VPD גבוה גרם להחמה מוגברת. למרות המתאם היחסי בין המדידות הסובייקטיביות לאובייקטיביות, עיבוד תמונה איפשר לראות הבדלים שלא נמדדו בהערכות חזותיות. כך למשל ב'סופרירור' לאחר 2 ו-4 ימים ערכי עיבוד התמונה ב-VPD של 0.37, היו כפולים בהשוואה ל-VPD של 0.01 בעוד שבהערכות סובייקטיביות לא היו הבדלים בין המדידות. בדומה לכך, ב'תומפסון' ב-VPD של 0.41 לאחר 7 ימים עיבוד תמונה נתן ערך כפול בהשוואה ל-2 ו-4 ימים, בניגוד להערכה חזותית שבה לא נמדדו הבדלים. אלו הם דוגמאות לנקודות קריטיות שבהם טעות מדידה יכולה להוביל למסקנות מוטעות.

מוצקות: מוצקות הפרי של 'סופרירור' הייתה גבוהה מזו של 'תומפסון' ועל פי רוב היא ירדה עם הזמן בעיקר ב-VPD הגבוה. המוצקות הייתה גבוהה יחסית בשני ערכי ה-VPD הנמוכים ונמוכה יחסית ב-VPD גבוה. לעומת זאת, ב'תומפסון' המוצקות הייתה נמוכה יותר ופחות מושפעת מה-VPD והזמן. מעניין לציין כי ב-VPD הגבוה הייתה ירידה למוצקות של 250 גר' למ"מ כבר לאחר יומיים ולא היה שינוי במוצקות עם הזמן. הסברים לתופעות אלו יכולים להיות קשורים למבנה הגרגר העגול לעומת המוארך של 'סופרירור' לעומת 'תומפסון' ומרקם פנימי פחות מימי של 'תומפסון'.

באנליזה גלובלית של המתאם בין הפרמטרים שנבדקו (טבלה 3) אפשר לראות התאמה טובה בין עיבוד תמונה והחמת שיזרות או עוקצים בשני הזנים, מתאם נמוך יותר לאיבוד משקל האשכול ומשקל יבש של השיזרות ב'תומפסון' ומתאם נמוך לפרמטרים אלו ב'סופריור'. למוצקות לא הייתה התאמה טובה להחמה על פי עיבוד תמונה.

השפעת אריזות על איכות השיזרות: הניסויים שמוצגים למעלה מתייחסים לאשכולות שהיו מונחים בסלסלות 1 ק"ג ללא כיסוי. כל הניסויים נערכו גם על פרי ארוז בפוליאאתילן נצמד או פוליפרופילן מרובה חורים (מיקרופורפוזיה) והתוצאות מוצגות באיור 2. לגבי 'סופריור' אפשר להתרשם כי בלחות גבוהה וטמפ' של 10 מ"צ לא היה כמעט שינוי במדדים השונים ולא הייתה השפעה לאריזות. בלחות גבוהה וטמפרטורה גבוהה, איבוד המשקל היה קטן אך הייתה החמה קשה. על פי התוצאות של הערכה חזותית ההחמה נמנעה בחלקה על ידי האריזות לאחר 7 ימים בחיי מדף. לעומת זאת, על פי עיבוד התמונה לא הייתה השפעה לאריזות. זו דוגמא לכך שלמרות ההבדלים המשמעותיים מאד בהערכה החזותית בטיפולי האריזות, **בהעדר אישור אובייקטיבי לא ניתן לקבל את המסקנות הנובעות מכך**. לאריזות הייתה השפעה משמעותית במניעת איבוד משקל בלחות נמוכה. על פי תוצאות עיבוד התמונה, נראה כי בטמפ' של 10 מ"צ, לאחר 7 ימים היה יתרון לפלסטיק הנצמד. כצפוי ההשפעה של האריזות בלחות נמוכה וטמפ' גבוהה הייתה משמעותית אבל מניעת החמה התקבלה רק על ידי האריזה המחוררת לאחר 4 ימים. עיבוד התמונה נתן רזולוציה יותר טובה של ההבדלים בין הטיפולים לאחר יומיים בחיי מדף.

ההשפעה של האריזות על 'תומפסון' הייתה המשמעותית ביותר בטמפ' גבוהה ולחות נמוכה, כאשר אריזה סגורה עם פלסטיק נצמד מנעה את ההחמה על פי איבוד תמונה מרמה של 0.97 לאחר 11 יום לרמה של 0.5. בהתאמה, המדד שהתקבל בביקורת היה 4.4 לעומת 2.8 בטיפול האריזה. **הבדל זה הופך את האשכול מבלתי מכיר לבעל ערך מסחרי**.

טבלה 2: הטמפרטורה, הלחות היחסית וה-VPD בניסויים של 2008 ו-2009.

VPD (KPa)	RH (%)	Temperature (C°)	Cultivar
0.050	97.9±3.3	20.1±0.4	סופריור - 08
0.770	69.7±5.3	21.3±2.4	
0.015	98.8±1.4	10.3±0.4	
0.369	71.3±1.8	10.7±0.2	
0.072	96.9±0.7	20.1±0.7	תומפסון - 08
0.682	69.7±2.6	19.4±0.2	
0.057	95.3±1.0	9.7±0.3	
0.411	67.9±1.8	10.6±0.2	
0.083	96.2±0.5	18.8±0.2	סופריור - 09
0.213	90.0±2.4	18.7±0.3	
0.588	74.2±7.2	18.5±0.8	
0.923	72.5±2.9	25.9±0.5	

טבלה 3: המתאם בין איבוד משקל האשכול למשקל היבש של השיזרות באנליזה גלובלית או תנאים מוגדרים.

תומפסון		סופריור		
R ²	n	R ²	n	
0.75*	240	0.37*	201	כללי
0.81*	120	0.20*	108	10°C
0.75*	120	0.59*	93	20°C
0.83*	40	0.75*	32	20°C אריזה פתוחה
0.32*	20	0.15	16	20°C לחות גבוהה-אריזה פתוחה
0.92*	20	0.77*	16	20°C לחות נמוכה-אריזה פתוחה

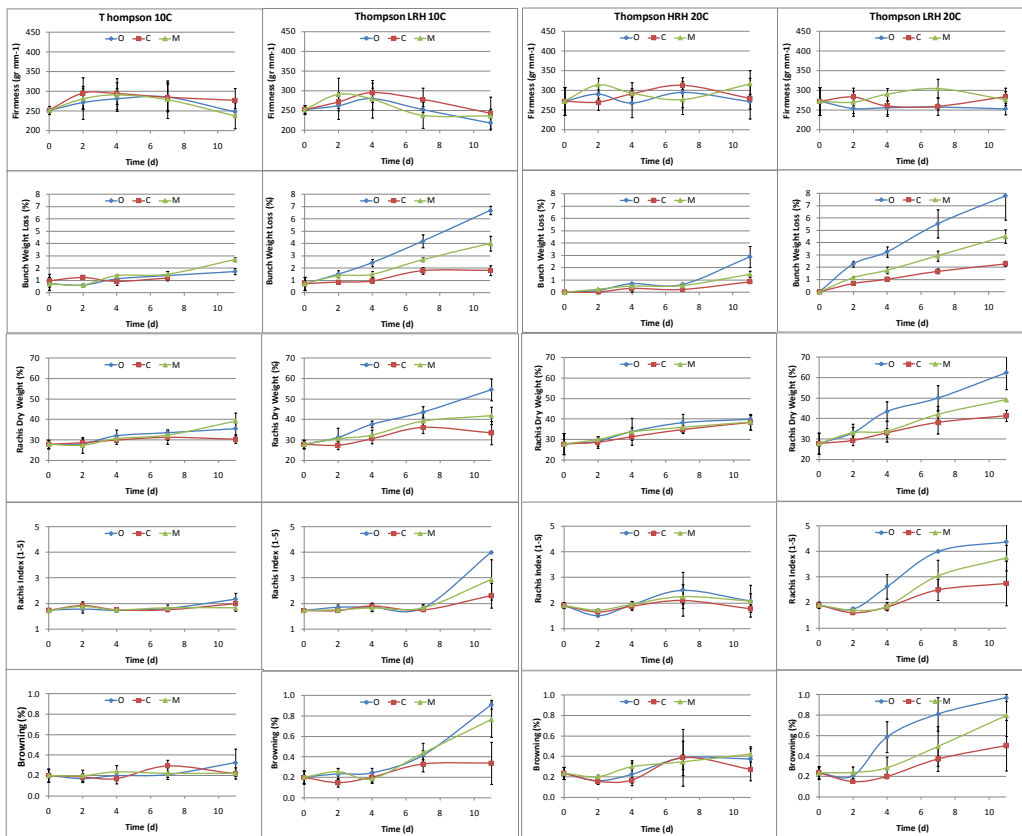
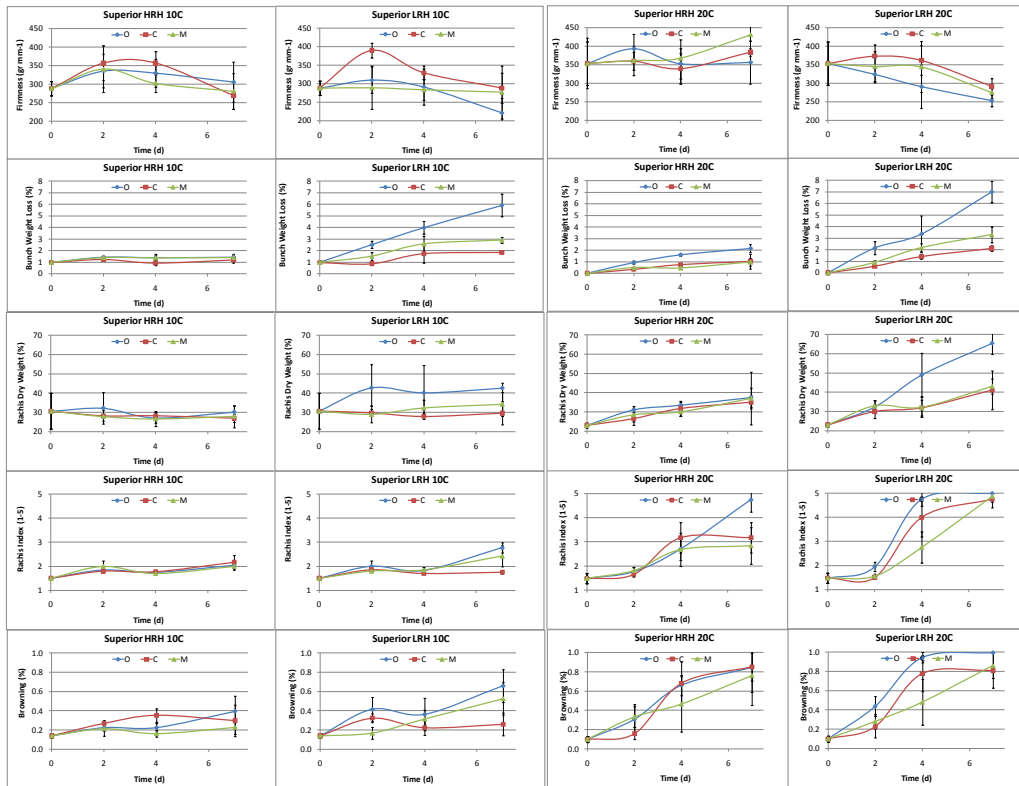
* כוכביות מציינות מתאם מובהק.

טבלה 4: זווית הצבע שנתנה מתאם מקסימלי בין החמת שיזרות על פי עיבוד תמונה והפרמטרים שנבדקו.

מתאם		סך זווית צבע		
תומפסון	סופריור	תומפסון	סופריור	
0.90*	0.90*	43	44	מדד עוקצים
0.90*	0.90*	44	43	מדד שיזרות
0.82*	0.48*	45	57	איבוד משקל אשכול
0.88*	0.65*	48	36	משקל יבש - שיזרות
0.14	0.13	67	9	מוצקות

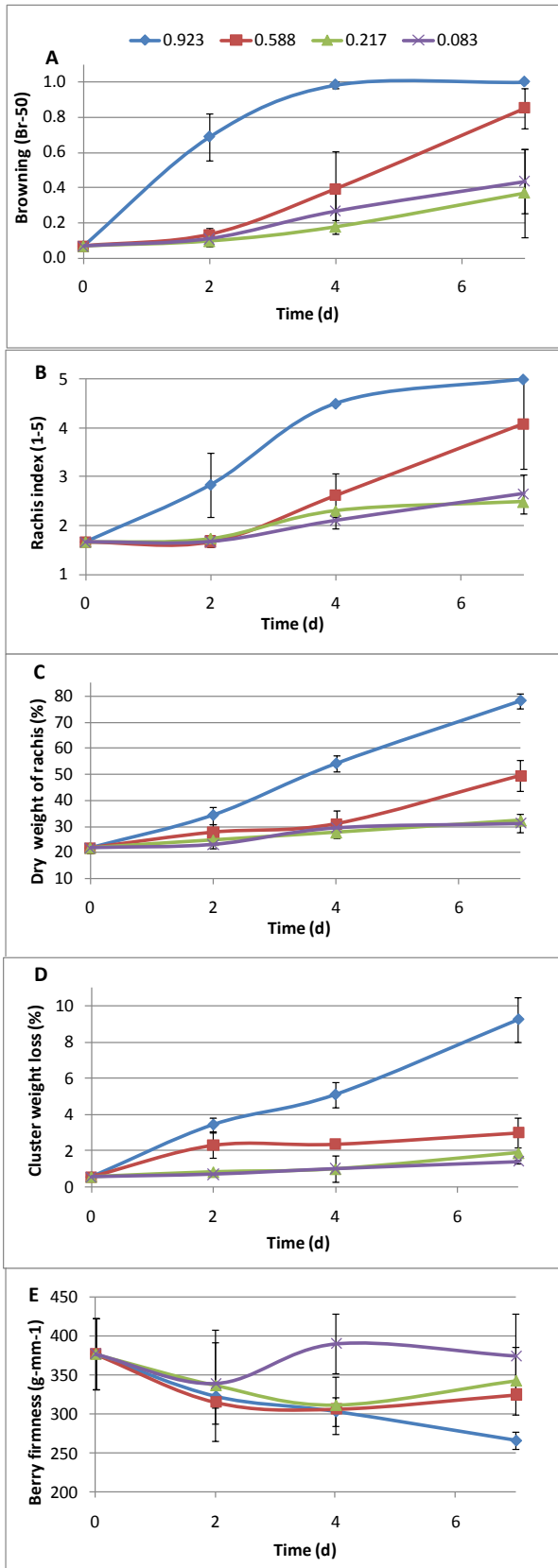
* כוכביות מציינות מתאם מובהק.

איור 2 (בעמוד הבא): השפעת אריזות, תנאי וזמני חיי המדף על איכות השיזרות והאשכולות של 'סופריור' (למעלה) ו'תומפסון' (למטה). O-סלסלה פתוחה; C-סלסלה סגורה עם פולאתילן נצמד; M-סלסלה מכוסה עם פולפרופילן מחורר. בכותרת LRH ו-HRH לחות יחסית נמוכה או גבוהה, בהתאם ו-10 או 20 מ"צ.



תוצאות ודיון – 2009

התוצאות ב-2008 מתבססות על שני שלבים של אחסון (לאחר הבציר ולאחר אחסון בקירור) שכוללים סך של 4 תנאים שונים של חיי מדף. מטרת חלק זה של המחקר הייתה לבצע ניסוי השוואתי בו-זמני ל-4 תנאים בחיי מדף על מנת לאשר ולהרחיב את הממצאים של 2008. הניסוי התבצע ב-6 חזרות והתוצאות העיקריות מסוכמות באיור 3. הירידה באיכות השיזרות הייתה תלויה מאוד ב-VPD בחיי מדף. כמו ב-2008, תוצאות עיבוד התמונה וההערכה הסובייקטיבית היו דומות מאד. בשני חדרי הקירור שבהם ה-VPD היה נמוך, השינויים בהחמת השיזרות היו קטנים יחסית והעלייה בהחמה עם הזמן הייתה מתונה. ערכי ההחמה (BR-50) בתנאים אלו היו 0.07 בתחילת הניסוי ו-0.4 לאחר 7 ימים. אינדקס השיזרות היה 1.7 בתחילת הניסוי ו-2.5 לאחר 7 ימים. הערך ההתחלתי היה גבוה מ-1 הן כתוצאה מפגמים טבעיים והחמות בכרם והן כתוצאה מהקירור המוקדם של הפרי לפני התחלת הניסוי. ב-VPD של 0.59, ערכי ההחמה לאחר 4 ימים היו דומים לערכי ההחמה לאחר 7 ימים ב-VPD נמוך. ב-VPD של 0.92, ערכי ההחמה הגיעו לתחום של 0.7 ו-3 לאחר יומיים באחסון. ככלל, נראה שערכי ההחמה האובייקטיבית היו קיצוניים יותר בהשוואה לערכי ההחמה הסובייקטיבית. השינויים בערכי ההחמה השתקפו במשקל היבש של השיזרות, שעלה במידה דומה ב-VPD הנמוכים, בתחום שבין 21 ל-32%. ב-VPD הבינוני הייתה עלייה משמעותית ל-50% משקל יבש ב-7 ימים. ב-VPD הגבוה המשקל היבש עלה ל-34% לאחר יומיים וקרוב ל-80% לאחר 7 ימים. הייתה התאמה טובה בין איבוד המשקל של השיזרות והאשכול ב-VPD הנמוכים וב-VPD הגבוה אבל ב-VPD הבינוני, נראו הבדלים במשקל האשכול כבר לאחר יומיים, לעומת 7 ימים ברמה של המשקל היבש של השיזרות. התוצאות של הניסוי מראות שהקינטיקה של איבוד המשקל היא לינארית לעומת קינטיקה מעריכית של ההחמה. על פי התוצאות ניתן לחשב את היחס בין ה-VPD למשך הזמן שניתן להחזיק ענבי 'סופרירור' בחיי מדף. עם קובעים ערך החמה של 0.2 כסף לאיכות גבוהה, ב-VPD של 0.08, 0.23, 0.59 ו-0.92 אורך חיי המדף המקורב צפוי להיות, 4, 3, 2 ו-0.5 ימים, בהתאמה.



איור 3. השפעת תנאי האחסון ומשך האחסון על פרמטרים שונים של איכות השיזרות של ענבים בזן 'סופריוור'.
 תנאי האחסון מתוארים בפנל A על סמך חישוב ערכי ה-VPD ב-Kpa. שלושת הערכים הנמוכים מתייחסים לאחסון ב-19 מ"צ בלחוויות משתנות והערך הגבוה מתייחס לאחסון ב-25 מ"צ בלחות נמוכה.
 A- החמה על פי עיבוד תמונה
 B- החמה על פי אינדקס מ-1 עד 5
 C- איבוד משקל מהשיזרות.
 D- איבוד משקל מהאשכולות.
 E- מוצקות הפרי.

תוצאות ודיון – מיסטרי 2009-2010

מדדי הבשלה: התוצאות שמתייחסות להשפעת טיפולים בכרם על מדדי ההבשלה נאספו במהלך שנתיים ומסוכמות בטבלה 5. יש לציין כי ב- 2009 נבצר הפרי לניסוי במצב פנולוגי מוקדם יותר ועל כן רמת הסוכר בו הייתה נמוכה מזו של 2010. הניתוח הסטטיסטי של התוצאות מתייחס להבדלים בין הטיפולים, ולא בין השנים. בפרמטרים של רמת החומצה ואחוז הסוכר בפרי לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים השונים. על פי ממצאי 2009, גודל הגרגר בקבוצה שטופלה בציטוקינין, וכן בקבוצה שטופלה בציטוקינין בשילוב עם ג'יברלין, היה גבוה באופן מובהק בהשוואה לקבוצת הביקורת. טיפול הג'יברלין לא נבדל באופן מובהק משאר הטיפולים. ב- 2010 גודל הגרגר בטיפול המשולב בג'יברלין וציטוקינין היה גבוה בהשוואה לכל חומר בנפרד, אך לא בהשוואה לביקורת. בשתי שנות הניסוי לא הייתה לטיפולים השונים השפעה על מוצקות הפרי, הן בחיי המדף לאחר הבציר והן בחיי מדף לאחר האחסון בקירור.

איבוד משקל באשכול ומשקל יבש בשיזרות: הקינטיקה של איבוד המשקל בפרי הביקורת הראתה ב- 2009 קצב מתון, כאשר הטמפרטורה של חיי המדף עמדה על 15 מ"צ, בהשוואה ל- 20 מ"צ ב- 2010 (איור 4). ב- 2009 לא נרשם כמעט איבוד משקל במהלך האחסון בקירור, אך ב- 2010 נרשם לאחר שבועיים בתנאים אלה איבוד משקל של 1%. ב-2009 נרשמה עלייה בקצב איבוד המשקל בחיי מדף לאחר האחסון בקירור (בעקבות תקלה בהפעלה של מכשיר הייבוש בחלק הראשון של הניסוי), אך ב- 2010 לא נמצא הבדל בקצב איבוד המשקל לאחר הבציר או לאחר האחסון בקירור. לטיפולים בכרם לא נמצאה השפעה על איבוד משקל האשכול הן ב- 2009 והן ב- 2010 (איור 5), פרט לטיפול ג'יברלין (2009), ארבעה ימים לאחר אחסון). הטיפול היחיד שהפחית את איבוד המשקל היה טיפול האריזה במיקרופרפורציה.

אחוז החומר היבש בשיזרה טרייה נאמד ב- 20% והוא עולה ככל שהשיזרה מאבדת מים. ב-15 מ"צ (2009) אחוז המשקל היבש עלה בצורה מאד מתונה בהשוואה לחיי מדף ב- 20 מ"צ (2010) (איור 4). כמו באיבוד משקל האשכול, הטיפול היחיד שהפחית את אחוז המשקל היבש של השיזרה היה טיפול האריזה במיקרופרפורציה (תוצאות לא מובאות).

הערכה ויזואלית של השיזרה והחמת השיזרות בעיבוד תמונה: על פי מדד התייבשות השיזרות בחיי מדף של 15 מ"צ, נרשם שינוי מתון מאד באיכות השיזרה (איור 4). לעומת זאת, בחיי מדף של 20 מ"צ חלה הידרדרות משמעותית במדד התייבשות השיזרות לאחר ארבעה ימים (ללא אחסון בקירור) ולאחר יומיים בחיי מדף שלאחר אחסון בקירור. במדידות שמתבססות על עיבוד תמונה ב- 15 מ"צ לאחר הבציר, ההחמה הייתה מתונה מאד, לעומת החמה בקצב גבוה יותר לאחר האחסון בקירור (איור 4). ב- 2010 אפשר היה לראות הבדל גדול בהחמת השיזרה לאחר ארבעה ימים גם ללא אחסון. בניסוי של 2009, לאחר ארבעה ימים בחיי מדף ללא אחסון, הפרי שטופל בציטוקינין סבל מהחמת שיזרות גבוהה באופן מובהק בהשוואה לטיפול הביקורת (איור 5). בבדיקה לאחר שבעה ימים הפרי שטופל בציטוקינין סבל מהחמת שיזרות גבוהה בהשוואה לכל שאר הטיפולים. גם ב- 2010, לאחר ארבעה ימים בחיי מדף ללא אחסון, הפרי שטופל בציטוקינין סבל

מהחמת שיזרות גבוהה באופן מובהק ביחס לשאר הטיפולים. בפרי שאוחסן בקירור (תוצאות 2009 ו-2010) לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים לאחר ארבעה או שבעה ימים, פרט לעלייה מובהקת בהחמה בטיפול הציטוקינין לעומת הטיפול המשולב בציטוקינין וג'יברלין (2010, שבעה ימים). המתאם בין מדד החמת השיזרה לבין התוצאות בעיבוד תמונה היה 0.71 (איור 6).

טיפול דילול שריגים: בניסוי שנערך ב-2009 נבחנה האפשרות שדילול שריגים מ-45 לגפן יחזק את השריגים הנותרים ויפחית את החמת השיזרות בעוד שהשארת 60 שריגים לעומת ביקורת של 45 שריגים, תעשה פעולה הפוכה. בפועל התוצאות שהתקבלו בשני שלבי הבדיקה לא הראו על הבדלים מובהקים בין הטיפולים (תוצאות לא מובאות). כמו כן, טיפול בכרם במיצי אל-וורה בריסוס לפני הבציר, לא השפיע על החמת השיזרות.

דיון

התגובה של הזן 'מיסטרי' לחומרי צמיחה מתונה יחסית, ברמה של גודל הגרגר, ולא עקבית. כך למשל, ב-2009 נמדדה עלייה של כ-20% בגודל הגרגר בתגובה לטיפול בציטוקינין ובטיפול המשולב ג'יברלין וציטוקינין לעומת טיפול ביקורת. לעומת זאת, ב-2010 תוצאות הביקורת לא נבדלו משאר הטיפולים. למרות היעדר המובהקות, הטיפול המשולב של ג'יברלין וציטוקינין נתן גרגר גדול יותר בשתי שנות הניסוי.

ב-2009 חיי המדף נקבעו ל-15 מ"צ והשפעות על איכות השיזרות היו מתונות. על כן, מתוך מטרה להחיש את קצב ההידרדרות של מראה הפרי, הוחלט ב-2010 להעלות את טמפרטורת חיי המדף ל-20 מ"צ. ואכן, הטמפרטורה הגבוהה יותר החישה את ההידרדרות מראה השיזרות.

כל המדדים שנבחנו במהלך חיי המדף השתנו באופן משמעותי עם הזמן. נקודת הפתיחה של פרי טרי לאחר הבציר אינה זהה לפרי שאוחסן בקירור והוצאה לחיי מדף, ומכאן שהתוצאה הסופית לאחר שבעה ימים בחיי מדף הייתה פחות טובה. על פי התוצאות באיור 1, מסתבר שהיו הבדלים בין שתי שנות הבדיקה בשלב ההוצאה מהקירור, שבאים לידי ביטוי בהפרש של 1% באיבוד משקל האשכול וכ-10% בהחמת השיזרות על פי עיבוד תמונה. ההסבר הפשוט להבדלים אלו הוא הלחות של חדר הקירור אבל לא ניתן לשלול אפשרות להבדלים ברמת מצב ההבשלה של הפרי במועד הבציר או גורמים בלתי ידועים אחרים.

מה שברור מתוצאות הניסויים שהוצגו, שלטמפרטורה בחיי מדף יש השפעה דרמטית על כל הפרמטרים של איכות השיזרות. הראינו שאריזה במיקרופורציה מפחיתה מאד את איבוד המים, אך לא משפיעה באופן מובהק על החמת השיזרות. תוצאות אלו דומות למה שקבלנו עבור הזן 'סופריור' שהוא אחד ההורים של 'מיסטרי' והן מחזקות את הסברה כי יש זנים שבהם הטמפרטורה הגבוהה בחיי המדף היא הגורם המרכזי להחמת השיזרות. לעומת זאת, בזן 'תומפסון', איבוד המים מהשיזרה הוא הגורם העיקרי להחמה.

לסיכום: מניסוי זה נראה שהטיפול המשולב של ג'יברלין וציטוקינין יכול להגדיל את הגרגר של הזן 'מיסטרי' באופן מתון, מבלי לגרום לירידה באיכות האשכול. לעומת זאת, נמצא כי במרבית המקרים הייתה לטיפול בציטוקינין השפעה שלילית על מראה השיזרה. הגורם המשמעותי ביותר מבחינת איכות השיזרה במהלך חיי

מדף הוא הטמפרטורה הגבוהה, הגורמת להחממתה ולהידרדרות המראה הוויזואלי של האשכול. ככל שהטמפרטורה גבוהה כך ההידרדרות מהירה יותר.

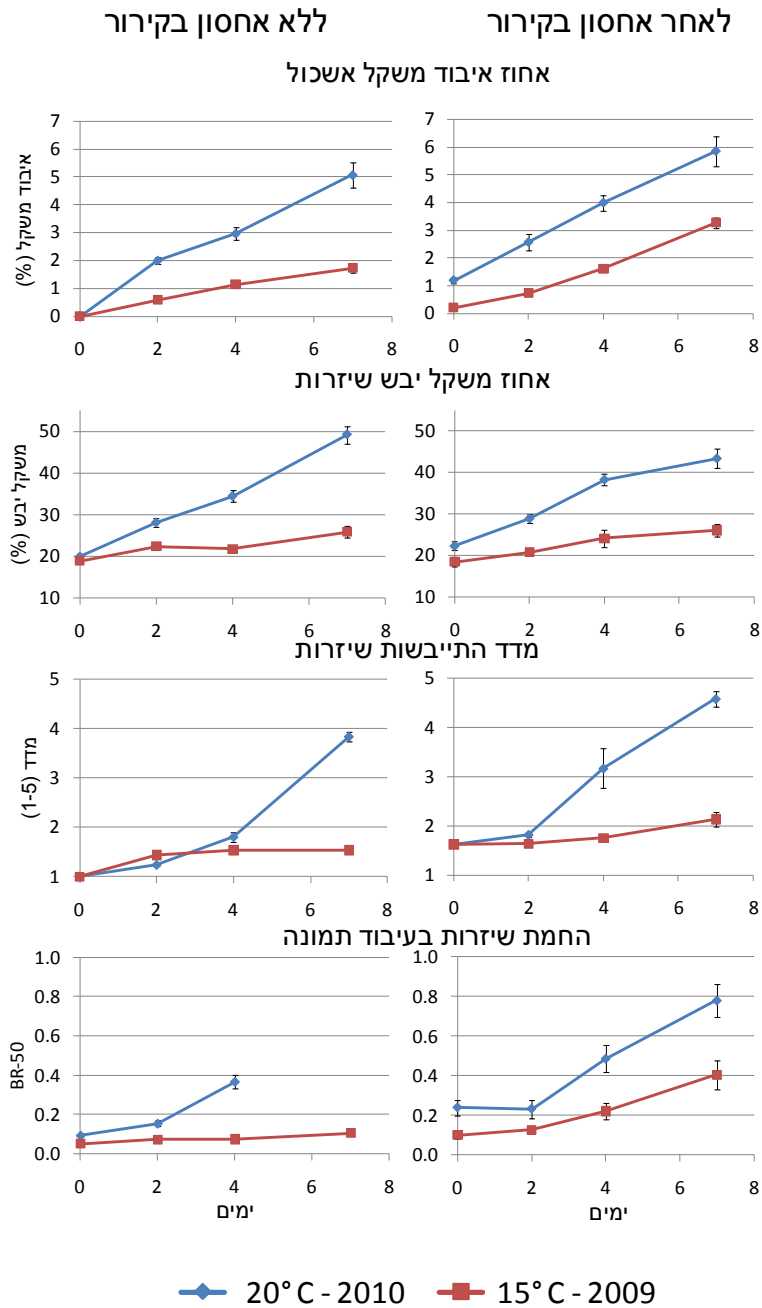
נובע מכך, שיש שתי אפשרויות לשיווק הזן 'מיסטרלי' וזנים דומים לו:

1. לשווק את הפרי מוקדם ככל האפשר לאחר הבציר או ההוצאה מהקירור.

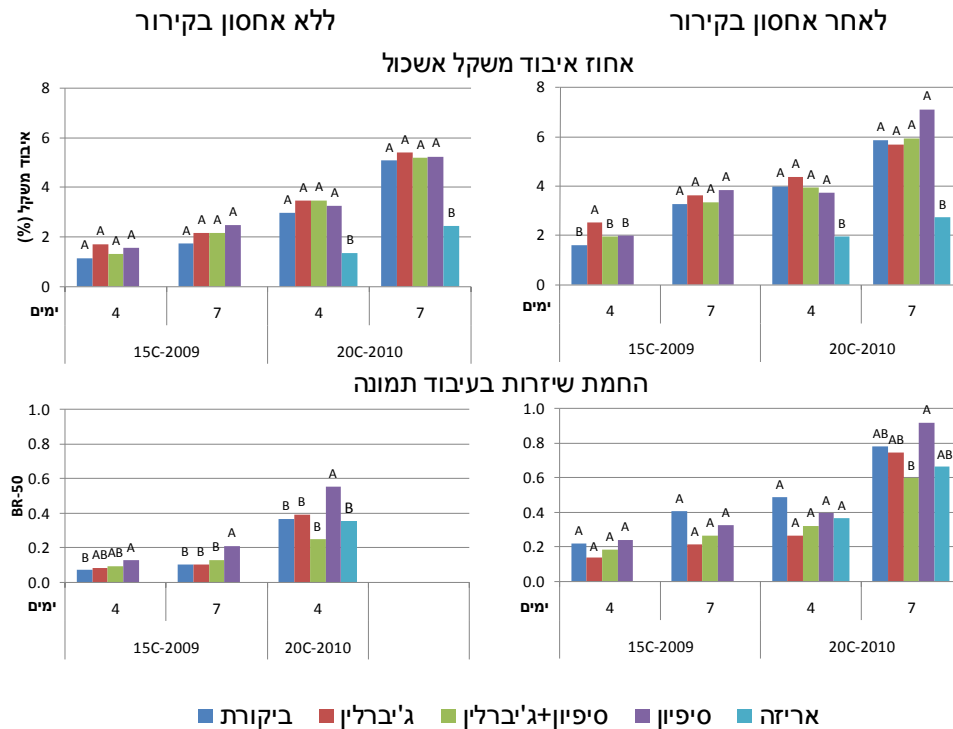
2. להחזיק את הפרי ברשתות השיווק בטמפרטורה של 15 מ"צ או נמוכה יותר.

טבלה 5 : מדדי הבשלה בזן 'מיסטרלי' לפי שנים וטיפולים.

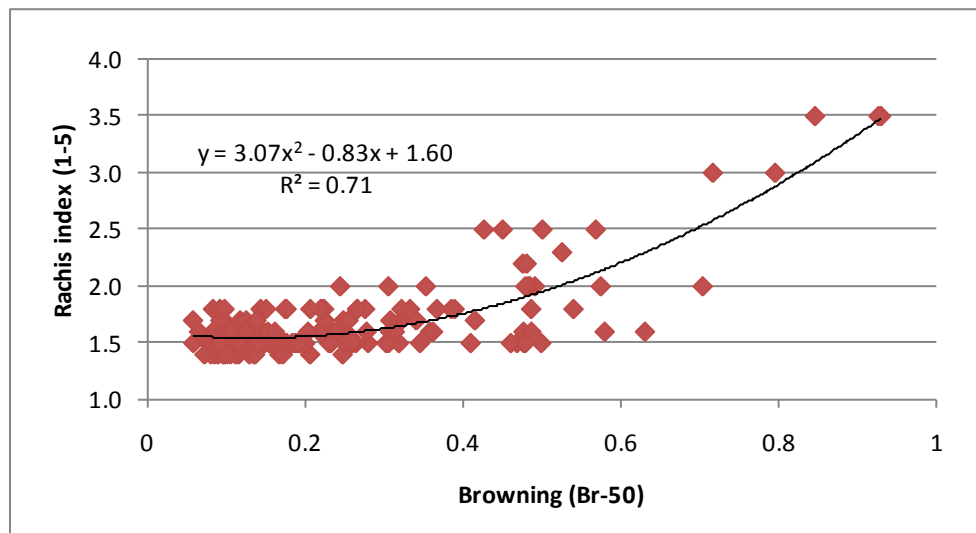
טיפול	משקל גרגר		אחוז סוכר		חומצה	
	2010	2009	2010	2009	2010	2009
ביקורת	6.86 ab	5.18 b	14.98 A	13.60	0.60	0.58
גיברלין	6.66 b	5.78 ab	15.15 A	12.83	0.57	0.55
ציטוקינין	6.54 b	6.32 a	15.07 A	13.20	0.56	0.59
גיברלין+ציטוקינין	7.49 a	6.46 a	14.72 A	12.82	0.55	0.60
			ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.



איור 4: השתנות מדדי איכות של אשכולות מהזן 'מיסטרי' במשך שבעה ימים לאחר בציר (שמאל) ולאחר שבועיים בקירור (ימין). ב- 2009 הטמפרטורה בחיי המדף עמדה של 15 מ"צ, וב- 2010 על 20 מ"צ.



איור 5: השוואה בין טיפולים בזן 'מיסטרלי' לאחוז איבוד משקל האשכול (למעלה) והחמת השיזרות בעיבוד תמונה (למטה). הבדיקות נערכו לאחר ארבעה ושבעה ימים לאחר הבציר (שמאל) ולאחר שבועיים בקירור (ימין). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים ברמת 0.05.



איור 6. השוואה בין החמה בעיבוד תמונה ואינדקס החמה של השיזרות בענבי 'מיסטרלי'. קו המגמה הוא פולינומיאלי במעלה שנייה ומייצג 336 נקודות השוואה כל הטיפולים.

דיון

עיבוד תמונה: עד למחקר הנוכחי, חקר הנושא של החמת השיזרה היה נושא צדדי שנמדד ברמה של הערכות חזותיות. לצורך ביצוע מחקר מתקדם נדרש פיתוח כלים מחקרניים חדשים על בסיס עיבוד תמונה ממוחשב. פיתוח זה הניב מתאם ברמה של R^2 0.7-0.8 שאמנם אינו נחשב גבוה מאד אבל לו היה מושג מתאם גבוה, אפשר היה להטיל ספק בצורך לפתח כלים חדשים. ואכן, ניתוח השוואתי במספר מקרים מוכיח כי עיבוד התמונה מראה הבדלים מובהקים בין טיפולים או זמנים לעומת הערכות חזותיות שבהם לא היו הבדלים. יתרון מרכזי של עיבוד תמונה הוא בקינטיקה של תהליכים מאחר ולהערכה סובייקטיבית יש נטייה ליחסיות. חיסרון משמעותי הוא אי ההפרדה בין החמות ענפי השיזרה לעוצמים אשר בזנים מסוימים יכול להיות משמעותי, אבל בעיקרון ניתן לפתח כלים מיחשוביים שיפרידו בין שני הגורמים. חסרון נוסף הוא הצורך להוריד גרגרים והזמן הנוסף לבדיקות אבל ניתן לשכלל את התהליך על ידי שימוש בסריקה ומדגמים חלקיים של האשכול.

איבוד מים: עד למחקר הנוכחי נחשב איבוד המים הגורם העיקרי והכלי המרכזי להחמת השיזרות. תוצאות המחקר מוכיחות כי איבוד המים הוא תהליך לינארי בעוד שההחמה היא תהליך מעריכי. יתר על כן, גם אחוז המשקל היבש אינו כלי רלבנטי מאחר וב'סופרירור' המתאם בין שני המדדים אינו גבוה ב-VPD נמוך ובינוני, ככל הנראה כתוצאה מחזרה של מים מהפרי לשיזרה. לעומת זאת, ב'תומפסון', יש קורלציה טובה יותר בין איבוד המים להחמה ולמניעת איבוד מים על ידי אריזה או לחות גבוהה יש השפעה משמעותית על ההחמה.

טמפרטורה: מתוצאות המחקרים על 'סופרירור' ו'מיסטרי' עולה כי לטמפרטורה של חיי המדף יש השפעה מובהקת על ההחמה, עובדה התומכת ברקע אנזימטי לתהליך. חשוב לציין בהקשר זה שאחד מהגורמים של ה'מיסטרי' הוא 'סופרירור' ויש מקום למחקר נוסף של השלכת הרקע הגנטי על ההחמה. ב'סופרירור' ההחמה עוכבה בחיי מדף של 10 מ"צ וב'מיסטרי' ב-15 מ"צ וסביר להניח שהטמפרטורה האופטימלית לחיי מדף היא בתחום הזה. למרות שיש בהחלט מקום למחקר נוסף בכיוון זה, ברמה המעשית יש כיום במרבית הרשתות בארץ ובחו"ל מדפים מצוננים בטמפרטורה של כ-8 מ"צ ויש בהחלט מקום לשקול להקצות לזנים רגישים מקום על מדפים אלו. ככלל, לא נראה שלאחסון בקירור של שבועיים או פחות יש השפעה שלילית משמעותית על האיכות בחיי מדף, ולכן כאשר אין אפשרות לשיווק מיידי של הפרי, רצוי לאחסן בקירור בלחות גבוהה עד לשיווק.

אריזות: האריזה הנהוגה כיום בשיווק של ענבים היא סלסלה פתוחה בשוק המקומי או שקית אשכול מחוררת ברמה של כ-2% אוורור ביצוא. ביצוא יש צורך בחורים גדולים על מנת לאפשר קירור מהיר של הפרי. בעיקרון יש עדיפות לקירור הפרי בתפוזרת ללא שקיות אשכול ואריזה מחדש וחלק מיבואני הענבים באירופה אכן משווקים את הפרי בשיטה זו. ברמה של השוק המקומי בארץ או בחו"ל, הוכח כי לאריזות יש תרומה משמעותית במניעת איבוד משקל אבל בזנים דוגמת 'סופרירור' או 'מיסטרי' ההשפעה על ההחמה היא שולית. התוצאות שהתקבלו ב-2008 מראות שאריזה מחוררת הייתה עדיפה לזן הרגיש לטמפרטורה 'סופרירור' בעוד שעטיפה בפלסטיק נצמד הייתה עדיפה ל'תומפסון'. הסיבה לכך יכולה להיות בהצטברות של נדיפים שמאיצים

החמה דוגמת אצטאלדהיד אבל נושא זה לא נחקר. השוואה נוספת של השפעת האריזות על ההחמה תתקבל מניתוח ההשפעה של האריזות על ההחמה ב-4 זנים ב-2010 שיתפרסם בעבודת מסטר הנמצאת בשלבי כתיבה. בכל מקרה, נראה כי יישום של אריזות מחוררות דוגמת אריזת הפוליפרופילן (חורי 400 מיקרון כל 5 מ"מ) שבה נעשה שימוש במחקר, ישפר את איכות הפרי באופן משמעותי.

חומרי צמיחה: בחלק מזני הענבים התרומה של ג'יברלין לגודל הפרי היא ללא תחליף, בחלק אחר ג'יברלין וציטוקינין משמשים לקבלת תוספת בגודל הפרי שלעיתים היא משמעותית ולעיתים לא עיקבית. בזנים אלו נדרש לדעת האם ההשפעות השליליות של הטיפול על פוריות, נשירה, מרקם וכו' מצדיקה את היישום של התכשירים. התוצאות שהתקבלו על 'מיסטר' מצביעות שהתרומה לגודל הגרגר של טיפול משולב בג'יברלין וציטוקינין יכולה להיות משמעותית. יחד עם זאת, יש מספר תוצאות בלתי תלויות שמראות כי לציטוקינין כטיפול בודד יכולה להיות השפעה שלילית על החמת השיזרות. זוהי תוצאה מפתיעה מאחר ומקובל לחשוב שציטוקינין מגביר את רעננות האשכולות, בעיקר דרך הגברת ריכוז הכלורופיל. למרות שאין ערעור על מנגנון זה המתועד בהרחבה הפיזיולוגיה של צמחים, נראה כי הדוגמה שציטוקינין משפר את רעננות האשכול לאחר האחסון, אינה נכונה לגבי 'מיסטר' והתוצאה ההפוכה היא היותר נכונה. הסיבה לכך אינה ידועה אבל אחת ההנחות היא כי מדובר בהגברת סינתיזה של פנולים שגורמת לנוכחות של יותר סובסטרט והחמה יותר מהירה. ניתוח ההשפעות של ציטוקינין על ההחמה ב-3 זנים אחרים ילמד האם זו תופעה כללית או ייחודית ל'מיסטר'.

גורמים נוספים: 1. במטרות המחקר הראשוניות נכללה גם ההשפעה של תהליך הקירור המאולץ לאחר הבציר על ההחמה. הקושי לבצע ניסויים במערכים מסחריים באילוצי זמן ולוגיסטיקה, גרם לאי עמידה ביעד זה. יחד עם זאת, לאחרונה נרכש מתקן קירור מאולץ ניסויי שיאפשר בחינה של גורם זה בהמשך. 2. אי ההשפעה של הטיפול בכרם באלו-וורה והצורך למקד את המחקר גרמו לזניחת ערוץ זה שמחייב בחינה שיטתית של סדרות של חומרים וריכוזים.

1. Crisosto C.H., Smilanick J.L., Dokoozlian N.K., Luvisi D.A. (1994): Maintaining table grape post-harvest quality for long distant markets. Intl Symposium on Table Grape Production, pp.195-199.
2. Lichter A., Kaplunov T., Zutahy Y., Daus A., Alchanatis V., Ostrovsky V., Lurie S. (2010): Physical and visual properties of grape rachis as affected by water vapor pressure deficit. Postharvest Biol. Technol. 59, 25-33.

<p>מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</p>
<p>1. בחינת ההשפעה של טיפולים בכרם וזנים שונים על איכות השיזרות 2. השפעה של תנאי האחסון ואריזות על איכות השיזרות</p>
<p>עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.</p>
<p>1. פותחה שיטה מקורית למדידת איכות השיזרה באמצעות עיבוד תמונה ממוחשב 2. נערכו 5 ניסויים בכרם לבחינת השפעת גורמים גידוליים על איכות השיזרות 3. נערכו 8 ניסויים בהם נקבעו ההשפעות של תנאי האחסון על איכות השיזרות</p>
<p>המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח</p>
<p>1. הקינטיקה של איבוד מים היא לינארית בעוד שהחמת השיזרות היא תהליך מעריכי. נובע מכך שאין לסמוך על איבוד המים ככלי לחיזוי ההחמה. 2. בזן 'תומפסון' ההחמה היא תלויה איבוד מים בעוד שבזן 'סופריוור' ו'מיסטר' ההחמה היא תלויה טמפרטורה. כתוצאה מכך, בזנים דמויי 'תומפסון' ניתן יהיה למנוע החמה על ידי שיפור אריזת הענבים או הלחות בחיי מדף. לעומת זאת בזנים דמויי 'סופריוור' הפתרון לעיכוב החמה יהיה הורדת הטמפרטורה של חיי המדף. 3. ציטוקינין עשוי לגרום להשפעות שליליות על איכות השיזרות. יהיה צורך לבסס תוצאות אלו בזנים נוספים (נמצא בביצוע) ויהיה צורך לשקלל את היתרונות והחסרונות של הטיפול בכל זן.</p>
<p>הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר.</p>
<p>1. ניתן לשכלל את שיטת עיבוד התמונה. 2. יש חשיבות להבין את הבסיס הגנטי והמנגנון שעומד בבסיס ההחמה תלויה הטמפרטורה. 3. יש לבדוק את השפעת הקירור באוויר מאולץ באמצעות מכשור חדש שהתקבל השנה.</p>
<p>האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בניבולוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.</p>
<p>1. הרצאה ביום עיון מגדלי גפן – מרץ 2010 2. הרצאה בכנס גפן מאכל בקליפורניה – יוני 2010 3. מאמר מס'. 2 ברשימת המאמרים 4. רבן, א., ליכטר, א., לוריא, ס., קפלונוב, ט., זוטחי, י., אלחנתי, ו., אוסטרובסקי, ס., כרם, ז. (2011). השפעת טיפולים בכרם על איכות שיזרות האשכול לאחר הבציר. הנוטע, גליון מאי.</p>
<p>פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: ללא הגבלה</p>
<p>האם בכוונתך להגיש תכנית המשך: לא</p>