

דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מס' 11-0261-430

טיפולים משולבים עם מדביר ביולוגי המשפרים באופן סינרגי את תוצאות ההדברה לאחר אסיף

**Combining control treatments with biological control to synergistically improve
postharvest disease control**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י

דני אשל	המחלקה לאחסון, מינהל המחקר החקלאי – בית דגן
סמיר דרובי	המחלקה לאחסון, מינהל המחקר החקלאי – בית דגן
שמואל גן-מור	המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי-בית דגן
רפי רגב	המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי-בית דגן

Dani Eshel, Department of Postharvest Science, ARO, P.O.B. 6 Bet Dagan 50250.

Email: dani@volcani.agri.gov.il

Samir Droby, Department of Postharvest Science, ARO, P.O.B. 6 Bet Dagan 50250.

Email: dani@volcani.agri.gov.il

Samuel Gan-Mor, Institute of Agricultural Engineering, ARO, Bet Dagan, 50250.

Email: ganmor@volcani.agri.gov.il

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר

*

1. תקציר**הצגת האתגר המחקרי:**

אי קיומם של פתרונות הדברה ידידותיים לאדם ולסביבה המיועדים לטיפולים לאחר אסיף בגידול האורגני, נובע מיעילות חלקית של האמצעים הקיימים או פיטוטוקסיות שלהם במינון גבוה. שינוי דרך חשיבה מחיפוש "פיתרון פלא" לפיתוח שילובי טיפולים בעלי אפקט סינרגיסטי יש בו, לדעת המחברים, בכדי לספק פיתרון לאתגרים העומדים בפני המאחסנים והמובילים של התוצרת החקלאית האורגנית ובכלל.

מטרת המחקר: שיפור כושר ההדברה של טיפולים ידידותיים לאדם ולסביבה באמצעות פיתוח שילובים סינרגיים. פיתוח גישה חדשנית לשיפור ההדברה באמצעים ידידותיים, תוך שימוש בהדברה משולבת בה אין הכרח להתאמה בין גורמי ההדברה המיושמים ברצף.

שיטות העבודה: (א) איתור ה"שחקנים" המתאימים ששילובם יוצר אפקט סינרגי; (ב) אופטימיזציה של יישום כל גורם נבחר; (ג) בחינת יעילות, במערכת מודל של ריקבונות אחסון בגזר; (ד) הרחבת המודל לריזופוס בבטטה; (ה) ניסויים בבית אריזה מסחרי.

תוצאות עיקריות: על ידי שימוש במערכת של צילום תרמי, נמצא שיישום קיטור מדויק אחרי קירור גורם להפחתה בחימום אל עומק הגזר. יישום קיטור על גזר מצונן איפשר עליה במינון וביעילות ההדברה מבלי לפגוע ברקמת הגזר. גם בטיפול בריזופוס בבטטה נמצאה נקודת האופטימום עבור קיטור מדויק והברשה חמה. במקרה זה גם נמצאה יעילות גבוהה של המדביר הביולוגי "שמר" שעלתה עם עליית המינון. גילוי היכולת לחטא את הגזר בקיטור מייד אחרי תהליך הקירור במים, הנהוג במסחר, יש בו בכדי להוות פריצת דרך באריזה ואחסון גזר. בשלב זה אותרו שני "שחקני מפתח" בהדברת מחלות, הקיטור בגזר והשמר בבטטה. נימצאו שילובים סינרגיים שהוכיחו יעילות וכלכליות עד רמה מסחרית ושיפרו בעשרות אחוזים את איכות התוצרת.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: התחלנו בביצוע ניסויים מסחריים עם מחולל קיטור חשמלי רציף בבתי אריזה לגזר אורגני בחבל מעון ובעלומים בקצב של 6-7 טון לשעה, כולל משלוח לחו"ל. עד כה לא נצפו נזקים כלשהם, מידת התועלת עדיין צריכה להיבחן, בעיקר בתוצרת הנגועה ספונטנית בגורמי המחלה הרלוונטים.

2. מבוא ותאור האתגר המחקרי:

הדברה יעילה של מחלות אחסון היא תנאי הכרחי לשיווק כלכלי ויציב של תוצרת חקלאית. בחלק מהמקרים נעשה שימוש בחומרי הדברה כימיים שיעילותם חלקית בדרך כלל והם מהווים גורם סיכון לאדם ולסביבה. במטרה לצמצם סיכון זה נעשה שימוש בין השאר בחומרי הדברה בעלי שאריות נמוכה, בשיטות פיסיקאליות, באווירה מבוקרת ובמדבירים ביולוגיים. רוב בתי האריזה בישראל מסתמכים על גורם הדברה אחד, המיושם לפני או במהלך האחסון, כדי לפשט את מערך הטיפול במוצר החקלאי המטופל.

בארץ מגדלים כ-30,000 אלף דונם גזר בשנה, בזריעות קיץ, סתיו וחורף, כשמרבית הגידול נזרע בעונת הסתיו-חורף מספטמבר עד סוף דצמבר. סה"כ מייצרים כ-260 אלף טון גזר מתוכם כ-70% ליצוא (60% ייצוא רגיל וכ-10% ביצוא אורגני). השוק המקומי צורך כ-75 אלף טון והתעשייה עוד 5,000 טון. קיימת דרישה לחיטוי מגורמי מחלה בגזר ליצוא, המובל בים, ובגזר המיועד לאחסון, המהווים

בסה"כ כ- 100,000 טון גזר. ריקבונות הנגרמים על ידי הפטריות *A. Alternaria alternata*, *S. sclerotiorum*, *radicina* והחיידק *Erwinia carotovora* הם בעיקר הגורמים לפסילות של גזר מיוצא בשלב האחסון בקירור [1]. על מנת למנוע ריקבונות לאחר האסיף נהוג לשטוף את הגזר משאריות אדמה ולאחר מיון וצינון לחטא אותו באיפרודיום (בתוצרת שאינה אורגנית). רוב חומרי החיטוי הכימיים הקיימים אסורים בשימוש באירופה, לפיכך, מחפשים תחליפים יעילים שיוכלו לשמש לטיפול בתוצרת המיועדת לייצוא בכלל ובתוצרת אורגנית בפרט, שחלקה בייצוא הולך וגדל. בשנים האחרונות משתמשים בהברשת הגזר במכונה ייעודית המבצעת "שיוף" של שכבת האפידרמיס החיצונית של השורש המעובה (אשרוש), במטרה לשפר את האטרקטיביות הויזואלית של המוצר. בשל הפגיעה המכאנית שנוצרת, והאילוח המשני הנובע מאופן פעולת המכונה, נתגלו ריקבונות אחסון ועלתה חשיבותה של מחלת ריקבון האשרוש השחור הנגרמת ע"י הפטרייה *Thielaviopsis basicola* [2]. כיום משתמשים באריזה קמעונית שקופה המכילה מספר גזרים, בהם רואים בבירור ריקבונות, נזקים אסטטיים ולבלוב הגורמים לפסילת האריזה כולה ולכן להפסדים כלכליים קשים ופגיעה במותג עצמו וביוקרתה של התוצרת החקלאית הישראלית בכלל. חיפוש אינטנסיבי של פתרונות "ידידותיים" לחיטוי, אחסון, והארכת חיי מדף של גזר, כפי שמוצע להלן, הינו בעל חשיבות רבה לייצוא הגזר האורגני הישראלי.

במהלך שני העשורים האחרונים נצבר ניסיון רב בשימוש בגורמי הדברה ביולוגיים, בטיפול בגורמי מחלה שוכני קרקע, עלווה ובטיפול בפירות וירקות לאחר הקטיף ואסיף [3, 4]. שילוב אמצעי הדברה עשוי לשפר את יעילותה של ההדברה הביולוגית ולהגדיל את טווח הפתוגנים המושפעים [5, 6]. שילוב אמצעים הפועל דרך מספר מנגנוני פגיעה בפתוגן, מפחית את הסיכוי להתפתחות עמידות לגורמי ההדברה [4]. אלא שהדברה משולבת דורשת התאמה בין גורמי ההדברה, כך שיישום גורם אחד לא יפגע בפעולתו של הטיפול הבא אחריו. חימום הינו טיפול ידידותי לאדם ולסביבה שנמצא כמדביר גורמי מחלה בתוצרת חקלאית לאחר אסיף, אלא שמינון יעיל עלול לגרום לפגיעה ברקמה הצמחית [1, 7]. בכדי להגיע לרמת יעילות גבוהה בהדברת הפתוגן, לעיתים יש להפעיל עוצמת חום או משך חימום הגורם לפגיעה ברקמה הצמחית [8]. כשפתוגן נחשף למנה תת-קטלנית של גורם הדברה רק חלק מאוכלוסייתו נקטלת [9, 10]. פתוגנים מוחלשים בדרך כלל נובטים מאוחר, הינם בעלי חיוניות פחותה וכושר יצירת מחלה נמוך [9-11]. אותם מרכיבים באוכלוסיית הפתוגן ששרדו הם נפגעי עקה ומוחלשים ופגיעים יותר לטיפולים ביוטים או אביוטים המיושמים לאחר הטיפול המחליש [11-13]. כך לדוגמא, נבגים של *Fusarium oxysporum* וקשיונות של *Sclerotium. rolfii* שהוחלשו באמצעות חום נבטו פחות ואוכלסו במידה רבה יותר במיקרואורגניזמים של הקרקע [14, 15] חשיפה מכוונת של קשיונות מוחלשים של *S. rolfii* למיקרואורגניזמים של הקרקע הביאה להדברתם, דבר המעיד על יכולתם של גורמים ביולוגים לפגוע בפתוגן מוחלש [9]. לטיפול חום הקודמים ליישום גורם הדברה נוסף יש, מלבד יכולת קטילה או הפחתת רמת המידבק, גם השפעה תוספתית ולעיתים סינרגיסטית. בספרות מתוארים מקרים בהם טיפולי חום השרו יצור של חומרים אנטיפונגלים בפירות וירקות והגבירו את עמידותם לפתוגנים [16]. טיפול חום, המיושם ראשון, הראה אפקט

מוגבר של "החלשה" של פטריות פתוגניות שמקורן בקרקע, דבר שאפשר יישום עוקב של מינון מופחת של חומר ההדברה וקבלת יעילות הדברה גבוהה [9].

בחום הכמוס שמעבירים המים במעבר ממצב גז למצב נוזל טמונה אנרגיה רבה ולכן בתנאים מסוימים לחיטוי בקיטור יש עדיפות על החיטוי באוויר חם. חיטוי במים חמים מוגבל לטמפרטורה נמוכה יחסית לטמפרטורות בהן מושמדים חיידקים ופטריות ולכן יכול להיות לקיטור בתנאים מסוימים עדיפות בחיטוי גם לעומת חיטוי זה. הבעיה בחיטוי בקיטור שאם הטמפרטורה שלו נמוכה מדי הוא עלול להתעבות ואז טיפות המים שבו עלולות לגרום לכוויות שבהן תתפתחנה פטריות. בחמש השנים האחרונות פותחה על ידי קבוצתו של ש. גן-מור מערכת הנדסית המרביצה קיטור וחושפת באופן אחיד כל מקטע על פני המוצר החקלאי.

חיטוי בחימום עלול גם לגרום לשינוי דרמטי בהרכב האוכלוסייה המיקרוביאלית המאכלסת את שטח הפנים של הפריאירק המטופל ולהביא להתפתחות פתוגנים משניים שאינם מהווים בדרך כלל בעייה חקלאית. יישום של התכשיר "שמר" המבוסס על תבדיל השמר *Metschnikowia fructicola* (מורשה ליישום בבטטות, הדורים וגזר) אינו מאפשר היווצרות וואקום ביולוגי, מביא למניעת התפרצות פתוגנים משניים ומדכא ביעילות פתוגנים ראשוניים מוחלשים יחסית כתוצאה מהטיפול המקדים. מניעת מחלה ע"י גורם ביולוגי מבוססת על תחרות על חומרי מזון, יכולת טפילות ופגיעה ישירה בהתפתחות הפתוגן ואזו השראת עמידות של הפונדקאי [5, 17]. כך לדוגמא, השראת עמידות הינה חלק ממנגנון הפעולה של שמר בהדברת פטריות פתוגניות בפירות הדר [18, 19]. מרכיבים חוץ תאיים שהופקו מתאי שמר הראו יכולת עיכוב נביטה והתארכות נחשון נביטה כשימשו לטיפול *in-vitro* במספר סוגי פטריות פתוגניות ואף עיכבו התפתחות ריקבון הנגרם ע"י *Penicillium digitatum* בפירות הדר [20]. אולם השמר, גם במינונים גבוהים מהמומלץ, אינו נותן מענה מוחלט לחלק מהמחלות, בעיקר כשרמת המידבק גבוהה.

3. מטרות המחקר

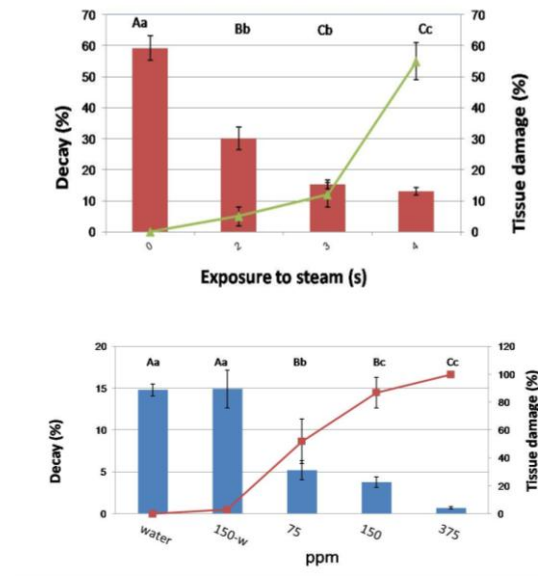
מטרת המחקר, לשפר את כושר ההדברה של טיפולים ידידותיים לאדם ולסביבה באמצעות פיתוח שילובים סינרגיים. הנחת העבודה היא שניתן לשפר הדברה של פתוגן על ידי החלשתו באמצעות אמצעי הדברה ראשון, גם אם הוא תת-קטלני, והשלמת הפעולה על ידי גורם שני שיכול להיות מדביר ביולוגי, או אמצעי הדברה ידידותי אחר. בהיבט רחב יותר, מוצע **לפתח גישה חדשנית לשיפור ההדברה באמצעים ידידותיים, תוך שימוש בהדברה משולבת בה אין הכרח להתאמה בין גורמי ההדברה המיושמים ברצף**, שכן קיומו האפשרי של "אפקט סינרגי" מאפשר הסרה של אמצעי ההדברה הראשון (באמצעות שטיפה) לפני יישום אמצעי ההדברה השני. הצלחת המחקר, מלבד היותה פיתרון יעיל לטיפול בתוצרת האורגנית לאחר אסיף, תהווה גישה חדשה לפיתוח הדברה משולבת ידידותית לאדם ולסביבה ולסריקה של מדבירים ביולוגים נוספים.

4. עיקרי הניסויים שבוצעו:

בהתאם לתוכנית המחקר, התרכזנו בשלב ראשון במודל הדברה של ריקבון האשרוש השחור בגזר.

4.1. **איתור גורמי הדברה ידיוותיים בעל יעילות תלוית מינון** - בבחינת גורמי הדברה שונים צפה ועלתה בעיה צפויה של "קונפליקט" בין יעילות ההדברה הגדלה עם המינון לבין נזקים לרקמת הגזר (המוברש), המתבטאים בשינוי צבע (איור 1). מכאן שבתנאי המסחר (טמפ' החדר) לא ניתן היה לעלות מעל 2 שניות חשיפה לקיטור מבלי לגרום לנזקים לרקמת הגזר. התופעה חזרה על עצמה גם בשימוש במי חמצן (צונאמי) שנוסף לנזק גרם גם לשינוי

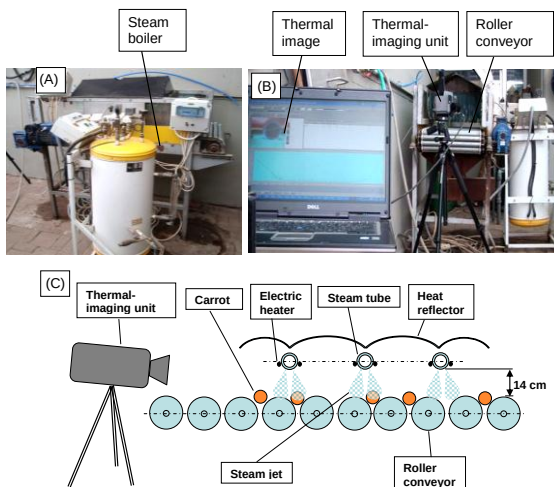
טעם (איור 1).



איור 1: השפעת החשיפה של גזר לקיטור (בגרף העליון) ולמי חמצן (בגרף התחתון) על התפתחות ריקבון האשרוש השחור ונזקים פיטוטוקסיים. אחרי הטיפולים הגזר נחשף לאחסון בקור משך 30 יום וחיי מדף משך 8 ימים. כל טיפול כולל 15 חזרות של 10 גזרים באריזת פוליאיתילן קמעונאית. אותיות דפוס או כתב שונות מציינות הבדלים מובהקים ברמת הריקבון או הנזקים הפיטוטוקסיים בהתאמה. קווי העמודות מציינים סטיית תקן.

4.2 מיקסום יעילות הקיטור המדויק - בחרנו למקסם את יעילותו של הקיטור, כיוון שהטיפול בו לא

פגע בטעמו של הגזר. בשלוש השנים האחרונות פותחה ע"י ד"ר גן-מור וחובריו מערכת הנדסית המרביצה קיטור וקרניה חומנית וחושפת באופן אחיד כל מקטע על פני המוצר החקלאי (איור 2). כמו כן פותחה שיטת ניטור ייחודית לקביעת הטמפרטורה לאורך הטיפול בכל נקודה על המוצר באמצעות הדמית IR במצלמה תרמית [21].



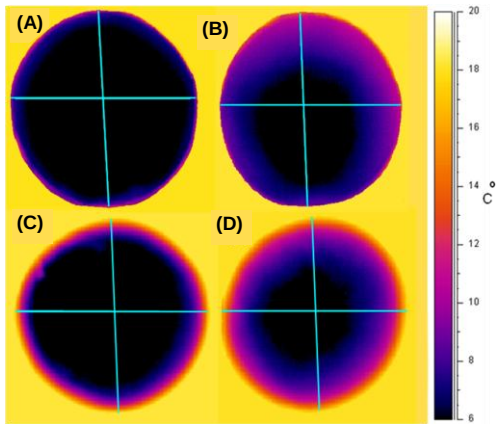
איור 2: (A) אב טיפוס למכונה המיישמת קיטור מדויק, כולל דוד הקיטור, המסוע, ויחידת החימום; (B) מערכת ההדמיה התרמית; (C) תאור סכמטי של טיפול בגזר תוך תיעוד השתנות הטמפ' במצלמה תרמית.

כיוון שבתהליך אריזת גזר מסחרי, כ-70% מהאנרגיה מושקעים בצינון מהיר של הגזר (הידרוקולינג), היה מקום לבחון את המועד המתאים להפעלת טיפולי חום, מבלי לאבד את האנרגיה הרבה

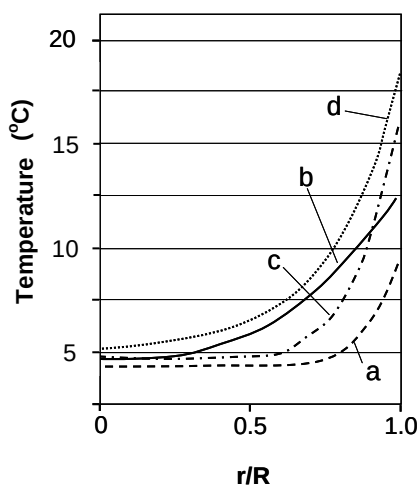
שהושקעה. השימוש במצלמה תרמית, בזמן אמת, שחברה למערכת הקיטור, אפשר לנו לבחון את אופן חימום רקמת הגזר (איור 2). כמו כן פותחה שיטת ניטור ייחודית לקביעת הטמפרטורה לאורך הטיפול בכל נקודה על המוצר באמצעות הדמית IR במצלמה תרמית [21].

טיפול הקיטור שניתנו בתנאים חצי מסחריים, לפני בריכת הצינון נמצאו כבילתי יעילים (תוצאות אינן מוצגות). ביצוע הטיפול בקיטור, מייד אחרי קירור הגזר במים, הפחית את חימום הגזר וגרם לשינוי טמפ' קטן יותר לעומק הרקמה, בהשוואה לגזר שטופל בטמפ' החדר (איור 3). גזרים שנטבלו במים בטמפ' של 4 מ"צ משך 10 דקות, בדומה לתהליך המתרחש במסחר, נחשפו לטיפול קיטור מידי או הודגרו ב- טמפ' החדר משך 8 דקות לפני הטיפול בקיטור. שניות בודדות אחרי הצינון, כ- 80% מרקמת הגזר הגיעה ל- 4.8 מ"צ בממוצע ושאר הרקמה נמצאה בתחום שבין 4.8-8.5 מ"צ (איור 3A). זאת בעוד שגזרים שהודגרו בטמפ' החדר הגיעו ברוב רקמת הגזר לטמפ' של 12.5 מ"צ (איור 3B). חשיפה קצרה לקיטור הביאה לחימום השכבה החיצונית של הגזר המצונן בעיקר, עד לרמה של כ- 16 מ"צ כשכ-60% מהגזר נשארו בטמפ' של 4.8 מ"צ (איור 3C ו-4). בגזרים שהודגרו

בטמפ' החדר חימום הרקמה היה עמוק יותר בתחום שבין 5-18 מ"צ (איור 3D ו-4).



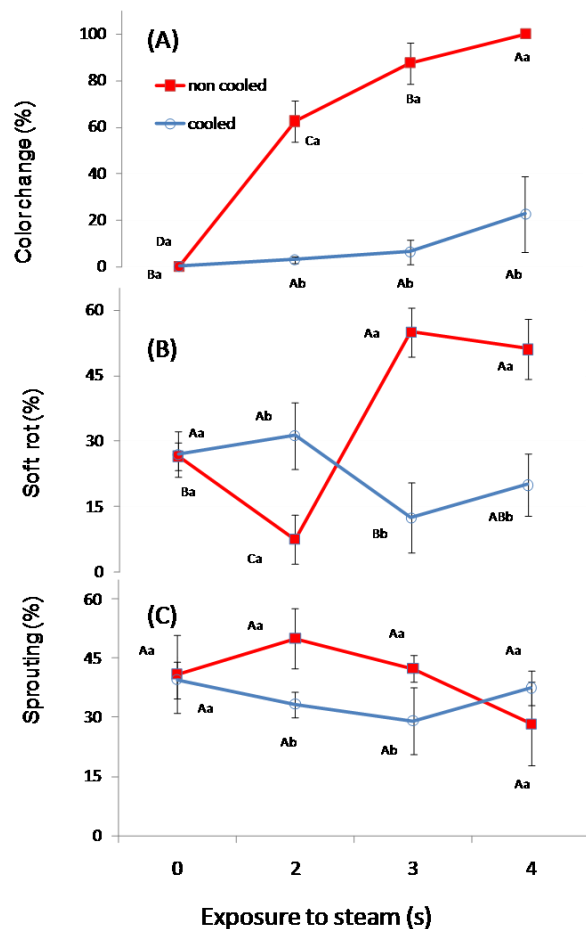
איור 3: צילומים תרמיים של חתך במרכז גזר אחרי צינון וטיפול בקיטור. (A) מיד אחרי צינון; (B) אחרי אינקובציה משך 8 דקות בטמפ' החדר; (C) אחרי טיפול בקיטור שנעשה לגזרים מצוננים; (D) אחרי טיפול בקיטור שבוע אחרי טיפול B.



איור 4: טמפ' ממוצעות בעומק החתך של גזר מטופל בגזר מאיור 3 (a, b, c, d בהתאמה). המדידה (r) נעשתה ממרכז העיגול המתקבל כלפי חוץ, ועברה נירמול על ידי חלוקה ברדיוס, R .

4.3 קביעת מינוני קיטור מחלישי פתוגן שאינם פיטוטוקסים- השפעה פיטוטוקסית בגזר מתאפיינת בדרך כלל בשינוי צבע הניתן להבחנה ויזואלית ובמכשיר למדידת צבע (Minolta 2000), התפתחות רבובות משניים וואו טעם לוואי [2]. טיפול בקיטור אחרי צינון הביא להפחתה של הנזק הפיטוטוקסי

ושפר את איכות הגזר אחרי אחסון. חשיפה לקיטור לפני צינון הגדילה את הנזק לרקמה כפי שהשתקף בשינוי צבע ב-עד 100% מאשרושי הגזר (איור 5A). לאחר צינון נפגעו הגזרים רק בחשיפה ל- 4 שניות קיטור שהביאה לשינוי צבע ב- 20% מהגזרים. חשיפה קצרה (2 שניות) לקיטור הפחיתה את הריקבון המימי בגזר רק כשבוצעה לפני צינון, בעוד שחשיפות ארוכות יותר (3-4 שניות) הדבירו באופן מוצלח יותר כשיושמו אחרי צינון (איור 5B). לבלוב הגזרים לא הושפע במובהק על ידי רוב הטיפולים (איור 5C). טיפול ב- 3 שניות קיטור מייד אחרי צינון הגזר הביא לתוצאה המיטבית, בתנאי ההחמרה שיושמו בניסוי זה, עם שינוי צבע מועט, ריקבון מימי בכ- 15% מהגזרים ו- כ-30% מהם לבלבו.

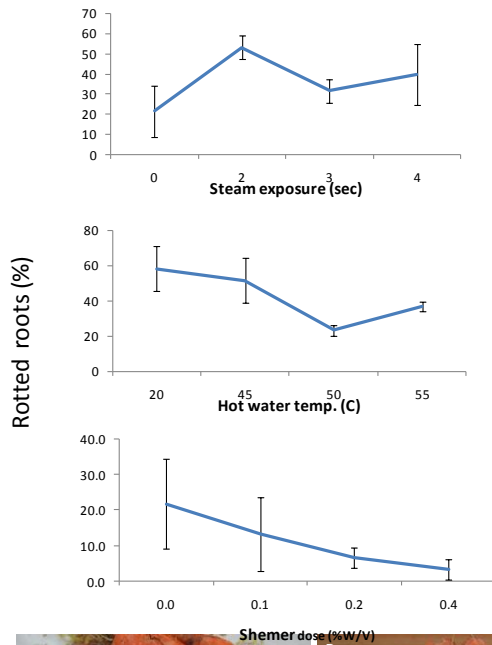


איור 5: חשיבות מועד צינון הגזר בקביעת השפעת הקיטור על צבע הרקמה (A), רקבונות מימיים (B) ולבלוב (C) אחרי אחסון. גזרים טופלו בקיטור לפני (non-cooled) או אחרי (cooled) צינון הגזר. כל טיפול הכיל 15 חזרות כשכל חזרה כללה 10 גזרים באריזה קמעונית. הבדלים מובהקים בין מצוין ללא מצוין מוצגים באותיות דפוס [uppercase letters ($P \leq 0.05$)] לשאינו מצוין מוצגים באותיות כתב [lowercase letters ($P \leq 0.05$)]. העמודות מיצגות סטיות תקן.

לאור הממצאים הנ"ל בוצעו ניסויים בשני בתי אריזה של גזר אורגני, בהם הוצב האב-טיפוס ליישום קיטור מדויק בסמוך לבריכת ההידרוקולינג. בניסויים אלו גם נבחן השילוב של המדביר הביולוגי "שמר", כטיפול סינרגי משלים לקיטור [2].

4.4 הרחבת המודל לריזופוס בבטטה- בשלב זה, לפני בחינת שילובים אפשריים, בחרנו (בהתאם לתוכנית) להרחיב את המודל לגידול נוסף. למטרה זאת נבחרה הבטטה [*Ipomoea batatas* (L.) Lam], בה פיתחנו בשנתיים האחרונות שיטת אילוח בפטרייה ריזופוס, המהווה גורם פחת עיקרי בהובלה ימית של בטטות מהזן העיקרי המגודל בארץ, 'Georgia Jet'. טיפולים במינונים שונים של קיטור או הברשה במים חמים הצביעו על הפרופיל המוכר של אופטימום סביב 3 שניות חשיפה לקיטור ו- 50 מ"צ מים חמים. להבדיל מריקבון האשרוש השחור שאינו מושפע מטיפול בשמר (מדביר ביולוגי) בלבד, הרי שבבטטה היעילות נמצאה גבוהה ועלתה עם המינון.

איור 6: התפתחות ריקבונות רכים שמקורם בפטרייה ריזופוס בעקבות טיפול בקיטור או הברשה חמה או שמר. האשרושים אולחו מלאכותית בנבגי הפטרייה לפני הטיפול.



4.5 בחינת המודל הסינרגי בניסויים חצי מסחריים

להדברת מחלות אחסון בגזר- הוצבה מכונת קיטור בסמוך לבריכת הקירור, בבתי אריזה מסחריים בקיבוץ מגן ובעצמונה. הגזר נחשף, לאחר צינונו, לקיטור או שמר או קיטור ואחריו שמר. לאחר הטיפולים הגזר נארז בשקים של 8 ק"ג ואוחסן בקירור משך שלושה חודשים, אז נארז

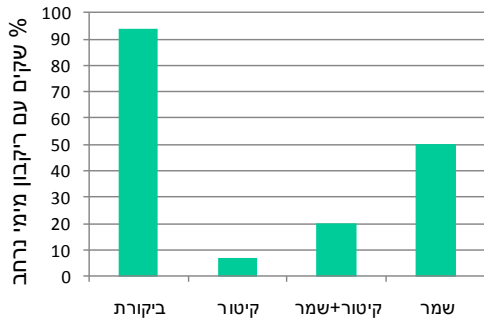
באריזה קמעונאית והועבר לחיי מדף במשך 8-10 ימים ב- 20 מ"צ, הוערכה מידת הנגיעות בפתוגנים, נזקים אסטטיים ולבלוב בטיפולים השונים. כל טיפול כלל 25 שקים של 8 ק"ג. סה"כ כל ניסוי כלל 0.8 טון גזר. הטיפולים מושטחו יחד ואוחסנו בחדרי קירור מסחריים. בתום הקירור ובתום 10 ימים של "חיי המדף" הגורמים שנבחנו היו ריקבונות מימיים הנגרמים על ידי קשיונה גדולה וחידקים, כיסוי בריקבון האשרוש השחור הנגרם על ידי חלרה, לבלוב ועיפוש הבלבוב, צמיחת שורשונים, טעם ומירקם.

איור 7: סוגי פגמים שתועדו במהלך ניסויי האחסון וחיי מדף. A, ריקבון מימי הנגרם על ידי קשיונה גדולה; B,

לבלוב מעופש בתום חיי מדף; C, ריקבון האשרוש השחור (חלרה); D, התפתחות שורש

4.6 התפתחות ריקבונות מימיים במהלך האחסון- הטיפול בקיטור בלט בהפחתה משמעותית של

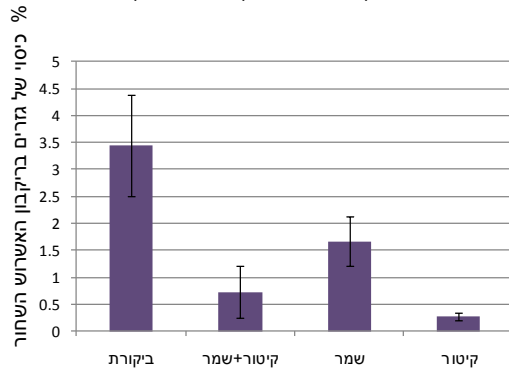
הנגיעות בקשיונה גדולה שגרמה בהיקש לריקבון מימי בכ- 80% מהשקים (איור 8A). שקים שאוחסנו משך כארבעה חודשים בטמפ של 1 מ"צ סבלו ללא טיפול ממוקדים של ריקבון מימי עד כדי קושי בספירת האשרושים הנגועים. התפתחות ריקבון מימי בגזר נגרמת באחסון בד"כ על ידי נגיעות בקשיונה גדולה ואכן ניצפה תפטר אופייני המלווה בקשיונות. הטיפול בקיטור בלבד נמצא היעיל ביותר, גם בניסוי בקיבוץ מגן וגם בעצמונה, במניעת התפתחות ריקבון מימי בגזר המטופל. מפתיע היה לגלות שתוספת השמר (או ההרטבה במימיים) הביאה להגברת הנגיעות בניסוי זה.



איור 8: השפעת הטיפול בקיטור, שמר ושילובם על התפתחות ריקבון מימי בגזר לאחר אחסון של ארבעה חודשים.

4.7 ריקבון האשרוש השחור בתום חיי מדף- הנגיעות

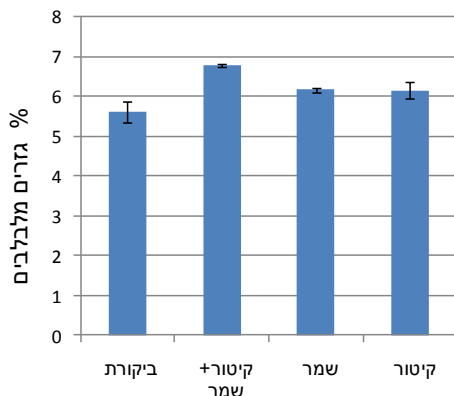
בריקבון האשרוש השחור הופחתה על ידי הטיפול בקיטור כך גם על ידי השמר והשילוב בניהם (איור 9). חשוב לציין שהנגיעות הכלליות בניסויים שנעשו הייתה נמוכה ככל הנראה בשל השמירה על שרשרת קירור יעילה עד שלב "חיי המדף".



איור 9: השפעת הטיפול בקיטור, שמר ושילובם על התפתחות ריקבון האשרוש השחור (חלרה) בגזר לאחר ארבעה חודשי אחסון ב- 1 מ"צ פלוס 10 ימים של "חיי מדף".

4.8 השפעת הקיטור על מידת לבלוב- בניסויים

השונים לא נמצאה השפעה מובהקת של הקיטור על מידת הבלבוב של הגזרים המטופלים למרות מגמה עקבית של הגברה קלה של התופעה (איור 4). באופן כללי מידת הבלבוב היתה מועטה והסתכמה באחוזים בודדים.



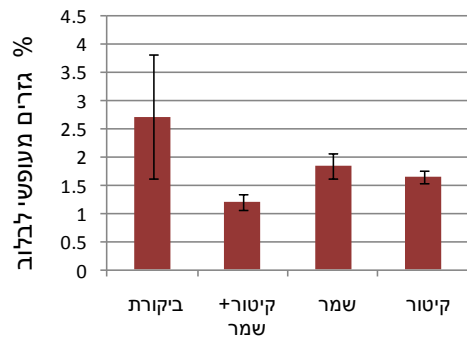
איור 10: השפעת הטיפול בקיטור, שמר ושילובם על לבלוב הגזר לאחר ארבעה חודשי אחסון ב- 1 מ"צ פלוס 10 ימים של "חיי מדף".

4.9 צמצום עיפוש הבלבוב ע"י הטיפול בקיטור- עלי הבלבוב על

פי רוב נמצאו כהאיבר הראשוני המתחיל להירקב בשלב "חיי המדף". להפתעתנו נמצא שהטיפול בקיטור מצמצם באורח משמעותי את הרקבון בעלים (איורים 11 ו- 12) ובכך משפר את הסחירות של הגזר באריזה הקמעונאית גם לאחר ליבלוב.

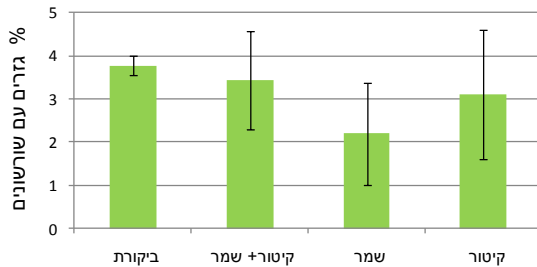


איור 11: השפעת הטיפול בקיטור על עיפוש הבלבוב בתום "חיי המדף". A, היקש; B, טיפול ב-2 שניות קיטור מיידי אחרי ההידרוקולינג ולפני האחסון.



איור 12: השפעת הטיפול בקיטור, שמר ושילובם על עיפוש לבלוב הגזר לאחר ארבעה חודשי אחסון ב-1 מ"צ פלוס 10 ימים של "חיי מדף".

4.10 הנצת שורשונים מהאשרוש- תופעת התפתחות השורשונים ב"חיי המדף" לא הושפעה במובהק על ידי הטיפולים השונים ונראה שבאופן כללי היא מסתכמת באחוזים בודדים מסך הגזר המאוחסן.



איור 13: השפעת הטיפול בקיטור, שמר ושילובם על התפתחות שורשונים בגזר לאחר ארבעה חודשי אחסון ב-1 מ"צ פלוס 10 ימים של "חיי מדף".

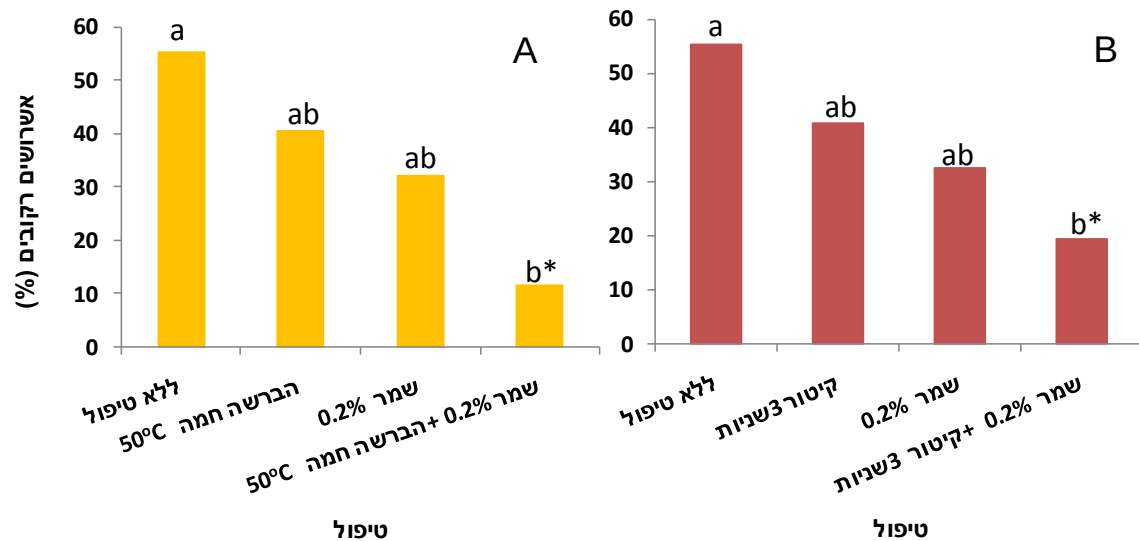
4.11. מסקנות ביניים- נראה שלטיפול בקיטור מדויק, המיושם מיד אחרי תהליך ההידרוקולינג יש פוטנציאל רב במניעת גורם הפחת העיקרי בגזר, ריקבון מימי הנגרם על ידי קשיונה גדולה. נמצאה גם השפעה מיטבית על מניעת ריקבון האשרוש השחור ומניעת עיפוש הלבוב. ההיקף החצי מסחרי בו נעשה הניסוי מגביר את הביטחון שניתן לגמלן את התהליך ולהביאו לכדי טיפול מסחרי לגזר אורגני.

4.12 המשך הרחבת המודל לריזופוס בבטטה- בחינה של שילובי טיפולים שנמצאו יעילים בהפחתת

המחלה- במהלך המחקר פותחה שיטת אילוח בפטרייה ריזופוס, המהווה גורם פחת עיקרי בהובלה ימית של בטטות. בניסויים ראשוניים (סעיף 4.4) הראינו שטיפולים בבטטה לאחר אסיף במינונים שונים של קיטור או הברשה במים חמים הצביעו על הפרופיל המוכר של אופטימום סביב 3 שניות חשיפה לקיטור ו-50 מ"צ מים חמים. להבדיל מריקבון האשרוש השחור שאינו מושפע מטיפול בשמר (מדביר ביולוגי) בלבד, הרי שבבטטה היעילות נמצאה גבוהה ועלתה עם המינון.

היעילות הגבוהה בישום 'שמר' רק בריכוז גבוה, שכדאיותו הכלכלית גבולית, והקושי לעלות במינונים של טיפולי חום מבלי ליצור נזק לרקמת האשרושים, הביאו לבחינה של שילוב טיפולים, שנועדו ליצור השפעה תוספתית (אדטיבית) ואף מועצמת (סינרגיסטית) על יעילות הטיפול. יישום טיפולי חום, הברשה במים חמים ב-50°C או טיפול בקיטור למשך 3 שניות, לפני הטיפול בשמר במינון 0.4% פגע ביעילות הטיפול והביא לעליה בשיעור האשרושים הרקובים ביחס לטיפול בשמר בלבד במינון זה. שיעור האשרושים הרקובים בטיפול בשמר בריכוז 0.4% בלבד עמד על 5% בעוד שבשילוב טיפולי הברשה במים חמים ב-50°C או טיפול בקיטור למשך 3 שניות שיעור זה עמד על 15.3% ו-10.6% בהתאמה (תוצאות אינן מוצגות). לעומת זאת לשילוב טיפול הברשה במים חמים ב-50°C עם טיפול בשמר במינון 0.2% הייתה השפעה מועצמת על יעילות הטיפולים ($SF=1.38$) אשר הובילה לירידה מובהקת בשיעור האשרושים הרקובים אשר עמד על 11.8% בלבד. שיעור האשרושים הרקובים בטיפולים נפרדים בשמר בריכוז 0.2% ובהברשה במים חמים ב-50°C היה 32.5% ו-40.7% בהתאמה

(איור A14). גם לשילוב הטיפול בקיטור למשך 3 שניות עם טיפול בשמר בריכוז 0.2%, הייתה השפעה מועצמת על יעילות הטיפולים אולם ברמה נמוכה יותר ($SF=1.15$). שיעור האשרושים הרקובים לאחר טיפול בקיטור למשך 3 שניות עמד על 40.9% שילוב שני הטיפולים הביא לשיעור אשרושים רקובים של 19.2% איור (איור B14).



איור 14: השפעת שילוב טיפול הברשה במים חמים (A) או טיפול קיטור (B), שנמצאו בעלי יעילות חלקית עם טיפול בשמר בריכוז 0.2% על התפתחות ריקבון מימי באשרושי בטטה מאוחסנים. סימון (*) מציינן השפעה מועצמת (סנרגיסטית).

4.14 יישום קיטור מדויק ורציף בחיטוי מסחרי של גזר אורגני

שיטות וחומרים - ניסוי מסחרי

החומר הצמחי: הניסויים בוצעו בגזר (*Daucus carota* L.) מהזנים דורדון (Dordogne) וניירובי (Nairobi) שגודלו בנגב הצפוני. הגזר נאסף באביב (אפריל) נשטף במים והוברש במיכון מסחרי. לאחר ההברשה הגזרים צוננו בבריקה מסחרית ונארזו בשקי צובר מסחריים.

מערכת הקיטור: מחולל הקיטור שהותקן הוא דוד חשמלי דגם fbl-25 (comel - איטליה) המורכב ממכל בנפח של 25 ליטר. המערכת כללה 2 יחידות של 15 קו"ט כל אחת, בסה"כ 30 קו"ט. תפוקת המערכת הייתה 40 ק"ג קיטור/שעה כשלחץ העבודה המקסימאלי הוא 4 אטמוספרות. המערכת צוידה במשאבת הזנה המאפשרת רצף עבודה ללא צורך בהמתנה למילוי המיכל, או בניית לחץ עבודה רצוי. מכונת הקיטור הותקנה על גבי מסוע גלילים אחרי בריכת הצינון, בסמוך למיתקן מילוי שקי הצובר (איור 15). משך החשיפה לקיטור נקבע על ידי שינוי מהירות המסוע ונמשך 2 עד 4 שניות. לאחר הטיפול נארז הגזר בשקי צובר עם מכסה שנסגר לאחר הטמנת אוגרי נתונים בשכבת הגזר העליונה. טמפרטורת אולם האריזה נקבעה ל-18 מ"צ.

אחסון בקירור: האחסון בשקי צובר נמשך 48 יום באולם קירור מסחרי בטמפרטורה של 1 מ"צ (איור 15). בתום האחסון נדגמו 60 שקיות קמעוניות משלושה גבהים בכל שק צובר. 30 טופלו בשמר

(תכשיר מסחרי המבוסס על תבדיד השמר *Metschnikowia fructicola*; אגרורין, קבוצת מינרב, אשדוד) לפני האריזה.

טיפול השמר: ריסוס הגזר בשמר בוצע עם תום האחסון בקירור טרם אריזתו באריזה קמעונית והדגרה בתנאים של חיי מדף. הריסוס בוצע על גבי שולחנות רשת שדימו מסוע מסחרי. הגזרים רוססו במים (טיפול היקש), או ב- 2 גר' שמר לליטר. לאחר ריסוס השמר יובשו הגזרים במאווררים. **אריזה ואחסון:** לאחר הטיפול אוססו הגזרים בשקיות מחוררות לשיווק קמעונאי, במשך 9 ימים בהדמיה של חיי מדף (20 מ"צ). אריזה קמעונאית בה הופיע ריקבון נוזלי, הוגדרה כאריזה פסולה. כל טיפול הכיל 15 חזרות כשבכל חזרה 10 גזרים. הארכת הנגיעות חושבה כממוצע של שני מודדים.



איור 15: יישום קיטור במערך אריזה מסחרי. (A) מחולל הקיטור (B, C) פעולת הקיטור על גבי מסוע הגזר בתנאי כול ובעומס מסחרי, בהתאמה. (D) אריזה בצובר ייעודיים. (E) החדרה של חיישני טמפרטורה ולחות לשכבה העליונה בצובר. (F) שיטת הדגימה משכבות שונות בצובר.

תוצאות-ניסוי מסחרי

השפעת יישום הקיטור על טמפרטורת הגזר בתום האריזה ובאחסון

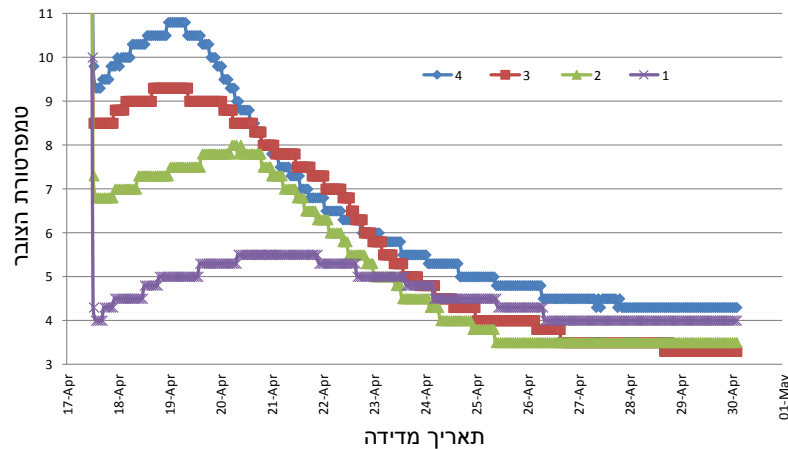
במדידות שנעשו עם סיום אריזת שק הצובר, ברור כי ככל שמתארך משך החשיפה לקיטור כך הוא נארו בטמפרטורה גבוהה יותר. גזר שלא טופל נארו בטמפ. של 4 מ"צ וגזר שטופל ב- 2, 3 ו- 4 שניות קיטור נארו בטמפ. של 6.8, 8.5 ו- 9.3 מ"צ בהתאמה (איור 16). הגזר שנסגר בשק צובר המשיך להתחמם עוד עד 1.5 מ"צ כששיא הטמפרטורה התרחש אחרי כיומיים אחסון בקירור, אז החלה ירידה הדרגתית של הטמפ. עד לטמפרטורה יציבה של 3-4 מ"צ לאחר שבוע ימים.

השפעת יישום קיטור ושמר על התפתחות ריקבונות מימיים באחסון

בשל הפסילה האוטומטית של אריזה קמעונית בה נמצא גזר רקוב, וכן בשל תנאי המיקרו הייחודיים לכל אריזה קמעונאית המשפיעים על התפתחות שונה של ריקבונות בתוכה, בחרנו למדוד את מספר אריזות הגזר הפסולות לשיווק בתום חיי המדף. לפי מדד זה, גם ריקבון מימי של גזר אחד פוסל את האריזה הקמעונית לשיווק.

בבחינת ריקבון מימי, שנגרם בעיקר על ידי קשיונה גדולה, נמצא שחשיפה של הגזר ל- 3 שניות קיטור הביאה להורדה של 65% בפסילת האריזות הקמעוניות. גזר שלא טופל בקיטור, נפסלו כ- 80% מהאריזות. בעוד שבגזר מטופל נפסלו רק 15% מהאריזות (איור 17A). החשיפה לפרקי זמן של 2 או 4 שניות הביאה לתוצאה פחות טובה ולפסילה של כ- 25-35% מהאריזות. הטיפול בשמר, שבוצע בניסוי זה אחרי האחסון בשק צובר ולפני העברה לאריזה קמעונית בחיי מדף, הפחית ברוב הטיפולים את

רמת הריקבונות (איור 17). עיקר התרומה של השמר התבטאה בהפחתה לרמה של כ- 5% בלבד של שקיות פסולות בתום 10 ימים של חיי מדף. בגזר שאינו מטופל בקיטור בולטת התופעה של התרכזות הריקבונות בחלקים העליונים של השק צובר ("אמצעי" ו"עליון") בעוד שעם ישום הקיטור יש טשטוש של מגמה זאת (איור 17).

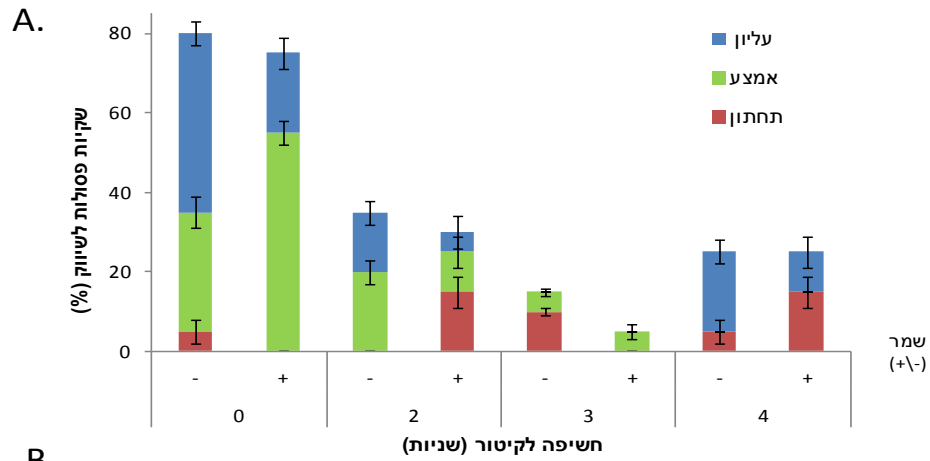


איור 16: השתנות הטמפרטורה (גרף עליון) והלחות היחסית (גרף תחתון) במהלך אחסון של הגזר המטופל. הצבעים השונים מבטאים משיכי חשיפה שונים לקיטור.

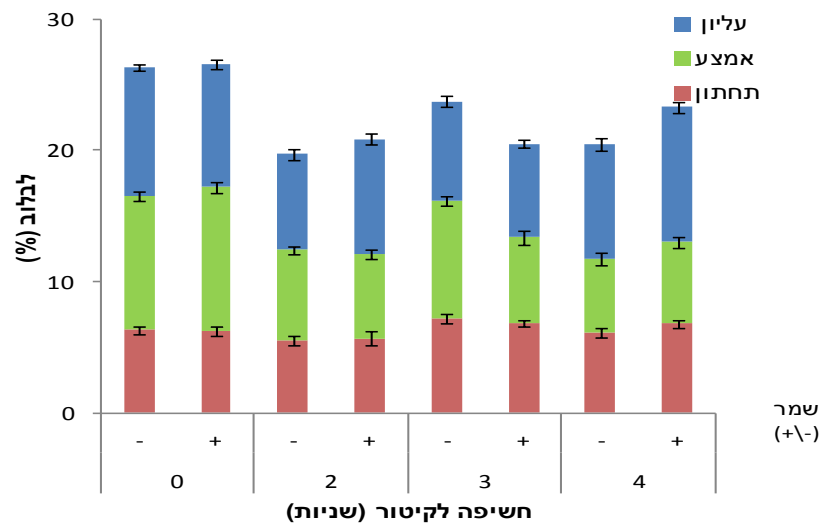
השפעת יישום קיטור ושמר על מדדי איכות נוספים

מדדים נוספים שנבחנו הם לבלוב והתפתחות ריקבון האשרוש השחור. לבלוב הוגדר כמצב בו העלים שצמחו הגיעו לאורך גדול מ- 2 ס"מ (מצב שנראה היה לנו כמפריע לצרכן הפוטנציאלי). בכל הטיפולים רמת הבלבוב של הגזרים מגיע לכ- 19-27% (איור 18). בניגוד לחששנו באשר לבלבוב מוגבר בעקבות יישום קיטור, נראה שחשיפה לקיטור ברוב הטיפולים הפחיתה לבלבוב אם כי באחוזים בודדים. כמו כן לא נראית השפעה של המיקום בשק הצובר על מידת הבלבוב והפיזור אחיד עם שונות נמוכה בין האריזות (איור 18).

באופן כללי הנגיעות בריקבון האשרוש השחור, הייתה שולית ביותר (תוצאות אינן מוצגות). כמו כן לא נצפתה מגמה ברורה באשר להשפעת הטיפולים על המחלה, ככל הנראה בשל שוליות התופעה בניסויים שבוצעו.



איור 17: A. השפעת משך החשיפה לקיטור ויישום שמר על מידת הפסילה של שקיות קמעוניות לשיווק, כתוצאה מריקבון מימי שגורם על ידי קשיונה גדולה, בתום אחסון וחיי מדף. הצבעים השונים, בתרשים העליון מבטאים מיקום הדגימה בצובר (עליון, אמצע ותחתון). **B.** ריקבון מימי ולבלוב אופייניים בגזר שלא טופל (משמאל) לעומת גזר שטופל (מימין). 3- שניות קיטור (מימין).



איור 18: השפעת משך החשיפה לקיטור ויישום שמר על לבלוב הגזרים, בתום אחסון וחיי מדף. הצבעים השונים מבטאים מיקום הדגימה בצובר (עליון, אמצע ותחתון).

5. דיון

השימוש בצילום תרמי במהלך טיפול חום, אפשר לבצע אופטימיזציה של שיטת החימום, עוצמת החימום והעיתוי בו מבוצעת הפעולה ביחס לקירור הגזר. החשיפה לקיטור אחרי צינון הגזר הפחיתה נזקים פיטוטוקסיים מבלי לגרוע מיעילות ההדברה ומבלי להגביר לבלוב בגזר המטופל. בשלב זה נראה שיש לבחון טיפולים ידידותיים נוספים שיושמו אחרי הקיטור, להשלמת הפעולה.

כיוון שבטטה רגישה לקור, ספק אם יש מקום לבחון במקרה זה צינון מקדים לקיטור. יעילותו הגבוהה של השמר בטיפול בבטטה מאפשרת את שילובו אחרי טיפולי חימום דבר שיתכן ויפחית את הריקבונות המאכלסים רקמה שניזוקה מהחום.

שילוב טיפולים שנמצאו בעלי השפעה סינרגית במודל מעבדתי, נמצא יעיל גם ביישום בתנאים מסחריים בבתי אריזה לגזר. הסינרגיסטיות לא נשמרה בהכרח ככל הנראה בשל חוסר השליטה המלאה על הפרמטרים השונים הדרושים, אך עדיין טיפול הקיטור שיפר בעשרות אחוזים את מצב התוצרת המאוחסנת. בימים אלו הותקן, בבית האריזה שבקיבוץ מגן ובקיבוץ עלומים, מחולל קיטור חשמלי רציף והחלו ניסויים מסחריים. כמו כן מועד יישום השמר הועבר לשלב שבין האחסון בקרור לחיי המדף בהנחה שיעילותו תגבר.

כיוון שבטטה רגישה לקור, ספק אם יש מקום לבחון במקרה זה צינון מקדים לקיטור. יעילותו הגבוהה של השמר בטיפול בבטטה איפשרה את שילובו אחרי טיפולי חימום דבר שהפחית את הריקבונות באופן סינרגיסטי גם במקרה זה, יעילות גבוהה תוביל לניסויים חצי מסחריים שזה מכבר החלו בבית האריזה בכפר מלל.

רוב האנרגיה הנצרכת במהלך אריזת גזר מושקעת בקירור המים המשמשים לצינון האשרושים. סגירת האשרושים בשק צובר מובילה להתחממות בימי האחסון הראשונים, ככל הנראה בשל נשימה פיזיולוגית גבוהה שעדיין קיימת בשל ניתוק העלווה והפציעה הכרוכה בהברשת הגזר. מכאן נראה שלא רצוי לחמם את הגזר מייד בתום קירורו. צילום חתך גזר במצלמה תרמית, מייד לאחר הטיפול בקיטור, כפי שבוצע בעבודות קודמות, הצביע על התחממות של המעטפת החיצונית של האשרוש [22]. מאחר והטמפרטורה בין הגזרים בשק צובר סגור גבוהה יותר ככל שמשך החשיפה לקיטור גדול יותר, נגרמת האטה בקצב התקררות הגזר (איור 16). תופעה זו אינה רצויה וניתנת לדעתנו לצמצום על ידי השארת מכסה השק צובר העליון פתוח ביממת הקירור הראשונה. ברם, למרות נתוני הטמפרטורה הגבוהים, לא נצפו נזקים משמעותיים בגזר המאוחסן.

השיפור הדרמטי בהדברה של הריקבון המימי הנגרם על ידי קשיונה גדולה, תואם תוצאות דומות שהתקבלו בשימוש במחולל הקיטור מדגם קטן יותר [22]. יעילות ההדברה של הריקבון בקיטור מעידה על כך שעיקר האילוח מצוי ככל הנראה במעטפת האשרוש, או באילוח מישני בשלב הברשת הגזר וצינונו בבריכת מים.

יישום השמר בטיפול שבין האחסון בשק צובר לאריזה הקמעונית נועד לבחון טיפול טרום שיווק שמטרתו להאריך את חיי המדף של האשרושים הארוזים. בעבודה קודמת הוכחה פעילות סינרגיסטית של השמר בשילוב עם קיטור בהדברת ריקבון האשרוש השחור בגזר מאוחסן [2] עתה הוכח כי שימוש יעיל גם בהדברת קשיונה גדולה.

7. רשימת ספרות:

- .1 Afek, U., J. Orenstein, and E. Nuriel, *Steam treatment to prevent carrot decay during storage*. Crop Protection, 1999. **18**(10): p. 639-642.
- .2 Eshel, D., et al., *Combining physical, chemical and biological methods for synergistic control of postharvest diseases: A case study of Black Root Rot of carrot*. Postharvest Biol. Technol., 2009. **54**(1): p. 48-52.
- .3 Elad, Y. and S. Freeman, *Biological control of fungal plant pathogens*. The Mycota, A comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research. XI. Agricultural Applications, ed. e. F. Kempken. 2002, Heidelberg, Germany: Springer. 93-109.
- .4 Janisiewicz, W.J. and L. Korsten, *Biological control of postharvest diseases of fruits*. Annual Review of Phytopathology, 2002. **40**(1): (p. 411-441.
- .5 Droby, S., et al., *Commercial testing of Aspire: A yeast preparation for the biological control of postharvest decay of citrus*. Biological Control, 1998. **12**(2): p. 97.
- .6 Mathre, D.E., et al., *Combined biological and chemical seed treatments for control of two seedling diseases of Sh2 sweet corn Plant Disease*, 1995. **79**(11): p. 1145-1148.
- .7 Porat, R., et al., *Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment*. Postharvest Biology and Technology, 2 : (2)18 .000 p. 151-157.
- .8 Hansen, J.D., S. Wang, and J. Tang, *A cumulated lethal time model to evaluate efficacy of heat treatments for codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in cherries*. Postharvest Biology and Technology, 2004. **33** : (3)p. 309-317.
- .9 Eshel, D., et al., *Combined soil treatments and sequence of application in improving the control of soilborne pathogens* Phytopathology, 2000 : (7)90 p. 751-757.
- .10 Eshel, D., et al., *Evaluation of soil fumigants on soilborne fungal pathogens in a controlled-environment system and in soil*. Crop Protection, 1999. **18**(7): p. 437-443.
- .11 Assaraf, M.P., C. Ginzburg, and J. Katan, *Weakening and delayed mortality of *Fusarium oxysporum* by heat treatment: Flow cytometry and growth studies*. Phytopathology, 2002. **92**: p. 956-963.
- .12 Fravel, D.R. and J.A. Lewis, *Effect of label and sublabel rates of metam sodium in combination with *Trichoderma hamatum*, *T. harzianum*, *T. virens*, *T. viride* on survival and growth of *Rhizoctonia solani**. Phytoparasitica : (2)32 .2004p. 111-118.
- .13 Freeman, S. and J. Katan, *Weakening effect on propagules of *Fusarium* by sublethal heating*. Phytopathology, 1988. **78**(12): p. 1656-1661.
- .14 Arora, D.K., A.K. Pandey, and A.K. Srivastva, *Effects of heat stress on loss of C , germination and pathogenicity from chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri**. Soil Biology and Biochemistry, 1996. **28**(3): p. 399-407.
- .15 Lifshitz, R., et al., *The effect of sublethal heating on sclerotia of *Sclerotium rolfsii**. Can. J. Microbiol : (12)29 1983 , .p. 1607-1610.

- .16 Karabulut OA, et al., *Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonists*. Postharvest Biol. Technol., 2002. **24**: p. 103-111.
- .17 Yedidia, I., N. Benhamou, and I. Chet, *Induction of defense responses in cucumber plants (Cucumis sativus L.) by the biocontrol agent Trichoderma harzianum*. Appl. Environ. Microbiol., 1999. **65**(3): p. 1061-1070.
- .18 Wilson, C., *Managing the microflora of harvested fruits and vegetables to enhance resistance*. Phytopathology 1989. **79**(12): p. 1387-1390.
- .19 Droby, S., E. Chalutz, and L. Wilson, *Antagonistic microorganisms as biological control agents of postharvest diseases of fruits and vegetables* Postharvest News Inf 1991. **2**: p. 169-173.
- .20 Droby, S., et al., *Inhibitory activity of yeast cell wall materials against postharvest fungal pathogens*. Phytopathology, 1995. **85**: p. 1123-1127.
- .21 Eshel, D., et al. *Heat treatment of agricultural produce surface against pathogens applying steam and radiation*. in AgEng2008 - International Conference on Agricultural Engineering. 2008. Hersonissos, Greece.
- .22 Gan-Mor, S., et al., *Adapted thermal imaging for the development of postharvest precision steam-disinfection technology for carrots* Postharvest Biol Technol, 2011. **59**(3): p. 265-271.

3. סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
שיפור כושר ההדברה של טיפולים ידידותיים לאדם ולסביבה באמצעות פיתוח שילובים סינרגיסטים. פיתוח גישה חדשנית לשיפור ההדברה באמצעים ידידותיים, תוך שימוש בהדברה משולבת בה אין הכרח להתאמה בין גורמי ההדברה המיושמים ברצף.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
אופטימיזציה של יישום קיטור מדויק להדברת ריקבון האשרוש השחור בגזר מציאת היתרון ביישום קיטור מדויק אחרי צינון הגזר במיים (הידרוקולינג) מציאת נקודות האופטימום בטיפול בקיטור מדויק והברשה חמה להדברת ריזופוס בבטטה אפיון יעילותו של השמר בהדברת ריזופוס בבטטה לצורך שילובו העתידי בטיפול החום אופטימיזציה של יישום קיטור ושמר אחרי שלב הצינון של הגזר עד רמה מסחרית שיפור של עשרות אחוזים בהדברת קשיונה גדולה, גורם הפחת העיקרי באחסון והובלה ימית של גזר מציאת שילובים סינרגיסטים של טיפולי חום ושמר להדברת ריזופוס בבטטה
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
גילוי היכולת לחטא את הגזר בקיטור מייד אחרי תהליך ההידרוקולינג המסחרי יש בו בכדי להוות פריצת דרך באריזה ואחסון גזר בשלב זה אותרו שני "שחקני מפתח" בהדברה, הקיטור בגזר והשמר בבטטה נימצאו שילובים סינרגיסטים שהוכיחו יעילות וכלכליות עד רמה מסחרית ושיפרו בעשרות אחוזים את איכות התוצרת מטרות המחקר הושגו ועברו ביסוס במספר ניסויים כולל ניסויים מסחריים
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתורה לביצוע תוכנית המחקר?
יש מקום לבחון את כדאיות השימוש במי חמצן בגזר, בשל עדויות ראשוניות לשינוי טעם. לאור התקנת מחולל קיטור חשמלי רציף בשני בתי אריזה מסחריים, יבוצעו ניסויים בקנה מידה מיסחרי בגזר כולל משלוח ימי ממושך. במקרה של הצלחה שיש לבחון את הרחבת הטיפולים לגידולים נוספים
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פלטנים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.

פרסומים בכתב:

אשל ד., רגב ר. וגן-מור ש. (2009). שילוב שיטות הדברה ליצירת אפקט סינרגיסטי בהדברת מחלות אחסון: הדברת ריקבון האשרוש השחור בגזר כמודל. *שדה וירק* 11: 29-33.

רגב, ר., גן-מור ש., גליק י. ואשל ד. (2009). פיתוח מערכת להרבצת קיטור באופן מדויק על גזר כטיפול מחטא. *ניר ותלם* 15: 34-37.

Eshel D., Regev R., Orenstein J., Droby S., Gan-Mor S. (2009). Combining physical, chemical and biological methods for synergistic control of postharvest diseases: a case study of Black Root Rot of carrot. *Postharvest Biology and Technology* 54:48-52.

Eshel D. (2011). Non-chemical approaches for postharvest quality management of underground vegetables. *Stewart Postharvest Review* 7:1-7.

Gan-Mor S., Regev R., Levi A. and Eshel D. (2011). Adapted thermal imaging for the development of postharvest precision steam-disinfection technology for carrots. *Postharvest Biology and Technology* 59:265-271.

פטנטים:

Gan-Mor, S., Regev R., Orenstein J., Levi A., Droby S., Eshel D. (2009). Method and apparatus for the post-harvest treatment of agricultural products. Israel Patent Application No. 196828.

הרצאות וימי עיון:

2008 **Eshel D.**, Gan-Mor S., Orenstien J., Afek U., Levi A., Regev R. Heat treatment of agricultural produce surface against pathogens applying steam and radiation. In AgEng2008 - International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Greece.

2008 Gan-Mor S., Regev R., Orenstien J., Glik Y., Levi A., **Eshel D.** Precise monitoring of produce surface temperature during heat disinfection utilizing thermal IR imaging. In AgEng2008 - International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Greece

2009 (speaker) **Eshel D.**, Regev R., Orenstein J., Gan-Mor S. Combining human and environmental friendly methods to synergistically improve postharvest disease control. 6th International Post-harvest Symposium, Antalya, Turkey

פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)

רק בספריות	◀
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)	◀
חסוי – לא לפרסם	◀