



1999-2001

תקופת המחקר:

416-0436-01

קוד מחקר:

Subject: STUDY OF BIOLOGY OF TEXTURE FOR
QUALITY ASSURANCE OF DATES

Principal investigator: ILAN SHOMER

Cooperative investigator:

Institute:

שם המחקר: למוד מנגנוני נזק מבניים -
מרקמיים ביולוגיים להבטחת איכות תמרים

חוקר ראשי: אילן שומר

חוקרים שותפים:

מוסד:

תקציר

התרחבות ניכרת של מטעי תמר הזן מגיהול מביאה לכמויות הולכות וגדלות של פרי ולכן, נוצרים קשיי שיווק של כלל היבול בסמוך לעונת הגדיד (הנמשכת כחודשיים), דבר המחייב פריסת משלוחי הפרי לאורך כל השנה.

פרי שלא משווק בסמוך לעונת הגדיד משומר בהקפאה, אך נזקי קפיאה המתהווים במשך תקופה של כ- 4-5 חודשי שימור, גורמים לפסילת פרי, המבוקש כ"עסיסי". נזקים אלה הביאו למחקר זה שמטרתו לפתח ידע להבטחת איכות גבוהה מאד של פירות תמר מגיהול עסיסיים המשומרים בהקפאה, שיאפשר יצוא במשך כל חודשי השנה תוך שמירת המוניטין של הפרי הישראלי.

כיווני מחקר משלימים כללו לימוד נזקי מירקם ומבנה, תנועת מומסים, גורמי הנזק וזהו ככתמים בהירים על פני הפרי וזהו כצברים גבישיים של סוכר מסיס ופקטין. לימוד מנגנון הנזק הראה שקיימת תנועת מומסים איטית מהתאים אתירי הסוכר אל חללים בינתאיים באזור שבין האקסוקרפ והמזוקרפ. נמצא שהנזק הוא תוצאה של פגיעה בלתי הפיכה בתפקוד ממברנות התאים. וזהו משטרי הקפאה המונעים פגיעה בממברנות התאים ובהתהוות הנזק לפרי ואותרו תנאי שימור המבטיחים ממברנות יציבות ואיכות גבוהה של פרי ליצוא באיכות הפרי הטרי למשך שנה ויותר.

הממצאים של כיווני הלימוד המשלימים הביאו לניסויים לבחינת משטרי הקפאה במודל קדם תעשייתי שבהם התקבלו פירות איכותיים ברמת הפרי הטרי לייצוא. כמו כן נמצא שפירות אלה הם בעלי חיי מדף ררוכים של עד 6-8 שבועות. נמצא שדרושים משטרי הקפאה ייחודיים לפירות הנדגמים במועדים שונים לאורך עונת הגדיד, כפי שהדבר מתבטא בחיוניות הממברנות בהקשר לאיכות הפרי המשומר. חיוני המשך מחקר הן להבטחת כדאיות הייצור בהתאם למצב הפיזיולוגי של הפרי במועד דיגום הפרי לאורך עונת הגדיד והן להבטחת חיי המדף לאחר ההוצאה מהקפאה והאריזה.

דו"ח סופי בנושא :

למוד מנגנוני נזק מבניים - מירקמיים ביולוגיים להבטחת איכות תמרים (01-0436-416)

Study of structural-textural biological injury mechanisms for dates' quality assurance

מוגש לקרן המדען הראשי - משרד החקלאות ולאירגון הדיקלאים

על ידי

חמוטל נאורי*, גדעון זיו*, אמנון גרינברג*, לוצקי בלה*, סילבי לוי*
טטיאנה יפרמוב**, ויקטור רודוב** ואילן שומר**

*תחנת נסיונות ערבה דרומית; ** מינהל המחקר החקלאי

Ilan Shomer, Tatiana Yepremov – ARO, The Volcani Center, ilan@agri.gov.il
Hamutal Borochoy-Neori, Silvie Levi, Gideon Ziv – R&D Arava,
hamutalneori@ardom.ardom.co.il
יוני 2002

תמוז תשס"ב

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

תקציר

התרחבות ניכרת של מטעי תמר הזן מגיהול מביאה לכמויות הולכות וגדלות של פרי ולכן, נוצרים קשיי שיווק של כלל היבול בסמוך לעונת הגדיד (הנמשכת כחודשיים), דבר המחייב פריסת משלוחי הפרי לאורך כל השנה.

פרי שלא משווק בסמוך לעונת הגדיד משומר בהקפאה, אך נזקי קפיאה המתהווים במשך תקופה של כ- 4-5 חודשי שימור, גורמים לפסילת פרי, המבוקש כ"עסיסי". נזקים אלה הביאו למחקר זה שמטרתו לפתח ידע להבטחת איכות גבוהה מאד של פירות תמר מגיהול עסיסיים המשומרים בהקפאה, שיאפשר יצוא במשך כל חודשי השנה תוך שמירת המוניטין של הפרי הישראלי.

כיווני מחקר משלימים כללו לימוד נזקי מירקם ומבנה, תנועת מומסים, גורמי הנזק וזהו ככתמים בהירים על פני הפרי וזהו כצברים גבישיים של סוכר מסיס ופקטין. לימוד מנגנון הנזק הראה שקיימת תנועת מומסים איטית מהתאים אתירי הסוכר אל חללים בינתאיים באזור שבין האקסוקרפ והמזוקרפ. נמצא שהנזק הוא תוצאה של פגיעה בלתי הפיכה בתפקוד ממברנות התאים. זהו משטרי הקפאה המונעים פגיעה בממברנות התאים ובהתהוות הנזק לפרי ואותרו תנאי שימור המבטיחים ממברנות יציבות ואיכות גבוהה של פרי ליצוא באיכות הפרי הטרי למשך שנה ויותר.

הממצאים של כיווני הלימוד המשלימים הביאו לניסויים לבחינת משטרי הקפאה במודל קדם תעשייתי שבהם התקבלו פירות איכותיים ברמת הפרי הטרי לייצוא. כמו כן נמצא שפירות אלה הם בעלי חיי מדף ררוכים של עד 6-8 שבועות. נמצא שדרושים משטרי הקפאה ייחודיים לפירות הנדגמים במועדים שונים לאורך עונת הגדיד, כפי שהדבר מתבטא בחיוניות הממברנות בהקשר לאיכות הפרי המשומר. חיוני המשך מחקר הן להבטחת כדאיות הייצור בהתאם למצב הפיזיולוגי של הפרי במועד דיגום הפרי לאורך עונת הגדיד והן להבטחת חיי המדף לאחר החוצאה מהקפאה והאריזה.

ב. מבוא - רקע מדעי ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח

גידול התמר מהזן מג'הול הוא אחד מענפי החקלאות הרווחיים ביותר והוא גורם כלכלי חשוב באזורי בקעת הירדן והערבה. היקף הגידול בישראל הגיע בשנת 1997 לכ-2,500 טון והתרחב בשנים האחרונות ל-כ-5,000 טון בשנה וצפוי להגיע לכ-10,000 טון תוך כמה שנים, רק מהיבול של השטחים שכבר נטועים. פדיון שווקי הייצוא הוא כ-26-28,000 שקל לטון ולפרי בעל איכות בינונית שאינו מיוצא כ-17.5-19,500 שקל לטון. ויותר מכך, החל מחודש פברואר, פדיון השיווק (לא לייצוא יותר) הוא 10-12,000 שקל לטון בלבד, כתוצאה מנזקי קפיאה.

גידול התמרים נמשך כחודשיים ולאחר מכן משלוח הפרי מתבצע בהתאם לדרישות שווקי הייצוא, לעיתים בסמוך למועד הגידול ולעיתים כמה חודשים לאחר מכן. לאור ההתרחבות הניכרת בכמויות הפרי המשווקות בארץ ובעולם צפויים קשיי שיווק בסמוך למועד הגידול, דבר שיחייב את פריסת השיווק לאורך כל השנה. הפרי משומר בהקפאה והבטחת איכות הייצוא שלו לאורך כל השנה מהווה גורם ראשון במעלה בכושר השיווק.

למרות פוטנציאל הייצוא הגבוה והמבטיח, קיימת מגבלת שיווק חמורה כתוצאה מאיכות ירודה מאוד לאחר שימור ממושך בהקפאה של הפרי המבוקש כ"עסיסי". השיטה הנהוגה כיום היא לשמר את הפרי שלא מיוצא מיד לאחר הגידול במיכלים בחדרי הקפאה בטמפרטורה של -18 מ"צ. לפני השיווק, הפרי המופשר ממזין ונאזל לשיווק. חלק מהפרי נפגם במהלך השימור בהקפאה ונפסל לייצוא כתוצאה מתופעות נזק כמו נזילת מוהל הפרי, השתלפחות, התפתחות כתמים לבנים, צבע לא אחיד ומראה דוחה. נזקי הקפיאה מתעצמים עם משך השימור בהקפאה וקיימים למעשה בכל הפירות לאחר 4-5 חודשי שימור. מצב זה גורם להפסדים כספיים מצטברים, כתוצאה מעלות שימור גבוהה גם לפני שנפסל לייצוא, כאשר באזורי גידול מסוימים כמות התוצרת הנפסלת ליצוא מהווה חלק ניכר מכמות הפרי המוקפא. כדי לאפשר ייצור רווחי, איכות התמרים חייבת לעמוד בתחרות עם התמרים מארצות אחרות, תוך הבטחת איכות גבוהה ואחידה לאורך כל חודשי השנה. מכאן, שמניעת נזקי השימור בהקפאה היא תנאי הכרחי לרווחיות הענף.

מנגנוני נזק מקפיאה של רקמות מאכל צמחיות - במרבית המוצרים המשווקים קפואים או מופשרים, הרקמה המשומרת בהקפאה מיועדת לחימום או בישול לפי הצריכה, ולכן נהוג לבצע התשה ביוכימית על ידי טיפול חום (חליטה) ובכך למנוע פעילות אנזימטית לא רצויה לאחר ההפשרה. פרי התמר ייחודי בכך שהוא נצרך ללא חליטה או בישול הגורמים להתשה אנזימטית ריכוך וכדו'. לכן, פרי זה רגיש במיוחד לנזקי קפיאה, ויש למצוא את שיטות ותנאי ההקפאה והשימור בהקפאה האופטימליים, שיאפשרו שיווק פרי מופשר באיכות גבוהה.

תמרים ידועים כפרי עתיר סוכר הנצרך בדרגות מוצקות שונות ובתכולת מים שונה הקובעת את מרקמו. קיימים הבדלי מירקם ניכרים בין רקמות הפרי השונות. הבדלים אלה נובעים מיחסים שונים של רכיבים עיקריים כמו סוכרים מסוימים (סוכרוז, גלוקוז ופרוקטוז), דופן תא (צלולוז, המיצלולוז, פקטין וטנינים).

ממצאי המחקר הקודם בהקשר למחקר זה - המחקר הקודם הביא לאיתור מדדים התורמים להבנת גורמי נזק משימור כגון משטרי הקפאה ושימור בהקפאה, אפיון אנטומי ואולטרה-סטרקטורלי, תפקוד ממברנות תוך תאיות, אנליזות שונות, איכות וחיי מדף לפני ואחרי הקפאה.

התקבלו הבדלים בולטים באיכות הפרי המופשר בין טיפולי הקפאה בתנאים שונים. נמצא שבתנאי השימור בהקפאה המבוצעים כיום והמאפשרים תנועת מומסים לא מבוקרת, הפרי התרכך יתר על המידה לאחר חודשיים שימור בהקפאה. לאחר כחודשיים שלושה אחסון בהקפאה החלו להיווצר "גושים" גבישיים של תערובת מרכיבים מסיסים ופולימריים כתוצאה מדליפת ו/או התרכזות מומסים. מימדי "גושים" לבנים אלה, הנראים ככתמים בהירים על רקע כהה, גברה מאוד עם התקדמות משך זמן השימור בהקפאה, והם הגורמים גורמים לפסילת הפרי לשיווק. בתנאי הקפאה המונעים מעבר מומסים, הפרי היה איכותי גם לאחר 10-12 חודשים של שימור בהקפאה. תוצאות הנזק אופיינו וזוהו כנזקי תנועת מומסים שהתבטאו הן בהרס המבנה והפעילות של הרכיבים הפרוטופלסמטיים וחן לנזק מבני של דופן התא. הלימוד של גורמי הנזק נעשה עד לאחר 11 חודשי שימור בהקפאה.

לימוד מפורט הראה שתופעות הנזק נגרמות בעיקר מהופעת כתמים חומים בהירים שזוהו כתאים מופרדים וצברים גבישיים של סוכרים ופקטינים שהתרכזו בחללים הבינתאיים. בנוסף לכך, המבנים התוך תאיים נראו כשברי חומר ציטופלסמטי וכקטעי ממברנות פגועות בתמרים שהוקפאו בתנאים שלא מונעים גידול גבישי קרח. לעומת זאת, תאי הרקמה ששומרה בתנאים שמנעו גידול צברים גבישיים, נראו בעלי דפנות לא פגועות ונזק מועט, אם בכלל, של המבנים התוך תאיים והממברנות.

הגורם החשוב ביותר האחראי למניעת נזקים כתוצאה משינויים בלתי רצויים בהרכב וריכוז מומסים הוא ממברנת התא. תנועה והתגבשות מומסים בלתי מבוקרות מצביעות על אבדן כושר אצירת המומסים בתאים כתוצאה מפגיעה בתפקוד הממברנות התוך תאיות. המחקר הקודם הצביע על הבדלים בולטים במאפיינים שונים בין ממברנות שהופקו מתמרים שטופלו במשטר ההקפאה המקובל לבין אלה שהופקו מתמרים שטופלו במשטר הקפאה שמנע גידול של גבישי קרח. בתנאים אלה התקבלה כמות חלבון ממברנלי של כ- 75% מזו שהתקבלה מתמרים ששומרו במשטר הקפאה המונע היווצרות צברים גבישיים. הבדלים בולטים יותר של כ- 50%, בהתאמה, התקבלו בכמות היחסית של החלבון במקטע מועשר בממברנת התא החיצונית (פלסמלמה). הבדל בולט יותר בין שני טיפולים אלה היה בתכולה היחסית של הפוספוליפידים מכלל הליפידים במקטע המיקרוסומלי. בפרי שהוקפא במשטר שבו נמנע גידול צברים גבישיים, זוהתה כמות פוספוליפידים הגבוהה פי 4 מזו שהתקבלה בתנאים ההקפאה המבוצעים כיום.

המחקר הנוכחי עסק בלימוד, איתור והבנת גורמי הנזק משימור בהקפאה בכמה היבטים משלימים הכוללים: משטרי הקפאה ושימור בהקפאה, אפיון אנטומי ואולטרה-סטרוקטורלי, תפקוד ממברנות תוך תאיות, אנליזות שונות (חלבונים, סוכרים, פקטין, דופן-תא, ממברנות מיקרוסומליות, ממברנות פלסמטיות), איכות וחיי מדף לפני ואחרי הקפאה, ניסוי פיילוט-פלנט בשילוב עם ניסוי מסחרי.

- פירוט המטרות - 1.** אפיון חדירות ממברנות התא בתנאי הקפאה-הפשרה בהתייחס לאצירת סוכרים בתא. **2.** איתור מנגנוני נזק מקפאה (גידול גבישי קרח, אוטקטיות, תנועת מומסים הגורמת לשינויים בריכוז והתגבשות סוכרים, התיבשות תאים וריקמה). **3.** מעקב אחר שינויי מבנה-מירקם, השראת השתלפחות במשך השימור בהקפאה (ברמת מיקרוסקופ אור ואלקטרוני). **4.** ניסוח תנאים מיטביים לשימור ממושך בהקפאה.

ג. פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לתקופת הדו"ח

השפעת תהליכי הקפאה והפשרה על פעילות פיזיולוגית - נשימה אתילן, אתנול ואצטאלדהיד -

נבדקה השפעה של תהליכי ההקפאה וההפשרה על פעילות פיסיולוגית של תמרים, כגון קצב נשימה ופליטת אתילן, אתנול ואצטאלדהיד. הפעילות הפיסיולוגית נבחנה בשלבים שונים של תהליך השימור בהקפאה הנהוג כיום: לפני ההקפאה (למחרת האסיף ולאחר יומיים נוספים של אחסון בטמפרטורת החדר), במצב קפוא (בחדר הקפאה של כ-15 מ"צ), בזמן ההפשרה, ולאחר ההפשרה. מעקב אחרי טמפרטורת התמרים נעשה ע"י מדידה בתרמוקפלים ורישום באוגר נתונים. לצורך השוואה נבחנו תמרים משלושה זנים: מגיהול, דקל נור וברהי, שנדגמו בשלבי הבשלה שונים על פי צבעם. על מנת לוודא רגישות מספקת של המדידות נלקחו תמרים בשלבי הבשלה מוקדמים יחסית המתאפיינים בפעילות פיזיולוגית גבוהה יותר. מהזנים דקל נור וברהי נבדקו תמרים בשני צבעים: ירוק וצהוב. תמרים מהזן מגיהול נלמדו בשלושה שלבי הבשלה: ירוק-צהבהב, צהוב וצהוב-כתום (צהוב-כהה). דוגמאות של הזנים דקל נור וברהי ושל הזן מגיהול בצבע צהוב נלקחו מיוטבתה. הדוגמאות של מגיהול ירוק-צהבהב וצהוב-כתום נלקחו מאזור הזור ובקעת הירדן, בהתאמה. צבע הפרי נבחן בעזרת מד צבע (ChromaMeter דגם CR-200, תוצרת MINOLTA) העושה שימוש בסקלת צבעים ומעריך על פיה שלושה מדדים: זויות ה-HUE, הערך C והערך L המתאפיינים ב"סוג", לעוצמה ולבהירות הצבע, בהתאמה. לפי תוצאות הבדיקה של זויות ה-HUE, היה הבדל מובהק בצבע בין תמרים ירוקים לבין צהובים. לעומת זאת, המכשיר לא גילה הבדל מובהק בזויות ה-HUE בין תמר צהוב לצהוב-כתום. כנראה במקרה זה ההבדל במראה התמר נבע מעצמת הצבע (הפרמטר C, כרומה) או מידת בהירותו (הפרמטר L - בהירות, lightness) אך לא משוני ב"סוג" הצבע (זויות HUE).

הלימוד הפיזיולוגי נעשה ע"י השהיית דוגמאות של 500 ג"ר פרי למשך פרקי זמן שונים בכלי זכוכית אטומים של ליטר, ולאחריה, אנליזה של הגזים בכלים. דוגמה מהאוויר הכלוא נלקחה במזרק, וריכוזי CO_2 , אתילן, אצטאלדהיד ואתנול נבדקו בגז-כרומטוגרף לקביעת קצב הנשימה (במ"ג CO_2 לק"ג תמרים לשעה) וקצב ייצור אתילן ונדיפים אחרים (במיקרוליטרים לק"ג תמרים לשעה).

תהליכי הקפאה והפשרה זרזו את הבשלת התמרים, כפי שבא לידי ביטוי בשינוי הצבע לחום, התרככות ופחיתה בעפיצות. בהמשך מפורטים השינויים הפיסיולוגיים שנמדדו במהלך הניסוי.

נשימה: קצב הנשימה של התמרים הטריים היה גבוה (10 עד 30 מ"ג CO_2 לק"ג תמרים לשעה). במהלך האחסון בטמפרטורת החדר קצב נשימת התמרים הטריים עלה בערך פי שניים. כל שלושת הזנים הראו קצב נשימה דומה. כמו כן, ברוב המקרים לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין תמרים ירוקים וצהובים בקצב הנשימה (למעט בזן מגיהול במועד הבדיקה הראשון). נשימת התמרים נפסקה לתקופת ההקפאה וההפשרה, אך התחדשה לאחר ההפשרה. התחדשות הנשימה לאחר ההפשרה מראה על כך כי נשארו בתמרים רקמות חיוניות, לפחות ביממה הראשונה לאחר ההפשרה.

ייצור אתילן: קצב פליטת האתילן מהתמרים הטריים היה נמוך יחסית בזן ברהי (2 עד 5 מק"ל לק"ג לשעה, תלוי במצב ההבשלה) ופי 2-3 גבוה יותר בשני הזנים האחרים. בכל המקרים, ייצור האתילן בתמרים ירוקים היה לפחות כפול בהשוואה לתמרים צהובים. בניגוד לנשימה, ייצור האתילן כמעט ולא התחדש לאחר ההפשרה. העדר ייצור האתילן וכן ההתרככות ושינויי הצבע הצביעו על כך שהתמרים, כנראה, עברו למצב בשל.

ייצור הנדיפים (אתנול ואצטאלדהיד): בניגוד לאתילן ול- CO_2 , תמרים טריים לא פלטו אדי האתנול ואצטאלדהיד. פליטת הנדיפים הללו החלה בזנים ברהי ודקל-נור עוד במצב הקפוא ובזן מגיהול בזמן ההפשרה, והגיעה לערכים גבוהים מאד לאחר ההפשרה. הזן מגיהול פלט פחות אתנול בהשוואה לשני הזנים האחרים, כאשר קצב הפליטה הגבוה ביותר (כ- 1000 מק"ל אצטאלדהיד לק"ג לשעה) נמדד בזן ברהי. קצב פליטת האצטאלדהיד היה גבוה בערך פי 10 מזה של האתנול. תמרים צהובים פלטו בד"כ יותר אצטאלדהיד ואתנול מאשר הירוקים. ידוע כי אצטאלדהיד מוריד את רמת העפיצות במספר פירות (למשל, באפרסמון). מנגנון זה קשור לפילמור מולקולות הטנין (החומר העפיץ) הנגרם על ידי אצטאלדהיד. כתוצאה מהפילמור, הטנינים המומסים הופכים לבלתי-מסיסים ועל ידי כך לא באים לידי ביטוי כתחושת עפיצות. על סמך תוצאות אלה, ניתן להציע לראשונה את הסברה שעליה כה חדה בייצור אצטאלדהיד בתמרים לאחר ההפשרה מצביעה על כך שהוא הגורם האחראי להיעלמות העפיצות בתמרים לאחר ההפשרה.

מתוצאות מדידות הגזים ניתן להסיק מסקנות ראשוניות:

1. נשימת התמרים נפסקת בזמן ההקפאה ומתחדשת לאחר ההפשרה. התחדשות הנשימה מצביעה על המשך חיוניות הרקמות בשלב זה.
2. בתמרים ירוקים קצב פליטת אתילן גבוה בהשוואה לזה שבפרי הצהוב. פליטת האתילן נפסקת בזמן ההקפאה ואינה מתחדשת לאחר ההפשרה.
3. פליטת אתנול ואצטאלדהיד מתחילה בזמן ההקפאה וההפשרה, ולאחר ההפשרה מגיעה לערכים גבוהים מאד (במיוחד של אצטאלדהיד). תופעה הזו עשויה להיות קשורה לירידת העפיצות בתמרים לאחר ההפשרה.

בניסוי נפרד, נעשתה בדיקה של השפעת משטר הקפאה על מופע (צבע) וקצב הנשימה בתמרים מהזן מגיהול לאחר הפשרה ובמהלך 6 שבועות אחסון בטמפרטורת החדר. התוצאות מובאות בטבלה מס. 1.

טבלה 1: השפעת שיטת ההקפאה והקירור על קצב הנשימה (מ"ג CO_2 לק"ג לשעה) ועל צבע התמרים (זווית HUE) לאחר הוצאתם מקירור ושימור בטמפרטורת החדר.

מ"ג CO_2 לק"ג לשעה לפי ימים לאחר הוצאה מקירור לטמפרטורת החדר											צבע (זווית Hue)	טמפ' שימור (°C)	טמפ' הקפאה (°C)
41	34	28	21	17	14	9	7	4	2	1			
2.21	4.86	1.77	3.98	2.21	0.44	0.00	0.00	2.25	0.66	3.62	49.7	5	5
2.48	1.99	0.99	0.99	1.99	0.00	2.48	0.00	2.78	1.04	4.32	54.8	5	5
2.16	4.87	1.62	2.70	0.54	3.78	2.16	0.00	2.54	0.65	10.4	60.6	6-	6-
2.77	4.98	2.21	3.32	2.21	0.00	2.21	7.20	2.16	0.28	5.37	52.0	5	6-
3.16	8.23	3.80	1.90	3.8	0.63	3.80	6.33	2.34	1.65	5.38	40.5	18-	18-
6.30	4.58	0.34	3.43	1.14	0.57	2.86	0.00	0.11	1.20	4.75	55.4	6-	18-
0.95	3.34	2.38	0.48	1.43	0.48	2.86	0.00	1.19	0.05	5.44	52.9	5	18-
5.30	7.94	5.30	8.47	12.2	19.1	2.12	29.1	15.8	2.01	10.7	43.8	25-	25-
2.97	1.19	2.97	3.57	2.97	1.19	2.97	0.00	3.57	1.49	11.5	48.3	18-	25-
2.13	1.28	2.55	2.13	2.13	0.00	2.98	5.11	1.87	2.00	5.19	57.7	6-	25-
2.10	0.53	2.10	1.05	1.58	0.00	3.68	5.25	0.32	0.26	0.00	52.0	5	25-
1.17	0.59	2.35	1.76	2.35	0.59	2.93	0.00	1.17	0.65	0.00	40.6	35-	35-
4.42	0.00	2.21	3.31	1.10	0.55	2.76	0.00	1.10	0.61	0.00	45.3	25-	35-
0.00	0.00	2.46	2.95	1.97	0.49	2.46	0.00	1.18	0.30	0.00	56.0	18-	35-
0.00	0.00	2.51	1.88	1.88	0.88	3.13	0.00	0.75	0.50	0.00	58.4	6-	35-
1.44	0.00	1.91	1.44	0.00	0.00	1.91	0.00	0.14	0.29	3.49	55.0	5	35-
1.55	2.06	3.61	2.58	0.52	0.00	2.58	5.67	0.31	0.62	4.02	42.0	35-	38-
3.07	5.62	2.04	1.53	2.56	0.51	0.00	5.47	1.18	1.69	3.68	38.3	25-	38-
1.30	5.62	2.16	3.03	3.46	0.43	0.00	4.50	1.60	1.17	5.79	45.8	18-	38-
2.84	6.24	2.27	2.84	2.27	1.13	0.00	5.16	1.70	0.79	0.00	62.6	6-	38-

בכל טיפול הקפאה/קירור התקבל שטמפרטורת האחסון השפיעה על צבע הפרי, כפי שניתן להסיק מהעלייה בערכי זווית HUE. לאחר יום אחד של אחסון בטמפרטורת החדר, קצב נשימת התמרים לא עלה באף אחד מהטיפולים מעל 11.5 מ"ג לק"ג לשעה, ואף ירד בהמשך האחסון. בחלק מן הדוגמאות כלל לא נמדדה כלל נשימה. תוצאות המדידה, למרות השונות הרבה, מצביעות על ירידה בפעילות הפיסיולוגית ברקמות התמרים במהלך האחסון בטמפרטורת החדר. יחד עם זאת, באחד מהטיפולים (טמפ' הקפאה ושימור של -25 מ"צ) נמדד קצב נשימה גבוה יחסית במשך כל תקופת האחסון. לא ברור אלו גורמים השפיעו על קצב נשימת התמרים בדוגמה הנ"ל. במבחן חזותי, לא נמצאו סימנים של התפתחות מיקרואורגניזמים על תמרים אלה. למעט הטיפול הנ"ל, לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין שאר הטיפולים מבחינת קצב הנשימה.

ממברנות התאים בהקשר לאיכות הפרי בתנאי השימור בהקפאה - גורם חשוב ביותר במניעת נזקים כתוצאה משינויים בלתי רצויים בהרכב וריכוז מומסים ברקמה הוא תפקוד ממברנות התא. תנועה והתגבשות מומסים בלתי מבוקרות מצביעות על אבדן כושר אצירת המומסים בתאים כתוצאה מפגיעה בממברנות התא. בשלב קודם של המחקר נמצאו הבדלים בולטים במאפיינים שונים בין ממברנות שהופקו מתמרים שטופלו במשטר הקפאה המשרה נזקים לבין

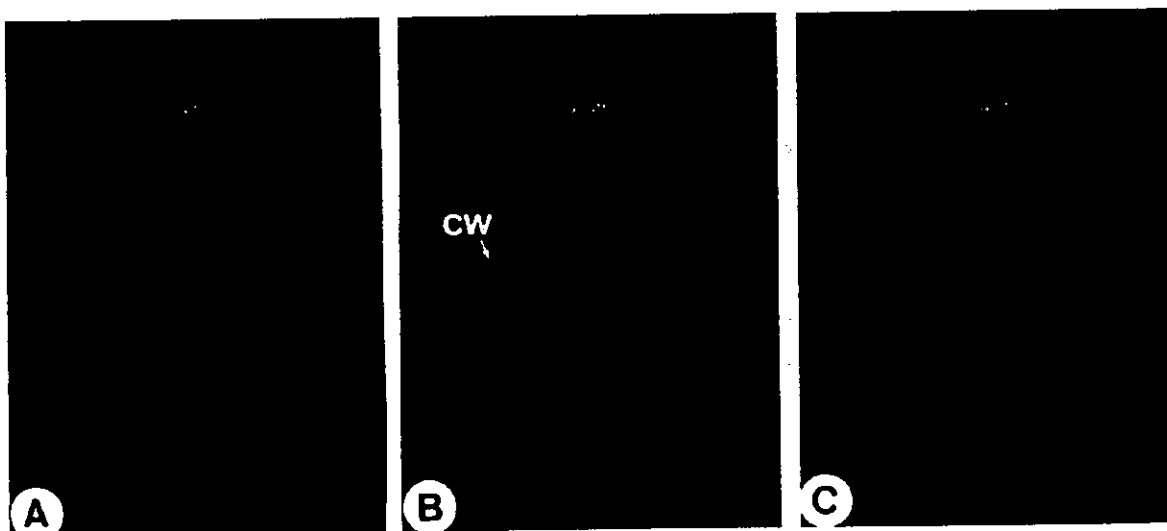
אלה שהופקו מתמרים שטופלו במשטר הקפאה איכותי. במשך 10 חדשי שימור נשתמרו ההרכב הכימי ופעילות ביוכימית של ממברנות התא כאשר משטר ההקפאה היה איכותי, בעוד שבתנאי ההקפאה הגרועה חלה פחיתה כמותית בכל מרכיבי הממברנות ובפעילותן. פעילות הממברנות, זוהתה מצד אחד על ידי מדידת צמיגות ומצד שני על ידי זיהוי פלואורסנטי FDA מיוחד.

פלואידיות הממברנה נבחנה בעזרת הפרוב 1,6-diphenyl-1,3,5-hexatrien לפי Shinitzky and Barenholtz (1974). בבדיקות אלו התקבלו ערכי: RC , R , הערך r חושב לפי: $(RC/R-1)$ וביטוי הערכת הפלואידיות (microviscosity) חושב $(r_0/r - 1)^{-1}$. לא התקבלו הבדלים משמעותיים בפלואידיות הממברנות המקרוזומליות בין טיפולי טמפרטורת האחסון (6- ו- -35°C) לתקופה של כתשעה חודשים. כמו כן לא נתגלו הבדלים משמעותיים בין שני הטיפולים (השינויים המתקבלים הנם בתחום השגיאה הניסויית) הנתונים מסוכמים בטבלה 2.

טבלה 2: ערכי הפלואידיות המתקבלים עבור ממברנות מקרוזומליות מפירות טריים ומפירות שעברו אחסון בטמפי שונות (-6°C , -35°C) $\pm S.D$

עורך הפלואידיות	
0.196 ± 0.024	פרי טרי
0.152 ± 0.015	אחסון ב- -6°C
0.166 ± 0.029	אחסון ב- -35°C

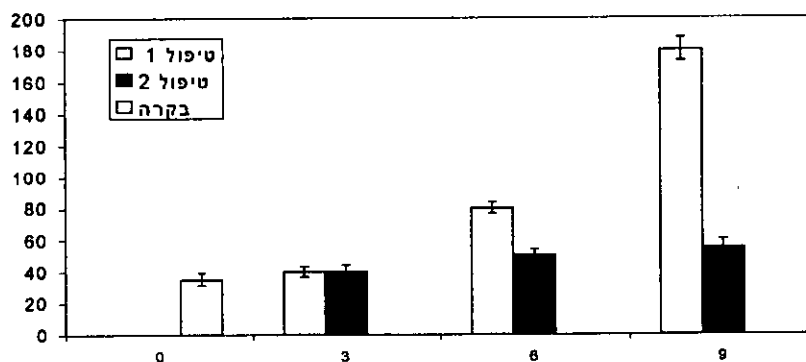
מבחן חיוניות הממברנות בוצע לפי Arav et al (1996) על ידי החדרת FDA, שהנו חומר לא פולארי העובר בנקל את הממברנה. עם הגיעו לסביבה התאית הוא עובר חיתוך אנזימתי והופך לפלואורסנטי ופולארי.



תמונה 1: צילומי מיקרוסקופ אור של תאי תמר במדיום סוכרוז (55%) לאחר שהורתחו והוסף FDA. A – בקורת, תאי תמר בנוכחות FDA ללא רתיחה ($200\times$); B – תאי תמר לאחר רתיחה והוספת FDA ($200\times$); C – תמונה B ללא פילטר פלואורסנטי ($200\times$). CW – דופן תא.

במצבו זה, ה-FDA אינו מסוגל להשתחרר מהתא כאשר הממברנה תקינה ופועלת את פעילותה כראוי וניתן לצפות בהצטברותו בתאים. בכדי לאמת את התאמת ה-FDA כאינדיקטור לחיוניות ממברנות ברקמת פירות התמר נעשה מבחן הקדמי אשר בו חומם פרי לטמפי של 50°C למשך 15 דקות (בכדי לנטרל את הפעילות הביולוגית ברקמה). נלקחה דוגמא מהפרי שחומם ונעשתה הרחפה בתמיסת סוכרוז 50% כמתואר. נבחנה תגובת התאים לנוכחות FDA. מאחר ולא נראתה צביעה פלואורוסצנטית כלל (תמונה 1A-C).

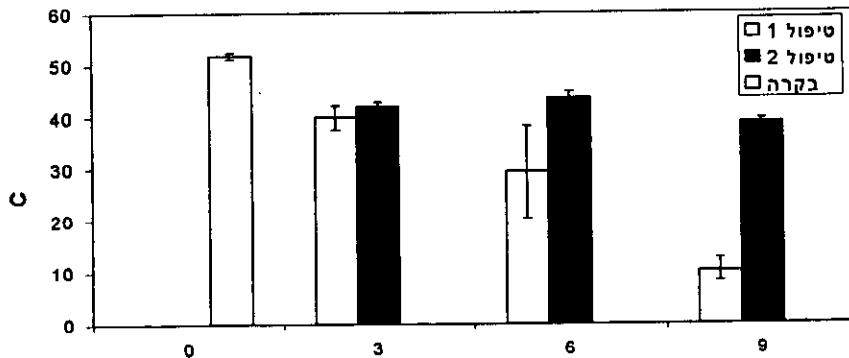
במקביל, נבחנו תאים שבהם הממברנות נפגעו במכוון על ידי Triton-x-100 (בריוזים של 0.01, 0.03 ו-0.05%) ובנוכחות FDA. באופן כללי נראה פיזור מיידי של הצבע ולא התקבלה צביעה תוך תאית. יש לציין שהתוצאות היו יחסיות לריכוז ה-Triton-x-100, כלומר בריכוז נמוך נראו מוקדי צבע גם במספר תאים ועם הגברת הריכוז הייתה נטייה לפיזור הצבע בתמיסה ולהעדר הצטברות תוך תאית (תמונה 2A-D). הפגיעה בשלמות הממברנה הביאה לדליפת האנזימים מהתאים ולכן התמיסה המימית זהרה. רקמת פרי תמר (אשר לא עבר טיפול כלשהו) הורחפה בתמיסת סוכרוז 50% בנוכחות FDA. לאחר כ-40 שניות התקבלה פלואורוסנציה בתאים (איור 3; תמונה 2A) בעוצמה חזקה וברורה אשר העידה על ממברנות חיונית (איורים 4-5).



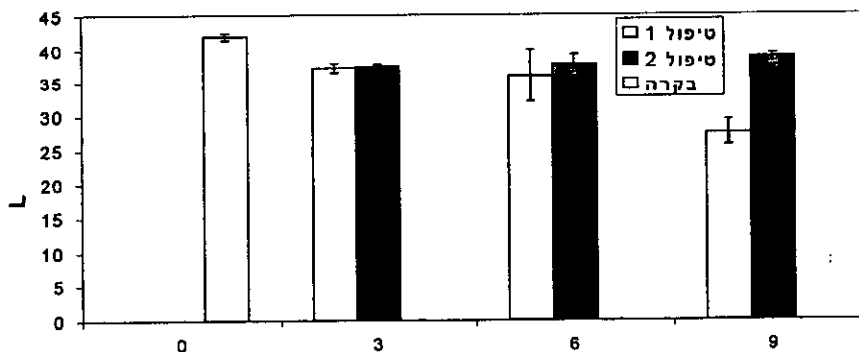
איור 3: משך הזמן (בשניות) הדרוש להתקבלות פלואורוסנציה בתאי פרי תמר במדיום סוכרוז (55%) בנוכחות FDA, מפירות שאוחסנו בטמפי שונות (\pm S.D). טיפול 1: אחסון בטמפי של 6°C , טיפול 2: אחסון בטמפי של -35°C .

בהמשך, הצבע נטה להתפזר במדיום, כלומר למרות היות הצבע פולארי דלף דרך הממברנה, דבר המעיד על נסיגה בחיוניות הממברנה (תמונה 5B,C,D). בשלב השני נדגמו פירות באיכות זהה לאחר שלושה חודשי אחסון בהקפאה בטמפי של 6°C . הריקמה הוכנה ונבחנה תגובתה לנוכחות FDA. לאחר כ-50 שניות התקבלה פלואורוסנציה (איור 3) בעוצמה זהה (איורים 4-5) לזו שהתקבלה בתמרים שלא עברו טיפול הקפאה (תמונה 6A). הצבע נותר בתאים לזמן מוגבל ולאחר מכן התפזר בתמיסה בדומה לריקמה שלא עברה טיפול הקפאה. במקביל נדגמו פירות באיכות

זהה לאחר שלשה חדשי אחסון בהקפאה בטמפי של -35°C . הרקמה הוכנה ונבחנה תגובתה לנוכחות FDA.



איור 4: ערכי C שנמדדו במכשיר Chroma Meter עבור הפלואורוסנציה המתקבלת בתאי תמר במדיום סוכרוז (55%) בנוכחות FDA, מפירות שאוחסנו בטמפי שונות (\pm S.D). טיפול 1: אחסון בטמפי של -6°C ; טיפול 2: אחסון בטמפי של -35°C .

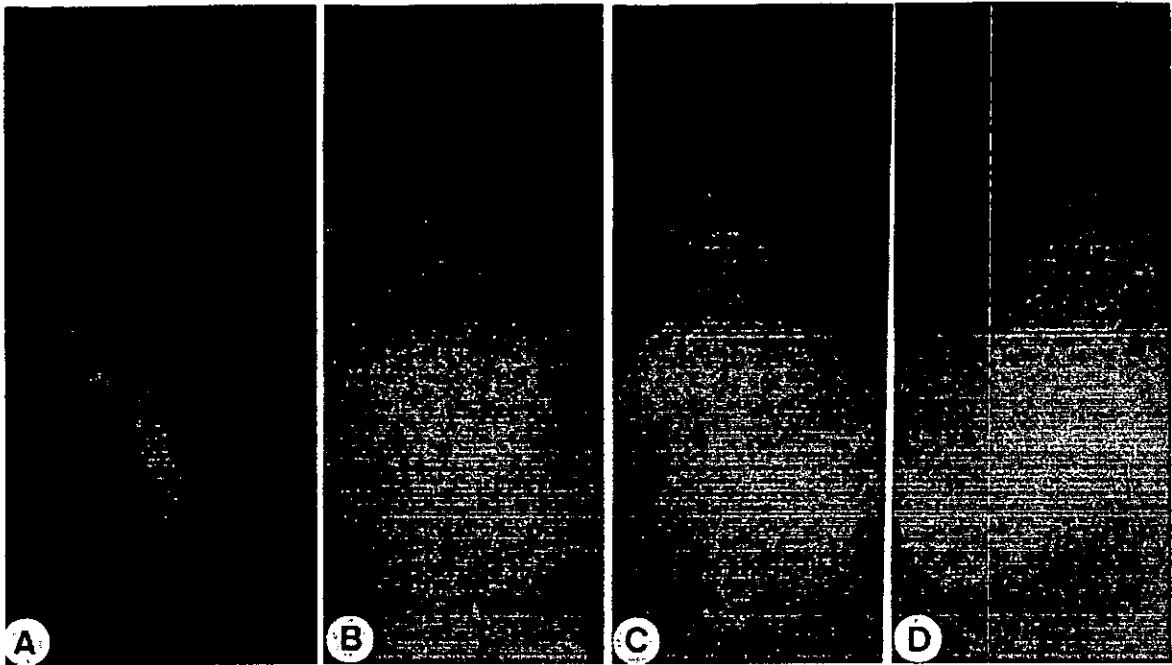


איור 5: ערכי L שנמדדו במכשיר Chroma Meter עבור הפלואורוסנציה המתקבלת בתאי תמר במדיום סוכרוז (55%) בנוכחות FDA, מפירות שאוחסנו בטמפי שונות (\pm S.D). 1 - אחסון בטמפי של -6°C ; 2 - אחסון בטמפי של -35°C .

לאחר כ- 40 שניות התקבלה פלואורוסנציה (איור 3) בעוצמה זהה (איורים 4-5) לזו שהתקבלה בתמרים שלא עברו טיפול הקפאה (תמונה 6B). הצבע נשאר בתאים לזמן מוגבל ולאחר מכן התפזר בתמיסה בדומה לרקמה שלא עברה טיפול הקפאה.

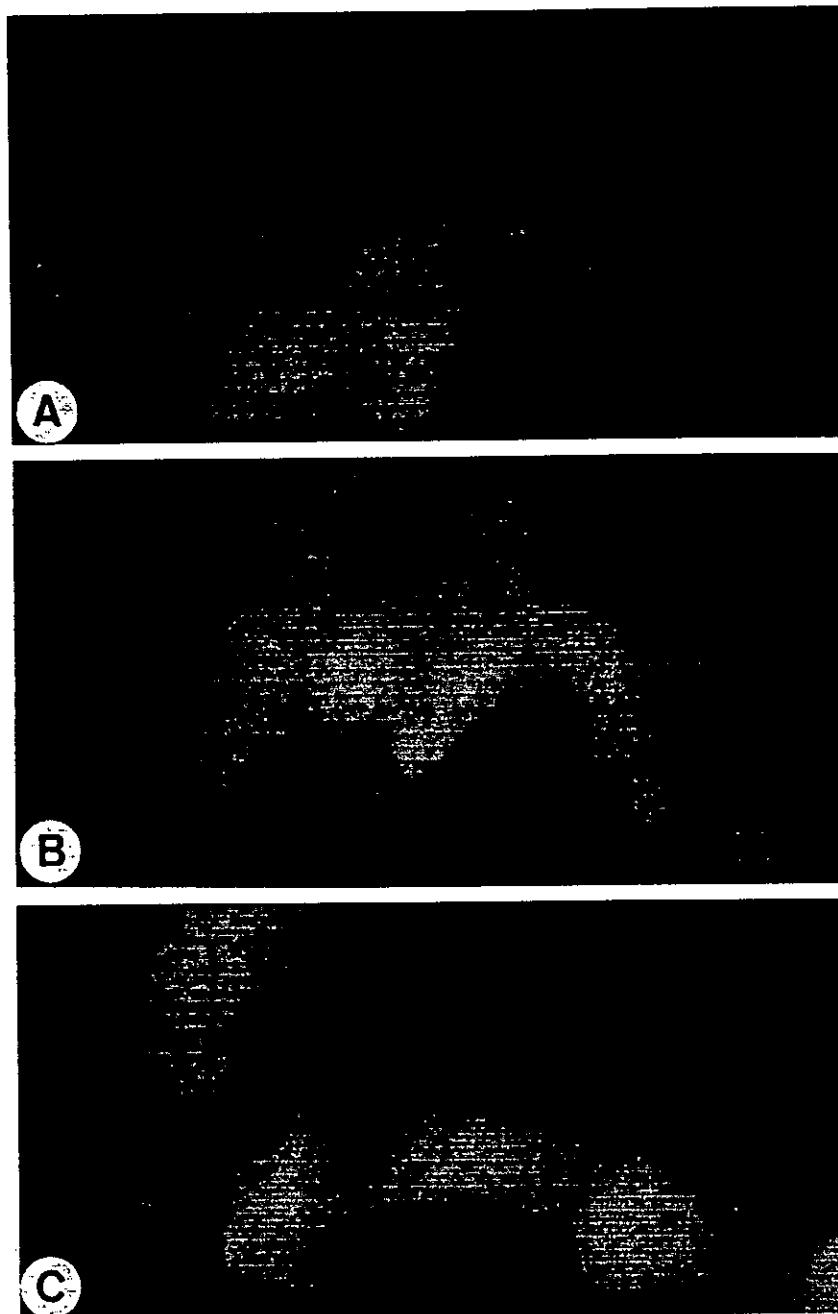
בבדיקות שנעשו לאחר כששה חודשי אחסון בהקפאה בטמפי השונות התגלו הבדלים הן בתגובת הפלואורוסנציה והן בכושרן של הממברנות לאצור את החומר הפלואורוסנטי בתא. תאי תמרים שאוחסנו למשך כשישה חודשים בטמפי של -6°C הראו מגמה מעורבת של פלואורוסנציה (תמונה 7A,B), כלומר חלק ניכר מאוכלוסיית התאים לא הגיבה לפלואורוסנציה או הגיבה בעוצמות שונות ומשתנות (איורים 4-5). התקבלות הצבע הייתה איטית יותר (איור 3) והצבע נטה להתפזר בתמיסה בזמן קצר יותר, כלומר כושר שמירת הצבע בתאים (עקב היות המולקולה

פולארית) ירד. לעומת זאת בתאים של פירות תמר שנשמרו כששה חודשים בטמפ' של -35°C התקבלה תגובה אופטימלית לפלואורוסנציה הדומה לזה של תאי תמרים שלא עברו טיפול הקפאה כלל. זמן ההתקבלות ויכולת שמירת הצבע בתאים לאורך הזמן היו גם הם דומים לקבוצת הביקורות (תמרים שלא עברו הקפאה). לאחר כעשרה חודשי אחסון בהקפאה הפערים בין שני הטיפולים גדלו. תאים מפרי שאוחסן כתשעה חודשים בטמפ' של -6°C הגיבו חלש מאוד לפלואורוסנציה. (איורים 4-5) או שלא הראו פלואורוסנציה כלל בנוכחות FDA (תמונה 8A,B,C), זמן התגובה לחומר ממושך יותר (איור 3) והצבע באם הוא קיים נוטה להתפשט במהירות בתמיסה.



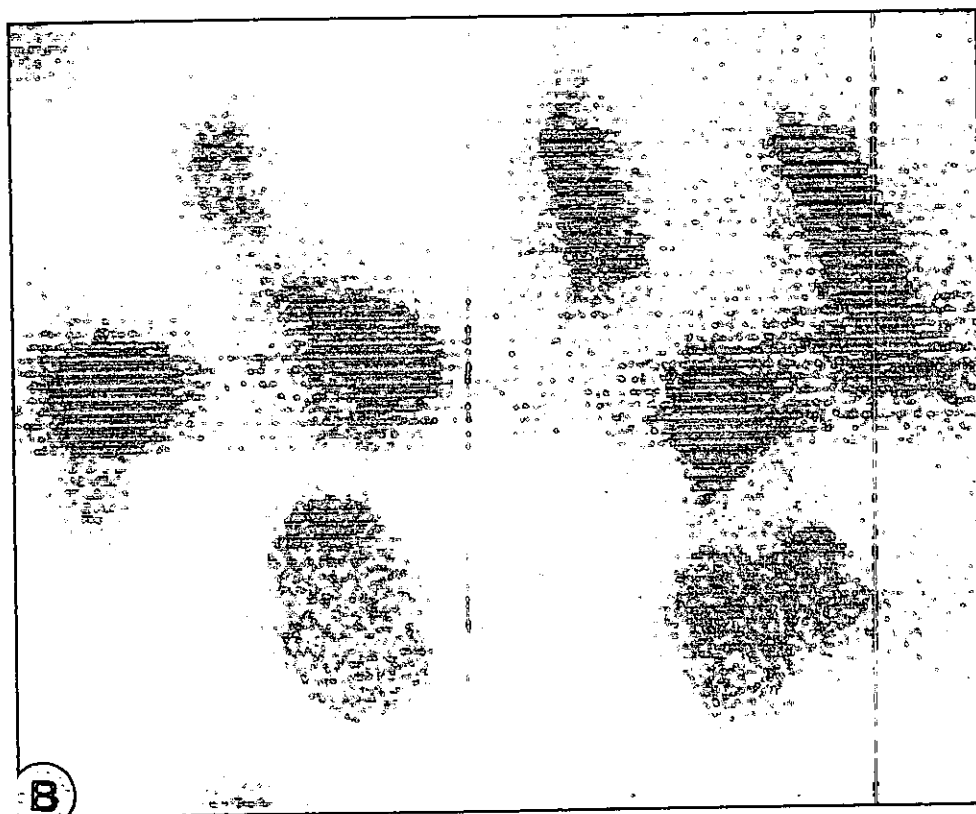
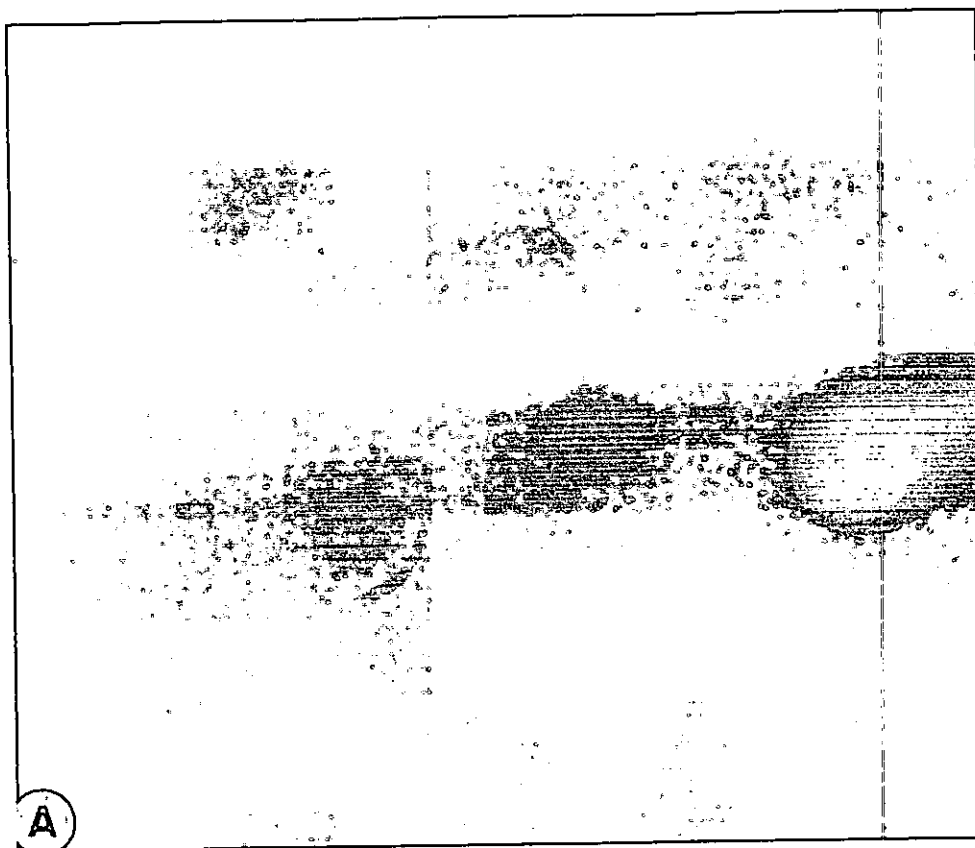
תמונה 5: צילומי מיקרוסקופ אור של תאי תמר במדיום סוכרוז (55%) ו-100-x Triton - בריכוזים שונים שהוסף להם FDA. A - ביקורת, תאי תמר בנוכחות FDA ללא Triton - x-100 (200x); B - תאי תמר ששהו בנוכחות Triton - x-100 בריכוז 0.01% (200x); C - תאי תמר ששהו בנוכחות Triton - x-100 בריכוז 0.03% (X200); D - תאי תמר ששהו בנוכחות Triton - x-100 בריכוז 0.05% (X200).

בשלב זה חלה למעשה ירידה הן בפעילות האנזימתית והן בתפקוד הממברנות ואי לכך התגובה לנוכחות FDA היא מזערית. באחסון למשך זמן זהה אך בטמפ' של -35°C , הריקמה בעלת פעילות אנזימתית גבוהה, התאים מגיבים לנוכחות FDA בצורה כמעט אופטימלית (תמונות 7A,B).

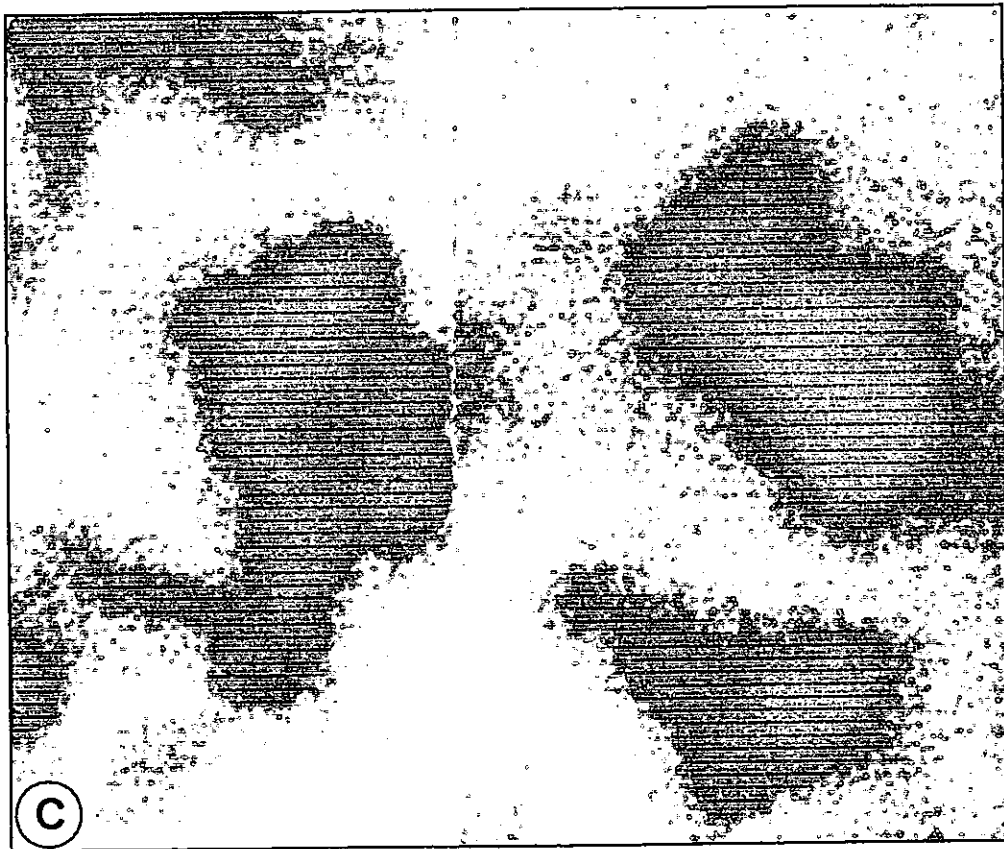
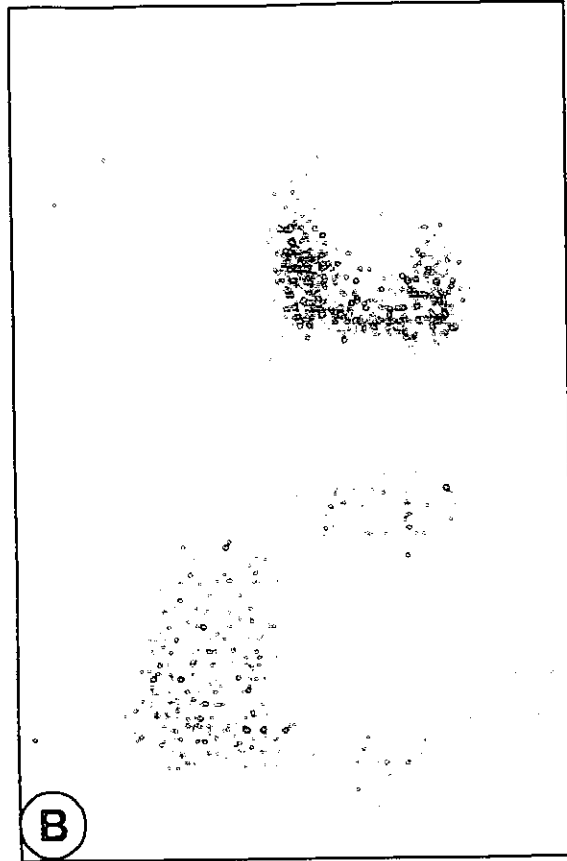
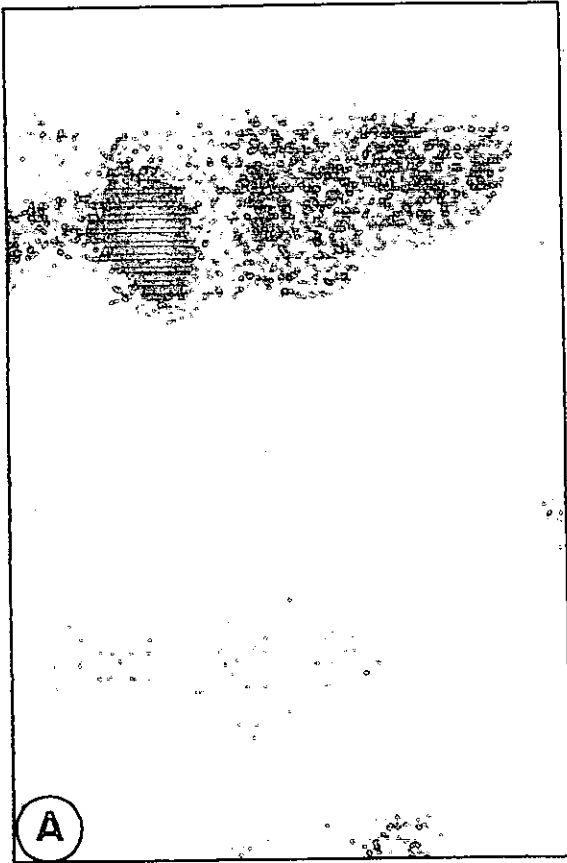


תמונה 6: צילומי מיקרוסקופ אור של תאי תמר מפירות המיועדים לשיווק ומפירות שעברו טיפולי אחסון בשתי טמפ' שונות למשך כשלושה חודשים, במדיום סוכרוז (55%) ובנוכחות FDA. A - תאי תמר מפירות טריים המיועדים לשיווק בנוכחות FDA (200x); B - תאי תמר בנוכחות FDA מפירות ששומרו בטמפ' של -6°C למשך כשלושה חודשים (200x); C - תאי תמר בנוכחות FDA מפירות ששומרו בטמפ' של -35°C למשך כשלושה חודשים (200x).

מתקבלת פלואורוסנציה בעוצמה זהה לזו של תאי הביקורת (איורים 4-5), הצבע נוטה להתפור בתמיסה בפרק זמן דומה לקבוצת הביקורת. ניתן לזהות נסיגה בזמן התגובה לנוכחות FDA (איור 3), כלומר התקבלות הפלואורוסנציה מתהווה במשך זמן ארוך יותר אך כאמור אין פחיתה בעוצמת הצבע המתקבל.

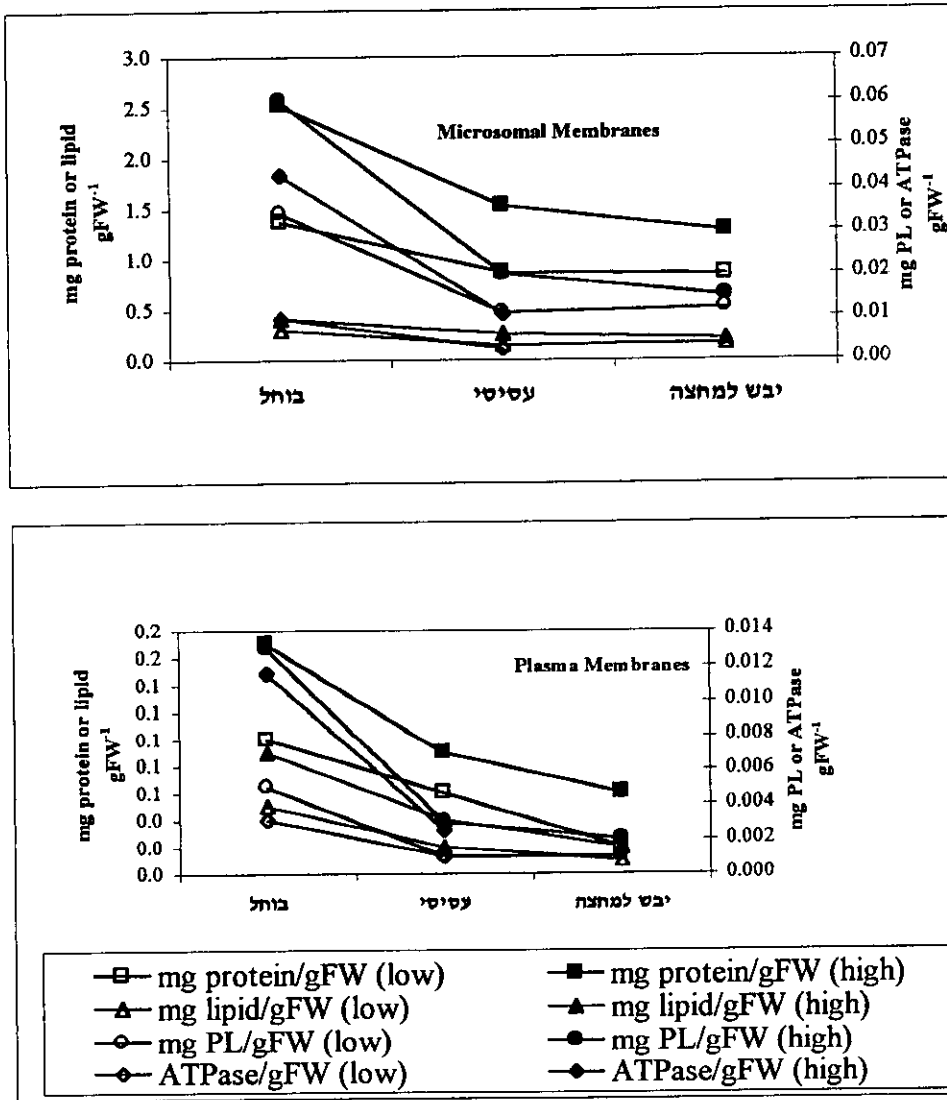


תמונה 7: צילומי מיקרוסקופ אור של תאי תמר מפירות שעברו טיפול אחסון בטמפי' ספציפית למשך כ- 6 חודשים, במדיום סוכרוז (55%) ובנוכחות FDA. A - תאי תמר מפירות ששומרו בטמפי' של -6°C למשך כששה חודשים (200x). B - תאי תמר מפירות ששומרו בטמפי' של -35°C למשך כששה חודשים (200x).



תמונה 8: מיקרוסקופית אור של תאי תמר מפירות שעברו טיפול אחסון בטמפ' הנתונה למשך כ- 9 חודשים, במדיום סוכרוז (55%) ובנוכחות FDA. A,B - תאים מפירות ששומרו בטמפ' של -6°C למשך 9 חודשים (x400; x200, בהתאמה). C - תאים מפירות ששומרו בטמפ' של -35°C .

תהליכי ההבשלה וההזדקנות של הפרי מלווים בשינויים ממברנליים. איור מס. 6 מראה את תוצאות הרכב המקטע המיקרוסומלי ופלסמטי מפרי המגיהול במקביל לתהליכי ההתבגרות וההזדקנות. כיוון השתנות המדדים הממברנליים (פחיתה כמותית) עם התבגרות והזדקנות פרי התמר הוא כמו זה שנמדד במהלך האחסון בהקפאה. בשימור בהקפאה תהליכים פיזיולוגיים מעוכבים, אמנם, לרמה מזערית, אך נמשכים בקצב איטי במהלך חודשי האחסון. מאחר ותמרים משומרים בהקפאה ללא טיפול מקדים להפסקת תהליכים ביולוגיים (חליטה), יתכן שחלות בהם פעילויות פיזיולוגיות איטיות המשפיעות לאורך זמן על גורמי איכות.



איור 6: ערכי מקסימום (ראשית עונת הגידול) ומינימום (סוף עונת הגידול) של תכולת המרכיבים הממברנליים ופעילות ATP-אזה מעוכבת ונאדאט בממברנות מיקרוסומליות (א) ופלסמטיות (ב) מפירות מגיהול בשלבי ההבשלה השונים (בוהל, עסיסי ויבש למחצה).

התוצאות מצביעות על האפשרות שקצב ההשתנות האיטי יותר במדדים הממברנליים שנמדד בהקפאה ושימור ב-35 מ"צ (לעומת הקפאה ושימור ב-6 מ"צ תוצאות המחקר הקודם) נובע מהאטה משמעותית בקצב תהליכי ההזדקנות ולא מנזקים ישירים הנגרמים לממברנות התא בטפולי הטמפרטורה השונים. בכל אחד משלבי התפתחות הפרי (בוהל, עסיסי ויבש-למחצה) היו המדדים הממברנליים גבוהים יותר ככל שתאריך דיגום הפרי היה מוקדם יותר לאורך עונת

הגדיד. באיור 6 מוצגים לכל שלב של הפרי ערכי המקסימום של המדדים הממברנליים, שהתקבלו מפרות שנדגמו בראשית עונת הגדיד, וערכי המינימום, שהתקבלו בפרות שנדגמו בסוף עונת הגדיד. כלומר, בכל שלב הבשלה מוגדר של הפרי היה מצבו הפיזיולוגי מושפע לא רק מתהליכי ההבשלה וההזדקנות אלא גם מהתנאים ששררו בתקופת התפתחותו.

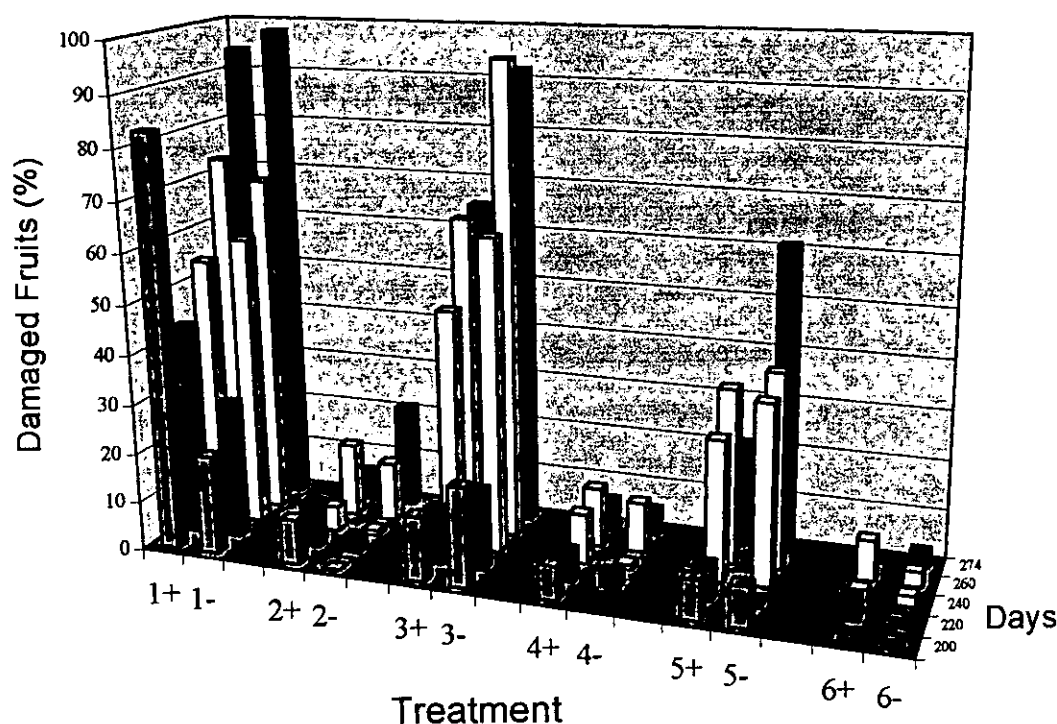
תוצאות הקדמיות הראו שפירות ממועדי אסיף שונים במשך עונת הגדיד הם בעלי איכות השתמרות שונה. ממצאים אלה התבטאו בהבדלים בולטים באיכות הפרות בין מועדי גדיד שונים הן בין משטרי הקפאה שונים והן מבחינת חיי המדף לאחר השימור. מאחר ו-א. עם ההתקדמות בעונת הגדיד מסתמנת פחיתה כמותית במדדים הממברנליים בכל אחד משלבי הבשלה, ב. נמצא שמרכיבים ממברנליים אלה קשורים בנוזקי השימור בהקפאה של הפרי, ניתן להסיק שלתכולת מרכיבים אלה בממברנות התא בעת הגדיד יש תפקיד מכריע בהתאמת הפרי למשטר הקפאה מסוים. התאמת משטר ההקפאה הראשונית והשימור לאחר מכן למצב הפיזיולוגי של הפרי יאפשר שימור בעלות ייצור בעלת כדאיות כלכלית וחיי מדף ארוכים לאחר הפשרה.

משטרי הקפאה ברמת פיילוט פלנט

נערך ניסוי ברמת פיילוט פלנט בכמה משטרי הקפאה בהם התקבל שימור איכותי לפרקי זמן ארוכים. בניסוי נעשה שימוש בפרי מגיהול עסיסי (26%-28% לחות), ארוזים במגשים עם או בלי עטיפה בפוליאמיד, לבחינת הצורך בעטיפה כגון זו לשמירת לחות הפרי באחסון הממושך. הקפאה מהירה נעשתה באמצעות ציוד שסופק על ידי חברת "מקסימה". הוקפאו כ-1,350 ק"ג פרי עסיסי במגשים לטמפרטורה של -40°C למשך כ-20 דקות. חלק מהפרי אוחסן במכולת קירור ב- -25°C , וחלקו בחדר הקפאה של -18°C . הקפאה בינונית הושגה באמצעות מקפיא מעבדתי. כ-680 ק"ג פרי עסיסי במגשים הוקפאו ל- -40°C במשך 24 שעות ואחר כך אוחסנו חלקם במכולת קירור ב- -25°C , וחלקם האחר בחדר הקפאה של -18°C . בטיפול היבקורת אוחסנו 400 ק"ג מגיהול עסיסי ללא הקפאה מוקדמת במכולת קירור ב- -25°C ובחדר הקפאה של -18°C . דוגמאות מהטיפולים השונים הוצאו לאחר תקופות אחסון שונות והוצגו להערכה על ידי צוות מומחים. איור מס. 2 מתאר את רמת הפגיעה בפרי ב משטרי ומשכי האחסון בהקפאה בטיפולים השונים. המספרים המציינים את הטיפולים באיור מתייחסים למשטרי ההקפאה הבאים: 1. בקורת אחסון ב- -18°C ללא הקפאה ראשונית, 2. בקורת אחסון ב- -25°C ללא הקפאה ראשונית, 3. הקפאה במהירות בינונית ב- -40°C ושימור ב- -18°C , 4. הקפאה במהירות בינונית ב- -40°C ושימור ב- -25°C , 5. הקפאה מהירה ב- -40°C ושימור ב- -18°C , 6. הקפאה מהירה ב- -40°C ושימור ב- -25°C . בכל טיפולי השימור בהקפאה ניתנות התוצאות לגבי פירות חשופים (-) ופירות ארוזים בפוליאמיד (+).

תוצאות ניסוי הפיילוט-פלנט מצביעות על כך שבניגוד לשיטת ההקפאה הנהוגה כיום (הקפאה ואחסון ב- -18°C), משטר הקפאה איכותי מבטיח שימור פרי מגיהול עסיסי באיכות יצוא גבוהה עם חיי מדף של למעלה מחדש לאחר ההפשרה. משטר ההקפאה והשימור המיטבי היה זה של טיפול מס. 6, כלומר, הקפאה מהירה ב- -40°C ואחסון ב- -25°C . לא נמצאו

הבדלים חד משמעיים בין פרי חשוף לבין פרי שנשמר בעטיפת פוליאמיד מבחינת האיכות ושימור לחות הפרי.



איור מס. 2: איכות פירות תמר מגיהול עסיסי במשטרי הקפאה שונים, בלי (-) ועם (+) אריזה בפוליאמיד, לאחר משכי שימור שונים של 200 עד 274 ימים בניסוי ברמת פיילוט פלנט; המספרים על ציר הטיפולים הם משטרי ההקפאה 1. בקורת אחסון ב- -18°C ללא הקפאה ראשונית, 2. בקורת אחסון ב- -25°C ללא הקפאה ראשונית, 3. הקפאה במהירות בינונית ב- -40°C ושימור ב- -18°C , 4. הקפאה במהירות בינונית ב- -40°C ושימור ב- -25°C , 5. הקפאה מהירה ב- -40°C ושימור ב- -18°C , 6. הקפאה מהירה ב- -40°C ושימור ב- -25°C .

ניסוי הפיילוט התבצע על תערובת פירות מכמה מטעים ומועדי גדיד. הניסויים הצביעו בבירור על מנת להפיק את הידע לשימוש כלכלי יש לבצע ניסוי מסודר עם פירות בכמה בשלב הבשלה זהה, ממטעים ומועדי דיגום שונים לאורך עונת הגדיד, שכן המצב הפיזיולוגי של הפירות בעת הגדיד עשוי לקבוע אם ניתן להסתפק במשטרי הקפאה כלכליים יותר או שנחוץ משטר ההקפאה יקר יותר לשימור איכותי ממושך של הפרי העסיסי.

ד. מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר

תוצאות המחקר שבוצע הביאו לידיע שמאפשר הבטחת איכות ייצוא ברמת הפרי הטרי. איתור התנאים ומערך הייצור המבטיחים שימור איכותי הצביעו על החיוניות בתהליך שיבטיח ייצור ריווחי. המחקר שבוצע הראה שריווחיות הייצור תלויה בכמה גורמים כמו עלות השימור במשטר המבטיח איכות ברמת הפרי הטרי, המצב הפיסיולוגי של הפרי ואורך חיי המדף. משטרי השימור הדרושים להבטחת איכות יצוא הם יקרים יחסית וחיוני לזהות תנאים עם הבטחת איכות יצוא בפיתוח מערך הייצור שיבטיח כדאיות ייצור מבחינה כלכלית. המחקר ההמשכי יעסוק בפיתוח תהליך ייצור להבטחת איכות ייצוא אחידה של תמרי מגיהול לאורך כל השנה. המחקר יכול: ניסויי פילוט פלנט והתאמת קו ייצור להקפאה ושימור בהקפאה שיבטיחו איכות פרי לייצוא לאורך השנה. יינתן דגש לזיהוי התנאים המדויקים למניעת נזקי קפיאה, מבחינת מצב הפרי וכדאיות הייצור בניסויים בהיקף מסחרי; זיהוי הגורמים המבניים פיסיולוגיים המעורבים בהבטחת האיכות לגבי התאמת מצב הפרי לתקופות שימור מוגדרות; מבנה-מירקם דופן תא; פעילות הממברנות; תנועת מומסים.

הנחיות למילוי סיכום עם שאלות מנחות

נא לענות על כל השאלות, בקצרה ולעניין, ב- 3 עד 4 שורות מכסימום לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת)
שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.
הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה
איתור והבנת גורמי הנוק משימור בהקפאה וניסויי ייצור בחיקף פילוט פלנט : - 1. איפיון חדירות ממברנות התא בתנאי הקפאה-הפשרה בהתייחס לאצירת סוכרים בתא. 2. איתור מגנטי נוק מקפאה (גידול גבישי קרח, אאוטקטיות, תנועת מומסים הגורמת לשינויים בריכוז והתגבשות סוכרים, התיבשות תאים וריקמה). 3. מעקב אחר שינויי מבנה-מירקם, השראת השתלפחות במשך השימור בהקפאה (ברמת מיקרוסקופ אור ואלקטרוני). 4. ניסוח תנאים מיטביים לשימור ממושך בהקפאה.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח
משטרי הקפאה זיהוי חלבונים, סוכרים, פקטין, דופ-תא, ממברנות מיקרוסומליות, ממברנות פלסמטיות, ושימור בהקפאה, אפיון אנטומי ואולטרה-סטרוקטורלי, תפקוד ממברנות תוך תאיות, זיהוי חלבונים, סוכרים, פקטין, דופ-תא, ממברנות מיקרוסומליות, ממברנות פלסמטיות, איכות וחיי מדף לפני ואחרי הקפאה, ניסויי פילוט-פלנט בהיקף מסחרי נסיוני. התוצאות הביאו לשימור איכותי למשך שנה. 3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.
ניתן לבטח איכות ייצוא ברמת הפרי הטרי. איתור התנאים ומערך הייצור המבטיחים שימור איכותי הצביעו על החיוניות במחקר לפיתוח תהליך שיבטיח ייצור ריווחי. המחקר שבוצע הראה שריווחיות הייצור תלויה בכמה גורמים כמו עלות השימור במשטר המבטיח איכות ברמת הפרי הטרי, המצב הפיסיולוגי של הפרי ואורך חיי המדף.
4. הבעיות שנותרו לפתרון ואו השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן.
משטרי השימור הדרושים להבטחת איכות יצוא הם יקרים יחסית וחיוני לזהות תנאים עם הבטחת איכות יצוא בפיתוח מערך הייצור שיבטיח כדאיות ייצור מבחינה כלכלית. המחקר המשכי יעסוק בפיתוח תהליך ייצור להבטחת איכות ייצוא אחידה של תמרי מגיהול לאורך כל השנה. מחקר המשכי יכלול: ניסויי פילוט פלנט והתאמת קו ייצור להקפאה ושימור בהקפאה שיבטיחו איכות פרי לייצוא לאורך השנה.
5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים - כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך
המחקר שהתבצע יוכן לפירסום בעתונות החקלאית והמדעית. הממצאים הוצגו בהרצאות בכנסים ולגורמי המימון.