

מציאת פתרונות מעשיים לייצוא תות שדה בהובלה ימית

Finding practical solutions for exporting strawberries by marine transportation

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר

ע"י

וקיטור רודוב	המח' לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
סמיר דרובי	המח' לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
בתיה חורב	המח' לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
יעקב וינוקור	המח' לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
אסף אדר	אגרקסקו, תל אביב
נביל גנאים	שרות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן

Victor Rodov, Postharvest Science of Fresh Produce, ARO, The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250. E-mail: yrodov@volcani.agri.gov.il

Samir Droby, ARO, The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250. E-mail: samird@volcani.agri.gov.il

Batia Horev, Postharvest Science of Fresh Produce, ARO, The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250. E-mail: bhorev@volcani.agri.gov.il

Yakov Vinokur, Postharvest Science of Fresh Produce, ARO, The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250. E-mail: yvinokur@volcani.agri.gov.il

Assaf Adar, Agrexco, 121 Ha'hashmonaim St., Tel Aviv 67133, E-mail: adara@agrexco.com

Nabil Ganaim, Extension Service, Ministry of Agriculture and Rural Development, Bet Dagan. E-mail: nabgan@shaham.moag.gov.il

מאי 2010

סיוון תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן/לא *
מחקר את המיותר

חתימת החוקר *

רשימת פרסומים

Rodov, V., Horev, B., Goldman, G., Vinokur, Y., and Fishman, S. (2007). Model-driven development of microperforated active modified-atmosphere packaging for fresh-cut produce. *Int. Conf. on Quality Management of Fresh-Cut Produce*, Bangkok, Thailand (S. Kanlayanarat, P.M.A. Toivonen and K.C, Gross, eds). *Acta Horticulturae* 746, pp. 83-88

V. Rodov, Y. Vinokur, B. Horev, G. Goldman, and S. Fishman (2009). Microperforated active modified-atmosphere packaging (MAMA packaging) – a paradoxical approach to extend life of fresh produce – in 10th International CA&MA Research Conference, 04-07 April 2009, Antalya, Turkey, p. 28.

תקציר

הצגת הבעיה. לתות שדה כושר השתמרות נמוך, בעיקר בגלל רגישותו למחלות לאחר הקטיף. עקב כך חלק ניכר מהפרי עדיין נשלח לייצוא דרך האוויר למרות הוצאות המשלוח הגבוהות בהם כרוכה ההובלה האווירית. אווירה מועשרת ב-CO₂ (פד"ח) הינה אמצעי יעיל להפחתת ריקבון בתות שדה. אולם, יישום מסחרי של הגישה עדיין יחסית מוגבל בגלל מספר בעיות, ביניהם קושי לשלב אריזה פלסטית עם קירור מהיר של הפרי, יעילות מוגבלת של שיטה "פסיבית" להיווצרות אווירה מתואמת, סיכון להתפתחות טעמי לוואי. מטרת המחקר היא למצוא דרכים מעשיות לשיפור השתמרות התות על מנת לאפשר הובלתו לשוקי יצוא דרך היס. מהלך ושיטות עבודה. על מנת להשיג את יעד הפרויקט, המחקר נערך בשלושה כיוונים: (א) בחינת השפעה של תנאי הגידול וטיפולי לפני הקטיף על השתמרות התות; (ב) בחינת יעילות אריזות משלוח המבוססות על עיקרון האריזה באווירה מתואמת אקטיבית, כלומר מילוי האריזה בתחילת משלוח/אחסון בתערובת גזים בהרכב מיטבי; ו-(ג) פיתוח אריזות קמעוניות השומרות על איכות הפרי לאורך כל שרשרת ההספקה עד בית הלקוח. תוצאות עיקריות. (1) שילוב של הדברה ביולוגית בשדה בתכשיר השמר עם אריזה באווירה מתואמת אקטיבית לאחר הקטיף הפחית את שיעור הריקבון בתות במידה דומה ליעילות חומרי הדברה כימיים; (2) גידול התות בחממות מכוסות ביריעות פלסטיק "תרמיות" הבולעות את הקרינה האינפרא-אדומה שיפר בצורה ניכרת את השתמרות התות במחצית הראשונה של עונת הקטיף, אך הגביר את שיעור הריקבון בהמשך העונה; (3) נמצא כי שימוש באריזות משטח בשיטת Transfresh משפר בצורה ניכרת את השתמרות התות ולפי כך מאפשר הובלתו הימית; (4) אווירה מתואמת אקטיבית ברמת קרטון על בסיס הוספת קרח יבש (פד"ח מוצק) נתנה תוצאות מעודדות בשילוב עם חומרים שפולטים SO₂. אולם המשך העבודה גילה פוטנציאל להשפעה פיטוטוקסית של יצרני ה-SO₂. יתכן וניתן למנוע את התופעות הבלתי-רצויות ע"י אופטימיזציה של השיטה; (5) פותחה גישה לקירור באוויר מאולץ של התות בתוך אריזות משלוח פלסטיות; (6) פותחה אריזה קמעונית בעלת מיקרופורציה המאפשרת שימוש באווירה מתואמת אקטיבית תוך שמירה על טעם הפרי; (7) נמצא כי שימוש במודל מתמטי מאפשר חיזוי הרכב האווירה בתוך האריזה על מנת להשיג השתמרות מיטבית ללא פגיעה באיכות הפרי. מסקנות והמלצות. התוצאה העיקרית של העבודה היא אימוץ של שיטת ה-Transfresh על ידי חב' אגרסקו כאמצעי למשלוח תות שדה לייצוא בהובלה ימית. הודות לטכנולוגיה זאת החברה מתכננת להעביר השנה כ-60% ממשלוח התות להובלה ימית, בהשוואה ל-15% לפני שנים ספורות.

מבוא

לפרי תות שדה כושר השתמרות נמוך, בפרט בגלל רגישותו לריקבון לאחר הקטיף הנגרם בעיקר על ידי שני פתוגנים: *Botrytis cinerea* ו-*Rhizopus stolonifer* (1). כתוצאה מכך עד התקופה האחרונה רק חלק קטן מיבול התות (פחות מ-15%) היה נשלח מהארץ לחו"ל דרך הים, למרות הוצאות המשלוח הגבוהות בהם כרוכה ההובלה האווירית. ריסוסים בחומרי הדברה שניתנים בשדה מפחיתים במידה מסוימת את חומרת ריקבון הבוטריטיס. יש מגבלות לטיפול כימיים בתות בגלל שאריות חומרי ההדברה בפרי, הדבר שגורם ליחס שלילי מצד הצרכנים בארץ ובחו"ל, והתפתחות גזעי הפתוגנים העמידים לחומרי הדברה. אין כיום טיפול כימי יעיל כנגד ריקבון הריזופוס בתות המתפתח לפני ואחרי הקטיף. היום חלק מהמגדלים משתמשים בטיפול כימי כנגד ריקבון הפרי בצורה מוגבלת בלבד מפני שיעילותו לא מצדיקה את עלות הטיפול ואת הנזק התדמיתי הנגרם בעקבותיו.

אווירה מתואמת מועשרת בפחמן דו-חמצני (פד"ח) ידועה כאמצעי להדברת ריקבון בתות שדה לאחר הקטיף. השיטה יעילה במיוחד כנגד בוטריטיס, אך מעכבת במידה לא מבוטלת גם את התפתחות הריזופוס. שיטת ה-Transfresh משמשת בארה"ב למשך עשרות שנים להובלה יבשתית של תות שדה למרחקים ארוכים (9, 3). השיטה מבוססת על העיקרון של אריזה באווירה מתואמת אקטיבית, כלומר מילוי האריזה בתחילת המשלוח/האחסון בתערובת גזים בהרכב מיטבי. שיטת ה-Transfresh כוללת עטיפת כל משטח ומשטח בשקית פוליאתיילן גדולה, אטימת השקית, שאיבה חלק מהאוויר מתוך האריזה והזרמה של פחמן דו-חמצני לתוכה עד להשגת ריכוז מתאים. אולם, עקב בעיות טכניות ביישום השיטה שימוש בה לייצוא התות מהארץ עד התקופה האחרונה היה מוגבל בלבד.

כמו כן, אווירת ה-Transfresh מגינה על המוצר בזמן המשלוח, אך לא בשלבי השיווק כאשר הפרי נמצא על מדף המכירה. לפי הערכה של קאדר (5), 30-40% מתות השדה שנשלח מקליפורניה לצפון-מזרח ארה"ב מתכלים דווקא בשלבי השיווק הסיטונאי והקמעוני. לפיכך, קיים צורך בהרחבת מגוון הגישות להובלת התות באווירה מתואמת. בנוסף לאריזת משטח שלם נדרשים פתרונות לאריזות קטנות יותר בגודל של קרטון או מספר קרטונים או בגודל של אריזה קמעונית, שתיתן הגנה לפרי הן בשלב ההובלה הימית והיבשתית, והן בחיי מדף עד הצריכה בבית הלקוח. עצם סגירת הפרי ביריעה פלסטית גורמת להעשרת האווירה בתוך האריזה בפד"ח עקב נשימת הפרי (אריזה באווירה מתואמת פסיבית). הפד"ח שמצטבר מעכב את התפתחות הפתוגנים. אולם, טעם הפרי באריזות אטומות בד"כ נפגם עקב היווצרות מחסור בחמצן ו/או עודף פד"ח אשר גורמים לטעמי לוואי (8, 11). לכן, מומלץ להשתמש ביריעות בעלות מיקרופורציה לצורך אריזה קמעונית של תות שדה (10). טכנולוגיה עכשווית מאפשרת חירור יריעות פלסטיות בעזרת לייזר בחורים מזעריים בלתי-נראים לעין בקוטר של 50 עד 100 מיקרון. אולם, היווצרות האווירה המתואמת באריזות מחוררות הינה איטית יותר, וכתוצאה מכך חלק מתקופת האחסון (בד"כ יומיים – שלושה) הפרי אינו מוגן מפני הפתוגנים. לכן יעילות האריזות מהסוג הזה מבחינת הדברת הריקבון אינה מספקת. בעבודה הקדמית הצענו שילוב בלתי-שגרת של אריזות מחוררות עם אווירה מתואמת "אקטיבית" כלומר מילוי אריזות בעלות חירור לייזר זעיר בתערובות גזים המועשרות בפד"ח. להבדיל משיטת האריזה באווירה מתואמת פסיבית בשיטה האקטיבית הפרי נמצא מלכתחילה בתנאים מיטביים. מצד שני, נוכחות חורי לייזר במינון נכון מונעת היווצרות תנאים אנארוביים בתוך האריזה ושומרת על טעם הפרי.

עבודות שנערכו במכון לטכנולוגיה ואחסון למשך שנים הראו את יעילות ההדברה הביולוגית כנגד מחלות לאחר הקטיפה. בשנים האחרונות, בודד ונחקר שמר *Metschnikowia fructicola* כבעל פעילות גבוהה כנגד פטריית הבוטריטיס. טיפול בשמר לפני הקטיפה הפחית את שיעור הריקבון לאחר הקטיפה בפירות שונים, כמו ענבים ותות שדה (6, 7). אולם, יישום השיטה בארץ דורש מחקר נוסף. כמו כן יש צורך בבדיקת ההשפעה על איכות ועל השתמרות הפרי של טכנולוגיית גידול נוספות, כגון שימוש ביריעות תרמיות לכיסוי החממות.

מטרות העבודה

מטרת הפרויקט היא לפתח דרכים לשיפור השתמרות התות על מנת לאפשר הובלתו לשוקי יצוא דרך הים. על מנת להשיג את היעד הסופי המחקר נערך בשלושה כיוונים: (א) בחינת השפעה של תנאי הגידול וטיפול לפני הקטיפה על השתמרות התות; (ב) בחינת יעילות אריזות משלוח המבוססות על עיקרון אווירה מתואמת אקטיבית; ו-ג) פיתוח אריזות קמעוניות השומרות על איכות הפרי לאורך כל שרשרת ההספקה עד בית הלקוח.

עיקרי הניסויים

הפרי אוחסן בקירור (3-1 מ"צ) למשך 4-5 ימים (הדמיה להובלה אווירית-יבשתית) או 11-12 ימים (הדמיה להובלה ימית-יבשתית) ולאחר מכן יומיים ב-11-10 מ"צ (הדמיה לשיווק על מדף מקורר). פירוט של תנאי האחסון הובא בתיאור של כל ניסוי וניסוי. בדיקות איכות הפרי כללו שיעור הריקבון (ב-%) וסוגיו; בדיקות מוצקות בעזרת פנטרומטר; מדידה רפרקטומטרית של כלל מוצקים מסיסים במיץ (כמ"מ); חומציות מטוטרת; הערכת צבע הפרי לפי סולם הדרגות מ-1 (ירוק) עד 5 (אדום כהה); מצב עלי הגביע לפי סולם דרגות מ-1 (ירוק רענן) עד 5 (חום יבש); הופעת סימני לחץ; הופעה כללית לפי סולם מ-1 (הופעה גרועה) עד 5 (הופעה מעולה), כאשר הפרי שקבל ציון פחות מ-2.5 נחשב כלא ראוי לשיווק. כמו כן, הרכב האווירה (ריכוזי חמצן ופחמן דו-חמצני [פד"ח]) וריכוזי הנדיפים (כגון אדי אתנול) בתוך האריזות נבדקו בשיטת הכרומטוגרפיה הגזית.

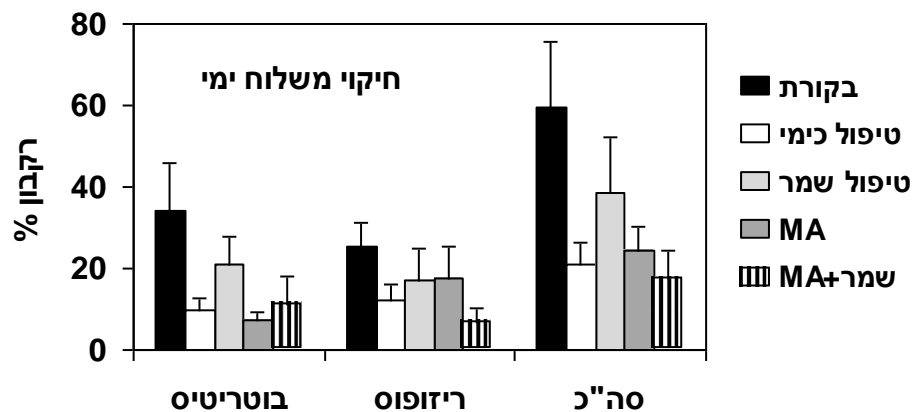
השפעת גורמים לפני הקטיפה על השתמרות התות

שילוב של הדברה ביולוגית בשדה עם אריזה באווירה מתואמת לאחר הקטיפה

התות קיבל בשדה טיפול כימי מסחרי (פרופיקה/תלדור) או ריסוס בתכשיר הדברה ביולוגית המבוסס על שמר, או לא קבל שום ריסוס (בקורת). הפרי אוחסן בתנאים של חיקוי למשלוח אווירי (4 ימים ב-4 מ"צ + 3 ימי חי מדף ב-10 מ"צ) או למשלוח ימי (4 ימים ב-4 מ"צ + 5 ימים ב-1 מ"צ + 3 ימי מדף ב-10 מ"צ). בתנאים של משלוח אווירי הפרי אוחסן ללא אריזה פלסטית ואילו בתנאים של משלוח ימי חלק מהפרי נארז בתנאים של חיקוי לשיטת הטרנס-פרש. קרטונים המכילים 12 סלסלות של תות (כ-6 ק"ג) נעטפו בשקיות פוליאאתילן עם הפעלת ואקום והזרמת CO₂. הרכב האווירה ההתחלתי היה כ-15% חמצן ו-15-17% CO₂ (פד"ח).

טיפול כימי בזמן הגידול הראה יעילות טובה כנגד בוטריטיס, אך היה פחות יעיל כנגד ריזופוס. לעומת זאת, הטיפול בשמר הפחית ביעילות את התפתחות הריזופוס בתנאים של חיקוי משלוח אווירי. כתוצאה מכך, בתנאי המשלוח האווירי רמת הריקבון הכללי בשני הטיפולים הייתה דומה. בתנאים של

חיקוי משלוח ימי יעילות טיפול השמר כנגד ריזופוס פחתה, כך ששיעור הריקבון הכללי בטיפול השמר היה גבוה מהטיפול הכימי והיתרון שלו בהשוואה לביקורת הלא מטופלת לא היה מובהק. אחסון התות באווירה מתואמת הפחית את שיעור הבוטריטיס בדומה לטיפול כימי, אך היה פחות יעיל כנגד ריזופוס. יחד עם זאת, שילוב האווירה המתואמת עם הטיפול בשמר עיכב את התפתחות הריזופוס בצורה מובהקת ומשמעותית. שיעור הריקבון הכללי בטיפול הזה לא היה שונה באופן מובהק מתוצאות הטיפול הכימי. יש לציין כי התות לניסוי הזה נלקח מהחלקה הנגועה במיוחד בגורמי הריקבון, על מנת לבחון את יעילות הטיפולים בתנאים קיצוניים.



איור 1.

השפעת טיפולי שדה ואריזה באווירה מתואמת על שיעור ריקבון התות בתנאי משלוח אווירי או ימי

בחינת השפעת גידול תחת יריעות תרמיות על האיכות ועל כושר השתמרות התות

חומר צמחי: תות שדה מזן יובל; מקום גידול: גבעת חן. היריעות שנבדקות כללו: (א) יריעה UVA – בקורת, עובי 0.12 מ"מ, שתי מנהרות; (ב) ו-ג) 2 יריעות "תרמיות" הבולעות קרינה אינפרא-אדומה משני יצרנים ישראליים, בעובי 0.12 מ"מ, 2 או 3 מנהרות כל יריעה. שימוש ביריעות תרמיות הגביר טמפרטורה בתוך המנהרה בערך במעלת צלסיוס אחת. בחינות איכות והשתמרות התוצרת נערכו מדי חודש, בדצמבר-ינואר, פברואר ומרץ. התוצרת אוחסנה למשך 5 ימים ב-2 מ"צ ולאחר מכן למשך יומיים נוספים ב-11-10 מ"צ.

נמצא כי שימוש ביריעות תרמיות הגביר את הטמפרטורה בתוך החממות (המנהרות עבירות) בערך במעלה אחת. לפי נתוני הטבלה 1, גידול התות תחת כיסוי תרמי בדצמבר-ינואר הפחית את שיעור הריקבון בהשוואה לביקורת (יריעה UVA הבולעת את האור העל-סגול אך לא את האור האינפרא-אדום). שיעור הריקבון בתות שגדל במבנים הנ"ל, היה די גבוה, כך שבביקורת בסוף חיי המדף כשליש מכל התות היה נגוע בגורמי הריקבון. פטריית הריזופוס הייתה גורם הריקבון העיקרי, אך גם ריקבון הבוטריטיס היה די נפוץ בביקורת. גידול תחת כיסוי תרמי בתקופה זאת הפחית את שיעור ריקבון הריזופוס פי-2 עד פי-8. אחד מסוגי היריעה התרמית מנע לחלוטין את ריקבון הבוטריטיס, כאשר הסוג השני הפחית אותו בערך פי-2. בסה"כ גידול תחת יריעה תרמית הפחית את שיעור הריקבון בדצמבר-ינואר בערך פי-2 עד פי-3. לא נמצאו הבדלים משמעותיים באיכות הפרי.

טבלה 1. השפעת גידול תחת יריעה תרמית (IR) על השתמרות תות שדה לאחר 5 ימי אחסון ב-2 מ"צ ויומיים נוספים של חיי מדף ב-10 מ"צ. דצמבר 2008-ינואר 2009

מראה כללי 1-5	צבע פרי 1-5	עלי גביע 1-5	סה"כ ריקבון %	ריזופוס %	בוטריטיס %	חממה #	יריעה
1.8 ± 0.3	4.0 ± 0.0	1.8 ± 0.2	34.0 ± 14.3	26.1 ± 7.6	7.9 ± 7.8	3	UVA
1.9 ± 0.4	4.0 ± 0.0	1.9 ± 0.2	27.0 ± 13.9	18.9 ± 12.6	8.1 ± 4.0	6	ביקורת
2.2 ± 0.2	4.1 ± 0.0	2.0 ± 0.1	13.3 ± 6.3	8.7 ± 5.7	4.6 ± 4.0	1	IR
2.8 ± 0.0	4.1 ± 0.0	1.9 ± 0.2	4.2 ± 8.2	0	4.2 ± 8.2	4	יצרן א'
2.4 ± 0.5	4.0 ± 0.0	1.8 ± 0.0	5.6 ± 10.9	2.8 ± 5.4	2.8 ± 5.4	7	
2.1 ± 0.4	4.0 ± 0.0	2.0 ± 0.2	13.7 ± 9.7	13.7 ± 9.7	0	2	IR
2.3 ± 0.4	4.1 ± 0.0	1.9 ± 0.1	10.7 ± 21.0	10.7 ± 21.0	0	5	יצרן ב'

טבלה 2. השפעת גידול תחת יריעה תרמית (IR) על השתמרות תות שדה לאחר 5 ימי אחסון ב-2 מ"צ ויומיים נוספים של חיי מדף ב-10 מ"צ. פברואר 2009

מראה כללי 1-5	צבע פרי 1-5	עלי-גביע 1-5	% רקבונות	% ריזופוס	% בוטריטיס	% בריאים	#	יריעה
2.3 ± 0.3	4.0	2 ± 0.2	15.1 ± 13.9	15.1 ± 13.9	0.0	58.7 ± 7.6	3	UVA
2.4 ± 0.5	4.0	2.1 ± 0.1	9.3 ± 18.4	9.3 ± 18.4	0.0	47.3 ± 18.8	6	יצרן א'
1.85 ± 0.5	4.0	2.3	40.5 ± 20.3	38.8 ± 19.2	1.6 ± 3.3	45.5 ± 11.2	1	
2.36 ± 0.3	4.0	2 ± 0.2	14.5 ± 18.6	14.5 ± 18.6	0.0	56.2 ± 25.5	4	IR
2.0 ± 0.4	4.0	2.1 ± 0.1	19.8 ± 16.6	17.8 ± 13.2	2 ± 3.9	44.8 ± 16	7	יצרן א'
1.74 ± 0.4	4.0	2.3	28.6 ± 10.4	24.6 ± 9.1	4 ± 7.8	44.1 ± 10.6	2	IR
1.75 ± 0.3	4.0	2.3	35.9 ± 19.7	33.2 ± 21.1	2.7 ± 5.4	31.0 ± 19	5	יצרן ב'
3.1 ± 0.5	4	1.8 ± 0.1	2.8 ± 5.4	0	2.8 ± 5.4	89.2 ± 8.9		שדה פתוח*

בניגוד למצב בדצמבר-ינואר, הבדיקה שנערכה כעבור חודש ימים, נתנה תוצאות הפוכות (טבלה 2). במדגם שנלקח בתקופה זאת שיעור הריקבון בפרי שגדל תחת כיסוי תרמי היה בערך פי-2 גבוהה יותר משיעור הריקבון בביקורת (יריעה UVA). כמו קודם, ריזופוס היה מחולל המחלות העיקרי בתות שגדל במנהרות עבירות, הן תחת יריעה תרמית והן תחת יריעת ה-UVA. יתכן והשינוי בהתנהגות התות נבע משינויי מזג האוויר בתקופה. יש לציין כי תות מאותו זן שגדל במקביל באותו המשק במנהרות נמוכות נפתחות ("שדה פתוח") לא סבל באותה התקופה מריקבון הריזופוס והראה שיעור נמוך יחסית של ריקבון הבוטריטיס. יש לציין כי ריקבון הריזופוס בד"כ אופייני לתות בעונות חמות. כמו במועד הדגימה הקודם, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים באיכות הפרי. במרץ נערכה דגימה

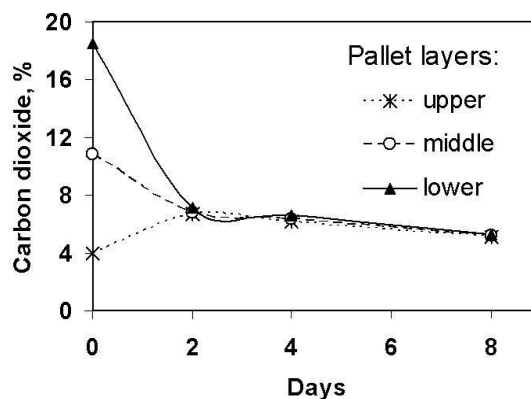
שלישית אשר ראתה שיעור ריקבון גבוהה בכל הדוגמאות שנלקחו ממנהרות עבירות, ללא הבדל משמעותי בין סוגי הכיסוי (נתונים לא הוצגו).

אריזות משלוח

בחינת יעילות שיטת ה-Transfresh למשלוח תות שדה בהובלה ימית

משטח תות שדה אוחסן במסוף כרמל-קור בתוך עטיפת Transfresh למשך 8 ימים בטמפרטורה של 1 מ"צ (חיקוי להובלה ימית באניית קירור). לאחר מכן, העטיפה הוסרה ומדגם התות הועבר למרכז וולקני ואוחסן שם ב-8 מ"צ למשך 3 ימים (חיקוי להובלה יבשתית במשאית קירור) ולשלושה ימים נוספים ב-8 או ב-20 מ"צ (חיקוי לתהליך השיווק על מדף מקורר או לא מקורר). פירות הביקורת עברו את אותו המסלול, אך בתקופת האחסון בכרמל-קור הם הוחזקו בתוך אריזות ייצוא סטנדרטיות מחוץ לעטיפת Transfresh.

איור 2 מתאר את ריכוז הפד"ח בתוך המשטח העטוף במהלך האחסון. מיד לאחר הזרמת הגז, הפד"ח התרכז בעיקר בחלק התחתון של המשטח בגלל משקלו המולקולארי הגבוה, כך שהריכוז בחלק העליון של המשטח לא עלה מעל 4%, לעומת כ-11% בחלק האמצעי וכ-18% בחלק התחתון. אולם, יומיים לאחר ההזרמה ריכוז הפד"ח השתווה בכל נפח המשטח ונשמר למשך כל תקופת האחסון עם נטייה קלה לירידה (5.5% עד 6.5%).



איור 2.

ריכוזי הפד"ח בתוך משטח תות שדה עטוף בשיטת Transfresh במהלך האחסון ב-1 מ"צ

מדגמי הפרי נלקחו לבדיקה בשלבים שונים של הניסוי: לפני האחסון ("זמן 0"), לאחר 8 ימים של אחסון ב-1 מ"צ, לאחר 3 ימים נוספים ב-8 מ"צ ולאחר חיי מדף ב-8 או ב-20 מ"צ. לבדיקה נלקחו הקרטונים מהחלק העליון, האמצעי והתחתון של המשטח, והפירות משלושת הקבוצות הנ"ל נבדקו בנפרד. תוצאות הבדיקות מוצגות בטבלה 1. קרטוני הביקורת אוחסנו בשלב הראשון של הניסוי ללא עטיפה פלסטית מעל המשטח העטוף, לכן הם מסומנים בטבלה 1 כשייכים לשכבה העליונה.

לא נתגלו הבדלים מובהקים באיכות התות לאחר שני השלבים הראשונים של חיקוי ההובלה (טבלה 3). לעומת זאת, הפרי שאוחסן בשיטת Transfresh הראה כושר השתמרות משופר בתקופת חיי המדף, הן ב-8 מ"צ (מדף מקורר) והן ב-20 מ"צ (מדף לא מקורר). השיפור בא לידי ביטוי בעיקר בהפחתת שיעור

הריקבון, כולל את שני סוגי הריקבון העיקריים, הנגרמים על ידי ריזופוס ובוטריטיס. יעילות טיפול פחותה נצפתה בשכבת המשטח העליונה, בהתאם לריכוז הפד"ח הנמוך יחסית במיקום זה לאחר הזרמת הגז. אולם, גם הפרי מהמיקום הזה הראה יתרון ברור בהשוואה לביקורת.

טבלה 3. השפעת אריזת Transfresh על איכות התות בתנאי משלוח ימי/יבשתי ובתקופת חיי מדף

טיפול	מיקום במשטח	רקבון, %			עלי גביע	מוצקות	כמ"מ	חומציות	הופעה כללית
		בוטריטיס	ריזופוס	סה"כ					
ביום הקטיף ("זמן 0")									
מצב התחלתי	-	-	-	1.0	3.4±0.5	7.3±0.4	0.9±0.1	4.5	
לאחר 8 ימים ב-1 מ"צ (חיקוי משלוח ימי)									
בקורת	עליון	0	0	0	1.1±0.1	3.2±0.7	8.1±0.4	0.9±0.1	3.8±0.2
TrFresh	עליון	0	0	0	1.3±0.4	2.9±0.4	7.3±0.6	0.9±0.1	3.8±0.2
לאחר 8 ימים ב-1 מ"צ + 3 ימים ב-8 מ"צ (חיקוי משלוח ימי ויבשתי)									
בקורת	עליון	0	0	0	1.7±0.1	3.4±0.7	7.9±0.8	1.0±0.1	3.3±0.1
TrFresh	עליון	0	0	0	1.7±0.1	3.6±0.6	7.6±0.7	0.9±0.1	3.6±0.2
	אמצעי	0	0	0	1.7±0.1	3.9±0.5	7.8±0.6	1.0±0.1	3.6±0.2
	תחתון	0	0	0	1.7±0.2	4.0±0.5	7.9±0.1	1.1±0.1	3.2±0.2
לאחר 8 ימים ב-1 מ"צ + 3 ימים ב-8 מ"צ + 3 ימים ב-8 מ"צ (חיקוי שיווק על מדף מקורר)									
בקורת	עליון	7.3±1.7	5.5±1.2	12.8	3.0±0.3	4.3±0.5	6.8±0.3	0.9±0.1	2.3±0.2
TrFresh	עליון	4.4±3.5	0	4.4	2.9±0.1	4.2±0.5	7.4±0.4	1.0±0.1	2.9±0.4
	אמצעי	0	0	0	3.5±0.2	4.0±0.4	7.7±0.6	1.1±0.1	3.5±0.2
	תחתון	0.7±1.4	0	0.7	3.1±0.2	4.6±0.6	8.3±0.9	1.1±0.1	3.1±0.2
לאחר 8 ימים ב-1 מ"צ + 3 ימים ב-8 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ (חיקוי שיווק על מדף לא מקורר)									
בקורת	עליון	23.3±7.0	2.1±4.0	25.4	3.3±0.4	4.9±0.5	8.0±0.9	0.8±0.1	1.6±0.3
TrFresh	עליון	5.3±4.5	5.0±4.3	10.3	3.4±0.2	4.2±0.5	6.8±0.3	0.8±0.1	2.4±0.3
	אמצעי	1.1±2.2	0	1.1	2.8±0.2	4.5±0.4	7.4±0.5	0.9±0.1	3.3±0.3
	תחתון	1.7±2.2	0	1.7	2.8±0.3	4.8±0.5	8.4±0.6	1.1±0.1	2.6±0.2

כצפוי, תוצאות טובות יותר נתקבלו בתנאי המדף המקורר. בקבוצה זו, התות שאוחסן קודם לכן באמצע המשטח Transfresh כלל לא הראה רקבונות, מול שיעור הרקבון של כמעט 13% בבקורת. הניסוי הראה כי למרות שעטיפת ה-Transfresh סולקה לאחר ההובלה הימית, השפעת האווירה המתואמת מגנה על התוצרת עד כדי השלב של חיי מדף. השיטה אומצה ע"י חברת אגרקסקו ומיושמת להובלת תות שדה לחו"ל בהובלה ימית.

אריזות באווירה מתואמת אקטיבית ברמה של קרטון: בדיקת יעילות

הניסוי נערך בדצמבר 2008-ינואר 2009 במחלקה לאחסון, מרכז וולקני תוך שיתוף פעולה עם חברת ייצוא TBP וחברת אריזות Stepac. חומר צמחי: תות שדה מזן הדס; מקום גידול: קלנסוואה. הניסוי כלל טיפולים כדלהלן:

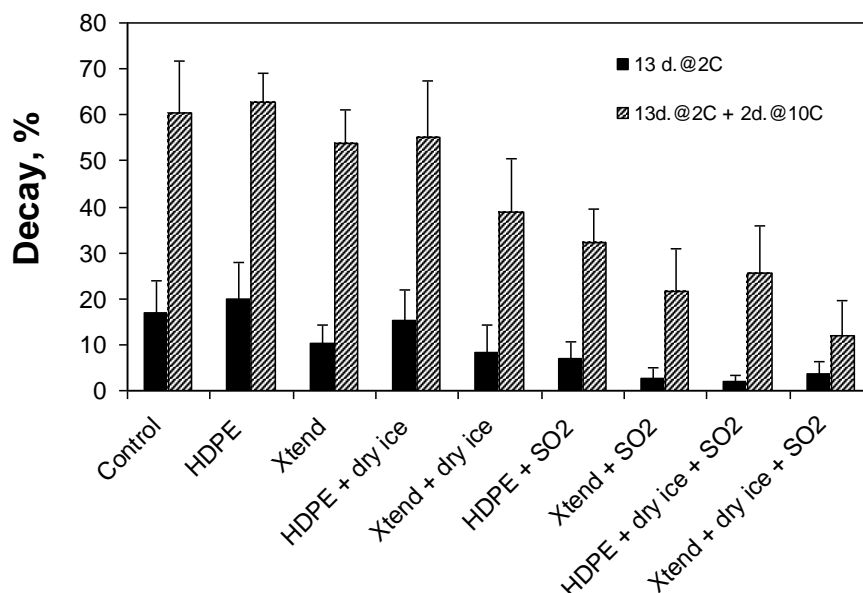
1. אריזות קרטון רגילות ללא אווירה מתואמת (ביקורת 1 – ללא אווירה מתואמת)
2. אריזות קרטון + בטנות Xtend (ביקורת 2 – אווירה מתואמת "פסיבית")
3. אריזות קרטון + בטנות פוליאטילן צפוף (פ"צ)
4. אריזות קרטון + בטנות Xtend + קרח יבש
5. אריזות קרטון + בטנות פוליאטילן צפוף (פ"צ) + קרח יבש
6. אריזות קרטון + בטנות Xtend + נייר SO₂
7. אריזות קרטון + בטנות פוליאטילן צפוף (פ"צ) + נייר SO₂
8. אריזות קרטון + בטנות Xtend + קרח יבש + נייר SO₂
9. אריזות קרטון + בטנות פוליאטילן צפוף (פ"צ) + קרח יבש + נייר SO₂

כל טיפול כלל 3 קרטוני ייצוא מסחריים של תות שדה המכילים 4.8 (12 אריזות קמעוניות של 400 גר' בשתי שכבות של 6 אריזות בשכבה), בסה"כ 140 ק"ג תות.

התוצרת אחסנה למשך 11-12 יום ב-2-1 מ"צ (חיקוי להובלה ימית) + יומיים ב-5 מ"צ (חיקוי להובלה יבשתית). לאחר מכן האריזות נפתחו ונערכו בדיקת איכות הפרי בחצי מהאריזות הקמעוניות מכל קרטון. הבטנות הוסרו בתקופת חיי מדף. האריזות הקמעוניות (החצי השני מכל קרטון) הועברו ל-10 11 מ"צ (חיקוי למדף מקורר) ואוחסנו למשך יומיים. נערכו בדיקת איכות הפרי בסוף חיי המדף. במהלך האחסון נבדקו הרכב האווירה בתוך האריזות, כולל ריכוזים של חמצן, CO₂, אתנול, אצטאלדהיד ואתיל אצטט. רמות טיפוסיות של פד"ח באריזות במהלך האחסון בקור: ללא הוספת קרח יבש 2-3% בשני סוגי הבטנות; 4-6% בבטנות פ"צ בתוספת קרח יבש; 6-8% בבטנות Xtend בתוספת קרח יבש.

תוצאות הניסוי הוצגו באיור 3. אריזה בבטנות פוליאטילן בעובי של 10 מיקרון ללא חרור, עם או בלי תוספת קרח יבש, לא הפחיתה את שיעור הריקבון. אריזה בבטנות Xtend בעלות מיקרופרפורציה הפחיתה במקצת את שיעור הריקבון, במיוחד בשילוב עם תוספת פד"ח (קרח יבש). אולם, עדיין שיעור הריקבון היה גבוה מדי, כך שהתוצרת בסוף חיי הדף לא הייתה ראויה לשיווק. תוספת של נייר כימי המשחרר SO₂ הפחית בצורה ניכרת את שיעור הריקבון, הן בבטנות פוליאטילן צפוף והן ב-Xtend, כאשר ל-Xtend היה יתרון מסוים בהשוואה לפ"צ. יחד עם זאת. הטיפול השפיע בצורה שלילית על טריות עלי הגביע. שילוב של בטנות Xtend עם נייר SO₂ או שילוב משולש של שני סוגי הבטנות עם יצרני ה-SO₂ ו-CO₂ הראו תוצאות מבטיחות בסוף תקופת האחסון (ההובלה) בקור, לפני חיי המדף רק שילוב משולש של בטנות Xtend עם יצרני ה-SO₂ ו-CO₂ נתן תוצאות מעודדות בסוף חיי המדף. אולם, יש לציין כי פילו במקרה הזה שיעור הריקבון, למרות שהיה פי-6 נמוך מהביקורת, היה גבוהה מדי מבחינה מסחרית (כ-10% ריקבון). נמצאה שונות גבוהה בטיפול הזה כאשר שני קרטונים מתוך שלושה

הראו תוצאות סבירות (3-4% ריקבון בסוף חיי המדף, כאשר הקרטון השלישי היה גרוע בהרבה כ-29% ריקבון). סיבות לשונות הגדולה הזאת דורשות מחקר נוסף. אף אחד מהטיפולים לא גרם להיווצרות ריח לוואי דוחה בפירות.



איור 3. השפעת שיטות האריזה על שיעור הריקבון בתות שדה לפני ואחרי חיי מדף ב-10 מ"צ.

השפעת חומרי האריזה הפולטים SO₂ וטיפול מגאייר על השתמרות התות

היות ותוספת חומר האריזה הפולט SO₂ נמצאה יעילה לשיפור השתמרות התות בניסוי שמתואר לעיל, בחינת הגישה הזאת נמשכה בעונת החורף 2009/2010. הניסוי נערך עם התות מזן רותמי בשיתוף פעולה עם חב' TBP וכלל טיפולים כדלהלן:

1. אריזות קרטון ללא אווירה מתואמת (ביקורת)
2. אריזות קרטון + בטנה פולטת SO₂ מחוררת (INTELLIPAK)
3. אריזות קרטון + עטיפת PVC stretch**
4. אריזות קרטון + נייר פולט SO₂ (GRAPAGE*) + עטיפת PVC stretch
5. אריזות קרטון + בטנה מחוררת (INTELLIPAK) + עטיפת PVC stretch
6. אריזות קרטון + טיפול מגאייר 24 ש' + עטיפת PVC stretch

טיפול "מגאייר" הינו טיפול חדשני הכולל ערפול בתרכובות כלור פעיל אשר הוכיח את יעילותו כאמצעי לקטילת מיקרואורגניזמים באוויר וחיטוי חדרי קירור וסוגי תוצרת שונים. התות אוחסן למשך 6 ימים ב-1-2 מ"צ (חיקוי להובלה ימית) + יום נוסף ב-5 מ"צ (חיקוי להובלה יבשתית). לאחר מכן האריזות נפתחו ודוגמאות התוצרת אוחסנו למשך עד 4 ימים בתנאי חיי מדף ב-12 מ"צ (חיקוי למדף מקורר), עם בדיקות איכות כעבור 1, 3 ו-4 ימי מדף.

טבלה 4. השפעת אריזות פולטות SO₂ וטיפול מגאייר על השתמרות תות שדה מהזן רותמי

לאחר יום אחד של חיי המדף, שיעור הריקבון היה נמוך יחסית בכל הטיפולים כולל ביקורת (טבלה 4).

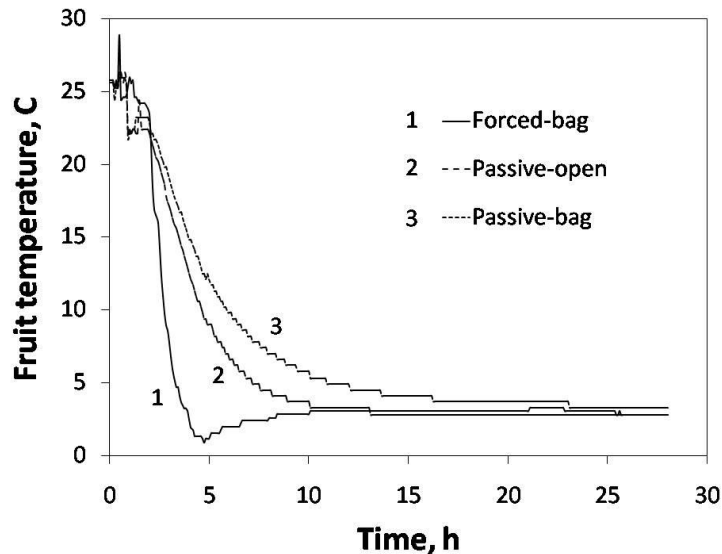
טיפול	בוטריטיס %	ריזופוס %	סה"כ ריקבון %	מדד צריבה מ-0 (אין) עד 3 (חמור)	עלי גביע מ-1 (רענן) עד 5 (חום)
לאחר 7 ימי אחסון בקירור + יום אחד של חיי מדף					
ללא אווירה מתואמת	1.0±2.0	1.1±2.2	2.1±2.8	0.03±0.07	2.2±0.2
בטנת INTELLIPAK	2.7±3.5	0.0±0.0	2.7±3.5	0.06±0.06	2.2±0.1
עטיפת PVC	0.9±1.8	2.2±2.8	3.1±4.1	0.00±0.00	2.1±0.2
נייר PVC+GRAPAGE	2.8±3.3	2.8±4.9	5.6±5.4	0.05±0.06	2.8±0.1
PVC+INTELLIPAK	1.1±2.2	0.0±0.0	1.1±0.0	0.73±0.25	2.3±0.2
מגאייר + PVC	2.2±2.9	0.0±0.0	2.2±2.9	0.00±0.00	3.8±0.2
לאחר 7 ימי אחסון בקירור + 3 ימים של חיי מדף					
ללא אווירה מתואמת	2.9±2.7	19.5±7.4	22.4±7.1	0.00±0.00	1.7±0.1
בטנת INTELLIPAK	7.2±4.8	42.4±9.3	49.6±7.6	0.05±0.09	1.9±0.1
עטיפת PVC	18.5±12.9	39.4±14.2	57.9±10.5	0.00±0.00	1.8±0.1
נייר PVC+GRAPAGE	9.4±6.1	25.7±9.7	35.2±11.1	0.15±0.13	2.3±0.1
PVC+INTELLIPAK	24.4±11.4	7.1±5.9	31.5±11.0	0.77±0.24	2.3±0.1
מגאייר + PVC	21.3±10.5	17.2±9.6	38.5±10.4	0.04±0.03	2.4±0.1

אולם, בחלק מהטיפולים התות המטופל הראה כבר בשלב הזה סימני נזק פיטוטוקסי, על עלי הגביע (בטיפול מגאייר) או על הפרי עצמו (בעיקר באריזה משולבת של בטנת INTELLIPAK ועטיפת PVC). כעבור יומיים נוספים של חיי מדף, שיעור הריקבון בכל הטיפולים היה באופן בולט יותר גבוה מהביקורת, אם כי ההבדל לא תמיד היה מובהק סטטיסטית עקב שונות גבוהה בין הדוגמאות. בתנאים שנבחנו הניסוי לא גילה השפעה חיובית של הטיפולים על השתמרות התות, ככל הנראה בגלל השפעתם הפיטוטוקסית. יחד עם זאת, יתכן ואופטימיזציה של הטיפולים עשויה להביא לתוצאות חיוביות.

קירור מהיר של תות שדה בתוך אריזות פלסטיק

יישום אווירה מתואמת בתות שדה מוגבל בין היתר בגלל הקשיים של קירור הפרי הארוז בתוך יריעה פלסטית. בעבודה זאת נבחנה האפשרות של קירור התות הנמצא כבר בתוך האריזה הפלסטית. לשם כך, אריזת קרטון מסחרית המכילה סלסלות פלסטיק מחוררות עם הפרי נארזה בתוך שקית פוליאטילן אשר חוברת למתקן השואב אוויר מתוך האריזה. בקצה השני של השקית נעשו פתחים, וחירור הסלסלות שונה כדי לכוון את זרם האוויר דרך הסלסלות. המתקן הופעל למשך 4 שעות בתוך חדר קירור של 1 מ"צ, ולאחר מכן הפתחים נאטמו והקרטון הועבר לתהליך אחסון רגיל (5 ימים ב-3 מ"צ + יומיים ב-10 מ"צ). דוגמאות הביקורת עברו את אותה מסלול האחסון עם או בלי עטיפה פלסטית, אך ללא שאיבת האוויר. מעקב אחרי טמפרטורת הפרי ואיכותו הראה כי הזרמת האוויר הקר

לתוך הקרטון אפשרה קירור מהיר של הפרי ובסוף התהליך שפרה את השתמרות הפרי (איור 4). לעומת זאת, עטיפת פוליאתילן ללא הזרמת אוויר קר עיכבה את מהלך קירור הפרי בהשוואה לאריזת הקרטון הפתוחה. כתוצאה מכך בתוך הקרטון העטוף שלא קורר היטב ולא מוגן ע"י אוויר מתואמת אקטיבית, נוצרו תנאים מעודדים את התפתחות הריקבון. בסוף האחסון בקרטון הפתוח שיעור הריקבון היה כ-8.5%, בקרטון העטוף ללא קירור מהיר כ-18%, אך רק כ-6% בקרטון עם אותו סוג העטיפה שעבר את הקירור המהיר. בהמשך העבודה ניתן יהיה לפתח פתרונות טכניים ליישום שיטת הקירור המהיר בשילוב עם שיטת הקרח היבש המתוארת בסעיף הקודם.



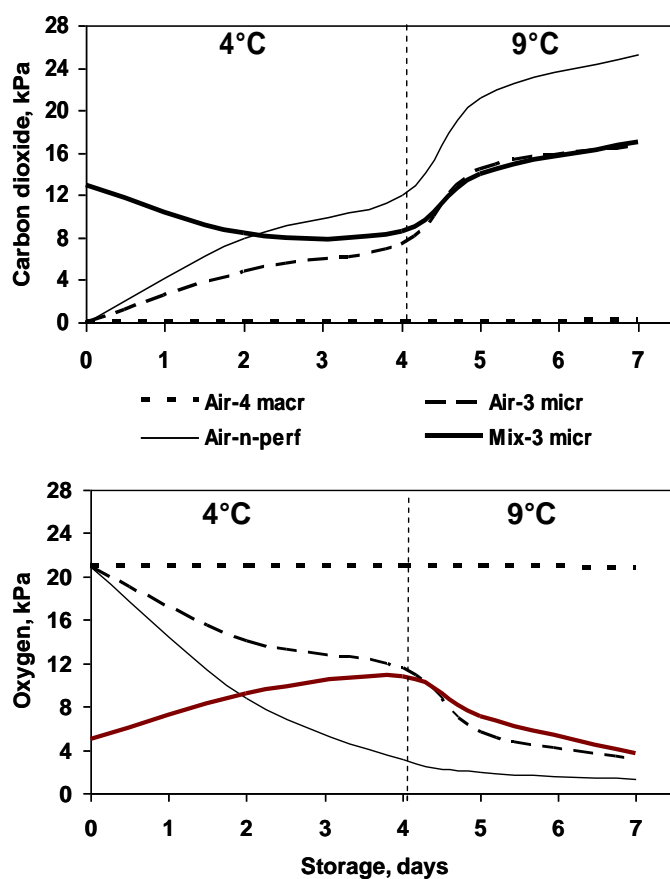
איור 4. השפעת הזרמת האוויר לתוך קרטון עטוף בפוליאתילן על טמפרטורת הפרי במהלך האחסון

אריזה קמעונית

בעבודה זו פרי תות שדה נארז בתוך אריזות קמעוניות (מגשיות PETE) מולחמות ביריעה פלסטית עם או בלי מיקרופורציה (חירור לייזר מזערי בקוטר 50-100 מיקרון). אריזות הביקורת הולחמו ביריעה בעלת מאקרופורציה (4 חורים בקוטר של 5 מ"מ). הלחמת האריזות נעשתה במכונת האריזה ILPRA Food Basic בתוספת תערובת גזים של 13% פד"ח + 5% חמצן (אווירה מתואמת אקטיבית) או ללא הוספת התערובת, עם אוויר רגיל כהרכב האווירה ההתחלתי (אווירה מתואמת פסיבית). הפרי אוחסן בתנאי הדמיה להובלה אווירית והובלה ימית.

בדיקת הרכב האווירה בתוך האריזות (איור 5) גלתה כשילוב של אווירה מתואמת אקטיבית וחירור לייזר במינון מיטבי מאפשר שמירה על הרכב האווירה בתחום המיטבי: פד"ח 8 עד 15%, וחמצן 4 עד 11%. הרכב האווירה הזה עיכב את התפתחות הפתוגנים ובו-זמנית לא גרם למחסור בחמצן והיווצרות טעם לוואי אפילו כאשר האריזות נחשפו לטמפרטורה גבוהה בחיי מדף (טבלה 5). לעומת זאת, באווירה מתואמת פסיבית הצטברות הפד"ח עד הרמה היעילה לקחה יומיים (באריזה ללא חורים) עד

4 ימים (ביריעה בעלת מיקרופורציה). העברה לחיי מדף גרמה לקלקול טעם באריזות לא מחוררות או בעלות חירור נמוך (1 חור).



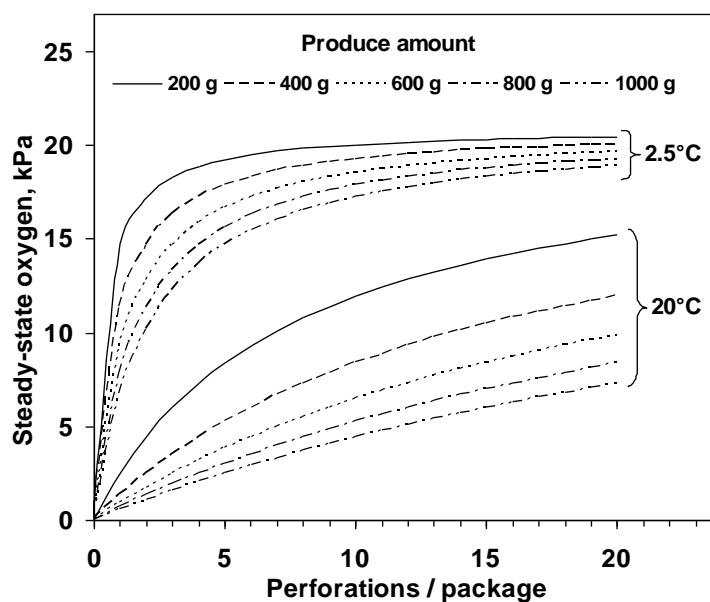
איור 5. הרכב האווירה במהלך האחסון ובחיי מדף בתוך אריזות קמעוניות של תות שדה מסוגים שונים. מקרא: Air - אווירה מתואמת פסיבית; Mix - אווירה מתואמת אקטיבית; 4 macr - חירור מאקרו; 3 micr - חירור מיקרו; n-perf - ללא חירור

בנוסף לניסויים אמפיריים, נעשתה עבודה על שימוש במודל מתמטי (2) לצורך אופטימיזציה של מבנה האריזה הקמעונית על מנת להשיג השתמרות מיטבית ללא פגיעה באיכות הפרי. שימוש במודל מאפשר לחזות את השפעת כמות התוצרת ופרמטרים של האריזה (מידת חירור, עובי ושטח היריעה, נפח חופשי וכד') על הרכב האווירה בתוך האריזה (איור 6).

טבלה 5.

השפעת אריזה קמעונית באווירה מתואמת אקטיבית או פסיבית עם מידות חירור שונות על איכות תות שדה לאחר אחסון לפרקי זמן שונים

טעם, מ-1 (גרוע) עד 5 (מצויין)	מראה כללי, מ-1 (גרוע) עד 5 (מצויין)	שיעור ריקבון, %	חירור		אווירה התחלתית
			מספר חורים	קוטר	
לאחר 4 ימים ב 4-5 מ"צ + 3 ימים ב-10 מ"צ					
3.5	2.3	16.7	4	מאקרו (5 מ"מ)	אוויר
2.0	3.2	5.6	1	מיקרו (כ-70 μ)	אוויר
3.0	2.9	11.1	3	מיקרו (כ-70 μ)	אוויר
2.0	3.7	0	1	מיקרו (כ-70 μ)	תערובת
3.0	3.7	0	3	מיקרו (כ-70 μ)	תערובת
לאחר 4 ימים ב 4-5 מ"צ + 6 ימים ב-10 מ"צ					
3.0	1.0	77.8	4	מאקרו (5 מ"מ)	אוויר
1.7	3.0	5.6	1	מיקרו (כ-70 μ)	אוויר
2.5	2.0	22.2	3	מיקרו (כ-70 μ)	אוויר
1.5	3.2	0	1	מיקרו (כ-70 μ)	תערובת
2.8	2.6	10.1	3	מיקרו (כ-70 μ)	תערובת



איור 6.

השפעת כמות התוצרת, מידת חירור וטמפרטורת האחסון על ריכוז החמצן באריזות תות שדה קמעוניות: חיזוי של מודל מתמטי

דיון ומסקנות

המחקר הראה כי ניתן להשיג פתרונות לבעיות המגבילות את משלוח התות בהובלה ימית על ידי שימוש באריזה באווירה מתואמת אקטיבית בגדלים שונים: אריזות משטח, אריזות קרטון או מספר קרטונים, ואריזות קמעוניות. נמצא כי למרות שאריזות ה-Transfresh מסולקת מהפרי לאחר ההובלה הימית השפעתן החיובית נמשכת עד כדי חיי מדף, ככל הנראה עקב עיכוב הפתוגנים בשלבים ראשוניים של המשלוח. התוצאה העיקרית של העבודה היא אימוץ של שיטת ה-Transfresh על ידי חב' אגרסקו כאמצעי למשלוח תות שדה לייצוא בהובלה ימית. הודות לטכנולוגיה זאת החברה מתכננת להעביר השנה כ-60% ממשלוח התות להובלה ימית, בהשוואה ל-15% באמצע שנות ה-2000 (4). כמו כן, השיטה של אריזת התות באריזות קמעוניות מולחמות מיושמת ע"י החברה. נבדקת האפשרות ליישום אווירה מתואמת אקטיבית באריזות קמעוניות בעלות מיקרופורציה במשלוח התות. כמו כן, נמצאה דרך נוספת להעשרת האווירה בפד"ח: שימוש בקרח יבש במקום הזרמת פד"ח גזי במתקני Transfresh. הגישה הזאת עשויה להיות שימושית, בפרט כאשר מדובר באריזות בנפח בינוני.

שיטת קירור התוצרת בתוך אריזה פלסטית עשויה לתת פתרון לבעיה קשה שמגבילה את יישום האווירה המתואמת. אולם, יש להמשיך בעבודה בכיוון זה כדי לפתח פתרונות טכניים לחיבור של מספר יחידות אריזה בו-זמנית למתקן שאיבה/סחרור האוויר. שילוב של הגישה הזאת עם שימוש בקרח יבש כמקור הפד"ח נראה לנו כאופציה מעניינת.

הוספת חומרי אריזה משחררים SO_2 נתנה בהתחלה תוצאות מעודדות אך נתקלה בבעיית ההשפעה הפיזיולוגית הפוגעת בפרי. יתכן וניתן להתגבר על הקשיים הללו על ידי ואופטימיזציה של תנאי הטיפול. הגישה הזאת מיושמת ביעילות רבה במשלוח הענבים. כמו כן, טיפול המגאייר הראה יעילות במבחנים הקדמיים. יתכן וניתן יהיה לנצל את הצדדים החיוביים שלו מבלי לגרום נזק לתוצרת. בפרט קיים פוטנציאל ליישום הטכניקה הזאת לניקוי וחיטוי אוויר בחדרי קירור ובמכולות על מנת להפחית את סיכוני האילוח המשנה של התוצרת.

העבודה ראתה השפעה של שיטת גידול התות וטיפול לפני הקטיפה על השתמרות התוצרת. להדברה ביולוגית יש פוטנציאל לשפר את השתמרות התות מבלי להשתמש בחומרי הדברה כימיים. אולם, יש ראיות כי גורמי השיווק והצרכנים באירופה מתייחסים לטיפול הזה בחשדנות מסוימת. הושג שיפור בכושר השתמרות התות על ידי גידול תחת יריעות תרמיות במחצית הראשונה של העונה. אולם, בהמשך העונה הנטייה התהפכה, יתכן ובגלל שינויי מזג האוויר. היות ואותו המבנה צפוי לשמש לגידול התות לאורך כל העונה, הממצאים אינם מעודדים כדרך אפשרית לשיפור השתמרות התות המיועד למשלוח ימי. יש לציין כי רוב התות בארץ גודל במנהרות נמוכות. היות והשיטה הזאת מאפשרת הסרת הפלסטיק בהתאם לתנאי מזג האוויר יתכן ויישום יריעות תרמיות במקרה כזה יביא לתוצאות חיוביות יותר. מבחן כזה מתוכנן ע"י שה"ם בהשתתפותנו.

1. Barkai-Golan, R. (2002). An annotated check-list of postharvest fungal diseases of fruits and vegetables in Israel. ARO, Bet Dagan, Israel, 125 pp.
2. Fishman, S., Rodov, V., and Ben-Yehoshua, S. (1996). Mathematical model for perforation effect on oxygen and water vapor dynamics in modified-atmosphere packages. *J. Food Sci.* 61: 956-961.
3. Harvey J.M. (1982). CO₂ atmosphere for truck shipment of strawberries. In: D.G. Richardson and M. Meheriuk, eds., Proc. Symp. Controlled Atmos. for Storage and Transport of Perishable Agr. Commod. Oreg. State Univ., School of Agr., Symp. Ser. No.1, p. 359-365. Timber Press, Beaverton, OR.
4. Joyce, T. (2010). Agrexco tackles obstacles. Eurofruit Magazine, January 2010, N° 425.
5. Kader, AA (1991). Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. In: The Strawberry into the 21st Century-Proc. 3rd North-American Strawberry Conf., Houston, Texas, 14-16 February, 1990. pp. 145-152
6. Karabulut, O. A., Tezcan, H., Daus, A. Cohen, L., Wiess, B and Droby, S. (2004) Biological control of preharvest and postharvest rots in strawberries by *Metschnikowia fructicola*. *Biocontrol Science and Technology* 14(5): 513-521
7. Karabulut, O.A., Smilanick, J. L., Gabler, F. M, Mansour M., and Droby S. (2003). Near-harvest applications of *Metschnikowia fructicola*, ethanol, and sodium bicarbonate to control postharvest diseases of grape in central California. *Plant Disease* 87:1384-1389
8. Larsen, M (1994). Flavour changes in strawberries packed in modified atmospheres. *Acta Horticulturae* 368: 78-82
9. MacLeod, R. (1999). Economic impact of postharvest treatments. *Postharvest Perishables Quarterly*, 97:14-15
10. Mokkila, M, Lamberg, AL, Hakkinen, U, Kinnunen, A, Latva-Kala, K, and Ahvenainen, R (1999). The effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of strawberries. In: Agri Food Quality II: quality management of fruits and vegetables from field to table, Turku, Finland, 22-25 April, 1998. pp. 167-170
11. Steen, C van-der, Jacxsens, L, Devlieghere, F, and Debevere, J (2002). Combining high oxygen atmospheres with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries. *Postharvest Biol. Technol.* 26(1): 49-58

הבעת תודה

בנוסף לאנשים ששמותיהם מופיעים בדף השער, במהלך ביצוע הפרויקט מספר שותפים נוספים תרמו את חלקם לעבודה. אנו מודים על שיתוף הפעולה למר אילן שמעוני (חב' TBP), למדריכי שה"מ מר מוחמד אבו-טואמה ומר רוני אמיר, לד"ר דפנה בלצינסקי וד"ר מרדכי קרן-צור (חב' אגרו-גריין) ולמר יהודה רייכמן (אגרקסקו).

פרסומים בנושא הדו"ח

חלק מתוצאות המחקר הוצגו בכנס בינלאומי בנושא איכות תוצרת חקלאית טרייה בתאילנד ובכנס לחקר אווירה מבוקרת ומתואמת בטורקיה ופורסמו בחוברות הכנסים. פרסומים בעיתונות מבוקרת בנושא נמצאים בשלבי הכנה.

Rodov, V., Horev, B., Goldman, G., Vinokur, Y., and Fishman, S. (2007). Model-driven development of microperforated active modified-atmosphere packaging for fresh-cut produce. *Int. Conf. on Quality Management of Fresh-Cut Produce*, Bangkok, Thailand (S. Kanlayanarat, P.M.A. Toivonen and K.C, Gross, eds). *Acta Horticulturae* 746, pp. 83-88

V. Rodov, Y. Vinokur, B. Horev, G. Goldman, and S. Fishman (2009). Microperforated active modified-atmosphere packaging (MAMA packaging) – a paradoxical approach to extend life of fresh produce – in 10th International CA&MA Research Conference, 04-07 April 2009, Antalya, Turkey, p. 28.

<p>מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתכנית העבודה.</p> <p>יעד הפרויקט הוא לפתח דרכים לשיפור השתמרות התות בעזרת אווירה מתואמת על מנת לאפשר הובלתה לשוקי יצוא דרך הים. על מנת להשיג את היעד המחקר נערך בשלושה כיוונים: (א) בחינת השפעה של תנאי הגידול וטיפולי לפני הקטיף על השתמרות התות; (ב) בחינת יעילות אריזות משלוח המבוססות על עיקרון האריזה באווירה מתואמת אקטיבית, כלומר מילוי האריזה בתחילת משלוח/אחסון בתערובת גזים בהרכב מיטבי; ו-ג) פיתוח אריזות קמעוניות השומרות על איכות הפרי לאורך כל שרשרת ההספקה עד בית הלקוח.</p>
<p>עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.</p> <p>(1) שילוב של הדברה ביולוגית בשדה בתכשיר השמר עם אריזה באווירה מתואמת אקטיבית לאחר הקטיף הפחית את שיעור הריקבון בתות; (2) גידול התות בחממות מכוסות ביריעות פלסטיק "תרמיות" שיפר בצורה ניכרת את השתמרות התות במחצית הראשונה של עונת הקטיף, אך הגביר את שיעור הריקבון בהמשך העונה; (3) נמצא כי שימוש באריזות משטח בשיטת Transfresh משפר בצורה ניכרת את השתמרות התות ולפי כך מאפשר הובלתו הימית; (4) אווירה מתואמת אקטיבית ברמת קרטון על בסיס הוספת קרח יבש נתנה תוצאות מעודדות בשילוב עם חומרים שפולטים SO₂. אולם המשך העבודה גילה פוטנציאל להשפעה פיטוטוקסית של יצרני ה-SO₂; (5) פותחה גישה לקירור באוויר מאולץ של התות בתוך אריזות משלוח פלסטיות; (6) פותחה אריזה קמעונית בעלת מיקרופורציה המאפשרת שימוש באווירה מתואמת אקטיבית תוך שמירה על טעם הפרי; (7) נמצא כי שימוש במודל מתמטי מאפשר חיזוי הרכב האווירה בתוך האריזה על מנת להשיג השתמרות מיטבית ללא פגיעה באיכות הפרי.</p>
<p>המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.</p> <p>התוצאה העיקרית של העבודה היא אימוץ של שיטת ה-Transfresh על ידי חבי אגרסקו כאמצעי למשלוח תות שדה לייצוא בהובלה ימית. הודות לטכנולוגיה זאת החברה מתכננת להעביר השנה כ-60% ממשלוח התות להובלה ימית, בהשוואה ל-15% לפני שנים ספורות.</p>
<p>הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה.</p> <p>הוספת חומרי אריזה משחררים SO₂ וטיפול מגאייר נתנו בהתחלה תוצאות מעודדות אך נתקלה בבעיית ההשפעה הפיטוטוקסית הפוגעת בפרי. יתכן וניתן להתגבר על הקשיים הללו על ידי ואופטימיזציה של תנאי הטיפול. כמו כן, גידול תחת יריעות תרמיות כאמצעי לשיפור השתמרות התות דורש בדיקה במערכות גידול אחרות (מנהרות נמוכות).</p>
<p>האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח.</p> <p>חלק מתוצאות המחקר הוצגו בכנס בינלאומי בנושא איכות תוצרת חקלאית טרייה בתאילנד ובכנס לחקר אווירה מבוקרת ומתואמת בטורקיה ופורסמו בחוברות הכנסים. פרסומים בעיתונות מקצועית בעברית ובאנגלית בנושא נמצאים בשלבי הכנה.</p>
<p>פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח (סמן אחת מהאופציות)</p> <p style="text-align: right;"> <input type="radio"/> רק בספריות <input checked="" type="radio"/> ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) <input type="radio"/> חסוי – לא לפרסום </p>