

שמירת חיוניות שיזרות ענבי מאכל באחסון

סוזן לוריא המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
טניה קפלונוב המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
יוחנן זוטחי המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
אמנון ליכטר המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני
ויקטור אלחנתי המחלקה להנדסת מערכות חישה ומיכון, מכון וולקני

Susan Lurie Dep. of Postharvest Science: slurie43@agri.gov.il
Tania Kaplunov Dep. of Postharvest Science
Yochanan Zutachi Dep of Postharvest Science
Amnon Lichter Dep of Postharvest Science: vtlicht@agri.gov.il
Victor Elchanati Dep. of Sensing, Information and Mechanization
Engineering, The Volcani Center, victor@agri.gov.il

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח **כולא מחק את המיותר***

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

חתימת החוקר _____

מרץ 2009

מבוא

הלחות היחסית והטמפרטורה הם שני גורמי מפתח במניעת איבוד מים מרקמות צמחיות במהלך האחסון. 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. מטרת הניסויים שנערכו בעונת 2008 הייתה להגדיר מחדש את הפרמטרים לכימות איכות השיזרות ובמקביל לבחון את השפעת הטמפרטורה, הלחות והאריזות בשני זני ענבים מרכזיים, 'סופריר' ו'תומפסון'.

שיטות וחומרים

הניסויים ב'סופריר' ו'תומפסון' נערכו במתכונת זהה. 'סופריר' נבצר ב-20/7/08 ו'תומפסון' ב-3/8/08. מכרם ביטן בפתחיה. ביום הבציר האשכולות מוינו, נוקו, ונארזו בנספקים של 1 ק"ג.

הנספקים חולקו לשלוש קבוצות עבור שלושה טיפולים:

טיפול 1 – נספקים פתוחים

טיפול 2 – נספקים עטופים בפוליאאתילן נצמד

טיפול 3 – נספקים עטופים בפלסטיק מחורר (להגדיר צפיפות וקוטר חורים).

כל הנספקים נשקלו ומחצית מהנספקים הועברה לשני חדרי אחסון בטמפרטורה של 20°C כאשר חדר אחסון אחד היה בלחות יחסית של 95% והשני בלחות יחסית של 75%. הלחות בוקרה באמצעות מתנד אולטראסוני לאספקת לחות ויבשן להפחתת לחות עודפת. המחצית השנייה של הנספקים הוכנסה לקרטונים ל- 0°C ולמחרת היום נעטפו בפוליאאתילן 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 זהוי 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. 5. צילום השיזרות בתנאים מבוקרים, 5. קביעת משקל יבש של השיזרות לאחר יבוש למשך יומיים ב- 70°C .

ויקטור, עיבוד דגימלי של התמונות נערך באמצעות

אנליזה סטטיסטית של התוצאות נערכה באמצעות תוכנת Matlab (לא מוצג).

טבלה 1: טמפרטורה ולחות בניסויים

תומפסון				סופריר				חדר	
RH	SD	Temp	SD	RH	SD	Temp	SD		
96.92	0.72	20.13	0.66	97.88	3.27	20.08	0.41	HRH	R37
69.71	2.56	19.41	0.21	69.66	5.37	21.34	2.39*	LRH	R38
95.29	1.01	9.74	0.34	98.81	1.42	10.33	0.37	HRH	R37
67.92	1.80	10.63	0.23	71.35	1.82	10.73	0.21	LRH	R38
				92.50	2.80	18.68	0.13	11 d	R30

*בניסוי הסופריר הייתה תקלה בחדר הקירור בין היום השני לשלישי באחסון שבמהלכו עלתה הטמפרטורה מעל 25 מ"צ למשך 24 ש' ועד מקסימום של 28.5 מ"צ.

תוצאות

אנליזה גלובלית

בשני הניסויים שנערכו נאספו 3600 נתונים בסיסיים ועיבודם הסטטיסטי טרם הושלם. בחלק זה של התוצאות אוחדו נתוני הטמפרטורה והלחות והשוו לחלק מהמדדים של איכות השיזרה. אחוז השטח החום של השיזרות חושב על פי צילום דיגיטלי של השיזרות, הפרדת האובייקט מהרקע, הגדרת סף הצבע על פי זווית הצבע h° (60%) וחישוב אחוז הפיקסלים בתמונה בצבע החום. בהשוואה בין אינדקס מדד ההתייבשות הסובייקטיבי של השזרות לבין אחוז השטח החום בשזרות התקבל מתאם ליניארי עם מעט פיזור וערכי R של 0.778 ל'סופריר' ו-0.774 ל'תומפסון' (איור 1). תוצאה זו מעידה על קשר מובהק בין הנתונים ברמת מתאם טובה אבל לא גבוהה. אחת הבעיות בהערכה סובייקטיבית היא שההערכה נעשית באשכולות שלמים והגרורים עשויים להסתיר חלקים שטיבם טוב יותר או גרוע, בעוד שבבדיקת השזרה התקבלה תמונה של כל השזרה ללא הגרורים. אינדקס ההתייבשות ניתן בנפרד לשיזרות ולעוקצים (ברצף לכל דגימה). המתאם הגבוה מאוד בין אינדקס ההתייבשות העוקצים והשיזרות בסופריר ($R=0.953$) ובתומפסון ($R=0.883$) מצביע על קשר הדוק בין הנתונים (איור 1). מצד אחד מתאם זה מעיד על הקשר במדד ההתייבשות בין שני סוגי הרקמה שאין ביניהם הפרדה פיזית חד משמעית, אך מצד שני הכרת הקשר הזה על ידי המעריכים והבדיקה ברצף יכולה ליצור מצב של תלות מקובעת בין המשתנים היוצרת מתאם מותנה (אינדקס העוקצים תלוי בהגדרת אינדקס השיזרות).

בהשוואה של איבוד המשקל בין האשכול השלם או המשקל היבש של השיזרות ובין אחוז ההחמה בשזרות התקבל יחס מורכב (איור 2). ב'סופריר' היה פיזור רב יותר בשני המדדים ובעיקר באיבוד משקל האשכול היה מצב של החמה מליאה של השיזרות כבר באיבוד משקל מינימלי. לעומת זאת ב'תומפסון' מגמת ההחמה הייתה מדורגת יותר והחמת שיזרה מלאה התקבלה רק באיבוד משקל של 5%. כצפוי, פיזור הנתונים היה קטן בהרבה בהשוואה של אחוז המשקל היבש של השיזרות לאחוז ההחמה (המשקל היבש היה בין 23% ל-30% בזמן 0, כולל הוצאה של הפרי לאחר שבוע בקירור). בשזרות 'סופריר' הייתה החמה מליאה בחלק מהדגימות כבר במשקל יבש של כ-30% והייתה עלייה חדה באחוז ההחמה בתחום המשקל היבש של 20-40% כאשר באיבוד משקל של 50% כל השזרות היו חומות. ב'תומפסון' אחוז השזרות החומות עלה בהדרגה ככל שעלה אחוז איבוד המשקל היבש, עם פחות פיזור,

החמה מליאה התחילה רק ב-50% משקל יבש והחמה מליאה הייתה כשאחוז המשקל היבש הגיע ל-55%-60%.

חציון זווית הצבע h° של השיזרות הוא נתון נוסף שחושב מתמונות השיזרות אשר שימש להשוואה מול המדדים האחרים. בסקלה מעגלית של הצבעים, זווית צבע של 100 היא בתחום הירוק בעוד שזווית צבע של 40 היא בתחום האדום. בבדיקה של מדד חציון זווית הצבע מול אחוז ההחמה של השיזרות נמצא מתאם גבוה ($R=0.953$ ב'סופריר' ו- $R=0.941$ ב'תומפסון'). ב'תומפסון' היה מתאם של כ-78%, 82% ו-65% בין ערכי חציון זווית הצבע, אינדקס התייבשות השזרות, המשקל היבש של השיזרות ואיבוד משקל האשכולות, בהתאמה. ב'סופריר' ולא נמצא מתאם בין חציון זווית צבע השיזרה ומוצקות הגרגרים (איור 3). ב'סופריר' המתאם למדדים השונים היה נמוך יותר באופן משמעותי עם ערכים של 71%, 42% ו-20% לאינדקס התייבשות השזרות, המשקל היבש של השיזרות ואיבוד משקל האשכולות, בהתאמה. יחד עם זאת, באנליזה מתקדמת יותר יש שיפור של המתאם: במודל לא לינארי, המתאם בין החציון למשקל היבש של השיזרה עולה ל-61%. לא היה מתאם פשוט בין מוצקות הגרגרים לאיבוד משקל האשכול, אך במודל פולינומיאלי, המתאם היה 61% (נתונים לא מוצגים). המתאם בין איבוד משקל האשכול לבין המשקל היבש של השזרות ($R=0.713$ בסופריר ו- $R=0.737$ בתומפסון) היה בינוני. (איור 4). הנתונים נכונים אבל האיור לא.

השפעת האריזה, הלחות היחסית והטמפרטורה

בניסוי שנערך ב- 20°C , אינדקס התייבשות השזרות, המשקל היבש, ואיבוד המשקל באשכולות, הן ב'סופריר' והן ב'תומפסון', הושפעו מאוד מהלחות היחסית בחדר. יחד עם זאת, יש לזכור כי חדר הקירור של הלחות הנמוכה סבל מתקלה בין היום השני לשלישי לאחסון של 'סופריר' שגרמה לעלייה משמעותית בטמפרטורה במהלך 24 ש'. בחדר שבו הלחות היחסית הייתה גבוהה סוגי האריזה השונים לא השפיעו על אינדקס התייבשות השזרות ועל איבוד משקל האשכולות בענבי 'תומפסון'. אינדקס השזרות נשאר בין 2 ל-2.5 במשך 11 יום ואיבוד המשקל הגיע ל-1% לאחר 7 ימים ועלה ל-3% בטיפול 1 (אריזות פתוחות) אחרי 11 ימים (איור 5). אינדקס השיזרות ב'סופריר' עלה ל-4.7 בטיפול 1 וכ-3 בטיפולים 2 ו-3 אחרי 7 ימים, בעוד שאיבוד המשקל באשכולות היה נמוך מאוד בשלושת הטיפולים והגיע ל-2% בטיפול 1 לאחר 7 ימים (איור 6).

אולם, בחדר שבו הטמפרטורה הייתה 20°C והלחות היחסית הנמוכה השינויים היו יותר דרמטיים והייתה השפעה ברורה של טיפולי האריזה. ענבי 'סופריר' אבדו 7%, 3% ו-2% ממשקלם לאחר 7 ימים בטיפולים 1, 3 ו-2, בהתאמה. אינדקס התייבשות השזרות לאחר יומיים היה בין 1.5 ל-2 אך לאחר 4 ימים היה 4.7, 4 ו-2.6 בטיפולים 1, 3 ו-2, בהתאמה וביום השביעי הוא היה 5 בקירוב.

מגמות דומות נמצאו בשני משטרי הלחות הגבוהה והנמוכה לגבי מדדי מוצקות הגרגרים והמשקל היבש של השזרות, כאשר הלחות היחסית הגבוהה נטרלה את השפעות האריזה על שינויים במדדים, ואילו בלחות הנמוכה נמצאו השינויים הגדולים ביותר בפרי בטיפול 1, השינויים הקטנים ביותר בטיפול 3 והשינויים שנמצאו בטיפול 2 היו בין שני הטיפולים האחרים.

במוצקות הגרגרים נמצאו ההבדלים העיקריים בין שני הזנים (איור 7?). המוצקות ההתחלתית ב'תומפסון' הייתה נמוכה יותר והיא לא השתנתה במהלך הניסוי ולא הושפעה מהלחות היחסית בחדר הקירור. לעומת זאת, גרגרי סופרירור היו מוצקים יותר בעת הבציר, הם לא התרככו בלחות גבוהה, אך התרככו בלחות נמוכה, כשהגרגרים הרכים ביותר היו בטיפול 1.

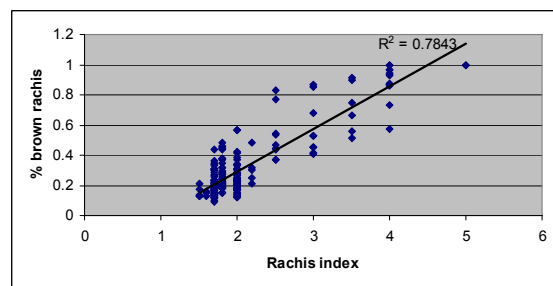
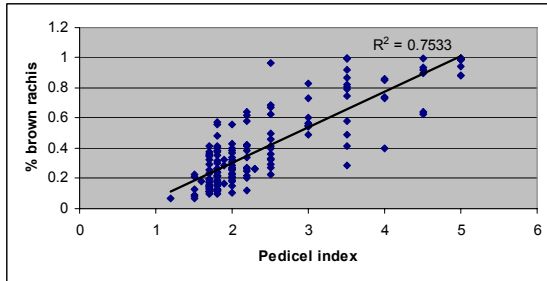
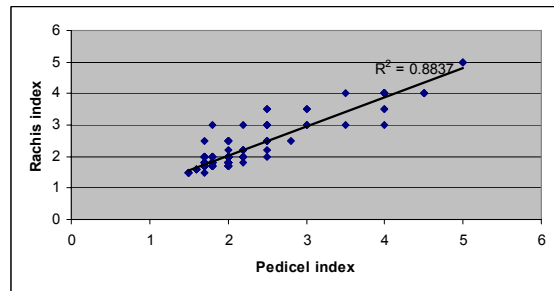
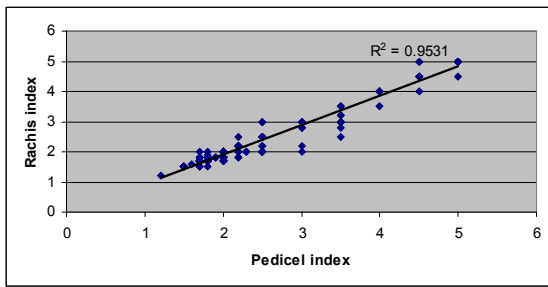
כצפוי, התגובות באחסון ב- 10°C בשני משטרי הלחות של המדדים השונים בשני זני הענבים היו דומות לאלו שנמצאו ב- 20°C , אך היו מתונות יותר. לדוגמא, במשך 11 יום ב-95% לחות יחסית, ב- 10°C , כמעט ולא היה שינוי באיבוד משקל האשכולות, באינדקס התייבשות השזרות ובמשקל היבש שלהן. באחסון בלחות יחסית נמוכה ב- 10°C , הייתה התגברות באיבוד המשקל באשכולות, במשקל היבש ובאינדקס התייבשות של השזרות ובמוצקות הגרגרים בסופרירור. מעניין לציין שאיבוד המשקל בטיפול 1 ב- 10°C היה דומה לזה שהתקבל ב- 20°C בשני הזנים. ענבי תומפסון אבדו 8% ממשקלם ב- 20°C ו-7% ב- 10°C אחרי 11 יום, ואילו ענבי סופרירור אבדו 7% ב- 20°C ו-6% ב- 10°C לאחר 7 ימים.

סיכום ומסקנות

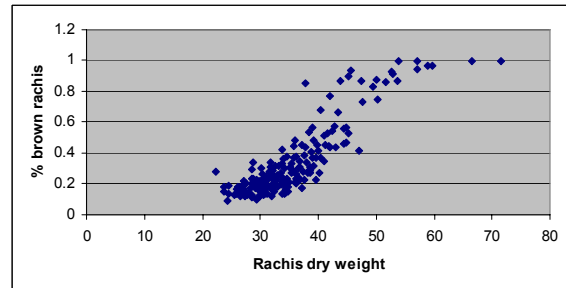
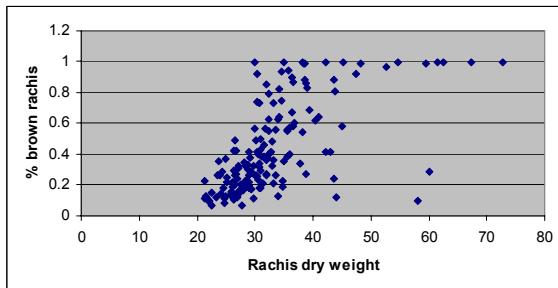
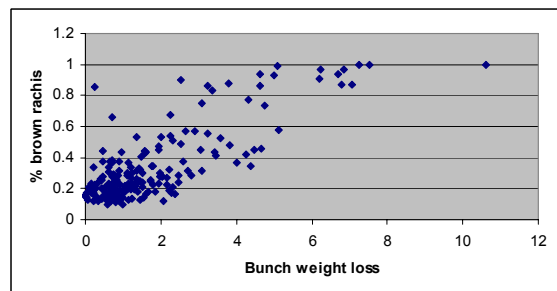
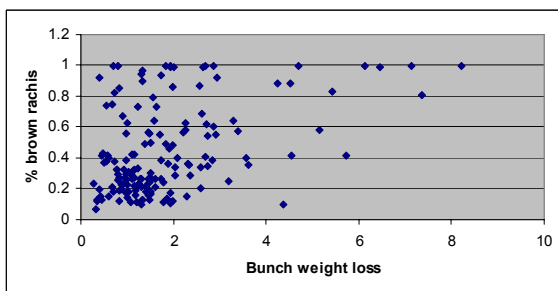
נערכו שני ניסויים, על ענבי 'סופרירור' ו'תומפסון'. בכל ניסוי הוחזקו הענבים למשך 7 עד 11 יום בשני משטרי טמפרטורה 20°C ו- 10°C , שני משטרי לחות יחסית ושלושה טיפולי אריזה היוצרים שינויים מובהקים בלחות הפנימית. הדגש היה על איכות השיזרות והניסויים נבחנו בשיטות קונבנציונליות ובשיטות חדשניות של עיבוד תמונה. מלבד תקלה אחת בקירור, הניסויים בוצעו באופן מושלם והם הניבו אלפי נתונים שקצרה היריעה להביאם. נדרש גם ניתוח מתקדם של התוצאות על מנת לבחון את המובהקות של התוצאות אך ע פי המגמות והנתונים, אין ספק שהתוצאות שיתקבלו יהיו משמעותיות ברמה המדעית. התוצאות הן לא דווקא חדשניות או בלתי מצופות אך הן בוחנות מחדש את גבולות 'חיי המדף' של ענבים בשיטות חדשניות ויש להם השלכות מיידיות על המלצות לאחסון ענבים בשוק המקומי ואולי אף בשווקי היצוא.

בסיכום התוצאות אפשר לקבוע כי משך חיי המדף של 'סופרירור' ב-20 מ"צ ובלחות גבוהה לא עלה על 4 ימים לעומת 11 יום ב'תומפסון'. בלחות נמוכה הייתה התייבשות קשה של סופרירור לאחר 4 ימים, סביר להניח בהשפעת התקלה בקירור, אך אפשר לקבוע כי עטיפה בפלסטיק עם חירור מיקרו 'הצילה' את הפרי מירידת ערך משמעותית. בשיזרות של תומפסון חצו בהצלחה 4 ימים ללא עטיפה ו-7 ימים עם עטיפה. שזרות של ענבי תומפסון היו באיכות טובה לאחר 4 ימים ללא הגנה של פלסטיק ובאיכות טובה לאחר 7 ימים גם בעטיפת פוליאיתילן וגם בעטיפת פלסטיק מיקרו-מחורר. בעונה זו לא בדקנו אם קימת סכנת ריקבון לענבים בחיי מדף בלחות גבוהה.

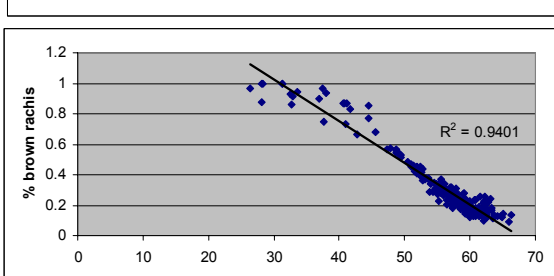
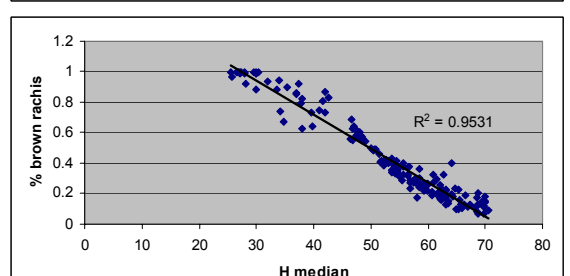
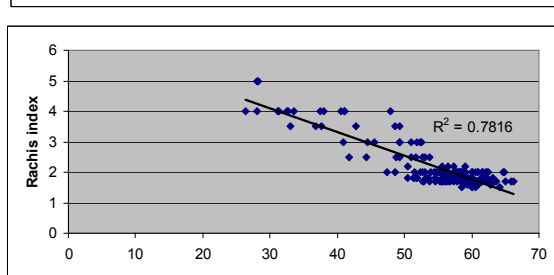
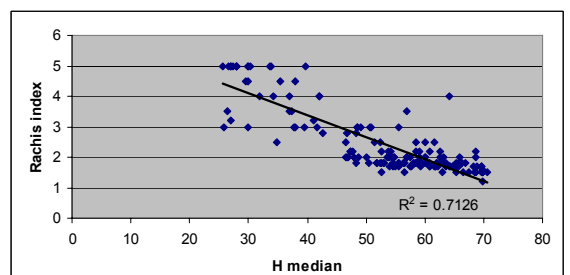
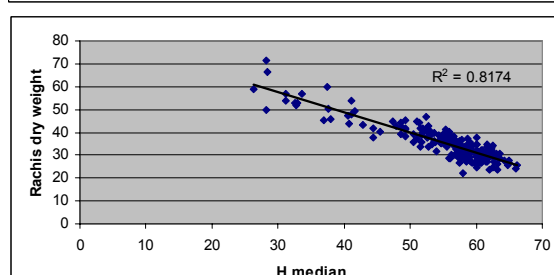
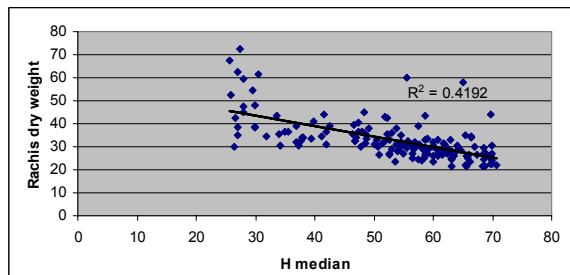
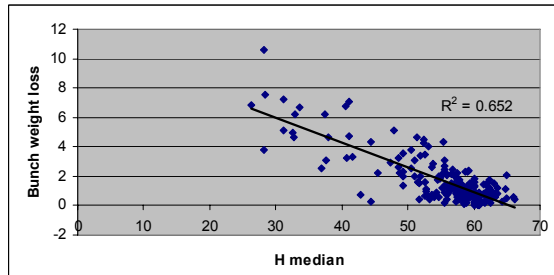
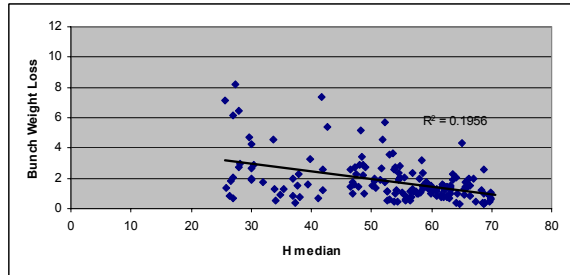
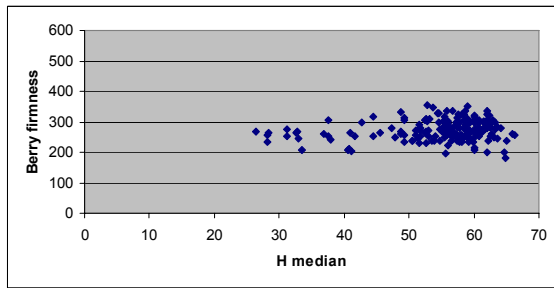
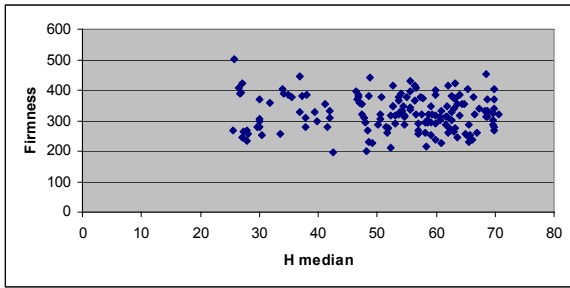
במתאם בין ניתוח ערכי הגוון צבע (H) של השזרות בתמונות ואחוז הצבע החום ואינדקס התייבשות הסובייקטיבי נמצא כי $R=0.78$, מה שמצביע על כך שהמתאם בין ההערכה הויזואלית של התייבשות השזרות ובין מזידות ההחמה בשזרות לפי תמונה היה טוב יחסית. נראה כי היה מתאם בין ההחמה לבין איבוד משקל בשזרות, למרות שהיחס לא היה ממש קווי. לא נמצא מתאם טוב עם איבוד משקל באשכול וכלל לא נמצא מתאם עם מוצקות הגרגרים.



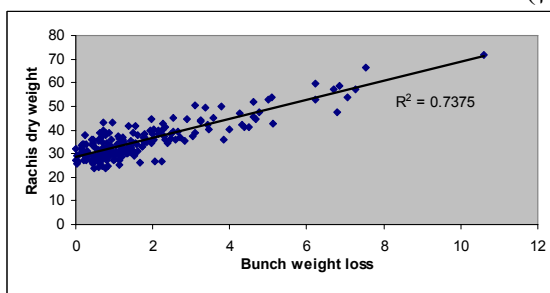
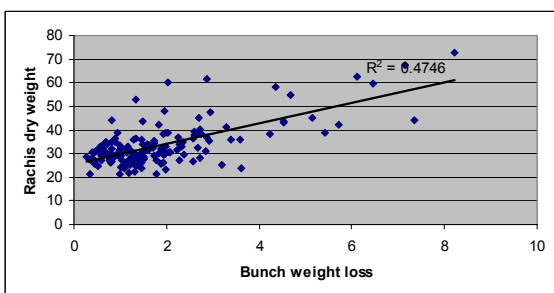
איור 1. המתאם בין אינדקס התייבשות השזרות ואינדקס התייבשות העוקצים בענבי סופריור (משמאל למעלה) ותומפסון (מימין למעלה), והמתאם בין אחוז ההחמה של השזרות והאינדקס (משמאל למטה) סופריור ומימין למטה תומפסון).



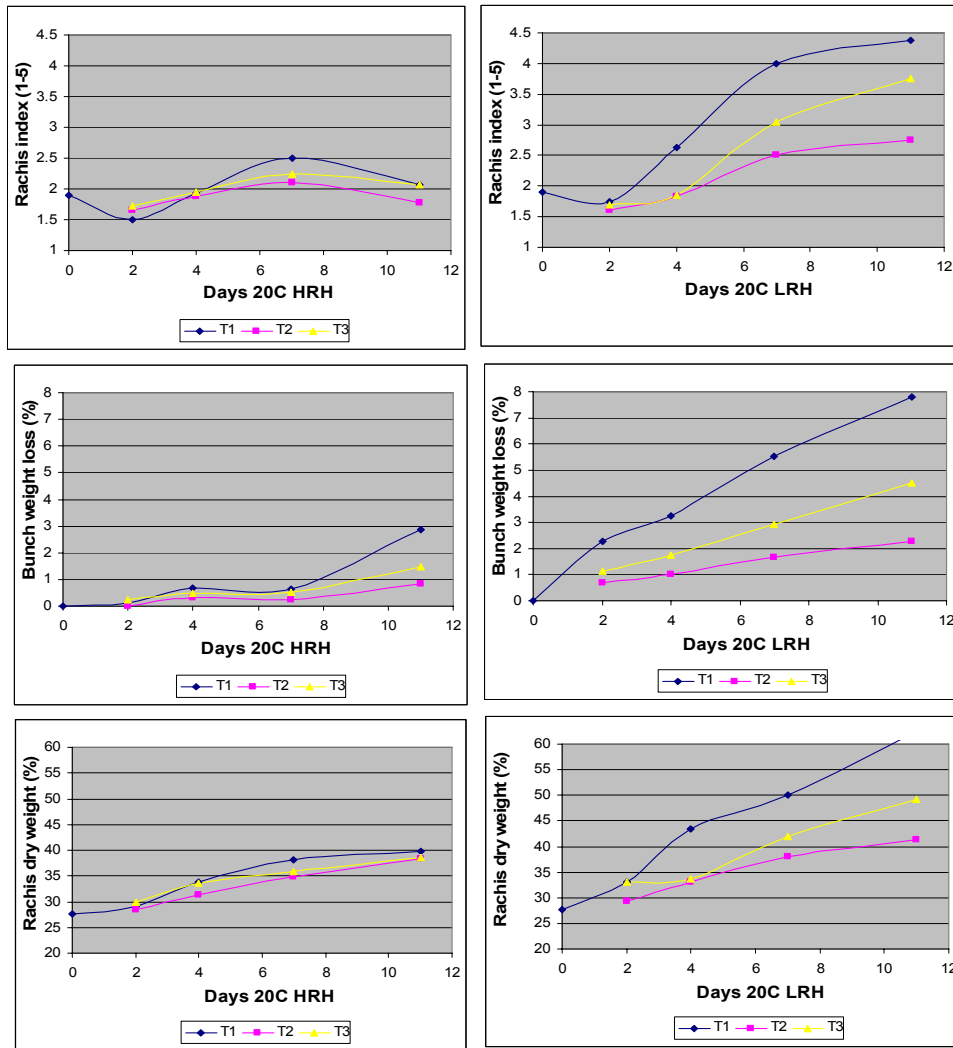
איור 2. אחוז שזרות חומות בהשוואה לאיבוד משקל אשכולות (משמאל למעלה) סופריור ומימין למעלה) ותומפסון) ומשקל יבש של השזרות (משמאל למטה) סופריור ומימין למטה תומפסון).



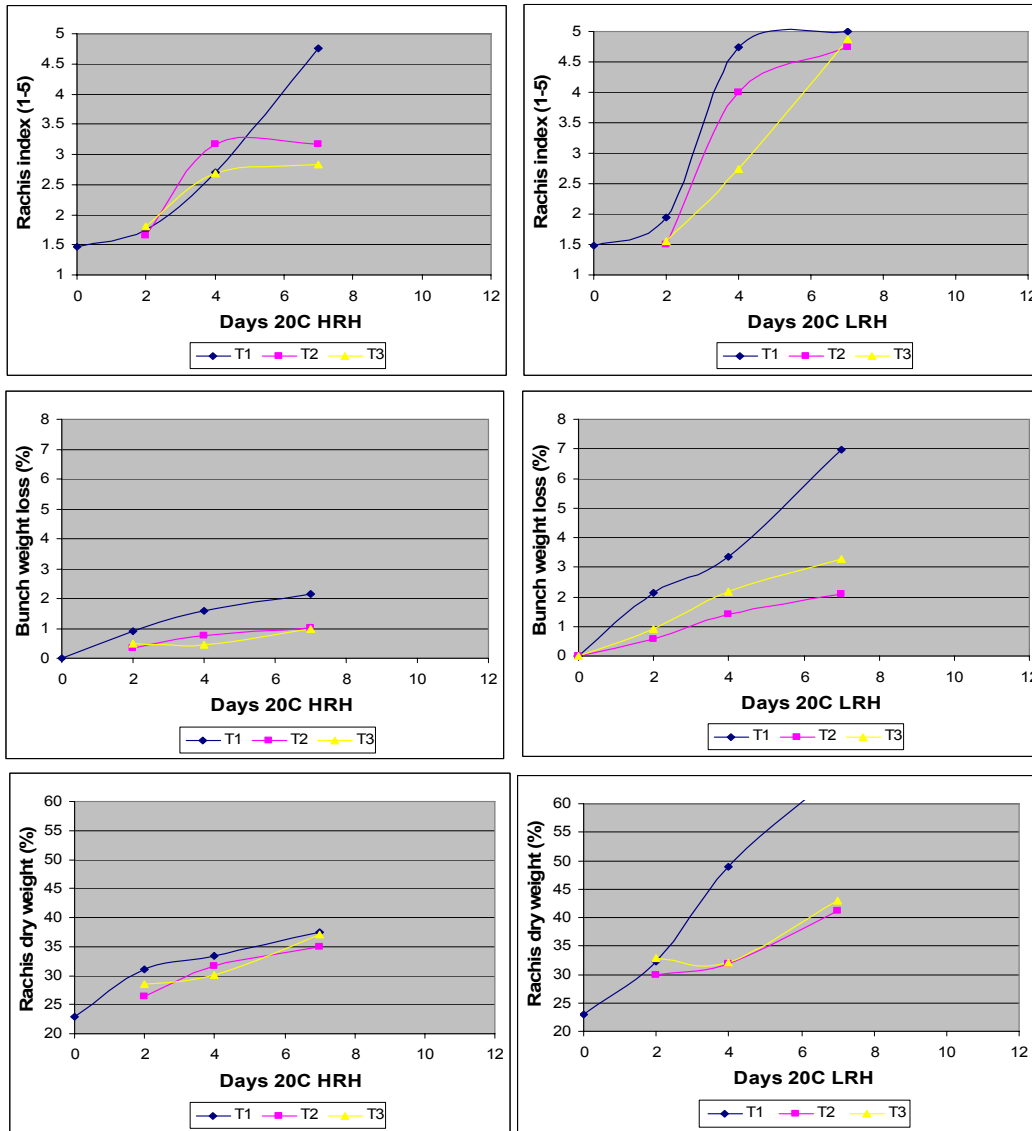
איור 3. המתאם בין צבע השזרות (ערך H) ומוצקות הגרגרים, איבוד משקל האשכולות, משקל יבש של השזרות, אינדקס התייבשות השזרות ואחוז הצבע החום בשזרות של ענבי סופריוור (משמאל) ותומפסון (מימין).



איור 4. המתאם בין איבוד משקל האשכול והמשקל היבש של השזרות בסופריור (משמאל) ובתומפסון (מימין).



איור 5. ענבי תומפסון ב-20°C וב-95% לחות יחסית (HRH – משמאל) וב-70% לחות יחסית (LRH – מימין). שינויים באינדקס התייבשות השזרות, איבוד משקל בשזרות ומשקל יבש של השזרות לאחר 11 יום. T1 – סלסילות פתחות, T2 – סלסילות מכוסות בפוליאאתילן ו-T3 – מכוסות בפלסטיק מיקרו-מחורר.



איור 6. ענבי סופריור ב-20°C וב-95% לחות יחסית (HRH – משמאל) וב-70% לחות יחסית (LRH) – מימין). שינויים באינדקס השזרות, איבוד משקל בשזרות ומשקל יבש של השזרות לאחר 11 יום. T1 – סלסילות פתחות, T2 – סלסילות מכוסות בפוליאיתילן ו-T3 – מכוסות בפלסטיק מיקרו-מחורר.

איור 7. ענבי סופריור (למעלה) ותומפסון (למטה) ב-20°C, ב-95% לחות יחסית (HRH – משמאל) וב-70% לחות יחסית (LRH – מימין). שינויים במצקות הגרגרים אחרי 7 ואחרי 11 ימים. T1 – סלסילות פתחות, T2 – סלסילות מכוסות בפוליאיתילן ו-T3 – מכוסות בפלסטיק מיקרו-מחורר.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח
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.
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביליגורפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח:
האם בכוונתך להגיש תכנית המשך:

פפרות מצוטטת