

מינהל המחקר החקלאי
המכון לטכנולוגיה ואחסון של תוצרת חקלאית
המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיפה

ARO

דו"ח לתכנית מחקר מס' 403-0362-04

טכנולוגיה חדשה לאחסון ממושך של ענבי מאכל

New Technology for prolonged storage of grapes

Lichter A., Zutahy Y., Kaplunov T., Shacham, Z., Lurie, S, Kosto, I and Raban
E.

מוגשת לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות, להנהלת ענף מטעים ולמועצת הפירות

אמנון ליכטר*, זוטחי יוחנן, קפלונוב טניה, זהר שחם, סוזן לוריא, יצחק קוסטו¹ ואיל רבן¹
*Email: vtlicht@volcani.agri.gov.il

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית טרייה לאחר הקטיפה, מכון וולקני, בית דגן, ת.ד. 6 50250
¹שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח **כנולא מחק את המיותר***
הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר _____

תודות

לכורמים גיא רוזנפלד ואסף ארד, מושב לכיש

לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ולמועצת הצמחים, על מימון המחקר.

תקציר

תכנית המחקר עוסקת בפיתוח שיטות לשיפור השחרור המבוקר של SO_2 מפדים מסחריים שנועדו למנוע רקבונות במהלך האחסון הממושך של ענבי מאכל. המחקר הנוכחי עסק בין השאר ביכולת לחזור על התוצאות שהושגו בעבר ובעיקר, לקבל נתונים על השפעת הטיפול על איכות הפרי. התוצאות המובאות בשנה זו מוכיחות שאכן ניתן לחזור ולקבל שחרור מבוקר של SO_2 על פני תקופת אחסון של כחצי שנה. מהניסיון הנוכחי עולה גם שניתן היה לייצב את רמת השחרור הממוצעת לתחום של 7 ± 13 ח"מ לאורך 172 יום בהשוואה לאותו פד ללא השיפור הטכנולוגי שבו המדידה הממוצעת של הפד הייתה 45 ± 48 ואורך החיים כ-100 יום. מתוצאות של בדיקות איכות מפורטות עולה כי פרי שנחשף לרמות התחלתיות גבוהות של SO_2 סבל מנזק פיטוטוקסי ואורגנולפטי אך לא בהכרח נפגע מבחינות אחרות, כולל אי התפתחות רקבונות על הפרי. לעומת זאת, ניתן לקבל פורמולציה שבה רמת השחרור של SO_2 גורמת לנזק קל יחסית לפרי. על פי תוצאות אלו ניתן לקוות שאפשר יהיה להגיע לפורמולציה בה רמת ה- SO_2 הממוצעת תהיה נמוכה מ-10 ח"מ. התוצאות מוכיחות את ההיתכנות של הטכנולוגיה והכיוונים האפשריים לאופטימיזציה שלה.

מבוא

אחסון ממושך של ענבי מאכל דורש שילוב מדויק של טכנולוגיות אחסון ברמה המסחרית. הטכנולוגיה העיקרית המשמשת לאחסון ממושך של ענבי מאכל מתבססת על נייר כימי שמכיל את המלח סודיום מטאביסולפיט אשר משחרר את גז ה- SO_2 באינטראקציה עם לחות. הגז המשתחרר בקרבת האשכולות יוצר אווירה הגורמת לקטילת הפטריות המצויות על פני הפרי. השחרור האיטי של הגז מתבסס על הטמנת המלח בנייר כאשר גודל הגרגרים, כמותם, וריכוזם והמגע עם הלחות מכתיבים את קצב שחרור הגז. הפורמולציות הקיימות מאפשרות שחרור איטי או מהיר או שילוב של שניהם. תכנית המחקר עוסקת בשיפור של הטכנולוגיה הקיימת על מנת לאפשר אחסון ממושך של ענבי מאכל תוך חשיפה לרמות מינימליות של SO_2 שיאפשרו הגנה בפני רקבונות תוך הימנעות מנזק לפרי. מטרת המחקר הייתה לאמת תוצאות קודמות ולבצע אופטימיזציה שלהם.

שיטות וחומרים

הפרי לניסוי המוצג בדו"ח התקבל ב-9.9.03 ממושב לכיש. הפרי הראוי לאחסון נארז בארגזי פלסטיק במשקל ממוצע של 5 ק"ג לארגז. עפ"ר, יחידת הניסוי כללה 3 ארגזים שנארזו כיחידה אחת באמצעות פוליאיתילן נצמד (המקובל עטיפת משטחים ליצוא). פדים של SO_2 היו של חברת OSKU מצ'ילה. על פי המצוין על הפד, טיפוס הפד היה של שחרור כפול (Dual Release, DR) במשקל של 9 גר' לשחרור איטי ו-1 גר' לשחרור מהיר. הפד הונח על הפרי עם נייר הפרדה ('נייר עיתון' המקובל ביצוא ענבים). טבילה באתנול התבצעה על ידי טבילת כל הארגז במיכל של 25 ליטר שהכיל תמיסת אתנול בריכוז של 50%. רמות ה- SO_2

נמדדו באמצעות גלאי אלקטרוכימי המצויד במשאבה והערכים ניתנים ב-PPM (חלקי מליון). הניסויים כוללים מודיפיקציות לפדים המצינות על פי קוד מספרי. הוצאות מקירור התבצעו ב-7.12.03 וב-1.3.04. **הטיפול:** ביקורת (C), טבילה ב-50% אתנול (E), פד סטנדרטי מטיפוס שחרור כפול מתוצרת Osku (DR-O), פד כנ"ל בפורמולציית VL3, פד כנ"ל בפורמולציית VL9, שילוב של טבילה באתנול ופד VL3 (VL3-E), וסגירה של המשטח לאחר יום אחד או 5 ימים במשטחים שהכילו VL9(VL9-5d, VL9-1d).

בדיקות איכות נערכו לאחר 3 או 6 חודשים של אחסון בקירור ו-3 ימים ב-20 מ"צ. הבדיקות לאחר הוצאת הפרי מקירור התבססו על הערכה חזותית חיצונית. לאחר 3 ימים ב-20°C, לחות יחסית של 70-80%, נערכו בדיקות איכות פרטניות. הפרי הרקוב מוין ונספר. רעננות האשכול הוערכה בסולם של 1 (איכות מירבית, כמו בבציר) עד 5 (איכות ירודה, אשכולות נבולים). איכות השידרות והעוקצים הוערכה על פי מדד של 1 (שידרות ועוקצים ירוקים, כמו בבציר) עד 5 (שידרות ועוקצים חומים ויבשים). מוצקות הוערכה על ידי מגע על פי מדד של 1 (גרגרים מוצקים מאד) עד 5 (גרגרים רכים מאד). טעם הפרי נבדק על ידי 16 מעריכים שהתבקשו לציין את הטעם הכולל וטעם הלוואי בדירוג מ-1 עד 10.

תוצאות

קינטיקת השחרור של SO₂

ניסוי ראשון שנערך בעונת 2003 ו-2004 על הזן 'רד-גלוב' כלל 9 טיפולים אך עקב התפתחות רמות גבוהות של SO₂ הניסוי הופסק ותוצאות הניסוי אינן מוצגות. סיבת התופעה, הייתה נעוצה במשך הזמן הארוך שנדרש לעטיפה של הארגזים בקירור והירטבות של הפרי והפדים. עקב כך נגרם שחרור מהיר של הגז. בניסוי השני שהועמד בתחילת ספטמבר ותוצאותיו מובאות בדו"ח, הקפדנו לעטוף את הטיפולים השונים במרווחים שלא יאפשרו התחממות של הפרי, התעבות מים ושחרור מהיר של הגז. ניסוי שלישי שהועמד בתחילת אוקטובר כלל מספר טיפולים שאינם רלבנטיים ישירות לנושא המחקר, ותוצאות הטיפולים החופפים לניסוי השני היו דומות מבחינת הקינטיקה של שחרור ה-SO₂ (ניתן לקבל את התוצאות מהחוקר הראשי על פי תיאום). האלמנט החשוב שלא מופיע בניסוי השני הוא רמות ה-SO₂ הקשור שנמדדו בתוך הרקמה של הענב ואלה יפורטו בדיון.

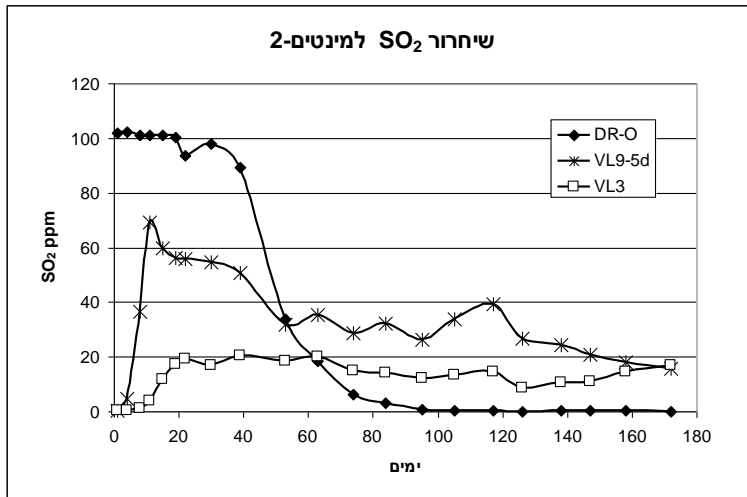
על פי התוצאות המתוארות באיור 1 הטיפול המקביל לסטנדרט המסחרי (DR-O) גרם להיווצרות רמות גבוהות מאד של SO₂, ירידה חדה לאחר כ-40 יום והיעלמות הגז לאחר כ-100 ימים באחסון. פורמולציית ה-VL9 יצרה עלייה חדה לרמה שמעל 50 ח"מ SO₂ לאחר שבועיים באחסון ולאחר מכן הייתה ירידה הדרגתית והתייצבות על רמות של 20 עד 40 ח"מ. לעומת זאת, בפורמולציית ה-VL3 הייתה עלייה איטית של SO₂ והתייצבות על רמות שבין 10 ל-20 ח"מ עם סטיות קטנות יחסית. ביטוי כמותי לרמות ה-SO₂ שנמדדו מוצג גם באיור 4. הרמות המדיקות יותר של הטיפול ה'מוצלח' יותר VL3 ושל חזרה שלו על פרי טבול באתנול (VL3+E) מתוארים באיור 2. אפשר להבחין במגמה של עלייה ב-SO₂ לקראת תום

האחסון ומגמה זו בולטת יותר בטיפול ה-VL3+E. מגמה זו מעידה שפוטנציאל שחרור הגז גבוה מהרצוי והסיבות לשינוי שעשויות להיות קשורות לעליית הלחות בפד, צריכות להיחקר. באיור 3 מתוארת תופעה שבה טיפול בפורמולציית VL9 נעטף בקירור לאחר יום אחד או 5 ימים. מסתבר שהסגירה לאחר יום אחד שהייתה גם הפרוצדורה ששימשה את שאר הטיפולים בניסוי הסתכמה בשחרור מיידי של מרבית ה-SO₂ בשלב הראשון של האחסון והרמות של ה-SO₂ שנותרו בפדים היו נמוכות מאד. בטיפול זה ניתן היה להבחין בהתפתחות רקבונות לאחר 6 חודשים אך ברמה נמוכה של 12 גרגרים לארגז. ההשערה היא שבטיפול זה, למרות הזהירות שננקטה, הייתה התעבות של מים על הפרי ועל גבי הפד שגרמה להרטבתו ולשחרור מהיר של ה-SO₂. תופעה זו מחייבת התייחסות בהמשך המחקר על מנת שאפשר יהיה לנקוט אמצעים מתאימים בשלב היישום המסחרי. הסיכום המובא באיור 4 של הרמות הממוצעות של SO₂ וסטיות התקן, מוכיח בבירור שפורמולציית ה-VL3 עדיפה על פורמולציית ה-VL9.

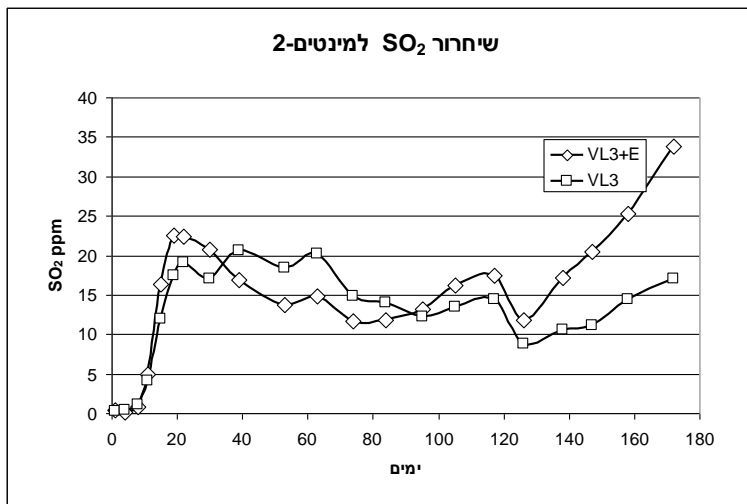
איכות הפרי

לאחר 3 חודשים באחסון ו-3 ימים ב-20 מ"צ, היו הבדלים קלים ברעננות האשכולות (איור 5-1). הרעננות הנמוכה ביותר הייתה בביקורת, אח"כ ב-DR-O המקביל לטיפול המסחרי והרעננות המיטבית בטיפולי האתנול. המוצקות הטובה יותר נמצאה בטיפולי ה-VL3 והאתנול ובאחרים השונות הייתה גדולה יחסית (איור 5-2). לעומת זאת, על פי מדד ההתייבשות, המייצג את החמות השידרה, הטיפולים באתנול היו פחות טובים (איור 5-3). יש לציין שככל שרמת ה-SO₂ גבוהה יותר השידרות מולבנות יותר וחזותית זה נראה כמו שידרות רעננות. נזק ה-SO₂ המתבטא בעיקר כהלבנת גרגרים ניכר בעיקר בטיפול ה-DR-O וטיפול ה-VL9 וסביר להניח שעין בלתי מקצועית לא הייתה מבחינה בהלבנת הגרגרים בטיפולי ה-VL3 (איור 5-4). ברמת הרקבונות, הביקורת לאחר 3 חודשים הייתה במצב קשה אך אופייני (איור 5-5). לעומת זאת טיפול האתנול הפחית רקבונות באופן משמעותי, אך טיפול זה אינו אמור להחזיק פרי במשך 3 חודשים ללא אמצעי הגנה נוספים. רמות הרקבון בשאר הטיפולים היו זניחות. מאחר והביקורת נרקבה רובה ככולה, היא לא הייתה זמינה לבדיקות טעימה ולכן, טיפול הטבילה באתנול שימש כביקורת. מסתבר שטעמי הלוואי בביקורת ובטיפול ה-VL3 היו זניחים בהשוואה ל-VL9 (איור 5-6). יש לציין שטיפול ה-DR-O סבל מנזק ה-SO₂ כזה שהיה בלתי מתאים לבדיקות טעימה.

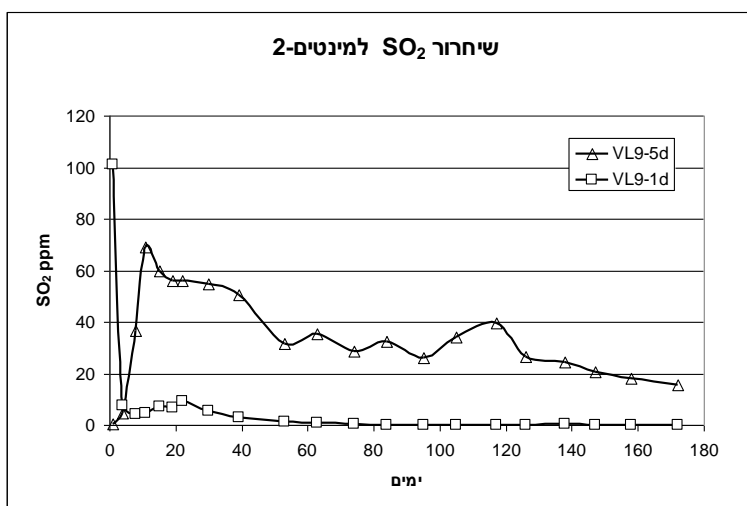
בהערכות רעננות האשכול, מוצקות הגרגרים וההתייבשות השידרות והעוקצים לאחר 6 חודשים בקירור, כל הטיפולים המוצגים באיור 6 הראו תוצאות טובות. בבדיקה פרטנית של אותם מדדים לאחר 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ, מדד ההתייבשות של השידרות והעוקצים הראה ערכים גרועים עבור טיפול ה-DR-O, בינוניים עבור טיפולי ה-VL3 וסבירים עבור טיפול ה-VL9. בהערכת נזקי ה-SO₂ (איור 7) יש חלוקה ברורה בין פורמולציית ה-VL3 עם מדד נמוך מ-2 לשני הטיפולים האחרים עם מדד של 3.



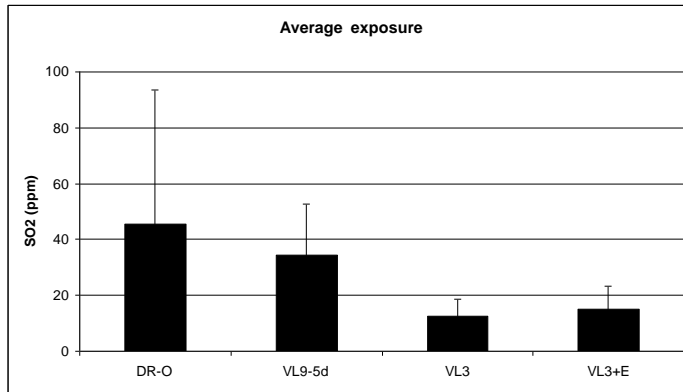
איור 1: רמות SO₂ במהלך אחסון של 'רד-גלוב' DR-O - פד SO₂ ואריזת ארגזים בפוליאטילן נמתח עם סגירה תחתית. VL9-5 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL9 (5 מציין ימים אחרי סגירת המשטח. VL-3 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL3.



איור 2: רמות SO₂ במהלך אחסון של 'רד-גלוב'. המשטחים נעטפו בפוליאטילן נמתח עם סגירה תחתית. VL-3 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL3 VL3+E - פד DR-O עם מודיפיקציית VL3 על פרי שנטבל באתנול לאחר הבציר.



איור 3: רמות SO₂ במהלך אחסון של 'רד-גלוב'. המשטחים נעטפו בפוליאטילן נמתח עם סגירה תחתית. VL9-1d - פד DR-O עם מודיפיקציית VL9 VL9-5d - פד DR-O עם מודיפיקציית VL9. 5d או 1d מצינים ימים לאחר סגירת המשטח בקירור.

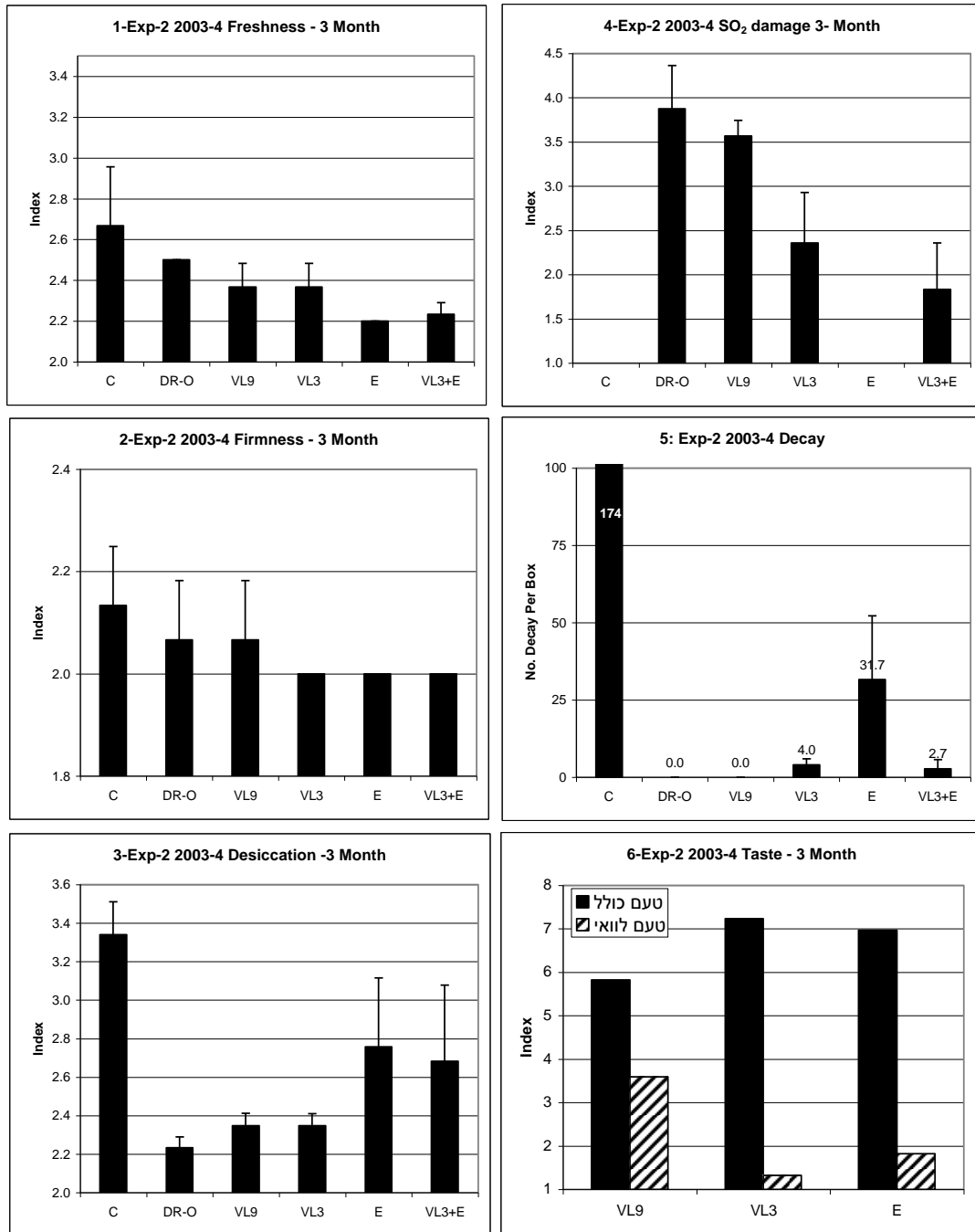


איור 4: רמות SO_2 ממוצעות לאחר 172 יום באחסון בקירור. DR-O - פד SO_2 ואריזת ארגזים בפוליאיתילן נמתח עם סגירה תחתית. VL9-5 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL9 (5 מציין ימים אחרי סגירת המשטח. VL-3 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL3. E. טבילה של הענבים באתנול לאחר הבציר.

רמות הריקבון היו זניחות בטיפולים המתוארים באיור 8 הן על פי מדד אחוז הגרגרים הרקובים והן על פי מדד אחוז האשכולות הבריאים. טעם הפרי בטיפול ה-VL3, שממוצע רמות ה- SO_2 שלו היה 14.9 ח"מ, היה טוב בהשוואה לטיפול אחר בו רמת ה- SO_2 הייתה 28.2 (איור 9). טעם הלוואי היה בלתי סביר בטיפול הנ"ל ועל הסף הסביר ברמת ה- SO_2 הנמוכה.

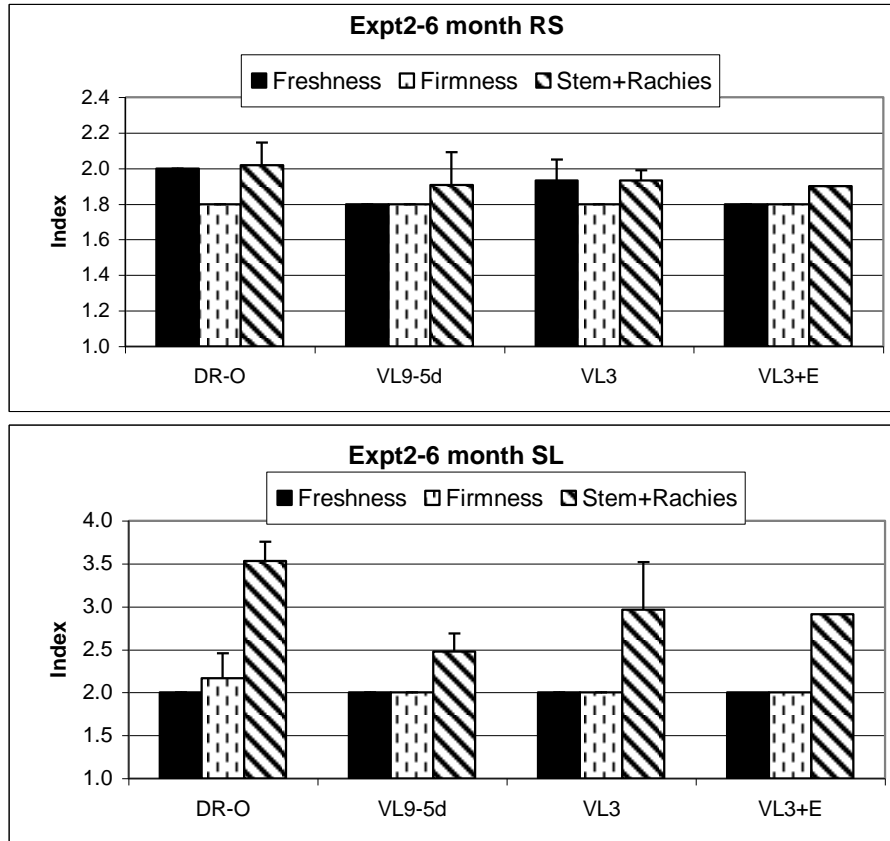
שאריות SO_2 בפרי

שאריות SO_2 נבדקו בניסוי 3 (לא מוצג) אך עקב חשיבות הנושא התוצאות מתוארות באיור 10. על פי התוצאות רמת ה- SO_2 החופשי לא הייתה תלויה במידת החשיפה של הפרי ל- SO_2 . לעומת זאת, רמת ה- SO_2 הקשור ייצגה באופן כללי את ההבדלים בשיטות האחסון השונות ומדידות ה- SO_2 באווירת המשטחים. בטיפול הבטנות המקובל בצ'ילה היו רמות SO_2 נמוכות מאד והתפתחו רקבונות לאחר 112 יום באחסון. רמות ה- SO_2 הקשור היו גם הם נמוכות מאד. לעומת זאת, בטיפול המסחרי המקובל כיום בישראל לאחסון ממושך של ענבים התקבלו רמות SO_2 קשור גבוהות פי 5 מהבטנות. בטיפול ה-VL6 שהוא פורמולציית ביניים בין VL3 ל-VL9 התקבלו רמות גבוהות פי 2 ממה שנמצא בבטנות. בטיפול ה-VL6 לא היו רקבונות ונזק SO_2 היה סביר ברמה של 2.1. לעומת זאת, בטיפול ה-VL6 טעם הלוואי והטעם הכולל היה 4 מ-10 בהשוואה לטיפול הבטנות שקיבל טעם לוואי של 1.7 וטעם כולל של 7. למרות שיש הבדלים במשך האחסון בין הניסויים, נראה שהרמה הרצויה של SO_2 קשור צריכה להיות נמוכה ממה שהתקבל עבור VL6 אך גבוהה ממה שהתקבל עבור הבטנות.

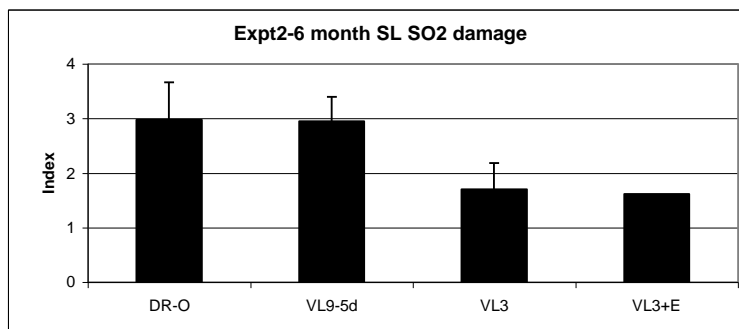


איור 5: מדדי איכות לאחר 3 חודשים של אחסון הזן 'רד-גלוב' בקירור ו-3 ימים ב-20 מ"צ. הטיפולים - C – ביקורת, DR-O – פד SO₂ באריזה סטנדרטית, VL-9 – פןרמולציית VL9 של פד DR-O, VL3 – פןרמולציית VL9 של פד DR-O, E – טבילה באתנול של האשכולות לאחר הבציר.

1. רעננות האשכול על פי הערכה ויזואלית.
2. מוצקות הגרגרים על פי הערכה ידנית.
3. התייבשות השידרות והעוקצים בהערכה ויזואלית.
4. מדד נזק SO₂ על סמך הערכת 'הלבנת' הגרגרים.
5. מספר הגרגרים הרקובים לארגז של 5 ק"ג.
6. הטעם וטעם הלוואי של 3 טיפולים.

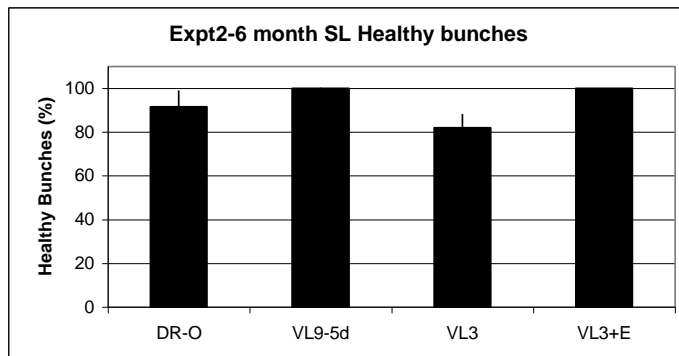
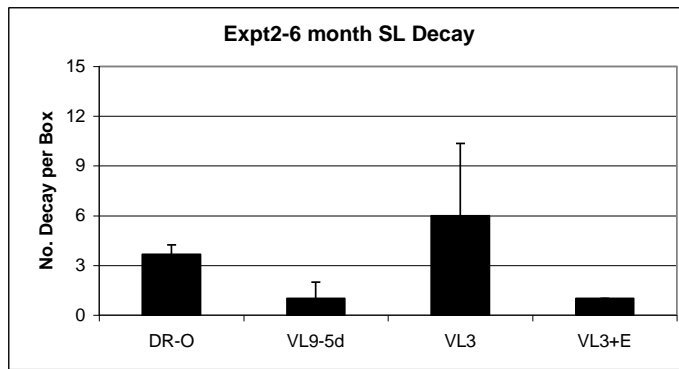


איור 6: מדדי איכות לאחר 6 חודשים של אחסון הזן 'רד-גלוב' בקירור (למעלה) ו-3 ימים ב-20 מ"צ (למטה). DR-O - פד SO_2 ואריזת ארגזים בפוליאטילן נמתח עם סגירה תחתית. VL9-5 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL9 (5 מציין ימים אחרי סגירת המשטח. VL-3 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL3. E. טבילה של הענבים באתנול לאחר הבציר.

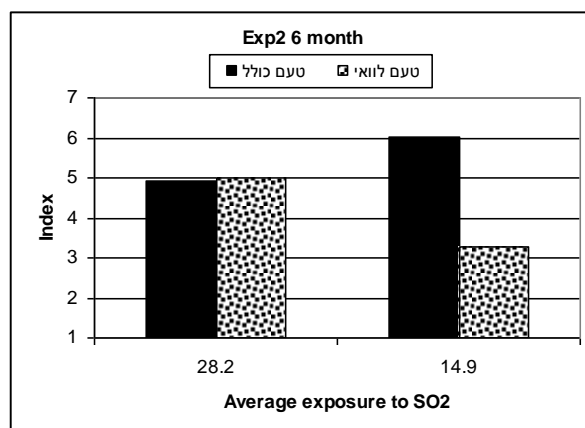


איור 7: נזק SO_2 . מדדי איכות לאחר 6 חודשים של אחסון הזן 'רד-גלוב' בקירור (למעלה) ו-3 ימים ב-20 מ"צ (למטה). DR-O - פד SO_2 ואריזת

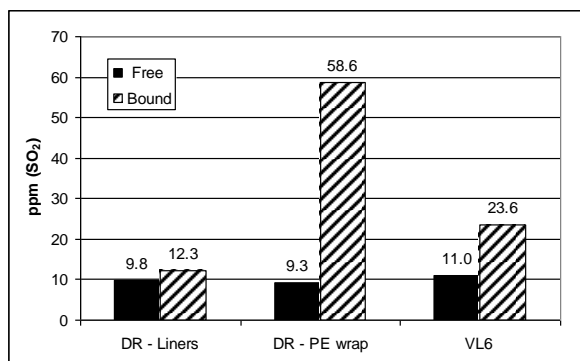
ארגזים בפוליאטילן נמתח עם סגירה תחתית. VL9-5 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL9 (5 מציין ימים אחרי סגירת המשטח. VL-3 - פד DR-O עם מודיפיקציית VL3. E. טבילה של הענבים באתנול לאחר הבציר.



איור 8: רקבונות לאחר 6 חודשים בטיפולים השונים. למעלה- אחוז הגרגרים הרקובים לארגז. למטה- אחוז האשכולות הבריאים לטיפול. DR-O- פד SO_2 ואריזת ארגזים בפוליאיתילן נמתח עם סגירה תחתית. VL9-5- פד DR-O עם מודיפיקציית VL9 (5 מציין ימים אחרי סגירת המשטח. VL-3- פד DR-O עם מודיפיקציית VL3. E. טבילה של הענבים באתנול לאחר הבציר.



איור 9: טעמי לוואי לאחר 172 יום באחסון. בציר ה-X, רמות ה- SO_2 הממוצעות בשני טיפולים ביחס לטעם הכולל וטעם הלוואי.



איור 10: רמות SO_2 חופשי וקשור בגרגרי ענבים מהזן 'רד-גלוב' לאחר 112 יום באחסון. הטיפולים הלקוחים מניסוי 3 (לא מוצג) הם: DR-Liners- פד שחרור כפול בבטנות בדרגת חירור של 0.2%. DR-PE wrap- הטיפול המקביל ל-DR O בניסוי זה: פד סטנדרטי בעטיפת הארגזים בפוליאיתילן. VL6- פורמולציית ביניים בין VL9 ל-VL3.

דיון וסיכום

הניסוי המתואר בדו"ח משווה שיטות יישום שונות של SO_2 לאחסון ממושך של ענבים מהזן 'רד-גלוב'. על פי התוצאות עולה בבירור שיש עדיפות לפורמולציית ה-VL3 על פני ה-VL9 או השיטה המסחרית המקובלת היום בארץ. היתרונות הם בעיקר בקינטיקה היציבה של שחרור SO_2 ללא רמות גבוהות או נמוכות מדי ועם תוצאות איכות טובות לאחר 3 חודשים, ותוצאות סבירות לאחר 6 חודשים. נראה שכדי להגיע לתוצאות טובות יותר יש לשפר את פורמולציית ה-VL3 בכיוון של הפחתה נוספת של רמות ה- SO_2 שישתחררו מהפד כאשר היעד צריך להיות רמות של 5 עד 10 ח"מ. יהיה צורך ללמוד מהו סף שאריות ה- SO_2 שאינו גורם לטעמי לוואי, כאשר יתכן שלירידה זו תהיה משמעות שלילית במופע השידרות. השאלות שיש לשאול בהקשר המדעי הם מה היחס בין הגיל הפיזיולוגי של הפרי ופרי ממקורות שונים על הטעם. כמו כן, יש לנסות ולבחון מה השפעת לחות חדר הקירור על קצב שחרור ה- SO_2 וכיצד ניתן להימנע מאירועים של תקלות הנובעות מהרטבת הפרי והפדים כפי שכנראה אירע בניסוי הראשון ובטיפול VL9-1d. בסך הכול התוצאות המתוארות כאן מהוות שיפור משמעותי ומצביעות על פוטנציאל יישומי רב של השיטה המדווחת.

סיכום עם שאלות מנחות

<p>1. מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתכניות העבודה.</p> <p>א. בחינת הדירות השיטה</p> <p>ב. בחינת שתי פורמולציות לשחרור מבוקר של SO_2</p> <p>ג. בחינת השפעות הפורמולציות על איכות הפרי</p> <p>ד. בחינת ההיתכנות לשחרר SO_2 למשך תקופה ארוכה על ידי טיפול משני בפד</p>
<p>2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.</p> <p>א. הודגם שניתן לקבל קצב שחרור אחיד ואפקטיבי של SO_2 למשך האחסון הרצוי.</p> <p>ב. הודגם שאיכות הפרי בטיפול המיטבי היא טובה.</p>
<p>3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגביי יישום המחקר והמשכו.</p> <p>ד. שיטת השחרור המבוקר של SO_2 כפי שפותחה על ידנו עובדת וניתנת לשיפור</p> <p>ה. ניתן להגיע לתוצאות טובות בהרבה מהמקובל היום בישראל ובעולם</p>
<p>4. בעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים)</p> <p>א. להראות מה הקשר בין הגיל הפיזיולוגי ומקור הפרי לאיכותו לאחר אחסון ממושך</p> <p>ב. לבחון לעומק את הקשר בין לחות חדר הקירור לקצב שחרור ה-SO_2</p> <p>ג. לבחון מה הקשר בין רמת ה-SO_2 באווירה, בפרי וטעם הלוואי.</p>
<p>5. האם הוחל בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח – יש לפרט: פרסומים- כמקובל</p> <p>דיווח שנתי בפורום המדען.</p>
<p>6. פרסום הדו"ח</p> <p>ללא הגבלה</p>