

טיפול אחר קטיף של עכובית הגלגל

דוד כהן	מו"פ צפון
שאול גרף	מדריך לגידול ירקות, שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות
פרופ' רות בן אריה	המעבדה לאחסון
אלי גלילי	חקלאי, קיבוץ איילת השחר

תקציר

הצגת הבעיה: עכובית הגלגל (*Gundelia tournefortii*) הוא צמח רב-שנתי הנפוץ בשטחים פתוחים מצפון הארץ ועד מרכזה. הפלחים הערביים אוספים את התפרחות עם רדת הגשמים הראשונים ומכינים ממנו מטעמים. השאלה אם ניתן לשומרו לתקופות בהן הוא אינו מופיע כבר נותרה בעינה. **תוכנית המחקר:** בחינת היבטים של טיפול לאחר קטיף. מטרת המחקר היא למצוא מענה לשאלות הבאות: מהם התנאים המיטביים לשמירת צמח העכובית לאחר האסיף אך לפני רחיצתו ואריזתו לשיווק, ומהו משך הזמן המירבי לשמירתו בקירור? מהם גורמי ההתכלות הקובעים של משך חיי המדף של העכובית לאחר הכנתה לשיווק? מהם התנאים המיטביים לשמירת איכות העכובית לאחר הכנתה לשיווק ומהו משך האחסון המירבי? גורמי התכלות העכובית לאחר האסיף עלולים להיות פתולוגיים ו/או פיזיולוגיים. גורמים פיזיולוגיים עלולים להיות אבוד מים, הזדקנות ו/או השחמה של פטוטורות העלים. לפתרון בעיית איבוד מים הגורם לכמישה, תיבדקנה עטיפות פלסטיק, שונות המהוות מחסום למעבר לאדי מים, למניעת הזדקנות. ייבחן השימוש בחומצה ג'יברלית המשמשת לפתרון בעיה דומה בסלרי. אפשרות נוספת היא אחסון באווירה מתואמת המושגת ע"י סגירה בתבנית פלסטית חתומה. הטיפול בבעיית ההשחמה יתבסס על לימוד הגורם להשחמה.

מבוא

הפגיעות המכניות המלוות את האסיף ואת החיתוך גורמות להפסד מים מוגבר, ולהגברת הנשימה וייצור האתילן, המביאים בנוסף להצהבה גם לכמישה ואף להשחמה (Meir et al. 1992). אמצעים שנוקטים להאטת תהליכי ההזדקנות ומניעת התפתחות הרקבונות הינם, לפי סדר כרונולוגי: חיטוי לאחר החיתוך בתמיסת תיאבנדזול וכלור המכילה גם ג'יברלין לדחיית ההזדקנות, אריזה בשקיות המונעות הפסד מים ומאפשרות הצטברות CO₂ מנשימת התוצרת והורדת טמפרטורה מהירה להאטת הפעילות המטבולית (אהרוני וחוב', 1996). בשנים האחרונות הוחלפה הטבילה בתמיסת ג'יברלין בריסוס ג'יברלין בשדה לפני האסיף, לאחר שנמצא שטיפול זה מגביר את עמידות הטבעית של הכרפס בפני רקבונות, הודות לשמירת רמת ה- marmasin, שהוא חומר אנטי-פטרייתי טבעי בצמח זה (Afek et al. 1995). אמצעי נוסף שעשוי לדחות או למנוע השחמה והתפתחות רקבונות הוא חימום. פציעת רקמה צמחית משדרת אותות לרקמות הסמוכות הגורמים לסינטזה מחודשת של חלבונים, ביניהם אחד האנזימים של מטבוליזם של פנולים (PAL), שפעילותו מעלה את תכולת הפנולים המהווים את הבסיס להוצרות הפולי-פנולים המעניקים את הצבע החום לרקמות, בעיקר באזור הפצוע (Peiser et al. 1998). העליה בפעילות PAL בעלי חסה היא פי 6-12 ב-10°C במשך 24 שעות לאחר פציעתם, אך

ניתן למנוע אותה על-ידי חשיפה קצרה לטמפרטורה של 45°C , זמן קצר לפני או אחרי החיתוך (Saltveit, 2000). חשיפה זו גורמת, כפי הנראה, להוצרות heat-shock proteins במקום להוצרות PAL. טיפולי חום מקובלים גם להדברת מחלות הנגרמות על-ידי פטריות. הטבילה במים חמים כאמצעי יעיל נגד רקבון בפרי הדר ידועה כבר משנות ה-20 של המאה הקודמת ומאז נוסתה בהצלחה כטיפול בפירות רבים (ברקאי-גולן, 1997). הפטריות גורמות הרקבון נבדלות ברגישותן לטמפרטורה גבוהה ובכל גידול יש צורך להגדיר את הטמפרטורה המיטבית לקטילת הפטריה או לעצירתה (Barkai-Golan & Phillips, 1991) מבלי שתגרום נזק לפונדקאי, שיכול להתבטא בשינויי צבע ומרקם, הגברת איבוד מים, צריבה וכדומה (Lurie, 1998). לאור ההשפעות הפיזיולוגיות והפתולוגיות החיוביות של טיפולי חום, שאין בהם גם סיכון מבחינת איכות הסביבה, נראה שהם ראויים לבחינה נסיונית, אם כי יהיה צורך לבחון את הכדאיות הכלכלית. חיתוך הגבעולים בעת הכנתם לשוק חושף את צנורות ההובלה בשני הקצוות לאוויר ומאפשר הפסד מים מוגבר בקצב מהיר, הגורם לכמישה מהירה של הרקמות. ככל שיוקטן הפער בלחות היחסית בין האווירה הסובבת לבין החללים הבין-תאיים, יוקטן ההפסד במשקל. לפיכך, עטיפת תוצרת חתוכה ביריעות פלסטיות המונעת מעבר אדי מים, נהוגה לגבי פירות וירקות (Chu and wang, 2001). אולם, בנוסף למניעת הפסד מים קיים יתרון נוסף בכך שהיריעות מהוות גם מחסום בפני מעבר חמצן ו- CO_2 ועל כן נוצרת בתוך האריזה "אווירה מתואמת" (חמצן מופחת ו- CO_2 מוגבר), המשפיעה על המטבוליזם (בראש ובראשונה קצב הנשימה) של התוצרת הארוזה (Kader et al. 1989). ברוב הירקות העליים שנבדקו, הוארכו חיי המדף ב 50% - 190% על-ידי יצירת אווירה של $2\% \text{O}_2 + 5\% \text{CO}_2$. הצוות המגיש את הצעת המחקר הנוכחית עסק במהלך שלושת השנים האחרונות באיקלום עכובית מהבר במסגרת תכנית מדען קודמת. מאידך הצוות עוסק שנים רבות בגידולי שדה וירקות. טל גלילי מענף גידולי השדה של איילת השחר עוסק בגידול עכובית הגלגל בשש השנים האחרונות. בקיבוץ קיימת חלקה בת חמש שנים. הידע האגרוטכני המוקדם של הצוות מתבסס על הנעשה בחלקה זו, חלקת ניסויים גדולה בחוות גד"ש ומוקד המחקרים באדמות האורגניות בחולה. **מטרות המחקר:** שיפור חיי המדף ואיכות המוצר על ידי טיפול לאחר קטיף.

פירוט הניסויים שבוצעו בשנת 2005

מבוא

בשנת המחקר הראשונה נבדקו השפעות של חיטוי, טמפרטורת האחסון וסוג האריזה על כושר השתמרות גבעולי עכובית הגלגל. הפגם העיקרי שהתפתח במהלך האחסון הייתה השחמת הגבעולים ובשלב מאוחר יותר ריקבון והתמוטטות. הושגה האטה של תהליכים אלה על-ידי אריזה ביריעה נמתחת של PVC או בשקית X-tend ואחסון ב- 2°C . בתנאים אלה ניתן היה לאחסן את הגבעולים במשך 6 שבועות באיכות סבירה, אולם לאחר יומיים חיי מדף ב- 10°C האיכות כבר לא הייתה קבילה. לא היה יתרון כלשהו בחיטוי התוצרת בהיפוכלורית לפני האריזה.

מטרות המחקר בשנה הנוכחית היו:

1. להגדיר את תנאי הטיפול שיבטיחו שמירת איכות במשך כשבועיים לשוק המקומי או לחודש עבור שוקי היצוא.
2. לבדוק אמצעים חדשים למניעת השחמת העכובית.

חומרים ושיטות

ניסוי א'

עכובית הגלגל, שנאספה באיילת השחר ב- 17/2/05 לאחר תקופת גשם, הגיעה למעבדה עם בוץ רב. התוצרת חולקה ל- 2 קבוצות לניקוי והכנה לקראת האריזה:

1. חיתוך הבסיס, הסרה ידנית של הבוץ, מיון ואריזה. טמפרטורת התוצרת בשעת האריזה 16°C .

2. חיתוך הבסיס והשריה במים קרים (0°C) במשך 5 דקות. טמפרטורת התוצרת בסוף הטבילה הייתה 5°C .

לאחר התייבשות התוצרת היא נארזה בתיבות פלסטיות קשיחות (נספק) שנעטפו לפי הטיפולים הבאים:

1. יריעת PVC נצמדת.

2. שקית פוליאטילן צפוף (HDPE) קשורה.

3. שקית פוליאטילן בצפיפות נמוכה (LDPE) בעובי 0.04 מ"מ קשורה - 2 נספקים בשקית.

4. שקית פוליאטילן בעלת חדירות נמוכה לאדי מים ול- CO_2 , מתוצרת גניגר מפעלים פלסטיים בע"מ.

מכל קבוצת תוצרת הוכנו 36 אריזות - מחציתן אוחסנו ב- 2°C ומחציתן ב- 5°C .

כעבור 10, 20 ו- 30 ימי אחסון הוצאו מקירור 6 אריזות מכל טיפול: 3 אריזות נבדקו בו ביום ו- 3 הועברו ל- 20°C לבדיקה אחרי יומיים חיי מדף ב- 10°C , בחדר מואר (חיקוי למדף מקורר ברשת שווק). בדיקות התוצרת כללו: הפסד משקל, הערכה חזותית של האיכות לפי 5 דרגות, מיון התוצרת לקבוצות הנ"ל ושקילתן ובידוד גורמי הריקבון.

במהלך האחסון נאספו נתוני הטמפרטורה ולחות יחסית בתוך האריזות בעזרת אוגרי נתונים מתוצרת HOB0. הרכבי האוויר בתוך השקיות נבדקו לפני בדיקת התוצרת.

ניסוי ב'

עכובית הגלגל נאספה באילת השחר ב- 1/3/05 כשהיא מלאה בוץ לאחר תקופה גשומה והובלה למעבדה לניקוי לטיפול ואריזה באותו היום.

הטיפולים היו כלהלן:

1. אריזה, שקילה ועטיפה - בקורת ללא טיפול.

2. השריה במים ב- 19°C במשך 30 דקות, יבוש, אריזה בנספק, שקילה ועטיפה.

3. השריה במים קרים (0.3°C) עם 625 ח"מ טהרספט עד לטמפרטורה של 4.6°C . ייבוש, שקילה ואריזה.

4. טבילה בת דקה בחומצה ציטרית 5%, ייבוש, אריזה בנספק, שקילה ועטיפה.

5. טבילה בת דקה בחומצה אסקורבית 1%, ייבוש, אריזה בנספק, שקילה ועטיפה.

6. חשיפה ל- 1-MCP 1 ח"מ ב- 2°C במשך 24 שעות, אריזה, שקילה ועטיפה.

לכל טיפול נעטפו 6 נספקים ביריעות גניגר (טיפול 4 בניסוי א'). התוצרת אוחסנה ב- 2°C במשך 30 יום. בדיקות כמתואר בניסוי א' נערכו ב- 3 נספקים (חזרות) לטיפול בהוצאה מקירור וב- 3 הנותרים אחרי יומיים ב- 10°C .

תוצאות

ניסוי א'

הרכב האווירה באריזות השונות הושפע בעיקר על-ידי חדירות העטיפה וטמפרטורת האחסון, כשלו רוב למשך האחסון לא הייתה השפעה מובהקת. לפיכך, חושבו הערכים הממוצעים ל- 3 מועדי הבדיקה, אך בנפרד עבור ההוצאה מקירור וסיום חיי המדף. ביריעות ה-PVC והפוליאאתילן הצפוף הצטברות ה- CO_2 הייתה נמוכה ביותר בשתי טמפרטורת האחסון וגם לא נמדדו הבדלים ביניהן ברמות החמצן, אפילו כשהתוצרת הועברה לטמפרטורה גבוהה יותר לחיי מדף. לעומת זאת, במהלך האחסון ב- 5°C חלה הצטברות רבה יותר של אתילן לעומת אחסון ב- 2°C . בחיי מדף ההבדלים בין טמפרטורות האחסון נמוגו.

יריעת גניגר אפשרה הצטברות CO_2 ברמה הגבוהה ביותר עד לכ- 6% ובמקביל חלה ירידת חמצן לכ- 12%, בשתי טמפרטורות האחסון ובחיי מדף. לרוב לא הובחנה השפעה של הטמפרטורה על רמות החמצן וה- CO_2 , אך רמת הצטברות האתילן הייתה גבוהה במובהק ב- 5°C בהשוואה ל- 2°C . ההבדל בין שתי הטמפרטורות אף נשמר לאחר יומיים בחיי מדף ב- 10°C . בעוד שלא נמדדו הבדלים בין העטיפות השונות ברמות האתילן המצטברות ב- 2°C , הרי ב- 5°C ובחיי מדף ב- 10°C הצטברו רמות גבוהות יותר של אתילן באריזות גניגר ו-LDPE. באריזות LDPE רמות האתילן, ה- CO_2 והחמצן שנתקבלו נמצאו בדרגת ביניים בין יריעות ה-PVC ו-HDPE לבין יריעת גניגר. כתוצאה מכך נוצרה פלטפורמה טובה לבחינת השפעות ה- CO_2 והאתילן על כושר השתמרות עכובית הגלגל באחסון בקירור.

לשלושת הגורמים שנבדקו, דהיינו שיטת הניקוי, טמפרטורת האחסון וסוג העטיפה, הייתה השפעה מובהקת על כושר השתמרות העכובית באחסון (טבלה 1). המגבלה העיקרית בשמירת איכות העכובית הייתה השחמת פטוטורות העלים והריקבון שהתפתח היה מזערי. בהפחתת ההשחמה, הניקוי היבש היה עדיף על הניקוי במים, טמפרטורת האחסון ב- 2°C הייתה עדיפה על 5°C והעטיפה המועדפת הייתה יריעת גניגר. התרומה של יריעת גניגר נבעה כפי הנראה מריכוז ה- CO_2 הגבוה ו/או רמת החמצן הנמוכה יחסית שנתקבלו באווירת העטיפה הזו. יתכן שההבדל באיכות בין 5°C ל- 2°C ביריעת גניגר קשור לרמת האתילן הגבוהה יותר שהצטברה בטמפרטורה זו. גם מבחינת ההפסד במשקל, שהיה אמנם מזערי, יריעת גניגר הייתה היעילה ביותר. לטמפרטורת האחסון ולסוג הניקוי לא הייתה כל השפעה על ההפסד במשקל.

משך חיי התוצרת המירבית ביריעות PVC ו-HDPE היה 10 ימים, עם יתרון ברור ל- 2°C , במיוחד לאחר יומיים בחיי מדף. כעבור 8 ימים נוספים איכות התוצרת נפלה בעיקר בגין השחמתה. לעומת שתי היריעות הללו משך חיי התוצרת המירבי ביריעות גניגר ב- 2°C היה 26 יום כשקרוב ל- 60% היה עדיין ראוי לשווק בהוצאה מקירור ללא שינוי בחיי מדף. התוצרת ביריעות LDPE השתמרה פחות טוב מאשר

ביריעת גניגר אך איכותה הייתה טובה מאיכות התוצרת ב-HDPE ו-PVC כך שמשך האחסון המירבי באריזת LDPE היה 18 יום.

טבלה 1 - השפעות שיטת הניקוי, סוג האריזה וטמפרטורת האחסון על איכות עכובית הגלגל במהלך חודש אחסון ויומיים חיי מדף בתום האחסון (ממוצעים מ-3 מועדי בדיקה אחרי 10, 18 ו-26 יום).

לאחר יומיים ב-10°C			בהוצאה מקירור			הטיפול
ראוי לשווק (%)	ריקבון (%)	מדד השחמה (1-5)	ראוי לשווק (%)	ריקבון (%)	מדד השחמה (1-5)	
35.8	0.1	3.0	47.2	0.3	2.6	שיטת יבש
27.7	1.5	3.2	35.9	1.0	3.0	הניקוי רטוב
0.008	0.004	0.016	0.002	ל.מ.	0.000	מובהקות
37.6	0.2	2.9	46.4	0	2.6	טמפרטורת 2°C
25.9	1.4	3.4	36.8	1.3	3.0	האחסון 5°C
0.000	0.008	0.000	0.008	0.002	0.001	מובהקות
24.5c	1.2	3.3a	37.9b	0.5ab	2.9a	PVC סוג
25.6c	1.0	3.2a	34.7b	1.5a	3.0a	HDPE העטיפה
33.9b	0.7	3.1a	42.9ab	0.3b	2.7ab	LDPE
43.1a	0.2	2.8b	50.8a	0.2b	2.6b	גניגר
0.000	ל.מ.	0.000	0.10	0.07	0.007	מובהקות

ניסוי ב'

השחמת הפטוטרת לאחר 34 ימי אחסון ב-2°C הוגברה על-ידי חשיפה ל-1-MCP, אך הופחתה על-ידי טבילה בחומצה אסקורבית 1% (טבלה 2). בשאר הטיפולים לא נבדלה רמת ההשחמה מטיפול הבקורת והיא הייתה בדרגה די גבוהה, רק ששעורי התוצרת הראויים לשווק לא היו גבוהים. שעורי הריקבון היו נמוכים למדי, למעט בתוצרת שנטבלה בחומצה ציטרית. מהרקבונות שהופיעו בודדו הפטריות *Penicillium sp.*, *Stemphyllium sp.* ו-*Alternaria sp.* פטריית ה-*Penicillium sp.* גרמה לכל הרקבונות בטיפול בחומצה ציטרית. פטרייה זו ושתי הפטריות האחרות הופיעו רק מעט בשאר הטיפולים, כנראה ללא קשר לטיפול עצמו. שעורי הריקבון עלו מעט בתקופת חיי המדף, למעט הטיפול בחומצה ציטרית בו כל התוצרת נרקבה. לעומת זאת עצמת ההשחמה נשמרה לרוב בעינה, למעט הטיפול בחומצה אסקורבית, בו היא גברה. כתוצאה מכך, חלה ירידה משמעותית בשעורי התוצרת הראויים לשווק ברוב הטיפולים, בתוך יומיים בחיי מדף. מסתבר, שמשך האחסון היה ארוך מדי ויתכן שיש להסתפק ב-3 שבועות, שזו תקופה מספקת לייצוא לשווקים באירופה. יתכן מאוד שחומצה אסקורבית בריכוז גבוה יותר או משך טבילה

ארוך יותר יביא לשיפור כושר השתמרות העכובית, אפילו עד לחודש ימים. נושא זה ייבדק בהמשך המחקר.

הטיפולים השונים לא השפיעו על הבדלים בהרכב האווירה בתוך העטיפות ולא על ההפסד במשקל התוצרת, שהגיע עד לכ- 1.5% בתקופת האחסון וחיי המדף.

טבלה 2 - איכות עכובית הגלגל לאחר כחודש אחסון ב- 2°C ויומיים בחיי מדף ב- 10°C.

לאחר יומיים ב- 10°C			בהוצאה מקירור			הטיפול
ראוי לשווק (%)	ריקבון (%)	מדד השחמה (1-5)	ראוי לשווק (%)	ריקבון (%)	מדד השחמה (1-5)	
10.9	1.9b	3.50	23.2bc	3.2b	3.33bc	בקורת
23.7	4.3b	3.19	28.9b	0.0b	3.10c	השרייה במי ברז
12.0	0.0b	3.35	29.0b	3.3b	3.11c	הידרוקולינג עם טהרספט
0.0	100.0a	-	2.8d	25.2a	3.79ab	ח' ציטרית 5%
18.3	7.0b	3.13	48.4a	0.0b	2.53d	ח' אסקורבית 1%
10.9	5.9b	3.59	10.1cd	0.0b	3.94a	1-MCP 1 ח"מ
ל.מ.	0.000	ל.מ.	0.001	0.095	0.001	מובהקות

a-d ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת מובהקות המצוינת בתחתית כל טור.

סיכום

נבדקה השפעתם של 4 גורמים על כושר השתמרות עכובית הגלגל לאחר הקטיף – שיטת הניקוי, טבילה לאחר האסיף לחיטוי או למניעת השחמה, סוג האריזה וטמפרטורת האחסון. נמצא שכל גורם עשוי לתרום לשמירת איכות התוצרת.

1. ניקוי הבוץ בשיטה יבשה היה עדיף על ניקוי על-ידי שטיפה במים.

2. הידרוקולינג בתוספת כלור לחיטוי לא תרם לשמירת האיכות, אך טבילה בחומצה אסקורבית 1% במשך דקה הפחית את עצמת השחמה.

3. עטיפה ביריעת גניגר שאפשרה הצטברות CO₂ והפחיתה את ההפסד במשקל שיפרה את איכות התוצרת בהשוואה ליריעות פלסטיות אחרות.

4. אחסון ב- 2°C תרם לשיפור איכות התוצרת בהשוואה לאחסון ב- 5°C.

שילוב מיטבי של כל הגורמים עשוי לאפשר אחסון עכובית במשך כחודש ימים לאחר האסיף. יהיה צורך לוודא זאת בשנת המחקר הקרובה.