



1998-2001

תקופת המחקר:

416-0466-01

קוד מחקר:

Subject: STUDY OF BUBLE FORMATION IN DATE FRUITS.

Principal investigator: ILAN SHOMER

Cooperative investigator:

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O.)

שם המחקר: חקר גורמי השילפוח בפרי התמר.

חוקר ראשי: אילן שומר

חוקרים שותפים:

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן
50250

תקציר

יצוא רווחי ביותר של פרי תמר המגיהול הביא להרחבת הנטיעות, אך תופעת השילפוח גורמת לנזקים כלכליים כבדים.

מטרות המחקר - לזהות גורמים האחראיים לשילפוח, באמצעות חקר המבנה וההרכב האקסוקרפ והמזוקרפ, השראה לשילפוח ומעקב אחר תנאי אקלים במטעים בעלי עוצמות שילפוח שונות.

שיטות העבודה - כוללות מיצויים, הפרדות, וזיהויים של רכיבי שעווה ודופן תא והסתכלויות במיקרוסקופ אור ואלקטרוני.

תוצאות - נמצא שעל פני הפרי מצויה שעווה עם הבדלים כמותיים בין זנים וביחס בין הרכיבים המסתבנים והלא-פולריים בפרות ביקורת (0.7) ואלה ממטע מושרה השתלפחות (1.5). זוהו הבדלים בולטים בפחמימנים, וכוהלים ראשוניים ושניוניים בין פרות הביקורת לאלה ממטע מושרה השתלפחות. כמו כן נמצאו הבדלים משמעותיים בין המזוקרפ לאקסוקרפ בתכולת פקטין וסוכרים ניטרליים בדופן התא הבלתי מסיס. במקרה שנבדק, נמצא שבפרי איכותי הקוטיקולה בעלת עובי הדומה לזה של דופן התא האפידרמלי החיצוני ובפרות משולפחים היא כפולה בעובייה. ריסוס בציטוקינין (תכשיר סיפיון) במהלך התפתחות הפרי השרה לאיחור בהבשלה ולהשתלפחות. נבחנו תנאים להשריה מבוקרת של שילפוח על ידי הריסוס בהורמון. נבדק הקשר בין ריכוז הציטוקינין לבין שכיחות והיקף השילפוח, משקל הפרי ואחוז הלחות. במקביל נלמדו תכונות החדירות של הקליפה בפרות מגיהול איכותיים ובפרות מושרי שלפוח. המשקל הממוצע של פרי משולפח היה קטן יותר ואחוז הלחות מעט גבוה יותר. קצב הייבוש שלהם, וכן קצבי הדליפה של סוכרים ויונים היו מהירים יותר.

מסקנות - התוצאות מאששות ממצאים קודמים המצביעים על הבדלים בתכונות הפיזיקליות של האקסוקרפ בין פרי איכותי למשולפח. ניתן עד כה להסיק שפרי משולפח נבדל בכמה מרכיבים הגורמים כנראה לשוניים בתכונות העבירות בנוסף להקשחת האקסוקרפ, והמשך המחקר יעסוק בזיהוי גורמים אלה במגמה לאפשר ניסויים להפחתת נזקי השילפוח.

דו"ח סופי בנושא: **חקר גורמי השילפוח בפירות תמר (416-0466-01)**

Study of the Blistering factors in Date Fruits

מוגש לקרן המדען הראשי - משרד החקלאות ולאירגון הדיקלאים

על ידי

אילן שומר, טטיאנה יפרמוב - מינהל המחקר החקלאי

חמוטל בורוכוב-נאורי, , גדעון זיו, אפי טריפלר, סילבי לוי - מו"פ ערבה דרומית

פיני סריג - מו"פ בקעת הירדן, ברוך לוזון - שה"מ

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

Pinhas Sarig - R&D Bikat Ha'Yarden

Baruch Lusson - Ministry of Agriculture, Extension Service

יוני 2002

תמוז תשס"ב

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

חתימת החוקר

תקציר

יצוא רווחי ביותר של פרי תמר המגיהול הביא להרחבת הנטיעות, אך תופעת השילפוח גורמת לנזקים כלכליים כבדים. מטרת המחקר הן לזהות גורמים האחראיים לשילפוח, באמצעות חקר המבנה וההרכב האקסוקרפ והמזוקרפ, השראה לשילפוח ומעקב אחר תנאי אקלים במטעים בעלי עוצמות שילפוח שונות. השיטות כוללות מיצויים, הפרדות, וזיהויים של רכיבי שיעור ודופן תא והסתכלויות במיקרוסקופ אור ואלקטרוני.

נמצא שעל פני הפרי מצויה שיעור עם הבדלים כמותיים בין זנים וביחס בין הרכיבים המסתבנים והלא-פולריים בפירות ביקורת (0.7) ואלה ממטע מושרה השתלפחות (1.5). זוהו הבדלים בולטים בפחמימנים, וכוהלים ראשוניים ושניוניים בין פירות הביקורת לאלה ממטע מושרה השתלפחות. כמו כן נמצאו הבדלים משמעותיים בין המזוקרפ לאקסוקרפ בתכולת פקטין וסוכרים ניטרליים בדופן התא הבלתי מסיס. במקרה שנבדק, נמצא שבפרי איכותי הקוטיקולה בעלת עובי הדומה לזה של דופן התא האפידרמלי החיצוני ובפירות משולפחים היא כפולה בעובייה.

ריסוס בציטוקינין (תכשיר סיפיון) במהלך התפתחות הפרי השרה לאיחור בהבשלה ולהשתלפחות. נבחנו תנאים להשרייה מבוקרת של שילפוח על ידי הריסוס בהורמון. נבדק הקשר בין ריכוז הציטוקינין לבין שכיחות והיקף השילפוח, משקל הפרי ואחוז הלחות. במקביל נלמדו תכונות החדירות של הקליפה בפירות מגיהול איכותיים ובפירות מושרי שלפוח. המשקל הממוצע של פרי משולפח היה קטן יותר ואחוז הלחות מעט גבוה יותר. קצב היבוש שלהם, וכן קצבי הדליפה של סוכרים ויונים היו מהירים יותר. התוצאות מאששות ממצאים קודמים המצביעים על הבדלים בתכונות הפיזיקליות של

האקסוקרפ בין פרי איכותי למשולפת. ניתן עד כה להסיק שפרי משולפת נבדל בכמה מרכיבים הגורמים כנראה לשוניים בתכונות העבירות בנוסף להקשחת האקסוקרפ, והמשך המחקר יעסוק בזיהוי גורמים אלה במגמה לאפשר ניסויים להפחתת נזקי השילפוח.

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

פירות תמר מהזן מג'הול מהווים מוצר יצוא חשוב מאד ולאור הביקוש הרב, קיימת מגמה להרחבה ניכרת של המטעים. למרות זאת, נזקים לאיכות כתוצאה מהשתלפחות הפרי גורמים להפסדים כספיים כבדים, ובמטעים מסוימים, כמו בעמק הירדן, הביאו להפסקת הגידול. כיום, נזקי השילפוח גורמים לנזקים כלכליים בכמה מטעים בבקעת הירדן וצפון ים המלח, עד כדי העלאת ספיקות לגבי כדאיות הגידול.

נזקי השילפוח (blistering) מוכרים שנים רבות, והם הוגדרו כתופעה המתבטאת בהפרדת הקליפה (אקסוקרפ) מבשר הפרי (מזוקרפ) (skin separation). לפי הספרות, ניסויים בטיפול בפרי לאחר הגדיד לא העלו תוצאות ברורות אם בכלל לגבי מניעת התופעה. המחקרים המועטים שנערכו לגבי תופעה זאת נעשו לפני שנים רבות ועסקו בעיקר במעקב אחר תנאים להתהוותה, טיפולי מניעה לאחר הגדיד ולימוד אנטומי. לעיתים השילפוח סמוי והנזק מופיע לאחר מכן בשימור. הדעה הרווחת היא, שעוצמת הנזק נקבעת על ידי תנאי האקלים, העיבוד, קרקע ומים לפני הגדיד.

גורמים אפשריים המעורבים בהתהוות תופעת השילפוח - קיימות סברות שונות בהקשר לגורמי גידול כמו אקלים, קרקע ומים המשפיעים על מידת ההשתלפחות. ההתרשמות הכללית היא שההשתלפחות מתעצמת בתנאי לחות יחסית גבוהה, טמפרטורה נמוכה יחסית ומים שפירים. אנשי גידול וחוקרים אזוריים העלו סברות סותרות לעיתים מאלה שצוינו כאן ולא ניתן להצביע על גורמי גידול מוגדרים המשפיעים על התפתחות תופעת השילפוח. מדידות הקדמיות הראו לראשונה מעל הבדלים בולטים (בין 20 ל-40%) ברמות הלחות היחסית בסביבת האשכול בין מטעים בערבה לצפון ים המלח ובקעת הירדן (איור 1). כמו כן, בצפון ים המלח נמצאו הבדלים דומים ברמת הלחות היחסית בין פנים וחוף האשכול.

למרות שהשילפוח מוכר שנים רבות, נערכו מחקרים וניסויים מועטים בנושא זה שלא הביאו עד כה להבנת הביולוגיה של הנזק. Nixon (1961) הציע שטורגור, לחות וחם גבוהים עשויים לגרום להתרופפות ריקמת המעטפת בשלבי התפתחות. הוא ייחס את השילפוח לאבדן לחות מהיר (הנחה זו לא בוססה) ובעבודתו הסתמנה נטייה להפחתת הנזק על ידי דילול פירות או סנסנים. Nixon (1961) גם דיווח שלפי Gridley (1925), דעת המגדלים היא שעוצמת השילפוח מושפעת מתנאי העיבוד והאקלים לפני הגדיד ושלפי Freeman (1911), הבחלה בתנאי לחות וחום גבוהים משרה שילפוח. פירסומים אלה התייחסו לפירות חצי יבשים, כמו של הזנים חדראוי וברחי שבהם השילפוח מקובל כמופע טבעי של הפרי ולכן ניתן לשווקם. לתנאי האקלים ומשטר ההשקיה, השפעה רבה על איכות הפרי כמו מרקם, תכולת המים ורכוז המומסים באפופלסט (Sams, 1999; Borochoy-Neori & Shomer, 2001).

המחקר הנוכחי עסק בחקר גורמי הקשחת האפידרמיס, הפוגמים בכושרו של האקסוקרפ ליצור קפלים ולהתכווץ מסביב למזוקרפ ה"קורס" תחתיו במהלך הייבוש, דבר הגורם לתופעת ההשתלפחות.

מטרות המחקר בתקופת הדו"ח - זיהוי הגורמים האחראיים להתהוות תופעת השילפוח כתוצאה מהפרדת האקסוקרפ מהמזוקרפ ולימוד התנאים להשרייתם, במגמה לפתח ידע לביצוע ניסויים להפחתת הנזק או למניעתו. פירוט המטרות: 1. חקר המבנה וההרכב של האקסוקרפ (אפידרמיס, שעווה אפיקוטיקולרית, שעווה) והשינויים החלים בהקשר לשילפוח וכושר יצירת קפלים. 2. ניסויים בהשריית שילפוח מבוקר במהלך התפתחות הפרי על העץ. 3. שינויים אוסמוטיים ורגישות לקריסה דיפרנציאלית (אקסוקרפ בנפרד ממזוקרפ) בהקשר לצמצום דיפרנציאלי בנפח התאים כגורם המעורב בהפרדה הבינתאית.

ג. פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לתקופת הדו"ח

ביצוע הניסויים

המחקר התבצע על פירות תמר שנדגמו מכמה מטעים בבקעת הירדן כאשר ידוע שהם הנבדלים בעוצמות נזקי השילפוח, וממטע ביקורת בערבה דרומית הידוע כמניב פירות איכותיים. דיגום הפירות לנסיונות השונים נעשה בהתאם למטרת הניסוי וכלל פרי ירוק, צהוב וחום. ביצוע המחקר נעשה בשיטות שהתאימו ללימוד הרכב ותכונות האקסוקרפ בהקשר להתהוות השילפוח, אפיון מבני ברמת מיקרוסקופ אור ואלקטרוני, זיהוי כמותי ואיכותי של שעווה אפיקוטיקולרית, דופן תא, ממברנות התאים, ניסויים לקביעה כמותית של הקוטיקולה השעוותית (על ידי הסרת רכיבי ריקמה אקסוקרפיים באמצעות המסה אנזימטית וכימית) ואפיון כושר התפיחה וההתפשטות של רקמות האקסוקרפ והמזוקרפ בייבוש ומיום, ניסויים להשראת שילפוח מבוקר הן על ידי ציטוקינין והן באמצעות השראת לחות, מעקב תנאי אקלים.

תוצאות ודין

האפשרויות לאתר גורמים האחראיים להיווצרות השילפוח מותנות בזיהוי רכיבים ומבנים הנוצרים או משתנים באזורי הנזק במהלך התפתחות הפרי. יש ללמוד תחילה כיצד ניתן להשרות שילפוח ולאחר מכן לזהות, בפירות שידוע כי ישתלפחו, גורמים הקשורים לשילפוח. מאחר ולא ידוע האם הפרי המתפתח מושרה שילפוח, נחקרו תמרים מעצים הידועים מהעבר כנגועי שילפוח, ונערכו ניסויים בזיהוי תנאים להשראת שילפוח מבוקר, ידע שיאפשר לזהות את הגורמים האחראיים להתפתחות השילפוח במהלך התפתחות הפרי. השילפוח הטבעי לא זהה בעוצמתו כל שנה. מכאן, שלפחות בחלק מהמקרים עלול להיווצר מצב של השקעת זמן לימוד ללא תוצאות מקוות. במקרה 2, המחקר עוסק בזיהוי רכיבים של תאי האקסוקרפ, הכוללים דופן תא, קוטיקולה ושעווה אפיקוטיקולרית. כמו כן, נערך אפיון של רכיבים פוליסכרידיים (פקטין, צלולוז, סוכרים נייטרליים), במגמה לזהות הבדלים בין שכבות האקסוקרפ והמזוקרפ בתכולת והרכב רכיבים בדופן התא ובלמלת הביניים ובמיוחד בשכבת האפידרמיס. צמחים שונים נבדלים בהרכב ועוצמת ההפרשה, הפילמור וההתקשות של השעווה והשעווה הקוטיקולרית. שיטות ההפקה והזיהוי שפותחו לגבי צמחים מסוימים לא תמיד מאפשרות מיצוי מצמחים אחרים. מאחר ולמיטב ידיעתנו לא נערכה עבודה קודמת באפיון מבני או כימי של רכיבים אלה בפירות תמר, העבודה כרוכה גם בלימוד שיטות להפקה וזיהוי של השעווה והקוטיקולה. זאת, במגמה לזהות רכיבי שעווה הגורמים להתקשות אפשרית של

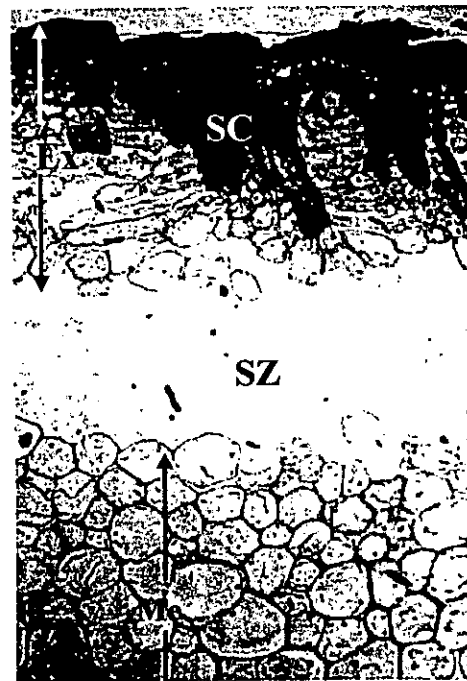
האקסוקרפ. בחינה במיקרוסקופ אלקטרוני הראתה ששכבות הקוטיקולה השעווית והשעווה כוללות מקטעים מסיסים ולא מסיסים. כנראה, שחלק מהמקטעים המסיסים מתפלמר עם הזמן לבלתי מסיס.

ה.1. אנטומיה ומבנה תאי הפרי ותופעת ההשתלפחות

לימוד מיקרוסקופ אור של פרי המגיהול (תמונה 1) הראה שהאקסוקרפ כולל אזור אפידרמלי בעל תאים צפופים וקטנים המשולבים בצברים של תאי אבן. דופן התא האפידרמלי החיצוני מצופה בקוטיקולה שעווית. קוטיקולה זאת היא בעלת עובי שיכבה ייחודי בהשוואה לזו של צמחים אחרים.



תמונה 1: חתך רוחב בפרי תמר מג'הול איכותי, הכולל אקסוקרפ ואזור חיצוני של המזוקרפ. C - קוטיקולה; E - אפידרמיס; MP - פרניכמה באזור הגבול בין האקסוקרפ והמזוקרפ; SC - תאי אבן SE סובאפידרמיס; T - תא טנין (הגדלה x1000).



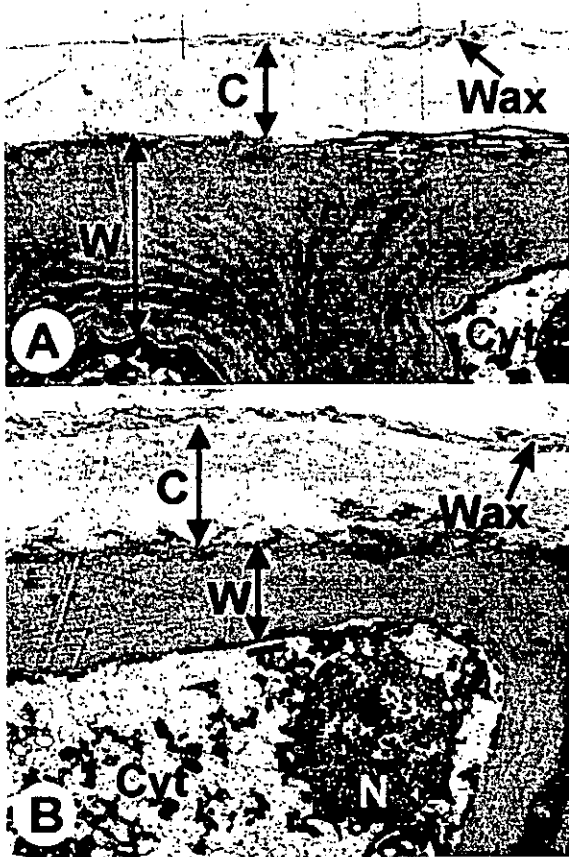
תמונה 2: חתך רוחב דרך שכבת האקסוקרפ (Ex) עם צברי תאי אבן (SC), והקטע הסמוך של המזוקרפ (Me) ואזור ההפרדה ביניהם (SZ), בשלב התחלתי של תהליך השלפוח. (x500).

בנוסף לכך, מצויים תאים סובאפידרמליים הכוללים גופיפי טנין.

ניתן להניח, שמכלול מרכיבי מבנה אלה קובע את התכונות המכניות של האקסוקרפ ואת כושרו ליצור קפלים בהיקף המזוקרפ במהלך התייבשות הפרי.

לימוד מיקרוסקופ אור (תמונה 1) הראה שהאקסוקרפ כולל אזור אפידרמלי בעל תאים צפופים וקטנים

המשולבים בצברים של תאי אבן. מכלול מרכיבי מבנה אלה קובע את החוזק המכני של האקסוקרפ המשפיע על תופעת השילפוח. בתחילת מופע השילפוח נוצרת הפרדה בין רקמת האקסוקרפ והמזוקרפ ומתהווה חלל גדול ביניהם (תמונה 2). לא ברור אם התאים באזור ההפרדה מתפרקים או ניתקים האחד ממשנהו, או שזה שילוב של ניתוק והתפרקות. בהסתכלויות השוואתיות נמצא שבאזורים משולפחים של פרי פגוס (תמונה 4A) שטח הפנים החיצוני של האקסוקרפ חלק יחסית. לעומת זאת, שטח הפנים של פרי איכותי נראה עם קמטים אופייניים (תמונה 2B). בתהליך הייבוש, שכבות הציפה ההיקפיות "קורסות" על גבי הרקמות הפנימיות שנפחן מצטמצם ונוצרים קמטים רבים בהיקף המזוקרפ. כתוצאה מכך, מעטפת האקסוקרפ מתקמט באופן צמוד וסינכרוני



תמונה 3: חתכי רוחב כפי שנראים במיקרוסקופ אלקטרוני של קטע תא אפידרמלי הכולל איזור ציטופלסמטי (Cyt) גרעין (N), דופן תא חיצוני (W) המכוסה בקוטיקולה (C) ושעווה אפיקוטיקולרית (Wax) מעליה. A. פרי איכותי ו-B. פרי משולפח. (x30,000).

3A). בהשוואה לפרי איכותי, הקוטיקולה באקסוקרפ המשולפח בדוגמאות שנבדקו, עבה יותר (תמונה 3B). הבדלים אלה מרמזים על המעורבות האפשרית של הקוטיקולה בקביעת מידת הקשיחות של האקסוקרפ, מבחינת כושרו ליצור קמטים ולהתהדק על פני המזוקרפ המצטמצם במהלך הייבוש ובתכונות חדירותו ללחות. מכאן נראה שמכלול ההשפעות של השעווה, הקוטיקולה, דופן התא

האפידרמלי ותאי האבן קובע את התכונות המכניות האחראיות לכושר ההתקמטות של האקסוקרפ.

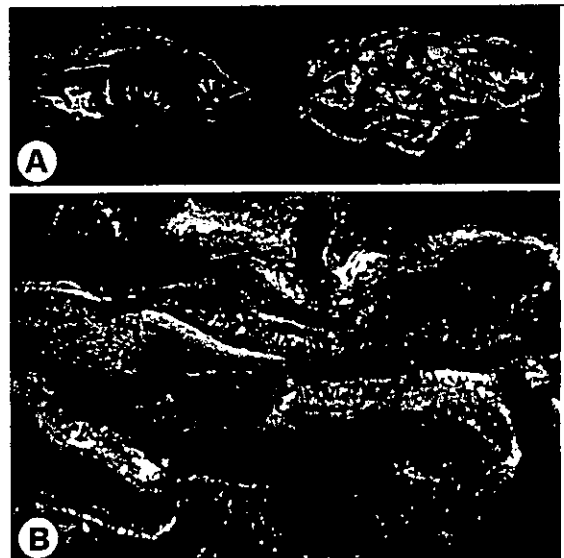
ה. זיהוי מרכיבי שעווה אפיקוטיקולרית

הניסויים במערכות המיצוי החלו משלב הפרי הירוק ונערכו לאחר מכן גם בפירות בשלים, שנדגמו מכמה מטעים, הידועים בהבדלים הניכרים ביניהם בעוצמת השילפוח. כביקורת שימש פרי

לשכבות המזוקרפ ההיקפיות. מדידות הראו לראשונה ששטח הפנים לא משתנה במימדיו כתוצאה מייבוש או מיום ויתכן שדבר זה ייחודי לתמרים ו/או לפירות מסויימים.

הבנת השילפוח כפגם בכושר ההתקמטות של האקסוקרפ, מצביעה על חשיבות האיפיון של רכיבי המבנה של רקמות ותאי האקסוקרפ האחראיים לתכונות הפיסיקליות של קליפת הפרי. מבין הבולטים במרכיבים אלה מנויים דופן התא האפידרמלי החיצוני, הקוטיקולה השעווה ותאי האבן.

לימוד מיקרוסקופ אלקטרוני חודר, הראה שדופן התא האפידרמלי החיצוני עבה במיוחד והוא מכוסה בקוטיקולה המצופה בכיסוי שעוותי (תמונה 3). נמצא לראשונה שעובי הקוטיקולה של אקסוקרפ הפרי הבשל משתווה לעובי הדופן האפידרמלי החיצוני (תמונה



תמונה 4: A. תמר איכותי (משמאל) ופרי פגום עם מוקדי שלפוח וצברי גבישי מומסים (מימין) לאחר שימור בהקפאה. B. מבנה שטח פנים מקומט אופייני של פרי איכותי ליצוא (X20).

שנדגם ממטע ביטבתה, הידוע במיעוט הפרי המשולפח שלו. כמוצג בטבלה 1, כמויות השעווה ממיצויים על ידי הקסן-כלורופורם (76.7 מיק"ג לסמ"ר) וכלורופורם (87.3 מיק"ג לסמ"ר) הניבו כמויות שעווה גבוהות יותר שכללו את מירב המקטעים בניסויים שבוצעו (טבלה 1 נמצא שפרי ירוק מכיל כמות שעווה פחותה במידת מה (77.8 מיק"ג ל- סמ"ר) מזו של פרי צהוב (85.9 מיק"ג לסמ"ר), כאשר פרי ממטע בקעות שבאותה תקופת דגימה היה ירוק, הכיל 76.7 מיק"ג לסמ"ר. בכל המדידות שהתקבלו מהפירות בשלב הבוסר התקבלה כמות גבוהה יותר של שעווה ליחידת משקל פרי (גר") לעומת יחידת שטח פנים (סמ"ר).

טבלה 1: כמות שעווה ליחידת משקל פרי וליחידת שטח פנים, מפירות בשלבי התפתחות מתקדמים, שנדגמו ממטעים הידועים בהשתלפחות פירותיהם וממטעי ביקורת.

זן	מטע	מועד דיגום	מערכת מיצוי	סוג פרי	מספר פירות להפקת שעווה	כמות שעווה מיק"ג לגר' פרי	כמות שעווה [מיק"ג לסמ"ר אפידרמיס]
מג'הול	יטבתה	31.7.98	הקסן-כלורופורם	ירוק	80	131.0	77.82
"	"	31.7.98	"	צהוב	56	133.9±11.2	85.9±5.4
"	"	31.7.98	"	ירוק וצהוב	10	138.2±10.0	83.2±6.0
"	זור	3.8.98	"	ירוק	54	127.5	81.5
"	בקעות	23.7.98	"	ירוק	10	124.5	81.4
"	"	3.8.98	"	ירוק	10+114	116.5±3.9	78.5±2.4
"	"	9.8.98	"	ירוק	10	111.89	73.1
"	"	3+9.8.98	"	ירוק	(2x10)+114	115.0±3.6	76.7±3.6
"	"	23.7.98	כלורופורם	ירוק	10	147.9	98.8
"	"	9.8.98	"	ירוק	10+36	127.0±13.8	81.5±4
"	"	23.7+9.8. 98	"	ירוק	36	133.9±15.5	87.3±11.0
"	משואה	13.8.98	"	צהוב	50	114.9	80
מג'הול - ממוצע כללי							
						127.3±12.8	82.0±6.8
דקל נור	יטבתה	31.7.98	הקסן-כלורופורם	-	120	162.2	69
"	בקעות	9.8.98	כלורופורם	-	60	180.5	81
דקל נור - ממוצע כללי							
						171.3±12.9	75±8.5
ברחי	יטבתה	31.7.98	"	ירוק	70	198.7	99.3
"	"	31.7.98	"	צהוב	50	192.0	107.4
"	"	31.7.98	"	ירוק וצהוב	50+70	195.3±4.8	103.4±5.7
ברחי - ממוצע כללי							
						195.3±4.8	103.4±5.7

למראית עין, לא היו הבדלים בפרי בשל בין פירות איכותיים למשולפחים (בין 94 ל-103 מיק"ג לסמ"ר שטח פנים). תוצאות מייצגות של אנליזות מפורטות יותר של מרכיבי השעווה הראו הבדלים כמותיים בולטים ביחסים שבין הרכיבים המסתבנים לבין הרכיבים הלא-פולריים (טבלה 2). מעניין היה לראות שהיחס בין מקטעים אלה היה כ-0.7 במטע הביקורת (יטבתה) לעומת כ-1.5 במטע המניב פירות משתלפחים. מעניין לראות שבפירות ברהי, המאופיינים כפירות משולפחים היחס בין מקטעים המסתבנים והלא מסתבנים אף גבוה מ-2.

בויהוי הרכיבים הבלתי מסתבנים (טבלה 3) התקבלו הבדלים ניכרים בין פירות מטע הביקורת ביטבתה לבין מטע בקעות הנגוע שילפוח. בפירות הביקורת נמצאה כמות קטנה יחסית של רכיבים לא-

טבלה 2: חומר בלתי-מסתבן וחומצות שומן בשעווה אפיקוטיקולרית של פרי ממטע ביקורת וממטעים הידועים בהשתלפחות פירותיהם.

זן	סוג פרי	מטע	תאריך דגימה	שעווה נבדקת (מ"ג)	SM ⁽¹⁾ (%)	NSM ⁽²⁾ (%)	יחס SM/NSM
מג'הול	צהוב	יטבתה	31.7	213.0±38.1	25.0±1.24	36.8±3.5	0.68
"	ירוק	בקעות	23.7	156.3±28.0	38.6±16.7	26.2±12.6	1.47
"	צהוב	משואה	13.8	190.0	30.7	37.0	0.83
ברהי	צהוב	יטבתה	31.7	260.0	23.8	11.5	2.10

⁽¹⁾Saponifiable matter

⁽²⁾Non-saponifiable matter

פולריים הידרוקרבוניים (כ-10%) ובפירות המשולפחים כמות גבוהה יחסית (כ-60%) וההפך לגבי רכיבים פולריים יותר שכללו כוהלים ובמיוחד שניוניים. המיקטוע נעשה על ידי שני מצעי הפרדה. מתוצאות אלה ניתן יהיה בהמשך להשוות בין כמה מטעים המניבים פירות איכותיים לאלה המניבים פירות משולפחים.

טבלה 3: מקטעים בלתי-מסתבנים, שהופרדו משעווה אפיקוטיקולרית של פירות תמר מג'הול, כפי שהתקבלו מדחייה ברצף (על ידי מעבר מנוזלי שטיפה פחות פולריים לפולריים).

נוזל הדחה		מקטע שעווה מושב		% משקלי מהשעווה	
הקסן	פחמימנים	כוהלים ראשוניים	כוהלים שניוניים	יטבתה (115 מ"ג)	בקעות (112 מ"ג)
				מצע הפרדה - Silica gel	מצע הפרדה - Al ₂ O ₃
הקסן	פחמימנים	כוהלים ראשוניים	כוהלים שניוניים	10.3	60.4
בנזן	כוהלים ראשוניים	כוהלים שניוניים	חומרים לא מזוהים	5.6	13.9
אתר	כוהלים שניוניים	חומרים לא מזוהים		51.4	4.5
מתנול:אתר (4:1)	חומרים לא מזוהים			13.0	15.2

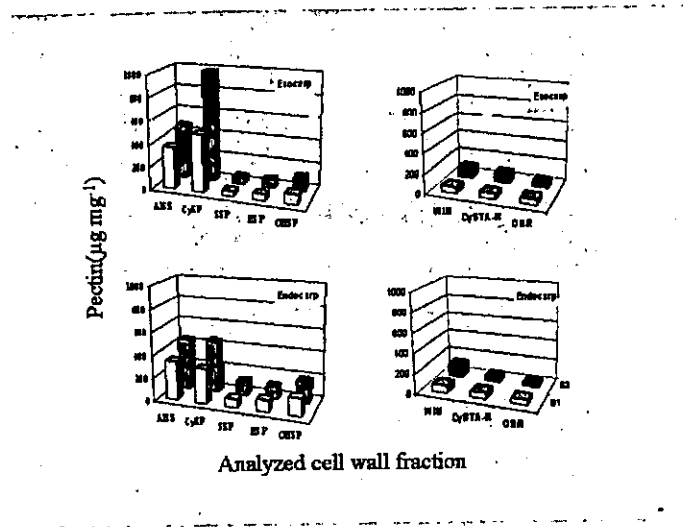
המחקר כלל גם פיתוח שיטה לבידוד קוטיקולה בלתי מסיסה. בניסויים אלה התקבלו תבדידים קוטיקולריים בלתי מסיסים ובאמצעות מיקרוסקופ אור ניתן היה להבחין במשטחים גדולים, דבר שמאפשר כיום להתחיל בזיהויים לאפיון כמותי ומבני של הקוטיקולה במארג דופן התא האפידרמלי

החיצוני. לא ניתן היה להמיס את הקוטיקולה בשיטות המקובלות לגבי קביעת הרכב של קוטיקולה צמחית, כך שבשלב זה של המחקר נערכות מדידות לגבי הכמות הכללית והמבנה.

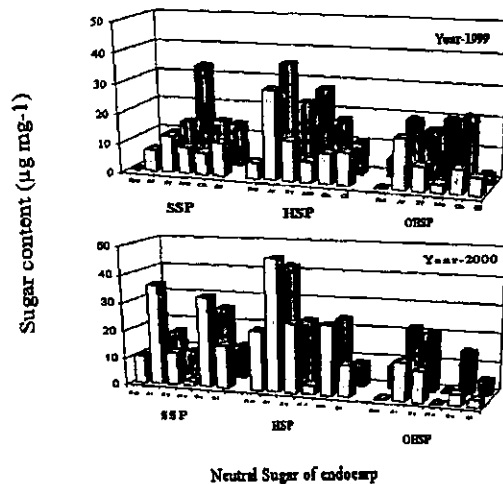
ה.3. דופן התא בהקשר לשילפוח

כחלק מהרכיבים העשויים לגרום להקשחת האקסוקרפ, נחקר דופן התא. לא נמצאו הבדלים בולטים אם כלל בתכולת הפקטין בין הפירות, וזאת בשתי שנות המעקב (2000-1). ובכל מקטעי דופן התא המסיסים והבלתי מסיסים שנבדקו (איור 1), להוציא מקרה אחד שבו נמצאה כמות גבוהה יותר של פקטט באקסוקרפ של פרי איכותי לעומת פרי משולפח של פקטט בגיד שנת 2000.

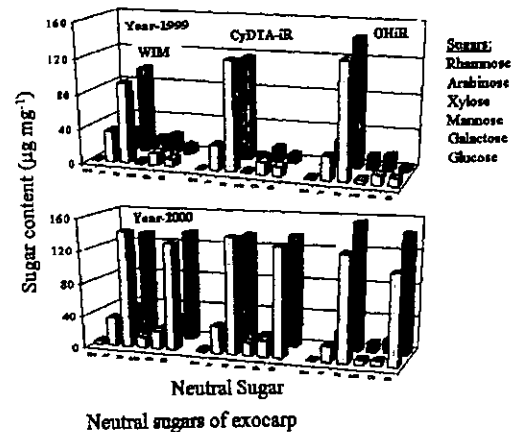
ברוב הסוכרים לא נמצאו הבדלים בשאריות הבלתי מסיסות בין פירות איכותיים למשולפחים לאחר



איור 1: פקטין מסיס ובלתי-מסיס בריקמות האקסוקרפ והמזוקרפ של פרי תמר המג'הול - AISS - רכיבי דופן-תא (מסיסים במים), שהם בלתי מסיסים באתנול; WIM - דופן תא בלתי מסיס; HSP -



איור 2: תכולת סוכרים ניטרליים בדופן תא של אנדוקרפ פרי איכותי ופרי משולפח בחומר מסיס המתמצה במים (WIM), לאחר מיצוי פקטט (CyDTA-iR) ולאחר מיצוי בבסיס (OHIR).



איור 3: תכולת סוכרים ניטרליים בדופן תא של אקסוקרפ פרי איכותי ופרי משולפח בחומר הבלתי מסיס במים (WIM), לאחר מיצוי פקטט (CyDTA-iR). ולאחר מיצוי בבסיס (OHIR).

מנח, גלקטוז, וגלוקוז בפרי האיכותי לעומת המשולפח, ובלטה העלמות הרמנוז מהפרי המשולפח בשתי שנות המחקר (איורים 2 ו-3). בעוד שהתכולה והיחסים הכמותיים של הפקטין והסוכרים הנייטרליים המסיסים דומה בין האקסוקרפ והמזוקרפ, נמצאו הבדלים בולטים ביותר ביניהם בדופן התא הבלתי מסיס (איור 3).

ה.4. השראת שילפוח בפרי מג'הול על ידי ציטוקינין (סיפיון).

לאור הידע שטיפול בציטוקינין גורם להקשחת הזג בענבים, טופלו אשכולות בודדים להשראת שילפוח במטע הביקורת ביטבתה, בנפרד מאשכולות אחרים בעץ על ידי ריסוס 1% ציטוקינין, ב- 3 מועדים מסוף מאי עד סוף יולי. אופיינו הבדלים באיכות הפרי במהלך התפתחותו בהשוואה לביקורת. התקבלו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים שהתעצמו עם התקדמות העונה (טבלאות 4 ו- 5) ביחסים ביקורת: טיפול ציטוקינין בסוגי הבוסר (0.2), 1/3 בוחל (0.7), 2/3 בוחל (5.8), לח (1.3) וצמל (6.4).

טבלה 4: סוגי הפרי והיחסים הכמותיים ביניהם באשכול הביקורת שהתקבלו בסוף עונת הגיד.

סוג פרי	מספר פירות	משקל פרי ממוצע (גר')	משקל כללי (גר')	(%) משקלי מכלל הפירות	% ממספרי מכלל הפירות
בוסר	62	28.9	1,790	11.9	14.1
1/3 בוחל	60	31	1,830	11.5	14.4
2/3 בוחל	75	23.7	1,780	14.3	14.0
לח	182	25.2	4,590	34.8	36.2
צמל	127	20	2,540	24.3	20.0
בררה	17	8.8	150	3.3	1.2
סה"כ	523		12,680	100	100

במועד הצמל המלא של פירות הביקורת, חלק מהפירות שטופלו בציטוקינין היו בשלבי בוחל וחלקם בהבשלה כשמראם כהה ומשולפת. בדומה להבדלים בין פירות איכותיים לאלה של מטעים נגועי שילפוח, לא היו הבדלים משמעותיים בתכולת השעווה בין פירות הביקורת למשולפחים (טבלה 6).

טבלה 5: סוגי הפרי והיחסים הכמותיים ביניהם באשכול שטופל בציטוקינין בסוף עונת הגיד.

סוג פרי	מספר פירות	משקל פרי ממוצע (גר')	משקל כללי (גר')	(%) משקלי מכלל הפירות	% ממספרי מכלל הפירות
בוסר	267	32.4	8640	48.4	52.9
1/3 בוחל	90	31.7	2850	16.3	17.5
2/3 בוחל	13	30	390	2.4	2.4
לח	144	27.3	3939	26.1	24.1
צמל	20	20.5	410	3.6	2.5
בררה	18	6.1	110	3.3	0.7
סה"כ	552		16330	100	100

טבלה 6: כמות השעווה המסיסה משטחי הפנים של פירות שנדגמו בתחילת אוגוסט מ-4 אשכולות מעצים שונים.

מספר דיגום	טיפול	מספר פירות ששימשו למיצוי	Wax ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	Wax ($\mu\text{g g}^{-1}$)	טיפול	ממוצע ($\mu\text{g g}^{-1}$)	ממוצע ($\mu\text{g cm}^{-2}$)
1	ביקורת	28	81.7	143	כל הניסויים		
	ציטוקינין	28	91.6	132	ביקורת	144	89.8
2	ביקורת	28	77.5	134	ציטוקינין	126	90.7
	ציטוקינין	24	83.7	116	Cont:Cytoc	1.14	0.99
3	ביקורת	17	115.4	175	להוציא תוצאות חריגות של ניסיון 3		
	ציטוקינין	15	93.4	133	ביקורת	134.0	81.3
4	ביקורת	27	84.8	125	ציטוקינין	123.7	89.9
	ציטוקינין	24	94.1	123	Cont:Cytoc	1.08	0.91

בהמשך, נלמדו התנאים להשראת שלפוח מבוקר במהלך התפתחות הפרי על העץ ובחינת תכונות החדירות של האקסוקרפ בהקשר להיקף השלפוח. אשכולות שונים על אותם עצים טופלו בכמה רכוזי ציטוקינין (0.1, 0.2 ו-0.4% סיפיון) על ידי ריסוס עד נגירה ב-3 מועדים לאורך תקופת התפתחות הפרי (במאי, יוני ויולי 2000). אשכולות אחרים על אותם עצים שמשו לביקורת. הניסוי נערך בשלוש חזרות על שלושה עצים. הפרות נגדו בסוף העונה לאחר שהבשילו והתייבשו על העצים (צמל מלא). המחקר כלל תיעוד של מופע הפרות בהקשר לגודל הפרי והיקף השלפוח ומדידות של % הלחות, תכולת והרכב הסוכרים ותכולת היונים. במקביל, נלמדו תכונות החדירות של קליפת הפרי על ידי מדידה של קצבי הייבוש ודליפת הסוכרים והיונים מהפרי דרך הקליפה

לתמיסה חיצונית. לבדיקות

נלקחו תמרים כהים בשלב צמל

מלא.

טבלה 7: היקף השילפוח בפרות מטיפולי ציטוקינין וביקורת.

טיפול (% סיפיון)	פרי איכותי (%)	פרי משולפח (%)
ביקורת	87 ± 4	13 ± 4
0.1	30 ± 9	70 ± 9
0.2	33 ± 2	67 ± 2
0.4	20 ± 15	80 ± 15

כ-100 פרות מכל

טיפול מויינו על פי מידת

השלפוח. טבלה מס. 7 מרכזת

את נתוני התפלגות הפרות בין

פרי משולפח (בהיקף העולה על

10% משטח הפנים) ושאינו

משולפח (איכותי). יש לציין

שהפרות המשולפחים מטיפול 0.4% סיפיון נראו מעוכים עם נגירת תמיסת סוכר על פני הפרי.
 באיור 4 מופיעות תמונות של פרות מייצגים מכל הטיפולים. ניתן לראות שכבר בריכוז הנמוך ביותר של ציטוקינין (0.1%) התקבל בפרות שלפוח בשכיחות ובהיקף ניכרים. ריכוזים גבוהים יותר של הציטוקינין השרו בפרות שלפוח בהיקף ושכיחות נרחבים עוד יותר.

		ביקורת
		סיפיון 0.1%
		סיפיון 0.2%
		סיפיון 0.4%

איור 4: פרות מגיהול מטיפולי ציטוקינין וביקורת.

בטבלה 8 ניתנות תוצאות המשקל הטרי, המשקל היבש, אחוזי הלחות ותכולת היונים של הפירות מהטפולים השונים. עם העלייה בריכוז הציטוקינין, התאפיינו הפרות במשקל טרי ויבש נמוכים יותר ובתכולת מים גבוהה יותר. תכולת היונים על בסיס משקל טרי ויבש הייתה נמוכה יותר בפירות מטיפול הסיפיון. אנליזת הסוכרים בפירות העלתה שהן בביקורת והן בטיפול הסיפיון כמויות שוות של גלוקוז ופרוקטוז מהוות את עיקר החומר היבש בפרי.

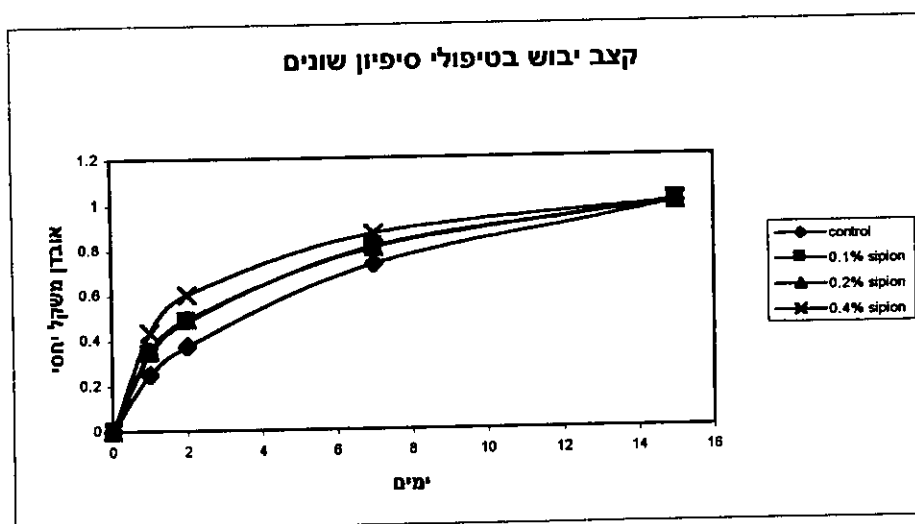
טבלה 8: מאפייני פרי מטיפול ציטוקינין וביקורת.

טיפול (% סיפיון)	משקל טרי (גר')	משקל יבש (גר')	לחות (%)	תכולת יונים (לגר' משקל טרי)*	תכולת יונים (לגר' משקל יבש)*
ביקורת	22.5 ± 0.5	19.8 ± 0.5	12 ± 1	1.85 ± 0.11	2.19
0.1	19.6 ± 0.5	16.6 ± 0.3	15 ± 2	1.63 ± 0.24	1.92
0.2	19.1 ± 0.3	16.2 ± 0.4	15 ± 2	1.63 ± 0.08	1.92
0.4	17.1 ± 0.4	13.7 ± 0.3	20 ± 1	1.55 ± 0.15	1.93

* ביחידות של mS/cm, נמדד במיצוי מימי של 1 גר' פרי ב- 10 מ"ל מים מזוקקים.

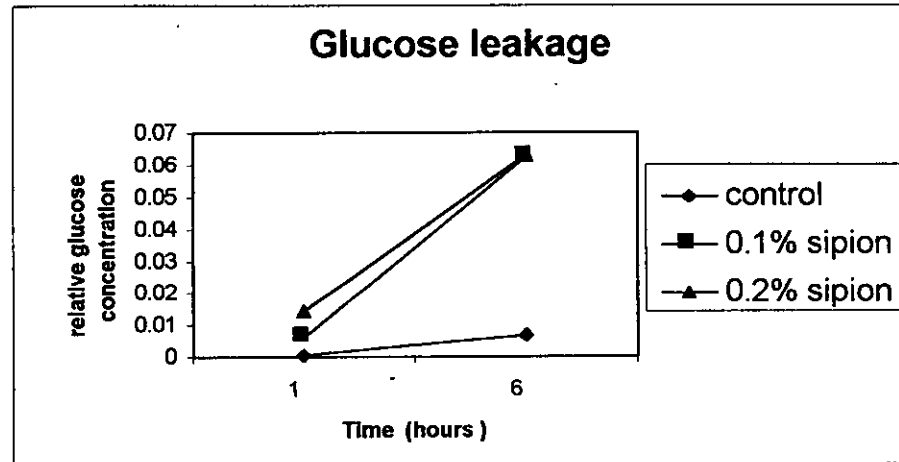
** ביחידות של mS/cm, חושב מעמודה קודמת על בסיס % משקל יבש.

נערך לימוד השוואתי של חדירות קליפת הפרי למולקולות מים, חד סוכרים (גלוקוז ופרוקטוז) ויונים בפרות ביקורת ומושרי שלפוח. כמדד לעבירות הקליפה למולקולות מים נלקח קצב אבדן המשקל של פרות הנתונים בתנור מאוורר בטמפרטורה קבועה של 60°C . באיור מס. 5 מוצגות עקומות אבדן המשקל היחסי כפונקציה של זמן שהות הפרות מהטיפולים השונים בתנור. קצב הייבוש היה מהיר יותר בתמרים מטיפול הסיפיון יחסית לביקורת.

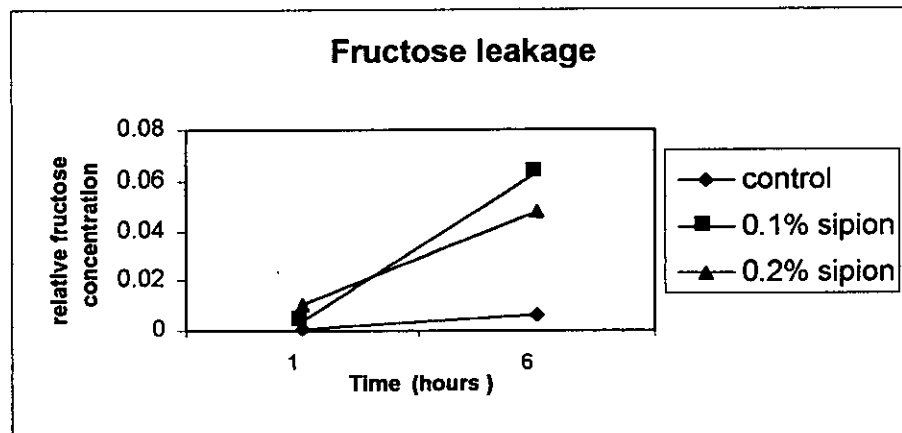


איור 5: קצבי ייבוש של פרות מהטיפולים השונים.

חדירות הקליפה לחד-סוכרים וליונים נלמדה על ידי טבילת נפח של 10 מ"ל מהפרי בתמיסה מימית ומעקב אחר הופעת גלוקוז ופרוקטוז או התפתחות מוליכות חשמלית בתמיסה זו עם הזמן. איורים 6-8 מציגים את קצב הדליפה של הסוכרים והיונים, ביחידות של כמות יחסית לכלל הסוכרים או היונים הכלואים באותו נפח רקמה, מפרות מייצגים שנלקחו מהטיפולים השונים. לא מוצגות התוצאות עבור פרות מהטפול של 0.4% ציטוקינין, מאחר וטבילה ממושכת של פירות מטפול זה בתמיסה מימית הביאה להתפוררות הקליפה.

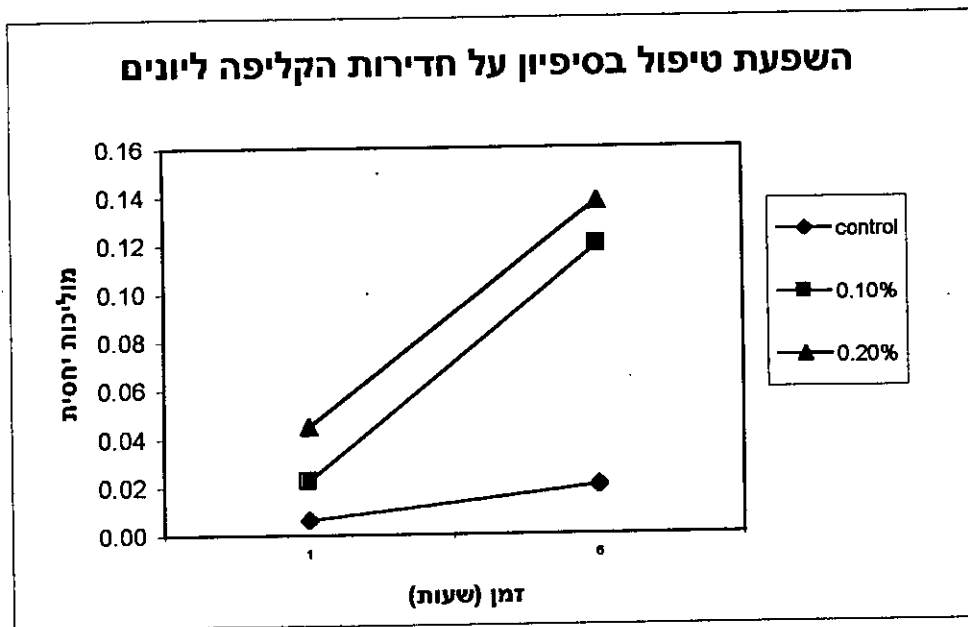


איור 6: קצב דליפת גלוקוז דרך קליפת פרות מהטיפולים השונים.



איור 7: קצב דליפת פרוקטוז דרך קליפת פרות מהטיפולים השונים.

טיפול בציטוקינין איפשר לשלוט בשכיחות והיקף השילפוח המושרה (איור 4). השילפוח היה מלווה במשקל פרי נמוך יותר ו-1% לחות גבוה יותר (טבלה 8). מאחר וקצב היבוש של פרי משולפח גבוה מהביקורת (איור מס. 5), נראה ש-1% הלחות הגבוה משקף את עיכוב ההבשלה על ידי ציטוקינין, ולא איבוד מים דרך האקסוקרפ. השילפוח מלווה בתכולת יונים, הנמוכה בכ- 10%-15% מהביקורת (טבלה 8). חשוב לברר אם פחיתה ביונים משחקת תפקיד מרכזי בתאחיזה בין האקסוקרפ והמזוקרפ. דליפה מואצת של יונים סוכרים דרך קליפת הפרי המשולפח (איורים 6-8) והתפוררות הקליפה של פרי מטופל ציטוקינין לאחר טבילה במים מצביעים על הבדלים בהרכב ובמבנה האקסוקרפ בין פירות ביקורת ומושרי שלפוח. תוצאות אלה מאששות ממצאים על הרכב

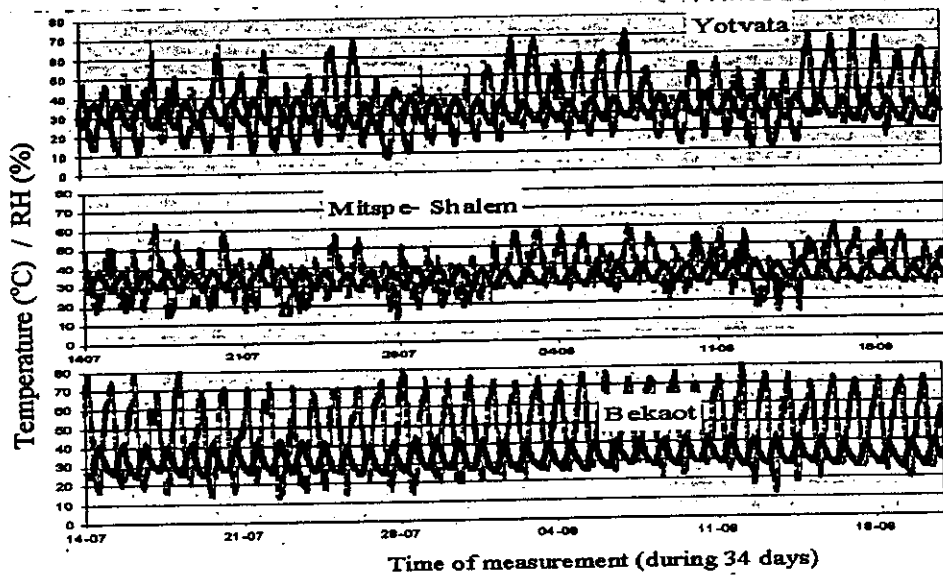


איור 8: קצב דליפת יונים דרך קליפת פרות מהטיפולים השונים.

השעווה ודופן התא באקסוקרפ ובמזוקרפ בהשוואה בין פרות בקורת ופרות מושרי שילפוח. לימוד מפורט של ההבדלים בהרכב ותכונות העבירות של הקליפה בפרות המועדים לשלפוח ופרות ביקורת בשלבי הבשלה מוקדמים עשויים לספק את הכלים לצמצום תופעת השילפוח.

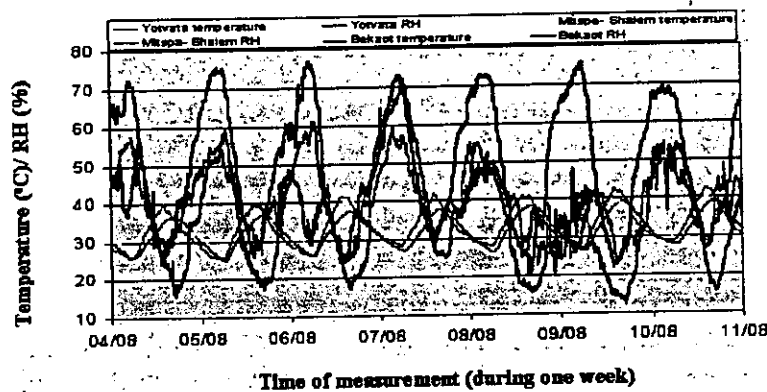
ה. מעקב אחר תנאי אקלים בהקשר לשילפוח

במגמה לזהות מעורבות של תנאי אקלים וגידול בתופעת השלפוח, נערכו מעקבים אחר שלהם במהלך התפתחות הפרי וההבשלה. נבחרו שלשה מטעים המייצגים אזור ביקורת הידוע בהנבת פרי איכותי - יוטבתה, אזור המניב לסירוגין פירות משולפחים ואיכותיים בצפון ים המלח - מצפה שלם ואזור נגוע שילפוח בביקעת הירדן - בקעות. כפי שמוצג באיור 9, מטע הביקורת ביוטבתה. נראה באופן ברור שמטע בקעות הנגוע בשילפוח מאופיין באקלים בעל לחות יחסית גבוהה מאד לאורך שלשה חודשי התבגרות הפרי וההבשלה. חשוב לציין שהלחות היחסית בשנת 2001 במטע מצפה שלם היתה נמוכה ודומה לזו שבמטע יוטבתה, וכן, בשנה זו לא הופיעו נזקי שילפוח. זאת, למרות שבדרך כלל הפירות של מטע זה משולפחים.



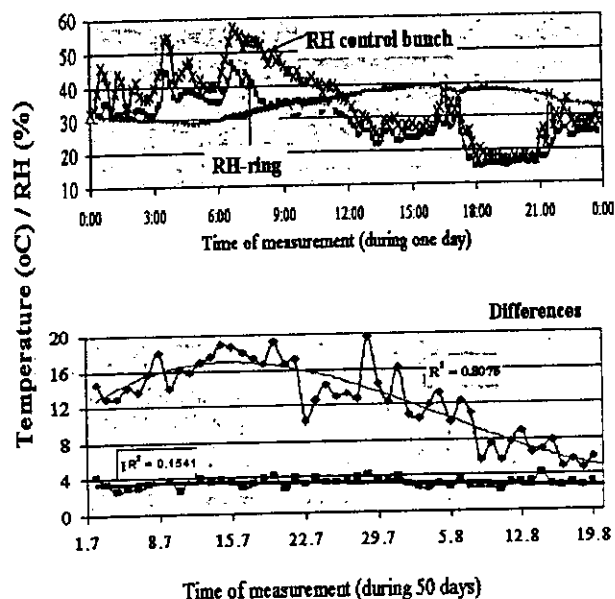
איור 9: רישום טמפרטורה ולחות יחסית בחודשים יולי ואוגוסט בשלבי ההתבגרות וההבשלה ב- 3 מטעים ביוטבתה (עליון), מצפה-שלם (אמצעי) ובקעות (תחתון). נרשמו רמות טמפרטורה דומות במשך תקופת המדידות, אך נמצאו הבדלי לחות משמעותיים בין המטעים שנבחנו.

ברישום מפורט יותר של שבוע מייצג כמעט ולא התקבלו הבדלים ברמות הטמפרטורה, אך נראים הבדלים ברורים בלחות היחסית בין המטעים השונים (איור 10). בולטת רמת הלחות היחסית בה שרוי מטע בקעות. סביר להניח שבשנים אחרות גם המטע במצפה שלם נתון לרמה גבוהה של לחות יחסית.

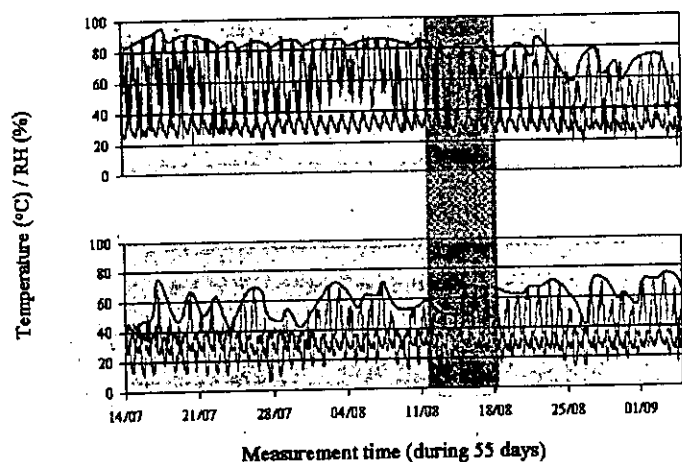


איור 10: רישום טמפרטורה ולחות יחסית במשך שבוע בתחילת אוגוסט ב- 3 מטעים ביוטבתה (עליון), מצפה-שלם (אמצעי) ובקעות (תחתון). נרשמו רמות טמפרטורה דומות במשך תקופת המדידות, אך ניתן לראות שמטע בקעות שרוי בלחות יחסית גבוהה במיוחד.

אחת האפשרויות לשינויים ברמת לחות האשכול היא יצירת מרווחים בתוכו במהלך ההתפתחות, ההתבגרות והבשלת הפרי. נערכו ניסויים במצפה שלם שבהם הותקנה טבעת רחבה בלב האשכול שיצרה מרווחים גדולים בין והסנסנים.



איור 11: הבדלים ברמות הטמפרטורה והלחות היחסית באזור פנים האשכול בין אשכול מרווח על ידי טבעת לאשכול ביקורת ללא ריווח. הרישום נערך במטע מצפה שלם במהלך ההתבגרות וההבשלה במשך תקופת מדידה של 50 יום (רישום תחתון). מדידות מפורטות יותר של השינויים במהלך יום מייצג ניתנות ברישום העליון.



איור 12: השוואת רישום טמפרטורה ולחות יחסית בין אמצע לתחילת בשלבי ההתבגרות וההבשלה בין אשכול שטופל להשראת לחות יחסית גבוהה (על ידי הצבת מיכל מים בסמוך לתחתית האשכול) לבין אשכול ביקורת. הנסיון נערך במטע יוטבתה הידוע בפירותיו האיכותיים.

למרות הלחות היחסית הנמוכה בשנה בה נערך המעקב, התקבלו הבדלים בולטים בלחות היחסית בין לב וחץ האשכול. תיאור מפורט במהלך היממה ניתן באיור 11, רישום עליון. לא נמצאו הבדלי טמפרטורה בין אשכול הביקורת לאשכול המרווח, אך נוצרו הבדלים ברמות הלחות היחסית של כ- 9-20% ביולי, שהצטמצמו עד כדי 4-9% באוגוסט. המדידות מראות על הבדלים גם בתנאים של לחות סביבה נמוכה יחסית. מכאן, שהאזור הפנימי של האשכול מהווה סביבה מיקרואקלימית שונה, בעלת לחות יחסית גבוהה מזו של האטמוספירה החיצונית.

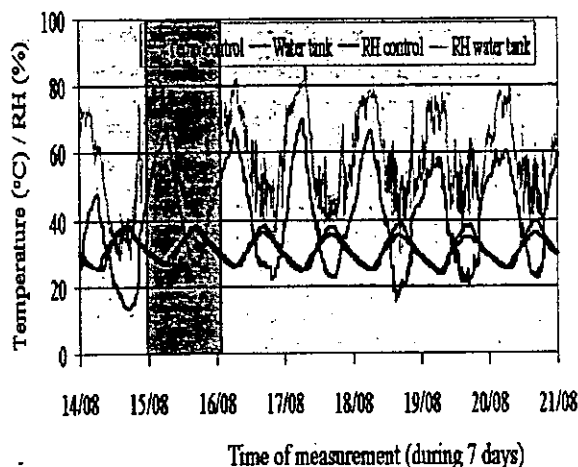
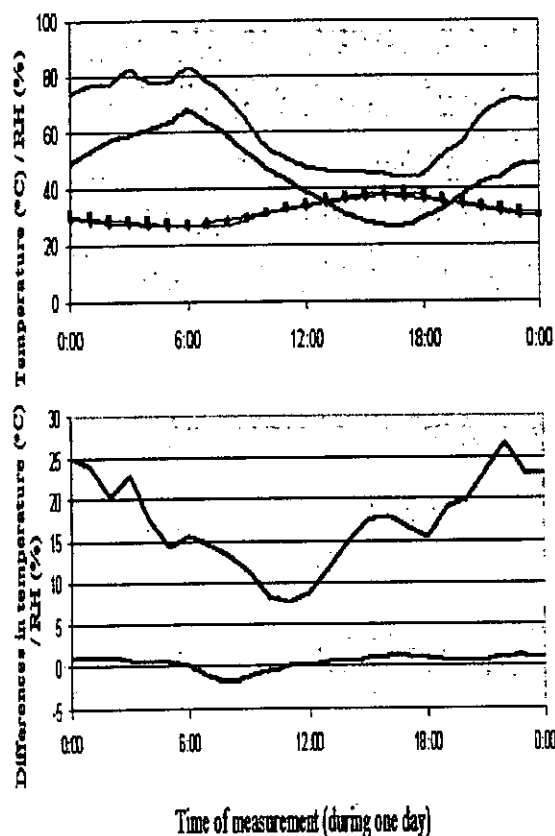
במטרה לברר את המעורבות

האפשרית של רמת הלחות על מידת השילפוח, בוצעה השראת לחות יחסית גבוהה על אשכול בודד, בנפרד מכלל העץ, במהלך ההתפתחות, ההתבגרות וההבשלה על העץ. בניסוי זה הוצב מיכל מים פתוח בתחתית האשכול תוך שמירה על רמת מים מדודה בתקופת המדידות, ונערך מעקב אחר רמות הטמפרטורה והלחות היחסית, על ידי מכשיר מדידה (HOB0) שהוצב בלב האשכול. הנסיון נערך במטע ביקורת יוטבתה הידוע ברמת השתלפחות נמוכה אם בכלל. נרשמו טמפרטורות זהות אך לעומת זאת, רמת הלחות היחסית באשכול

מושרה הלחות היתה גבוהה באופן מאד משמעותי מזו של אשכול הביקורת (איור 12).

רישום מדידות מפורט יותר במשך שבוע מייצג (איור 13 מימין) ולצידו פירוט רישום מייצג לאורך יממה (איור 13 משמאל), מראה רמת טמפרטורה וזהה בטיפול השראת הלחות ובטיפול הביקורת. לעומת

זאת, התקבלה רמת לחות יחסית גבוהה באופן משמעותי בטיפול השראת הלחות לעומת הביקורת במשך היממה (איור 13 עליון, משמאל), עם הבדלים אופייניים לאורך שעות היממה (איור 13 תחתון, משמאל).



איור 13: השוואת רישום טמפרטורה ולחות יחסית בין אמצע לתחילת בשלבי ההתבגרות וההבשלה בין אשכול שטופל להשראת לחות יחסית גבוהה (על ידי הצבת מיכל מים בסמוך לתחתית האשכול) לבין אשכול ביקורת. הנסיון נערך במטע יוטבתה הידוע בפירותיו האיכותיים.

ד. מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר

מגמת המחקר היא לאתר ולזהות גורמים ומנגנונים המעורבים בבילוגיה של תופעת ההשתלפחות של פירות תמר המגיהול. המחקר התבצע על פירות תמר שנדגמו ממטעים נגועי שילפוח בבקעת הירדן הידועים בשוני בניהם בעוצמות הנזק, וממטע ביקורת ביטבתה, בערבה הדרומית, הידוע כמניב פירות איכותיים. דיגום הפירות לנסיונות השונים נעשה בהתאם למטרת הניסוי וכלל פרי ירוק, צהוב וחום. המחקר שילב כיווני מחקר משלימים בהיבטים שכללו הרכב ותכונות האקסוקרפ בהקשר להיקף השילפוח, אפיון מבני ברמת מיקרוסקופ אור ואלקטרוני, זיהוי כמותי ואיכותי של שעווה אפיקוטיקולרית, דופן תא, ממברנות התאים, כושר התפיחה וההתפשטות של רקמות האקסוקרפ והמזוקרפ בייבוש ומיום, ניסויים להשראת שילפוח מבוקר הן על ידי ציטוקינין והן באמצעות השראת לחות על אשכולות בודדים (בנפרד משאר האשכולות על העץ) ומעקב תנאי אקלים.

המחקר הראה על שונות ברורה בכמה רכיבי ריקמה בין פירות איכותיים לפירות משולפחים. על פני הפרי מצויה שעווה עם הבדלים כמותיים ביחס שבין הרכיבים המסתבנים והלא-פולריים בפירות ביקורת (0.7) ואלה ממטע מושרה השתלפחות (1.5). זוהו הבדלים בולטים בפחמימנים,

וכוהלים ראשוניים ושניוניים בין פירות הביקורת לאלה ממטע מושרה השתלפחות. כמו כן נמצאו הבדלים משמעותיים בין המזוקרפ לאקסוקרפ בתכולת פקטין וסוכרים ניטרליים בדופן התא הבלתי מסיס. במקרה שנבדק, נמצא שבפרי איכותי הקוטיקולה בעלת עובי הדומה לזה של דופן התא האפידרמלי החיצוני ובפירות משולפחים היא כפולה בעובייה. מתוצאות המחקר הנוכחי ניתן להסיק שפרי משולפח נבדל בכמה מרכיבים הגורמים כנראה לשוניים בתכונות הקשחת האקסוקרפ, והמשך המחקר יעסוק בזיהוי גורמים אלה במגמה לאפשר ניסויים להפחתת נזקי השילפוח.

נמצאו הבדלים ברורים במרכיבי דופן התא בין פירות של שנות גידול שונות וממטעים שונים, וכן בסוכרים ניטרליים של מקטעים מסויימים. מכאן, שיש חשיבות לעריכת מעקב במשך כמה שנים כדי לקבל מידע על מגמה אפשרית של שינויים בהרכב דופן התא הקשורים לתופעת השילפוח. עדיין מוקדם להסיק לגבי רכיבים אפשריים הגורמים להקשחת האקסוקרפ.

התקבלו תבדידים קוטיקולריים בלתי מסיסים ובאמצעות מיקרוסקופ אור ניתן היה להבחין במשטחים גדולים, דבר שמאפשר כיום להתחיל בזיהויים לאפיון כמותי ומבני של הקוטיקולה במארג דופן התא האפידרמלי החיצוני. לא ניתן היה להמיס את הקוטיקולה בשיטות המקובלות לגבי קביעת הרכב של קוטיקולה צמחית, כך שבשלב זה של המחקר נערכות מדידות לגבי הכמות הכללית והמבנה. כנראה שהקוטיקולה השעווית נוצרת ומצטברת מפילמור רכיבים קוטיקולריים הכוללים גם רכיבי שעווה. רכיבים בעלי שרשראות קצרות נוטים להתאדות, במיוחד באקלים חם המצוי באזורי גידול התמר וכמות השעווה המסיסה נותרת מכמות אחידה במשך התפתחות והבשלת הפרי. מכאן, שהשעווה המצטברת הופכת לקוטיקולה שעווית המתמצקת על פני דופן התא החיצונית וגורמת להתקשחותה.

האפשרות לזהות את גורמי ומנגנוני השילפוח, הוא השראה מבוקרת לשילפוח תוך מעקב אחר גורמי מבנה-מירקם והרכב של רכיבי הפרי במהלך ההתפתחות, ההבשלה, השימור וחיי המדף. מהשראה מכוונת לשילפוח ניתן להסיק שטיפול הורמונלי בציטוקינין או השריית לחות יחסית בתנאים מבוקרים גורמים להשתלפחות. בד בבד, נראה בבירור שמטע הנגוע בשילפוח מאופיין באקלים. בעל לחות יחסית גבוהה מאד לאורך שלשת החודשים של התבגרות הפרי וההבשלה. במטע מצפה שלם, הידוע כנגוע שילפוח, היתה לחות יחסית נמוכה בשנת 2001 ודומה לזו שבמטע יוטבתה, וכן, בשנה זו לא הופיעו נזקי שילפוח. בעוד שלא קיימים הבדלי טמפרטורה משמעותיים בין אשכול מרווח-פירות לאשכול ביקורת, נוצרו הבדלים ברמות הלחות היחסית שבין 9 ל- 20% לאורך תקופת הגידול עם שונות אופיינית לאורך היממה. המסקנה היא שהאזור הפנימי של האשכול מהווה סביבה מיקרואקלימית שונה, בעלת לחות יחסית גבוהה מזו של האטמוספירה החיצונית.

חיוני המשך מחקר בתחומים הנדונים, במגמה לאתר, לזהות ולהבין את גורמי הנזק ואת המנגנונים האחראיים לתופעת השילפוח.

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
זיהוי הגורמים הגורמים האחראיים להתהוות תופעת השילפוח כתוצאה מהפרדת האקסוקרפ מהמזוקרפ ולימוד התנאים להשרייתם, במגמה לפתח דע לביצוע ניסויים להפחתת הבזק או למניעתו. תכנית המחקר להשגת המטרות כללה לימוד האקסוקרפ בהקשר להתהוות השילפוח, איפיון מבני, הרכב כימי, ניסויים בהשראת שילפוח מבוקר הורמונלי ועל ידי השראת לחות, מעקב אחר נתוני אקלים בסביבה ובתוך האשכול, ממברנות התאים.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח
זיהוי שעווה אפיקוטיקולרית ודופן תא ורכיביהם הראו הבדלים בולטים מאד בין פרי איכותי למשולפח. נמצאו הבדלים בפחמימנים, כולים ראשוניים ושניוניים ובסוכרים ניטרליים. התקבלו הבדלים משמעותיים ביחס איכותי: משולפח בטיפולי ציטוקיין. השראת לחות גרמה לרמת לחות יחסית גבוהה במשך כל תקופת הניסוי עם שונות אופיינית לאורך היממה. נמצאו הבדלים מאד בולטים בלחות היחסית בין מטעים המניבים פרי איכותי למטעים נגועי שילפוח. 3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.
פירות איכותיים ומשולפחים נבדלים בניהם ברכיבי אקסוקרפ הכוללים קוטיקולה, שעווה, דופן תא ומבנה האולטרה-סטרוקטורה מאופיינת ב- 4 אזורי מבנה בולטים הכוללים קוטיקולה (דומה בעובייה או עבה יותר מדופן התא האפידרמלי החיצוני). מטעים נגועי שילפוח מאופיינים בלחות יחסית גבוהה למרות טמפרטורת סביבה דומה או זהה. אפשר להשרות שילפוח הן על ידי טיפול הורמונלי והן על ידי השראת לחות מבוקרת.
4. הבעיות שנתרו לפתרון ואו השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן.
תוצאות המחקר מראות בבירור שהממצאים מהווים בסיס לחקר גורמי השילפוח, כאשר השראה לשילפוח בתנאים מבוקרים מהווה בסיס חשוב לזיהוי ואיתור גורמים ביולוגיים המעורבים בשילפוח. מחקר המשכי חיוני לאיתור ולזיהוי שלבי ההתפתחות הרגישים להשראת שילפוח ולזיהוי מחולל(ים) מולקולרי(ים) (המעורר(ים) את תופעת השילפוח.
דרוש מחקר משולב מבני, תנאי גידול, בקרת אקלים, כימי, פיזיולוגי ומולקולרי שיתבסס על התוצאות המחקר המדווח.
5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח – יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביולוגיה, פטנטים – יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון – יש לפרט מקום ותאריך.
המחקר שהתבצע יוכן לפירסום בעתונות נחלקאית והמדעית. הממצאים הוצגו בהרצאות בכנסים ולגורמי המימון.