

שנת מחקר: שלישית מתוך 3 שנים

## מיזם אבטיחים מורכבים: שיפור איכות פרי האבטיח על ידי אופטימיזציה של ממשק הגידול ולימוד היבטים מטבולומיים

### Grafted watermelon project: Improving watermelon fruit quality by optimization of agro-technology and by metabolomics aspects

מוגש לקרן מדען ראשי במשרד החקלאות

אלי פליק\* (חוקר ראשי), שרון אלקלעי-טוביה, מירב זערור-פרסמן, דני צ'לופוביץ – המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מרכז וולקני

רוני כהן, הרי פריס, יוסי בורגר, מנחם אדלשטיין, קובי תדמור – נווה יער, מרכז וולקני.

מני בן חור – המכון לקרקע, מים והסביבה, מרכז וולקני

אברהם גמליאל, מרינה בניחיס – המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני

שמשון עומר, יפתח גלעדי, שמעון אילוז – שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

Elazar Fallik (efallik@volcani.agri.gov.il), Sharon Alkalai-Tuvia, Merav Zaaroor-Presman, Dani Chalupowicz - ARO-the Volcani Center, Department of Postharvest Science of Fresh Produce, Rishon Leziyyon 7505101.

Roni Cohen (ronico@volcani.agri.gov.il), Harry Paris (hsparis@volcani.agri.gov.il), Yosi Burger (burger@volcani.agri.gov.il), Menachem Edelstein (medelst@volcani.agri.gov.il), Yaakov Tadmor (tadmory@volcani.agri.gov.il) - ARO, Cucurbit Section, Newe Yaar Research Center, Ramat Yishay 30095.

Meni Ben Hur - ARO-the Volcani Center, Institute of Water, Soil and Environmental Sciences, Rishon Leziyyon 7505101.

Abraham Gamliel (agamliel@volcani.agri.gov.il) - ARO-the Volcani Center, Department of Growing, Production and Environmental Engineering, Rishon Leziyyon 7505101.

Shimshon Omer (shiomomer@gmail.com), Yiftah Giladi (ygiladi@maianot.co.il), Shimon Iluz (shiluz@shaham.moag.gov.il) – Extension Services, Ministry of Agriculture and Rural Development, Rishon Leziyyon 7505101.

#### מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי

1. ד"ר רון פורת – מנהל המחקר החקלאי

2. תמר אלון – שה"מ
3. ד"ר אמנון לרס
4. אמנון קורן - חישתיל

## הצהרת החוקר הראשי:

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים: לא בשלב זה

\*במידה וכן, על החוקר להמציא פרטים על הגוף שבאמצעותו מופץ הידע (כמו: שה"ם)

חתימת החוקר

תאריך:

## תקציר

מטרת המחקר המרכזית במיזם זה הייתה לנסות ולהבין את הירידה הדרמטית בקניית אבטיחים כתוצאה מאיכותם הגרועה. מחקר זה הגביר את ההבנה והסיבות הקשורות לירידה באיכות האבטיח ונתן כלים כיצד לפתור חלק משמעותי הקשור לאיכות הפרי לאחר הקטיף. ולכן, משלושת שנות המחקר אפשר להסיק מספר מסקנות ייחודיות וראשונות: א) בקרקעות מאולחות, בצמחים מורכבים התקבלה תוספת יבול ברוב הזנים. שיעור התחלואה במחלות שורש היה נמוך ולכן ניתן לשייך את השיפור ביבול לעצם ההרכבה. ב) איכות הפירות הושפעה משילובי כנה/רוכב באופן שונה. בזנים בעלי פירות קטנים נמצאו השפעות יותר קיצוניות, לטובה או רעה, על איכות הפרי. בזן פאשון (מידי) הצטיין בלא מעט מהניסויים והושפע מההרכבה באופן "בינוני". איכות הפירות של זני המקסי שנקטפו מצמחים מורכבים אשר גדלו על חיתוי קרקע משתפרה בצורה בולטת ומובהקת. ג) נמצא באופן ברור כי היבולים ואיכות הפרי הקטוף קשורים לשילובי הכנה והרוכב וההתאמה ביניהם, וקשורים לאזור הגידול של האבטיח. כלומר, פיתוח כנות יחייב הגדרה יותר ייחודית של אזור הגידול (אגרוטכניקה), מחלה מסוימת, עונת גידול ספציפית ומזג אוויר השורר במקום הגידול. מאידך, במידה והקרקע נקייה ממחוללי מחלות, אין צורך להרכיב אבטיח. ד) במהלך שתי שנות המחקר האחרונות נתקלנו בבעיית וירוסים חמורה שפגעו בצמח ובאיכות הפרי. פגיעת הפרי על ידי הווירוסים גרמה להתמוטטות הציפה למרות שלא נראתה שום פגיעה חיצונית בפרי המודבק, אלא רק אם הפרי נפתח ונטעם. שתי מסקנות עלו ממצאים אלה: הראשונה - הפגיעה באיכות הסנסורית של הפרי הייתה תלויה בסוג הווירוס שתקף ועוצמת ההדבקה. השנייה - באזורים מועדים להתקפות וירוסים, הגידול יצטרך להיעשות בבתי צמיחה עם רשתות-נגד חרקים. ה) עולה בבירור כי מרקם הפרי ורמת הסוכר בציפה המרכזים הנם הגורמים החשובים ביותר בקביעת טעמו של פרי האבטיח ולא הנדיפים. אבטיח טעים נחשב לאבטיח עם רמת סוכר במרכז של לפחות 11% ומרקם של 2 עד 2.4. ולכן, מומלץ לקטוף את האבטיח באופן סלקטיבי עם רמות סוכר ומרקם כפי שמצוין לעיל. ו) יש צורך לבצע ניסויי דישון באדמות קלות בלבד על מנת לדעת מהי כמות הדשן המיטבית בגידול אבטיח מורכב. ז) יש צורך להרחיב את ניסויי המטבולומיקה/טרנסקריפטומיקה בתנאים יותר מבוקרים כדי לנסות ולזהות גנים, מסלולים מטבוליים ומנגנונים המעורבים בהבשלה ואיכות הפרי, בשילובי כנה/רוכב שונים ומיטביים.

## מבוא

היקף גידול האבטיח (*Citrullus lanatus*) בארץ מוערך ב-25,000 דונם עם יבול של כ-180,000 טונות. האגרוטכניקה של שתילת שתילים מורכבים נפוצה בעיקר ככלי להקניית סבילות לפגעי קרקע, תוספת מובהקת ביבול ושיפור חיי מדף. מספר הזנים המומלצים המגודלים קטן ויש להתאימם למועדי השתילה השונים, ולאזורי הגידול בארץ.

יחד עם העלייה בשימוש באבטיחים מורכבים, דווח על בעיות של איכות וטעם בפרי הקשורים, ככל הנראה, להשפעת הכנה על הרכב. דיווחים דומים מוכרים בספרות המדעית. הפחיתה באיכות הפרי של הצמחים המורכבים בעונות קיץ האחרונות גרם לירידה של קרוב ל-40% בצריכת אבטיחים בשווקים המקומיים. בעיות האיכות התמקדו בעיקר בטעם תפל. גורמים האפשריים לפחיתה באיכות הם מזג אוויר חם, רמה גבוהה של נגיעות בפגעים ביוטיים, התאמה לקויה בין כנה ורכב, ומצב ירוד של נוף הצמחים. כל אלה משפיעים לרעה על צבירת הסוכר בפרי ועל מרקם הפרי. לא נמצא קשר ברור בין הפחיתה באיכות הפרי לבין זני אבטיח או לכנות, אך האפשרות של השפעת שילובים של זנים וכנות שונות על איכות הפרי, עלתה מחדש בעקבות "משבר הצרכנים". מאז נתקלנו בבעיות איכות בפירות אבטיח מורכב מספר פעמים. הנושא נבחן בניסויים ומחקרים במהלך השנים האחרונות, כאשר בכולם נבחנה השפעתם של אגרוטכניקות גידול ושילובי כנות/רוכבים על יבול ואיכות הפרי לאחר הקטיף.

בניסויים שנערכו בשנת המחקר השנייה נמצא שחיטוי קרקע הקטין התמוטטות צמחים לא מורכבים ומנע לחלוטין התמוטטות צמחים מורכבים. הרכבה לא הגדילה את היבול בקרקע חופשית מגורמי מחלות, אך הגדילה את היבול ושיפורה, בדרך כלל, את איכות הפרי הקטוף בנוכחות גורמי מחלות. דישון ברמות שונות של חנקן ודילול פירות במהלך הגידול לא השפיע על היבול ועל איכות הפרי. שימוש בהורמונים לשיפור החנטה, בתחילת העונה, פגם באיכות הפרי הקטוף. כנות הגבירו את פציחות הפרי שלעיתים פגם בטעם. דילול פירות לא השפיע לטובה על איכות הפרי. איכות הפרי הטובה ביותר נמצאה בשילוב הזן מקסימה עם מספר כנות, אך אזור הגידול חשוב ביותר. אולם איכותם של פירות המיני והמידי הושפעו משילוב הכנה ותנאי הגידול. העבודה המטבולו-טרנסקריפטומית זיהתה מסלולים מטבוליים המושפעים מכנה וגנים מועמדים העשויים לסייע בהבנה מולקולרית של השפעת הכנה על הרכב ועל הפרי. יוצבו 4 כנות ממקור אבטיח בר שישוו בתנאי שדה עם כנות הדלעת ותיבחן השפעתן על הגידול ואיכות הפרי לפני ואחרי הקטיף.

## מטרות המחקר

מטרת המחקר המרכזית במיזם זה הייתה לנסות ולהבין את הירידה הדרמטית בקניית אבטיחים כתוצאה מאיכותם הגרועה. מטרת המחקר בשנה השלישית היו להמשיך ולבחון צירופים דומים של כנה/רוכב באזורים שונים בארץ הקשורים להיבטים פיסולוגיים/פתולוגיים/הורטיקולטוריים, יבול ואיכות פרי לאחר הקטיף. במקביל, לבחון לראשונה, כיצד כנות אבטיח, שיוצבו מבחינה פיסולוגית במהלך שתי שנות המחקר הראשונות, ישפיעו את היבול ואיכות הפרי, בהשוואה לכנות דלעת. נקודה זו חשובה ביותר מבחינה הלכתית (אבטיח-דלעת = כלאיים). נמשכה בחינת מטבולו-טרנסקריפטומיקה בפרי הצעיר מאד על היווצרות הסוכר, מעבר הורמונים בגבעולים, ביטוי גנים בצמח ובפרי, במקביל לגידול מסחרי של הפרי. בנוסף, נערך ניסוי מסודר שמטרתו הייתה לבחון את גידול האבטיח בבתי צמיחה על מנת להגן על הגידול נגד מחלות ויראליות

שפגעו בשנה שעברה בלא מעט שדות מסחריים. איכות הפרי שנקטפה מכול הניסויים נבדקה לאחר 4 ימים בלבד ב-20 מ"צ, כאשר בחלק מהניסויים נבדקו גם חומרים נדיפים הקשורים לארומת הפרי.

## שיטות וחומרים

### א. השפעת כנות ורוכבים על היבטים פיטופתולוגיים והורטיקולטוריים באזורי גידול שונים

(אברהם גמליאל, רוני כהן, מני בן-חור, מנחם אדלשטיין)

בוצעו שני ניסויים בחוות עדן כדי לבחון את השפעת התחלואה על צמחים מורכבים. נבחנו שתי כנות (נורית, ו-TZ) ושלושה רוכבים: פומה (אבטיח בגודל מיני), פאשון (אבטיח בגודל מידי) ו-1262 (אבטיח גדול). בכל צירוף נבחן גם הזן ללא הרכבה. ניסוי 1. נשתל בחלקה בעלת היסטוריה של גידול אבטיחים ונגיעות במקרופומינה, בניסוי נבחן חיטוי קרקע בשילוב מתאם סודיום וחיטוי סולרי; ניסוי 2. בוצע בחלקה של מחזור גידולים. בניסוי זה לא נבחן חיטוי קרקע.

שני הניסויים הוצבו במתכונת בלוקים באקראי, באופן שבו כל אחד מזני האבטיח שנבחנו (הרוכב), נבדק בנפרד, וללא השוואה בין הרוכבים השונים. הניסוי הראשון הוצב במתכונת ניסוי דו-גורמי (חיטוי קרקע X כנה). הניסוי השני במתכונת רגילה. תחלואת הצמחים נקבעה שבוע לפני האסיף על פי ספירת צמחים מתים בכל חלקה. יבול הפרי נבחן על ידי המדדים הבאים: משקל פירות ק"ג למ"ר; מספר פירות ק"ג למ"ר. איכות הפרי הקטוף נבדקה על פי המדדים המצוינים להלן.

### השפעת כנות על איכות פרי מידי מזן פאשון שגודל ברמת יוחנן (אלי פליק)

ניסוי 3. נערך ניסוי ברמת יוחנן עם הרכב פאשון (זן מידי) שהורכב על כנות נורית, AQ, טצקבוטו ו-TZ במטרה לבחון שני מועדי קטיף (שני מצבי הבשלה – קטיף סלקטיבי): סוף יוני ואמצע יולי. הניסוי הוצב בשדה מסחרי, באדמה כבדה ואיכות הפירות נבדקה לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ.

### השפעת כנות שונות על יבול ואיכות פרי בבקעת ים המלח בשני בתי צמיחה – מנהרה ושטח פתוח

(נגיעות בוירוסים) (אברהם גמליאל)

ניסוי 4. הניסוי נשתל בחלקה מסחרית לגידול אבטיחים בקיבוץ קלי"ה במטרה לבחון את השפעת כנות שונות (נורית, טצקבוטו, AQ, TZ) על גידול, יבול ואיכות אבטיחים מזן ארמיס. איכות הפירות נבדקה 4 ימים מהקטיף. הניסוי הוצב במתכונת תצפית. כל כנה נבחנו בשתי חזרות באורך 200 מטר לאורך שורה. כביקורת נשתלו ארבע ערוגות באורך 50 מטר בשתילים לא מורכבים מאותו זן.

### כנות אבטיח (רוני כהן, הרי פריס, יוסי בורגר)

ניסוי 5. במהלך שנת המחקר השנייה יוצבו 4 כנות אבטיח ששמשו לניסויים בשנת מחקר זו (citron watermelon): 161, 318, 819 ו-114. קווי אבטיח אלו נבחרו בגלל עמידותם לעקת יובש. הפרט הראשון ברשימה נבחר במיוחד בגלל עמידותו למספר מחלות קרקע. לשני קווים האחרים גבעול עבה, תכונה האמורה להקל על תהליך ההרכבה. ארבעת קווי האבטיח ששימשו ככנות (טבלה 1) הורכבו על אבטיח מסחרי 1262 בארבע חזרות, כאשר אבטיח 1262 לא מורכב שימש כביקורת. הניסוי נערך בחלקה מאולחת בכבדות בחוות עדן. כל חזרה הייתה באורך של 10 מטר במרווחי שתילה של מטר בין צמח לצמח, סה"כ 10 צמחים לחזרה. במהלך הניסוי ולקראת סופו הוערכו הצמחים לאון צימוח ונדגמו צמחים לבדיקות במעבדה. שיעור אכלוס השורשים בפטרייה *Macrophomina phaseolina* ובפטוריות אחרות נבדקה במעבדה בנווה יער. במקביל,

נערך ניסוי נוסף (ניסוי 6) עם כנות אבטיח ועם שתי ביקורות נוספות; אבטיח מורכב על כנת דלעת שמשון (הזרע ישראל) ואבטיח שאינו מורכב (טבלה 1). בניסוי היו ארבע חזרות של 14 מטר עם 7 צמחים לחזרה במרווחי שתילה של 2 מטר. בכל חלקה 2 צמחי אבטיח מפרה מהזן OX. בסוף הניסוי הפירות נקטפו ונשקלו. איכות הפרי נבדקה במדגם של 10 פירות מכל טיפול במחלקה לאחסון בבית דגן.

**טבלה 1: החומר הגנטי בניסויי חוות עדן והניסוי בנווה יער**

שם מקוצר בדו"ח	שם מלא PI
318	482318
161	549161
819	582819
114	542114
1262	אבטיח מסחרי 1262 שימש כרוכב
שמשון	כנת דלעת שמשון (רק בניסוי יבול ואיכות)

הניסויים נשתלו ב-22 לינואר 2018 וגדלו תחת מנהרת פלסטיק שנפתחה בהדרגה עם התחממות מזג האוויר.

**בחינת שילובי זנים (רוכבים) וכנות בחוות עדן – המשך בחינת זנים מורכבים (שמשון עומר, יפתח גלעדי, שמעון אילוז)**

**ניסוי 7.** שתילי הזנים הוכנו במשתלת "שורשים" והשתילה התבצעה בתאריך 22.1.18. הזנים הורכבו על כנת דלעת מסחרית מזן TZ 148, מטיפוס *Cucurbita muschata* x *Cucurbita maxima*, פרט לזני התצפית לה-הויה ומקסימה שהורכבו על כנה מזן AQ מאותו טיפוס.

אורך חלקת ניסוי היה 10 מ' ברוחב 3 ערוגות (רוחב ערוגה 1.92 מ') ושטח חלקת ניסוי היה 57.6 מ"ר. הצמחים המורכבים נשתלו במרווחים של 2.0 מ' (לפי עומד של 260 צמחים בדונם) ומכאן בכל חלקת ניסוי היו 15 צמחי אבטיח סידלס. הזן המפרה ("OX" של חברת "באייר") נשתל בנוסף בין שתילי סידלס ראשון ושני ובין הרביעי והחמישי (6 מפרים בכל חלקה). שמות הזנים (הטיפולים) שנבדקו מופיעים להלן בטבלה מספר 2.

**טבלה 2: שמות הזנים שנבחנו וחברת הזרעים במבחן ובתצפית**

טיפול	שם הזן	חברת זרעים	כנה	הערות
א	ווריור-1009	באייר	TZ	מבחן זנים
ב	50119	הזרע	TZ	מבחן זנים
ג	סוואנה	אוריג'ין	TZ	מבחן זנים
ד	6227	אוריג'ין	TZ	מבחן זנים
ה	7112	א.ב. זרעים	TZ	מבחן זנים
ו	סוויט דאון	סינג'נטה	TZ	מבחן זנים
ז	פאסיניישן	סינג'נטה	TZ	מבחן זנים
A	לה-הויה	אוריג'ין	AQ	תצפית
B	מקסימה	אוריג'ין	AQ	תצפית
C	פאשון	באייר	TZ	תצפית
D	סטייל	באייר	TZ	תצפית

במהלך הגידול חלקת הניסוי טופלה כמקובל באזור בשטחים המסחריים (השקיה, דישון, מחלות ומזיקים). חלקות הניסוי נקטפו בתאריך 22.5.18. הקטיפה התבצע בערוגה האמצעית בכל חזרה, לאורך קטע של 7.0 מטר ובסה"כ נקטף שטח של 13.44 מ"ר. לשקילה וניתוח נלקחו רק פירות אבטיחי הסידלס. כל אבטיח נשקל. הפרי מוין למשקלים הבאים: עד 4 ק"ג, 4 – 5.5 ק"ג, 5.5 – 7 ק"ג, 7 ק"ג ומעלה. בנוסף סיווגנו את הפרי כדלקמן: סוג א' – 5.5 ק"ג ומעלה, סוג ב' – פחות מ- 5.5 ק"ג. סיווג הפרי בזני תצפית המידי התבצע כדלקמן: סוג א' – 4.0 – 7.0 ק"ג, סוג ב' – פחות מ- 4.0 ק"ג. המבחן היה חד-גורמי (היבול). תכנית הניסוי הייתה בלוקים באקראי, 7 טיפולים ב- 6 חזרות.

ניסוי 8. נערך ניסוי נוסף ביזרעם עם שילובי כנות ורוכבים, אולם במהלך הקטיפה, הקוטפים ערבבו את הטיפולים השונים כך שלא ניתן היה לעקוב אחרי השילובים השונים והניסוי נזרק.

**ב. היבטים מטבוליים - הבנת השפעת יחסי 'כנה-רוכב' על איכות הפרי דרך ניתוח המטבולום והטרנסקריפטום של הפרי המתפתח (קובי תדמור)**

בשנים 1 ו-2 לא הצלחנו לראות הבדלים מובהקים במופע הפרי שהתפתח בצמחים שהורכבו על כנות שונות או לא היו מורכבים כלל. לפיכך, התקשינו לשייך שינויים טרנסקריפטומיים או מטבוליים שמצאנו לכנות. בשנה השלישית, בהמלצת מומחים בתחום האבטיחים המורכבים, בחרנו להשוות את ביצועי הזן 1262 על כנות דלעת בגידול בחוות עדן כמפורט בטבלה הבאה:

טיפול מס'	צמח הכנה	כנה	רוכב	סוג הרכבה	מספר צמחים בניסוי	תאריך שתילה
1	אבטיח	-	1262	לא מורכב	5 חזרות X 7 צמחים לחזרה	22/01/2018
2	דלעת	נורית	1262	בין מינית	5 חזרות X 7 צמחים לחזרה	22/01/2018
3	דלעת	TZ	1262	בין מינית	4 חזרות X 7 צמחים לחזרה	22/01/2018

השתילים נדגמו לאנליזות מטבוליות של הכנה והרוכב. על הצמחים שהתפתחו בשטח סומנו פרחי נקבה ביום האנטזיס. הוערכו ונדגמו פירות 10, 20, 30, 40 ו-45 ימים לאחר האנטזיס. בנוסף נדגמו עלים וגבעולים מאזורים בהם התפתח פרי 20 ימים לאחר ההפריה (אנטזיס). הדיגומים נשמרו במינוס 80. במקביל, הועמד ניסוי נוסף עם הזן פרימוורה כרוכב, זן שלא הראה הבדלים בולטים בניסוי שנערך בנוה יער בשנה השנייה. הזן פרימוורה הורכב על כנת שמשון, על כנת 318 ועל עצמו. הביקורת לא הגיעה במועד השתילה והשתילים (כנה ורוכב) נדגמו לאנליזות מטבוליות (בעיקר הורמונים) אולם לא נבחנו בשדה.

**ג. השפעת כנות ורוכבים על איכות הפרי לאחר הקטיפה (אלי פליק)**

איכות הפרי נבדקה בכול הניסויים שנערכו בשנה זו (ניסויים 1 עד 6), אלא אם לא נערך קטיפה כתוצאה מהשמדת הניסוי על ידי נגיעות ויראלית. כל הטיפולים אוחסנו במשך 4 ימים ב-20 מ"צ. ששה פירות אחידים בגודלם/צורתם נבחרו מ-6 עד 8 פירות שנקטפו מכול שילוב של כנה/רוכב ואיכותם נבדקה על ידי מדדי האיכות הבאים:

צבע הקליפה - על פי סולם של 1 עד 3, כאשר 1=ירקרק בהיר; 2=ירוק; 3=ירוק כהה.

עובי הקליפה - נמדדה עד תחילת הציפה ובוטאה במ"מ.

כמות זרעים - על פי סולם של 1 עד 3, כאשר 1=ללא זרעים ובתי זרעים; 2=כמות בינונית של זרעים לבנים ומעט זרעים שחורים; 3=הרבה זרעים לבנים ושחורים.

צבע הציפה - על פי סולם של 1 עד 3, כאשר 1=ורוד; 2=אדום בהיר; 3=אדום כהה.

כלל מוצקים מומסים (כ.מ.מ) (סוכר) - על ידי סחיטת חתיכת ציפה מאזור קליפת הפרי (צד) וממרכז (לב) על גבי רפרקטומטר. התוצאות מובאות באחוזים.

ריקבון - קנוקנת, עוקץ, או קליפה עם תחילת ריקבון נחשב כפרי רקוב וחושב באחוזים מכלל הפירות.

מצב הציפה (מרקם) - על פי סולם של 1 עד 3, כאשר 1=ציפה רכה וקמחית; 2=ציפה מוצקה למחצה; 3=ציפה פציחה (קריספית).

טעם - על פי סולם של 1 עד 3, כאשר 1=טעם רע, חמצמץ וטעם לוואי; 2=טעם סביר; 3=טעם טוב. פרי עם ציון הגדול מ-2 נחשב כטעים.

מרכיבים תזונתיים - נלקחו דוגמאות במשקל של כ-2 גר' ממרכז הפרי של 6 האבטיחים שנבדקו במבחני הטעם ובמבחנים הסנסוריים. כל 2 דוגמאות מאותו טיפול אוחדו לדוגמא אחת כך שמכל טיפול היו 3 חזרות לבדיקה. הדוגמאות הטרויות הועברו למבחנות 15 מ"ל, נטחנו ועברו הומוגניזציה ע"י הומוגניזר והוקפאו בחנקן נוזלי. המבחנות נשמרו במקפיא בטמפ' של 80°C- עד הבדיקה המעבדתית.

תכולת ליקופן: 0.5 גר' של רקמת אבטיח הועברה למבחנת זכוכית, אליה הוספו 8 מ"ל תמיסת מיצוי הקסאן; אצטון; אתאנול ביחס של 25:25:50 ב-4 שלבים: פעמיים 0.8 מ"ל ופעמיים 3.2 מ"ל. הדוגמאות טולטלו במטלטלת במהירות של 750 rpm למשך 5 דקות. בתום הטלטול, לכל דוגמא הוסף 1 מ"ל של תמיסת NaCl (25%) ואח"כ הוספו 8 מ"ל של ddH<sub>2</sub>O. הדוגמאות טולטלו בוורטקס בטמפרטורת החדר והועמדו למשך 10 דקות. מהפאזה העליונה (המכילה את שכבת ההקסאן והליקופן) הועברו 2 מ"ל למבחנות זכוכית נקיות. לשארית המיצוי הוספו 2 מ"ל של הקסאן. הדוגמאות טולטלו בוורטקס למשך 5 דקות בטמפרטורת החדר והועמדו למשך 10 דקות נוספות. לאחר מכן נלקחו 2 מ"ל נוספים מפאזת ההקסאן והוספו אל 2 מ"ל שנאספו קודם. הדוגמאות נסרקו בספקטרוטומטר באורך גל של 503 nm. ערכי הבליעה שימשו לקבוע את כמות הליקופן שבדוגמא. ביצענו את הבדיקות ב-3 חזרות טכניות לכל אחת מ-3 הדוגמאות. התוצאות שהתקבלו בוטאו ביחידות של µg/g חומר טרי.

תכולת ויטמין C: נבדקה בעזרת קיט HI3850 Ascorbic Acid Test Kit (Hanna Instruments, ) נבדקה בעזרת קיט HI3850 Ascorbic Acid Test Kit (Smithfield, RI, USA). נבדקו חמש פירות לכל טיפול והתוצאות בוטאו בתכולת ויטמין C במ"ג/100 ג' רקמה טרייה.

בדיקת נוגדי חמצון: נמדדו בעזרת שיטה קולורימטרית בעזרת החומר ABTS. 0.5 ג' רקמה קפואה מוצתה בבופר אצטון:אצטון:הקסן כדי לקבל רדיקל ABTS+. הריאקציה נקראה באורך גל של 734 nm לאחר 15 דקות הדגרה. תכולת הפעילות נוגדת החמצון נקבעה כ Trolox equivalent (TE) והתוצאות בוטאו כ- TE antioxidant capacity (TEAC) למשקל הרקמה ב-TEAC (mM TE/mg).

בדיקת נדיפים - שלושה גרם של ציפת פרי טרייה נסחטה (3 מ"ל) בתוך מבחנת זכוכית שהכילה 1.1 ג' NaCl. המבחנה הונחה בתוך מתקן חימום ב-40 מ"צ והנדיפים נבדקו בחלל המבחנה, בעזרת SPME בגז כרומטוגרף-מס ספקטרה (אג'ילנט - A7890, ארה"ב), בקולונת DVB/CAR/PDMS (חברת סופלקו, ארה"ב). אילווצית הנדיפים מה-SPME נעשתה על ידי חימום הקולונה ל-50 מ"צ למשך 1 דקה, העלאת הטמפרטורה ל-100 מ"צ בקצב של 5 מעלות/דקה, מהשך העלאת הטמפרטורה ל-190 מ"צ בקצב של 10 מעלות/דקה והעלה נוספת ל-250 מ"צ בקצב של 30 מעלות/דקה ועוד דקה נוספת בטמפרטורה זו. הליום שימש בגז נושא. זיהוי החומרים נעשה בעזרת ספריית NIST (2006). כל טיפול כלל 3 פירות ומכול פרי נלקחה דוגמה אחת.

ניתוח סטטיסטי - התוצאות נותחו בתוכנת JMP גרסיה 11, בניתוח חד או דו כיווני, או ניתוח פקטוריאלי דו גורמי ברמת מובהקות של 5%.

## תוצאות

### ניסוי 1 - השפעת שילוב כנות ורוכבים מסוגים שונים

שעור הצמחים המתמוטטים בצמחים לא מורכבים היה מזערי (15% בזנים פומה ופאשון, 20% בזן 1262). בצמחים המורכבים לא הייתה התמוטטות כלל בכל הזנים וללא הבדל בין הכנות השונות. עם זאת, במועד הקטיף החלקה לא נראתה במיטבה.

יבול הפירות היה גדול בצורה מובהקת בצמחים המורכבים בהשוואה לאלה הלא מורכבים בכל הזנים. (טבלה 1). שעור תוספת היבול הגדולה ביותר התקבלה באבטיחים מהזן פאשון. באבטיחים הגדולים (1262) התקבלה תוספת 45% ביבול הפירות, תוספת בשיעור 42% בזן פומה ו-88% בזן פאשון. בהשוואה לניסוי שנערך בשנת 2017, ניתן לראות כי בכל הזנים התקבלה תוספת יבול בהשוואה לצמחים המורכבים. לא ראינו הבדל מובהק בין הכנות השונות. עם זאת, ניתן לראות כי כנת טצקבוטו נתנה יבול רב יותר. הניסוי הוצב באופן שבו כל זן נבחן בנפרד ולכן לא בוצע ניתוח השוואתי בין הזנים השונים.

**טבלה 1: השפעת סוג הכנה על יבול פירות אבטיח בזנים שונים. הצמחים גדלו בחלקה, בחוות עדן, על רקע מחזור גידולים.**

משקל פירות ק"ג למ"ר			שם הכנה
1262	פאשון	פומה	
8.3 ב	5.9 ב	7.0 ב <sup>1</sup>	לא מורכב
12.7 א	10.4 א	9.5 א	נורית
11.5 א	9.8 א	9.6 א	TZ
12.5 א	11.1 א	10.7 א	טצקבוטו

<sup>1</sup>אותיות שונות בכל זן בנפרד מצביעים על הבדלים מובהקים ביבול בין הכנות השונות.

**טבלה 2: איכות פרי אבטיח מחוות עדן לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע לשמונה פירות לטיפול**

רוכב	כנה	צבע קליפה (3-1)	עובי קליפה (מ"מ)	זרעים (3-1)	צבע ציפה (3-1)	כ.מ.מ. אמצע (%)	מרקם (3-1)	טעם (3-1)
פומה	לא מורכב	ב 2.4	א 10.3	א 1.6	א 2.7	אב 11.8	אבג 2.4	א 2.3
פומה	נורית	ב 2.4	א 10.7	א 1.5	א 2.7	אב 11.1	א 2.7	א 2.1
פומה	TZ	ב 2.4	א 10.0	א 1.7	אב 2.5	אב 11.1	א 2.7	א 2.1
פומה	טצקבוטו	ב 2.4	א 10.0	א 1.6	א 2.7	אב 11.6	אב 2.6	א 2.3
פאשון	לא מורכב	א 2.9	א 10.7	א 1.6	ב 2.4	אב 12.0	הו 2.0	א 2.2
פאשון	נורית	א 2.9	א 10.3	א 1.6	ב 2.4	א 12.4	הו 2.0	א 2.1
פאשון	TZ	א 2.9	א 11.2	א 1.6	ב 2.4	אב 11.2	גדה 2.2	א 2.1
פאשון	טצקבוטו	א 2.9	א 10.7	א 1.7	ב 2.4	אב 11.7	בגד 2.4	א 2.2
1262	לא מורכב	ג 2.1	א 12.0	א 1.5	ב 2.4	אב 11.1	ו 1.9	א 2.0
1262	נורית	ג 2.1	א 11.5	א 1.7	ב 2.4	אב 11.5	גדה 2.2	א 2.1
1262	TZ	ג 2.1	א 12.2	א 1.6	ב 2.4	ב 10.6	גדה 2.2	א 2.0
1262	טצקבוטו	ג 2.1	א 11.7	א 1.6	ב 2.3	אב 11.4	גדה 2.2	א 2.0

<sup>1</sup>אותיות שונות המלווים את המספרים מצביעים על הבדלים מובהקים ביבול בין הכנות השונות.

ברוב מדדי האיכות שנמדדו בניסוי זה לא נמצאו הבדלים מובהקים (טבלה 2), אך ראוי לציין מספר נקודות מעניינות: בשלושת הזנים נמצאו הבדלים במרקם פרי שנקטף מצמחים מורכבים שהיה פציח יותר, בהשוואה



למרקם הפרי הלא-מורכב. מאידך, חלק מהכנות השפיעו לשלילה על טעם הפרי כתוצאה מהמרקם הצפית, אך לא באופן מובהק. כנת נורית הגבירה במעט את אחוז הסוכר בזנים פאשון ו-1262 אך לא בפומה (טבלה 2).

**טבלה 3: השפעת כנה/רוכב על תכולת הנדיפים העיקריים באבטיח לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ. תוצאות מבוטאות באחוזים מכלל שטח העקומה של אותה הרכבה – חוות עדן**

רוכב נדיף <sup>1</sup>	פומה				פאשון				1262			
	לא מורכב	נורית	TZ	טצקבוטו	לא מורכב	נורית	TZ	טצקבוטו	לא מורכב	נורית	TZ	טצקבוטו
ירוק <sup>1</sup>	19	33	22	8	33	25	35	31	30	18	29	29
פרחי	13	22	17	8	15	11	15	14	18	19	17	16
ירוק-הדר	5	9	6	2	12	8	13	11	12	11	10	10
דלעת-מלון ירוק	29	15	22	34	23	33	20	25	16	25	26	23
דלעת-מלפפון	27	12	24	35	10	11	8	11	15	16	10	13
פרחי-ירוק	4	3	3	8	4	8	5	4	3	5	4	4
מתקתק-ורד	3	6	6	5	3	4	4	4	6	6	4	5

<sup>1</sup>ירוק – hexanal  
 פרחי – 5-Hepten-2-one, 6-methyl  
 ירוק-הדר – Nonanal  
 דלעת-מלון ירוק – 3-Nonen-1-ol, (Z)  
 דלעת-מלפפון – 3,6-Nonadien-1-ol (E, Z)  
 פרחי-ירוק – 2-Nonenal (E)  
 מתקתק-ורד – 5,9-Undecadien-2-one, 6-methyl

מניתוח טבלה 3 העוסקת בנדיפים הקשורים גם לטעם הכללי, עולה כי הכנות השונות הגבירו את הנדיפים המאפיינים ריח של אבטיח, בהשוואה לפירות שנקטפו מצמחים לא-מורכבים. כנת נורית חזקה את הריח הירוק והפרחי בזן פומה, כאשר כנת טצקבוטו הגבירה אם הריח הדלעתי, הפרחי והמתקתק. כנת נורית ו-TZ גם הגבירו את רמת הנדיפים בזן פאשון וכנת נורית הגבירה את אמת הנדיפים בזן 1262 (טבלה 3).

**ניסוי 2**

במועד הקטיף הראשון נקטפה החלקה במקביל לניסוי 1. אולם במועד הקטיף השני התמוטטה החלקה כתוצאה מפגיעת וירוסים כך שלא ניתן היה לקטוף, על כן לא נאספו נתונים מניסוי זה.

**ניסוי 3 – השפעת מועדי קטיף**

**טבלה 4: השפעת כנות על איכות פרי מידי מזן פאשון שגודל ברמת יוחנן ונקטף בשני מועדים, בתום 4 ימים ב-20 מ"צ (ממוצע לשמונה פירות)**

רוכב-כנה	צבע קליפה (3-1)	עובי קליפה (מ"מ)	זרעים (3-1)	צבע ציפה (3-1)	כ.מ.מ מרכז (%)	מרקם (3-1)	טעם (3-1)	ויטמין C	ליקופן
2.7.2018									
פאשון-נורית	א <sup>1</sup> 2.8	א 11.6	א 1.6	א 2.5	א 12.6	א 2.1	א 2.3	א 14.7	א 60.2
פאשון-טצקבוטו	א 2.8	אב 10.5	א 1.6	א 2.5	א 13.5	א 2.1	א 2.3	א 14.7	א 56.0
פאשון-TZ	א 2.9	אב 11.1	א 1.6	א 2.6	א 12.7	א 2.3	אב 2.0	אב 13.1	א 50.4
פאשון-AQ	א 2.8	ב 9.8	א 1.4	א 2.5	א 12.6	א 2.1	אב 2.1	ב 12.6	א 54.8
11.7.2018									
פאשון-נורית	א 2.9	אב 12.3	ב 1.4	א 2.7	א 12.3	ב 2.2	א 2.1	א 15.2	א 62.5
פאשון-טצקבוטו	א 2.9	ב 11.0	א 1.7	א 2.6	א 13.0	אב 2.4	א 2.1	אב 14.5	א 58.2
פאשון-TZ	א 2.9	אב 12.0	אב 1.5	א 2.7	א 13.2	א 2.6	א 2.1	ב 12.8	א 52.3
פאשון-AQ	א 2.9	א 13.0	אב 1.5	א 2.7	א 13.6	אב 2.3	א 2.3	אב 13.2	א 55.8

<sup>1</sup>אותיות שונות בכל מועד בנפרד מצביעים על הבדלים מובהקים ביבול בין הכנות השונות.

באופן כללי עולה מניסוי זה כי דחיית הקטיף בתשע ימים שפרה את חלק ממדדי האיכות השונים שנבדקו בתום 4 ימים ב-20 מ"צ (טבלה 4). צבע הפרי התקדם והפרי המשיך להבשיל על פי עובי הקליפה הממוצעת. תכולת הסוכר עלתה בכנות TZ ו-AQ, אך ירדה בכנות נורית וטצקבוטו. מרקם הפרי היה פציח יותר עם רמות ויטמין C וליקופן גבוהות יותר בקטיף השני. אולם, חלה ירידה קלה בטעמי הפרי בקטיף השני. כנת TZ הגבירה את פציחות הפרי ובכנה זו נמצאו רמות ויטמין C וליקופן נמוכות, בהשוואה לכנות האחרות. איכות של פרי שנקטף מכנת נורית נמצאה, בדרך כלל, טובה יותר במדדי האיכות השונים שנבדקו בשני מועדי הקטיף (טבלה 4).

#### **ניסוי 4 – בתי גידול כנגד וירוסים**

בניסוי זה נבדקו הזן פאשון – מידי וארמיס – מקסי, בשני בתי גידול: שדה פתוח ומנהרה כנגד מזיקים נושאי וירוסים (טבלה 5). צבע הקליפה הושפעה מהזן (פאשון בעל קליפה ירוקה כהה), אך לא מבית הגידול. עובי הקליפה גם כן הושפעה מהזן. לא נמצאו הבדלים בצבע ציפת הפרי, ושני הזנים, בשני בתי הגידול צבע הציפה היה אדום. הזן פאשון הכיל תכולת סוכר גבוהה יותר מהזן ארמיס, ובית הגידול השפיע באופן מובהק על רמת הסוכר בליבת הפרי. נמצאו הבדלים מובהקים במרקם הפרי, בין הזנים, ופאשון נמצא יותר פציח, בהשוואה לארמיס. נמצאה השפעת גומלין בין בית הגידול ומרקם הפרי, וגידול הפרי בשדה הגביר את פציחות הפרי. טעם הזן פאשון היה לאין שיעור טעים יותר, בהשוואה לזן ארמיס, כאשר בית הגידול לא השפיע על מדד זה. בזן פאשון נמצאה רמת ויטמין C גבוהה יותר מבזן ארמיס, אך בית הגידול לא השפיע את מדד זה. הזן השפיע על תכולת ויטמין C והליקופן שנמצאו גבוהים באופן מובהק בזן פאשון, בהשוואה לארמיס. בית הגידול לא השפיע על תכולת מרכיבים אלה וגם לא נמצאו השפעות גומלין בין הזן לבית הגידול. בנוסף, הכנות השפיעו לטובה על מדדי האיכות השונים בהשוואה לפרי שנקטף מצמח ללא הרכבה (פאשון וארמיס שגדלו בשדה בלבד) (טבלה 5). בגידול האבטיח בשדה (שטח פתוח) נמצאו מספר צמחים נגועים בוורוס ומצמחים אלה לא נקטפו פירות (תוצאות לא מובאות).

**טבלה 5: השפעת בית הגידול ושילוב של כנות ורוכבים על איכות פרי לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ. ממוצע לששה פירות**

ליקופן	ויטמין C	טעם (3-1)	מרקם (3-1)	כ.מ.מ. אמצע (%)	צבע ציפה (3-1)	זרעים (3-1)	עובי קליפה (מ"מ)	צבע קליפה (3-1)	כנה	רוכב	שדה/ מנהרה
48.8 בג	9.0 בג	2.0 בג	1.9 בג	11.6 בג	2.3 א	1.7 א	9.2 ב	2.8 אב <sup>1</sup>	לא מורכב	פאשון	שדה
42.5 ג	13.7 א	2.4 אב	2.3 א	12.6 אבג	2.2 א	1.6 א	12.0 אב	3.0 א	נורית	פאשון	שדה
49.0 בג	14.7 א	<b>2.6 א</b>	<b>2.3 א</b>	<b>13.3 א</b>	2.3 א	1.5 א	9.5 ב	2.8 אב	TZ	פאשון	שדה
56.3 אב	10.0 ב	2.4 אב	2.2 אב	12.5 אבג	2.4 א	1.7 א	12.2 אב	2.9 א	טצקבוטו	פאשון	שדה
57.3 א	8.4 ג	1.8 ג	1.7 ג	10.6 ג	2.3 א	1.6 א	11.2 אב	2.2 ד	לא מורכב	ארמיס	שדה
52.4 ב	9.5 ב	2.1 בג	2.3 א	12.1 אבג	2.4 א	1.5 א	11.5 אב	2.6 בג	נורית	ארמיס	שדה
50.9 בג	13.1 א	<b>2.2 אב</b>	2.1 אב	<b>12.2 אבג</b>	2.4 א	1.7 א	14.0 א	2.4 גד	TZ	ארמיס	שדה
56.6 אב	9.0 בג	1.9 ג	2.0 בג	11.7 בג	2.5 א	1.6 א	11.3 אב	2.5 ג	טצקבוטו	ארמיס	שדה
44.8 ב	12.1 אב	<b>2.6 א</b>	2.2 בג	11.7 בג	2.4 א	1.6 א	11.7 אב	2.8 אב	נורית	פאשון	מנהרה
49.7 א	13.4 א	2.3 אב	2.2 בג	<b>12.9 א</b>	2.4 א	1.6 א	10.3 ב	2.9 א	TZ	פאשון	מנהרה
45.8 ב	11.6 ב	2.1 בג	<b>2.5 א</b>	12.2 אבג	2.3 א	1.6 א	10.2 ב	2.9 א	טצקבוטו	פאשון	מנהרה
50.9 א	11.8 ב	2.1 בג	2.1 ג	<b>11.9 אבג</b>	2.2 א	1.7 א	12.8 אב	2.6 בג	נורית	ארמיס	מנהרה
46.7 ב	13.1 א	2.0 ג	2.1 ג	11.6 בג	2.3 א	1.7 א	12.2 אב	2.6 בג	TZ	ארמיס	מנהרה
44.8 ב	10.5 ג	<b>2.2 אב</b>	2.1 ג	11.4 ג	2.4 א	1.7 א	12.7 אב	2.6 בג	טצקבוטו	ארמיס	מנהרה

טבלת ניתוח שונות P-value

**	**	***	***	***	א.ה.	א.ה.	***	****			זנים
א.ה.	א.ה.	א.ה.	א.ה.	**	א.ה.	א.ה.	א.ה.	א.ה.			מבנה
א.ה.	א.ה.	**	***	א.ה.	א.ה.	א.ה.	**	**			ז X מ

<sup>1</sup>אותיות שונות בכל מועד בנפרד מצביעים על הבדלים מובהקים ביבול בין הכנות השונות.

**טבלה 6: השפעת כנה/רוכב על תכולת הנדיפים העיקריים באבטיח לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ. תוצאות מבוטאות באחוזים מכלל שטח העקומה של אותה הרכבה.**

ארמיס				פאשון (שטח הפיק באחוזים)				רוכב
נורית	TZ	טצקבוטו	לא מורכב	נורית	TZ	טצקבוטו	לא מורכב	כנה
								נדיף <sup>1</sup>
21.2	20.2	21.2	19.9	24.6	25.5	24.8	23.6	ירוק
20.9	15.9	20.7	16.1	14.9	14.8	14.6	11.6	פרחי
9.7	8.1	9.7	9.3	9.4	12.1	11.7	9.7	ירוק-הדר
24.5	27.9	24.5	30.4	27.1	27.5	27.0	35.5	דלעת-מלון ירוק
14.2	19.6	14.2	13.0	9.0	10.5	9.6	7.3	דלעת-מלפפון
6.5	5.8	6.2	7.1	11.6	7.4	9.5	8.8	פרחי-ירוק
3.4	2.5	3.4	4.1	3.5	2.2	2.8	3.5	מתקתק-ורד

<sup>1</sup>ירוק – hexanal

פרחי – 5-Hepten-2-one, 6-methyl

ירוק-הדר – Nonanal

דלעת-מלון ירוק – 3-Nonen-1-ol, (Z)

דלעת-מלפפון – 3,6-Nonadien-1-ol (E, Z)

פרחי-ירוק – 2-Nonenal (E)

מתקתק-ורד – 5,9-Undecadien-2-one, 6-methyl

שילוב פאשון עם כנת TZ הגבירה את חלק מהנדיפים הקשורים למרכיב "ירוק", כאשר עם כנת נורית נצפתה עליה במרכיבים הפרחיים-מתקתקים (טבלה 6). בארמיס נמצא יתרון לכנת נורית מבחינת עוצמת הנדיפים השונים (טבלה 6). הן בפאשון והן בארמיס, ההרכבות הגבירו, בדרך כלל, את חומרי הארומה בהשוואה לפרי לא מורכב.

**ניסוי 5 – כנות אבטיח - תגובה למחלה**

בתחילת חודש מאי, 120 ימים משתילה, נעשתה הערכה ויזואלית של צמחי האבטיח ששימשו ככנות (צמחים לא מורכבים) ושל הרוכב 1262. הצמחים דורגו בציון 0-100. הקווים 114 ו-161 נראו פחות טוב משאר הצמחים בשדה (טבלה 7).

**טבלה 7 : עוצמת צימוח. הערכה נעשתה 120 ימים משתילה.**

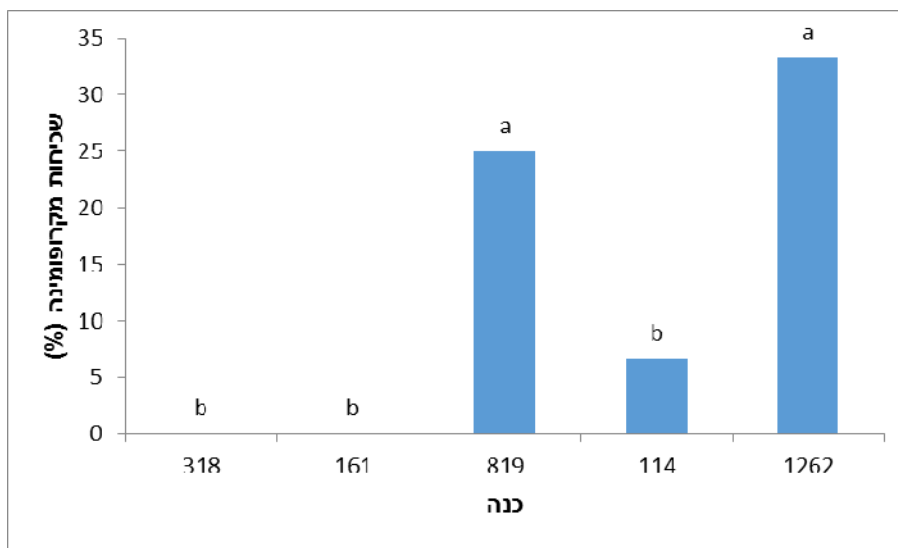
שם קו האבטיח (קיצור)	און צימוח (0-100)
318	א <sup>1</sup> 87
819	א 87
114	בג 60
161	ג 47
1262 אבטיח מסחרי	אב 77

<sup>1</sup>ערכים המלווים באותה אות אינם נבדלים ביניהם סטטיסטית

**אכלוס שורשים ע"י מקרופומינה**

בתחילת חודש מאי, 134 ימים לאחר השתילה, נדגמו שורשים מקווי האבטיח ששימשו ככנות ונבדקו במעבדה לנוכחות הפטרייה *Macrophomina phaseolina* (איור 1). שיעור האכלוס הגבוה ביותר (33%) נמצא בשורשי האבטיח המסחרי 1262, בעוד שהפטרייה לא נמצאה כלל בקווים 318 ו-161. חשוב לציין

שאכלוס שורשים בפטרייה (איור 1) והנזק הוויזואלי לשורש (איור 2) הם מדדים שהקשר שלהם לאון צימוח, למצב הצמח והיבול אינו ברור די צורכו ואינו חד ערכי.



איור 1: שכיחות מקרופומינה בשורשי אבטיחים. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדלים מובהקים ברמה של 5%

### תגובה לגורמי ריקבון שורש חוות עדן קיץ 2018



532819  
כנת אבטיח PI 532819

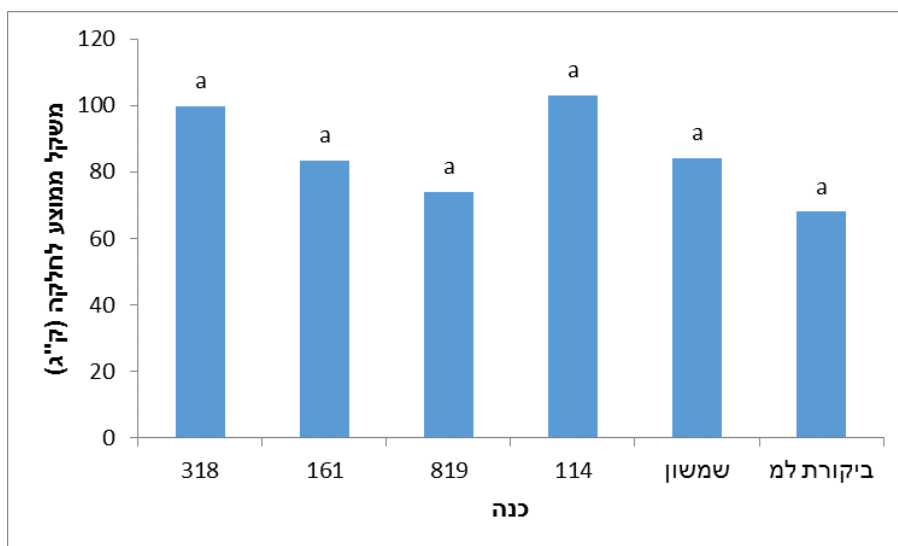


1262  
רוכב ל.מ.  
אבטיח 1262 לא מורכב

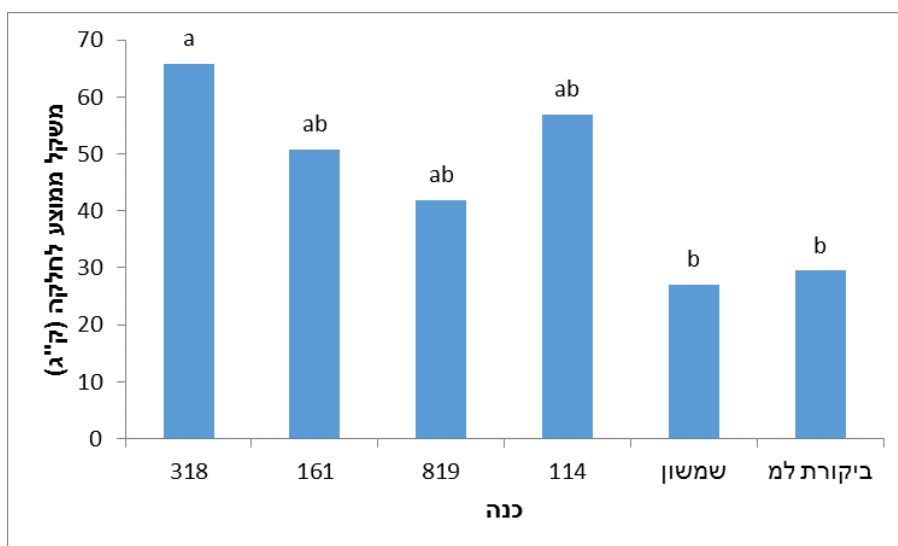
איור 2: הבדל בריקבון שורש כתוצאה מפתוגנים שוכני קרקע. מימין, אבטיח מסחרי 1262 עם נגיעות קשה בשורש. משמאל אבטיח 819 המשמש ככנה ללא ריקבון.

### ניסוי 5א – כנות אבטיח - יבול

פירות האבטיח נקטפו ארבעה חודשים לאחר השתילה. נצפתה שונות רבה בין החלקות של אותו טיפול. למרות שלא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, נראה שהאבטיחים שהורכבו על קו האבטיח 318 בלטו לטובה ביבול הכללי (איור 3) וביבול של הפרי הגדול והראוי לשיווק שנבדל סטטיסטית מפירות האבטיח הלא מורכב ומהפירות שגדלו על אבטיח המורכב על כנת דלעת (איור 4).



איור 3: יבול כללי בחוות עדן, ממוצע לחלקה של אבטיחים מורכבים על אבטיח. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדלים מובהקים ברמה של 5%



איור 4: יבול פרי גדול (מעל 4.5 ק"ג) בחוות עדן, ממוצע לחלקה של אבטיחים מורכבים על אבטיח. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדלים מובהקים ברמה של 5%

**טבלה 8 : השפעת כנות אבטיח על איכות פרי האבטיח – ניסוי בחוות עדן**

נוגדי חמצון TAEC	ליקופן	ויטמין C	טעם (3-1)	מרקם (3-1)	כ.מ.מ. אמצע (%)	צבע ציפה (3-1)	זרעים (3-1)	עובי קליפה (מ"מ)	צבע קליפה (3-1)	כנה	רוכב
3.0 אב	38.3 א	12.1 א	2.0 אב	2.1 אב	11.7 אב	2.3 א	1.6 א	14.2 א	1.9 ב	אבטיח-318	1262
3.1 אב	39.5 אב	10.0 אב	2.1 אב	2.1 אב	11.4 בג	2.3 א	1.8 א	13.8 אב	2.1 אב	אבטיח-161	1262
2.7 ב	34.1 אב	9.5 ב	2.2 א	2.2 אב	12.0 א	2.3 א	1.8 א	13.8 אב	2.1 אב	אבטיח-819	1262
3.3 א	39.9 אב	10.0 אב	2.1 אב	2.2 אב	11.4 בג	2.3 א	1.5 א	13.7 אב	2.1 אב	אבטיח-114	1262
1.9 ג	34.3 ב	10.0 אב	1.7 ב	2.5 א	11.5 אב	2.3 א	1.5 א	13.7 אב	2.1 אב	דלעת-שמשון	1262
1.8 ג	40.5 א	10.0 אב	1.8 ב	1.9 ב	10.8 ב	2.2 א	1.5 א	12.3 ב	2.2 א	לא מורכב	1262

<sup>1</sup>אותיות שונות בכל זן בנפרד מצביעים על הבדלים מובהקים ביבול בין הכנות השונות.

בכנת 318 נמצא כי צבע קליפת הפרי היה הבהיר ביותר, בהשוואה לכנות האחרונות או לפרי לא מורכב. בכנה זו עובי הקליפה היה הגדול ביותר, כאשר לא נמצאו הבדלים מובהקים בכמות הזרעים, צבע הקליפה ותכולת הסוכרים, אך רמת הסוכר הגבוהה ביותר נמצאה בפירות שנקטפו מכנת 819 (12.0%). כל הכנות הגבירו במקצת את מרקם הציפה, כאשר בכנת שמשון, שמקורה מדלעת, נמצא המרקם הפציח ביותר, דבר שפגם בטעם הפרי (1.7). טעמים של הפירות שהורכבו על כנות האבטיח היו טובים יותר, בהשוואה לכנת הדלעת ופרי לא-מורכב, כאשר הפרי הטעים ביותר נמצא עם כנת אבטיח 819 (2.2). פרי שנקטף מכנת 318 נמצא עם תכולת ויטמין C הגבוהה ביותר, כאשר בכנת 819 נמצאה תכולת ויטמין C וליקופן נמוכות. הן בפרי לא מורכב והן בכנת שמשון, תכולת נוגדי החמצון הייתה נמוכה מתכולת נוגדי החמצון בכנות האבטיח (טבלה 8).

**טבלה 9: השפעת כנה/רוכב על תכולת הנדיפים העיקריים באבטיח לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ. תוצאות מבוטאות באחוזים מכלל שטח העקומה של אותה הרכבה – חוות עדן.**

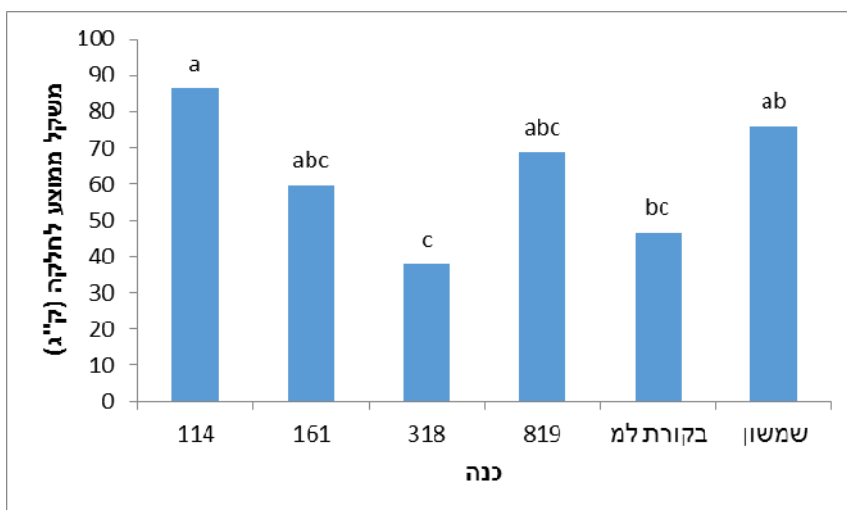
1262						רוכב
לא מורכב	דלעת שמשון	אבטיח 114	אבטיח 819	אבטיח 161	אבטיח 318	כנה נדיף <sup>1</sup>
30	33	34	36	26	28	ירוק
13	12	18	15	16	13	פרחי
12	9	7	10	11	7	ירוק-הדר
25	16	20	20	25	26	דלעת-מלון ירוק
12	22	9	10	13	18	דלעת-מלפפון
4	3	7	5	5	4	פרחי-ירוק
4	5	5	4	4	4	מתקתק-ורד

<sup>1</sup>ירוק – hexanal  
 פרחי – 5-Hepten-2-one, 6-methyl  
 ירוק-הדר – Nonanal  
 דלעת-מלון ירוק – 3-Nonen-1-ol, (Z)  
 דלעת-מלפפון – 3,6-Nonadien-1-ol (E, Z)  
 פרחי-ירוק – 2-Nonenal (E)  
 מתקתק-ורד – 5,9-Undecadien-2-one, 6-methyl

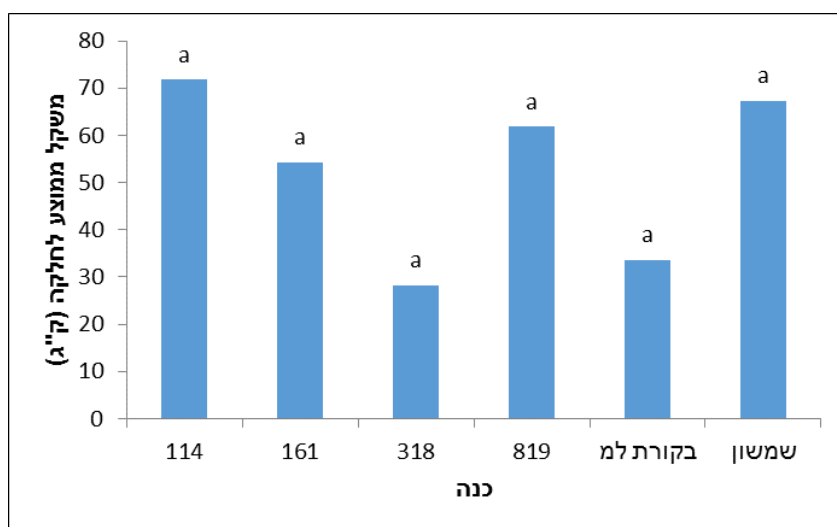
כנות הגבירו את חומרי הארומה, בהשוואה לחומרי הארומה שנמדדו בפרי לא מורכב. לא נמצאה מגמה מיוחדת בחומרי הארומה, בכנות השונות (טבלה 9).

### **ניסוי 6 – כנות אבטיח - יבול ואיכות**

הניסוי בנוה יער היה זהה לניסוי לבדיקת יבול שנשתל בחוות עדן. ניסוי נוה יער נשתל ב 17.4.18 ונקטף ב 2.6.18. הפירות מוינו בשדה לפרי גדול הראוי לשיווק (מעל 4.5 ק"ג) ולפרי קטן שאינו ראוי לשיווק.



איור 5: יבול כללי בנווה יער, ממוצע לחלקה של אבטיחים מורכבים על אבטיח. האותיות השונות מעל כל עמודה מראים על הבדלים מובהקים ברמה של 5%



איור 6: יבול פרי גדול (מעל 4.5 ק"ג) בנווה יער. האותיות השונות מעל כל עמודה מראים על הבדלים מובהקים ברמה של 5%

ביבול הכללי (איור 5), נמצאה כנת האבטיח 114 כמצטיינת ונבדלה במובהק מכנת האבטיח 318 ומטיפול הביקורת - אבטיח לא מורכב. ביבול הפרי הגדול נצפתה שונות גדולה. המגמה הייתה דומה לזו של היבול הכללי אך לא נמצאה מובהקות סטטיסטית (איור 6).

**טבלה 10: השפעת כנות אבטיח על איכות פרי האבטיח - ניסוי נווה יער**

ליקופן	ויטמין C	טעם (3-1)	מרקם (3-1)	כ.מ.מ. אמצע (%)	צבע ציפה (3-1)	זרעים (3-1)	עובי קליפה (מ"מ)	צבע קליפה (3-1)	כנה	רוכב
63.2 א	14.2 א	2.2 א	2.1 א	12.9 א	2.6 א	1.4 א	10.6 ג	1.9 ב	אבטיח-318	1262
57.4 א	14.5 א	2.1 א	2.2 א	12.6 אב	2.6 א	1.7 א	13.1 א	2.0 אב	אבטיח-161	1262
59.2 א	13.6 א	2.3 א	2.1 א	12.9 א	2.6 א	1.7 א	11.9 אב	1.9 ב	אבטיח-819	1262
66.1 א	13.9 א	2.2 א	2.1 א	12.5 אב	2.6 א	1.7 א	11.6 ב	2.0 אב	אבטיח-114	1262
57.5 א	12.8 א	1.9 א	2.3 א	10.3 ג	2.6 א	1.6 א	12.0 אב	2.1 א	דלעת-שמשון	1262
58.8 א	13.2 א	2.0 א	2.1 א	11.6 בג	2.6 א	1.7 א	11.1 בג	1.8 ב	לא מורכב	1262

<sup>1</sup>אותיות שונות בכל זן בנפרד מצביעים על הבדלים מובהקים ביבול בין הכנות השונות.

נמצא כי ההרכבות השונות הגבירו במעט את צבע הקליפה של הזן 1262. עובי הקליפה בכנת 318 היה הקטן ביותר, בהשוואה לעובי הקליפה בכנות האחרות. לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בכמות הזרעים בציפה ובצבע ציפת הפרי. תכולת הסוכר בכנת שמשון הייתה הנמוכה ביותר, בהשוואה לשאר הטיפולים, כאשר תכולת הסוכר בכול כנות האבטיח הייתה גבוהה, בעיקר בכנות 318 ו-819 (12.9%). מרקם הציפה בכנת שמשון היה הפציח ביותר (2.3), והדבר השפיע לרעה על טעם הפרי (1.9). בכנות האבטיח נמצא מרקם סביר וטעם הפירות גם כן היה סביר. לא נמצאו הבדלים התכולת ויטמין C וליקופן בין הטיפולים השונים (טבלה 10).

**טבלה 11: השפעת כנה/רוכב על תכולת הנדיפים העיקריים באבטיח לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ. תוצאות מבוטאות באחוזים מכלל שטח העקומה של אותה הרכבה – נווה יער**

1262						רוכב
לא מורכב	דלעת שמשון	אבטיח 114	אבטיח 819	אבטיח 161	אבטיח 318	כנה נדיף <sup>1</sup>
19	17	13	9	10	5	ירוק
2	2	2	2	2	2	פרחי
3	3	2	2	3	2	ירוק-הדר
62	63	63	67	72	53	דלעת-מלון ירוק
9	10	12	16	6	29	דלעת-מלפפון
3	3	4	3	4	3	פרחי-ירוק
2	2	4	1	3	6	מתקתק-ורד

<sup>1</sup>ירוק – hexanal  
 פרחי – 5-Hepten-2-one, 6-methyl  
 ירוק-הדר – Nonanal  
 דלעת-מלון ירוק – 3-Nonen-1-ol, (Z)  
 דלעת-מלפפון – 3,6-Nonadien-1-ol (E, Z)  
 פרחי-ירוק – 2-Nonenal (E)  
 מתקתק-ורד – 5,9-Undecadien-2-one, 6-methyl

רוב רמות חומרי הארומה בכול הטיפולים נמצאו נמוכים, פרט לארומה הקשורה לריח מלון-ירוק שנמצאה גובהה בכול הטיפולים (טבלה 11).

**ניסוי 7 – רוכבים (זנים)**

**טבלה 12: מספר הפירות למ"ר, על פי התפלגות משקל פרי במבחן ובתצפית. בסדר יורד ע"פ מספר פירות סוג א' למ"ר**

הערות	מספר פירות למ"ר במשקל מעל 7 ק"ג	מספר פירות למ"ר במשקל 5.5 עד 7 ק"ג	מספר פירות למ"ר במשקל 4 עד 5.5 ק"ג	מספר פירות למ"ר במשקל 2 עד 4 ק"ג	זן/כנה
במבחן	0.14 א	0.50 א	0.57 ב	0.49 בג <sup>1</sup>	TZ/7112
במבחן	0.21 א	0.39 א	0.60 ב	0.36 ג	TZ/6227
במבחן	0.10 א	0.50 א	0.71 אב	0.58 אבג	ווריור-TZ/1009
במבחן	0.20 א	0.32 א	0.50 ב	0.48 בג	סוויט דאון/TZ
במבחן	0.16 א	0.35 א	0.67 אב	0.43 בג	פאסינשין/TZ
במבחן	0.07 א	0.30 א	0.57 ב	0.76 אב	סוואנה/TZ
במבחן	0.07 א	0.38 א	0.99 א	0.88 א	TZ/50119
	<b>0.14</b>	<b>0.38</b>	<b>0.66</b>	<b>0.57</b>	<b>ממוצע</b>
תצפית	0.07	0.26	0.86	0.86	מקסימה/AQ
תצפית	0.00	0.07	0.60	2.08	לה הויה/AQ
תצפית	0.00	0.04	0.60	1.79	פאשון/TZ
תצפית	0.00	0.02	0.52	1.93	סטיילי/TZ
	<b>0.02</b>	<b>0.09</b>	<b>0.63</b>	<b>1.69</b>	<b>ממוצע</b>

<sup>1</sup>אותיות שונות בין טיפולים (עמודות) מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמה של  $P \leq 0.05$ . הערה: בתצפית התוצאות מהוות ממוצעים משתי חזרות.



**טבלה 13: מספר הפירות למ"ר ביבול סוג א', ביבול סוג ב' וביבול הכללי במבחן. בסדר יורד ע"פ מספר פירות סוג א'**

זן/כנה	מספר פירות סוג א' למ"ר	מספר פירות סוג ב' למ"ר	סה"כ מספר פירות למ"ר	הערות
TZ/7112	0.63 א <sup>1</sup>	1.05 ב	1.86 ב	במבחן
TZ/6227	0.60 א	0.95 ב	1.55 ב	במבחן
זוריר-1009/TZ	0.60 א	1.29 ב	1.89 אב	במבחן
סויט דאון/TZ	0.52 אב	0.98 ב	1.50 ב	במבחן
פאסינשיין/TZ	0.51 אב	1.10 ב	1.61 ב	במבחן
סוואנה/TZ	0.37 ב	1.33 ב	1.70 ב	במבחן
TZ/50119	0.36 ב	1.87 א	2.23 א	במבחן
<b>ממוצע</b>	<b>0.51</b>	<b>1.23</b>	<b>1.74</b>	
מקסימה/AQ	1.12	0.93	2.05	תצפית
לה הויה/AQ	0.67	2.08	2.75	תצפית
פאשון/TZ	0.63	1.79	2.42	תצפית
סטייל/TZ	0.55	1.93	2.48	תצפית
<b>ממוצע</b>	<b>0.72</b>	<b>1.71</b>	<b>2.43</b>	

<sup>1</sup>אותיות שונות בין טיפולים (עמודות) מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמה של  $P \leq 0.05$ .  
הערה: בתצפית התוצאות מהוות ממוצעים משתי חזרות.

לא נמצאו הבדלים במספר פירות סוג א' בין זני המבחן. הזן 50119 הניב מספר גבוה יותר של פירות סוג ב' וסה"כ מספר הפירות למ"ר. בזני התצפית הזן מקסימה הניב מספר פירות סוג א' גבוה יותר משאר הזנים (טבלאות 12 ו-13).

**טבלה 14: יבול הפירות בק"ג למ"ר לפי התפלגות משקל הפרי בק"ג במבחן ובתצפית.**

זן/כנה	משקל פירות עד 4 ק"ג	משקל פירות 4 עד 5.5 ק"ג	משקל פירות מעל 5.5 ק"ג	הערות
TZ/7112	1.85 ב <sup>1</sup>	2.26	3.06	במבחן
TZ/6227	1.27 ב	2.82	2.35	במבחן
זוריר-1009/TZ	1.98 ב	3.18	3.00	במבחן
סויט דאון/TZ	1.73 ב	2.13	2.00	במבחן
פאסינשיין/TZ	1.52 ב	3.09	2.23	במבחן
סוואנה/TZ	2.46 אב	2.40	1.89	במבחן
TZ/50119	3.45 א	4.03	1.75	במבחן
<b>ממוצע</b>	<b>2.04</b>	<b>2.84</b>	<b>2.32</b>	
מקסימה/AQ	2.92	3.78	1.54	תצפית
לה הויה/AQ	7.75	2.73	0.48	תצפית
פאשון/TZ	5.53	2.74	0.21	תצפית
סטייל/TZ	6.02	2.41	0.14	תצפית
<b>ממוצע</b>	<b>5.61</b>	<b>2.86</b>	<b>0.54</b>	

<sup>1</sup>אותיות שונות בין טיפולים (עמודות) מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמה של  $P \leq 0.05$ .  
הערה: בתצפית התוצאות מהוות ממוצעים משתי חזרות.

הזנים השונים שנבחנו בניסוי זה הראו גדלים שונים של פירות מגודל מיני-מידי (2 עד כ-4 ק"ג) ועד זני מקסי (מעל 7 ק"ג) (טבלה 14). בזנים סוואנה ו-50119, רוב הפירות היו קטנים עד בינוניים, כאשר בזנים 7112, 6227 ו-זוריר-1009 הפירות שנקטפו היו גדולים (טבלה 14).

**טבלה 15: יבול סוג א' וסוג ב' בק"גמ"ר והתפלגות הפרי באחוזי סוג א' מסה"כ הפרי במבחן ובתצפית. בסדר יורד ע"פ יבול סוג א'**

הערות	אחוז סוג א'	יבול פירות כללי	יבול פירות סוג ב'	יבול פירות סוג א'	זן/כנה
במבחן	49.0 א	8.24	4.11 ב'	4.13	TZ/7112
במבחן	50.8 א	8.12	4.09 ב	4.03	TZ/6227
במבחן	41.5 אב	8.93	5.17 ב	3.76	זוריור-1009/TZ
במבחן	45.4 א	7.36	3.85 ב	3.51	סוויט דאון/TZ
במבחן	42.0 אב	8.05	4.60 ב	3.44	פאסינישין/TZ
במבחן	31.7 אב	7.33	4.86 ב	2.48	סוואנה/TZ
במבחן	23.3 ב	9.80	7.47 א	2.32	TZ/50119
	<b>40.5</b>	<b>8.26</b>	<b>4.88</b>	<b>3.38</b>	<b>ממוצע</b>
תצפית	58.1	8.81	3.48	5.32	מקסימה/AQ
תצפית	29.0	10.95	7.75	3.20	לה הויה/AQ
תצפית	35.7	8.48	5.53	2.94	פאשון/TZ
תצפית	29.6	8.56	6.02	2.55	סטייל/TZ
	<b>37.1</b>	<b>9.13</b>	<b>5.73</b>	<b>3.40</b>	<b>ממוצע</b>

<sup>1</sup>אותיות שונות בין טיפולים (עמודות) מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמה של  $P \leq 0.05$ . הערה: בתצפית התוצאות מהוות ממוצעים משתי חזרות.

לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הזנים ביבול פירות סוג א' במבחן. בנייתוח פחות מחמיר (סטודנט) הזנים 7112, 6227, Warrior 1009 הניבו יבול סוג א' גבוה יותר מאשר הזנים סוואנה, 50119, באופן מובהק. בהתפלגות הפרי באחוזי סוג א' הזנים 7112, 6227, Warrior 1009 נמצאו גבוהים יותר לעומת הזן 50119. בזני התצפית הזן מקס הניב יבול פירות סוג א' ואחוז סוג א' גבוה יותר משאר הזנים (טבלה 15).

**טבלה מספר 16: איכות אבטיחים מורכבים לאחר 4 ימים ב-12 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ (ממוצע לששה פירות)**

הערות	ציון כללי (5-1)	טעם (3-1)	מרקם (3-1)	כ.מ.מ. מרכז (%)	צבע ציפה (3-1)	זרעים (3-1)	עובי קליפה (מ"מ)	צבע קליפה (3-1)	רוכב-כנה
מרקם גומי	2.5 אב	2.0 א	2.6 א	11.0 א	2.3 גד	1.3 אב	11.4 בגד	2.3 ג'	TZ-1009 זורירור
חוסר אחידות בצבע הציפה	2.3 ב	2.1 א	2.4 אב	10.8 א	2.6 אב	1.3 אב	14.2 א	2.5 בג	TZ-50119
אובלי, מעט גרעינים	2.6 אב	2.1 א	2.3 אב	11.0 א	2.6 אב	1.6 א	11.8 בגד	2.6 ב	סוואנה-TZ
יפה אך סוכר נמוך	2.4 אב	2.0 א	2.3 אב	10.6 א	2.7 א	1.4 אב	13.3 אב	2.9 א	TZ-6227
	2.3 ב	1.9 א	2.3 אב	11.1 א	2.2 ד	1.2 ב	13.0 אבג	2.5 בג	TZ-7112
התרככות בבית הזרעים	2.7 א	2.1 א	2.3 אב	11.4 א	2.4 בג	1.3 אב	10.7 ד	2.3 ג	סוויט דאון-TZ
סיביות יתר	2.7 א	2.2 א	2.2 ב	11.8 א	2.4 בג	1.3 אב	11.2 גד	2.5 בג	פסינישין-TZ
תצפית									
	2.1	1.9	2.5	10.7	2.3	1.3	14.3	2.8	לה הויה-AQ
	2.2	1.8	2.5	10.4	2.5	1.4	13.0	2.9	מקס-AQ
	2.5	2.1	2.2	11.4	2.5	1.6	10.3	2.9	פאשון-TZ
	2.3	2.0	2.3	10.6	2.6	2.1	9.1	2.9	סטייל-TZ

<sup>1</sup>מספרים המלווים על ידי אות זהה אינם נבדלים באופן מובהק ברמה של 5% במבחן t.

הזנים האיכותיים ביותר שנמצאו במבחן, על פי מדדי האיכות החיצוניים והפנימיים היו סוואנה, סוויט דאון ופאסינישין. בזנים אלה נמצאו רמות סוכר גבוהות, בעלי מרקם מיטבי (לא רך מדי ולא פציח מדי, למרות כנת TZ) וטעמם היה טוב. מאידך, הזנים 50119, 6227 ובעיקר הזן 7112 נמצאו עם האיכות הנמוכה ביותר, כתוצאה מאחוז סוכר נמוך ו/או מרקם יותר מדי פציח (טבלה 16).

בזני התצפית השילוב של רוכב פאשון עם כנת TZ נמצא עם איכות הפרי הטובה ביותר בהשוואה לשלושת בשילובים האחרים. שילוב זה הצטיין ברמת סוכר גבוהה, מרקם נעים לחיך וטעם כללי טוב.

**השפעת שילובי כנה/רוכב זהים ביחס למיקום הניסוי על מדדי איכות שונים – השוואה בין הממוצעים (ביצועי הרכבות)**

נערך ניתוח סטטיסטי בו הושוּו מדדי איכות שונים של שילובי כנה/רוכב זהים שנשתלו באזורים שונים בארץ וזאת על מנת לאשש את ממצאי שתי שנות המחקר כי קיים קשר למיקום גידול האבטיח ואיכות הפרי. הניתוח נערך על ידי ניתוח ממוצעי כל טיפולי ההרכבה הזהים שנעשו במספר אזורים בארץ. חלק ממדדי האיכות הושפעו, בעיקר, מאזור ובית הגידול כפי שנמצא בתכולת הסוכר, בטעם ונוגדי החמצון בזן פאשון ובזן 1262 שגודלו בקליה, בחוות עדן ובנווה יער. גם תכולת ויטמין C וליקופן הושפעה מבית הגידול ואזור הגידול (טבלה 17).

**טבלה 17: השפעת מיקום הניסוי על ביצועי כנות שונות בהקשר למדדי האיכות השונים – סיכום כללי**

שילוב-מיקום / סוג הכנה	צבע קליפה (3-1)	עובי קליפה (מ"מ)	זרעים (3-1)	צבע ציפה (3-1)	כ.מ.מ מרכז (%)	מרקם (3-1)	טעם (3-1)	ויטמין C	ליקופן	נוגדי חמצון
פאשון-קליה שדה /דלעת	א 2.89 <sup>1</sup>	א 11.3	א 1.60	א 2.31	א 12.8	א 2.27	א 2.47	א 12.8	א 49.3	א 3.51
פאשון-קליה מנהרה / דלעת	א 2.89	א 10.7	א 1.59	א 2.34	א 12.3	א 2.25	א 2.31	א 12.4	א 43.5	א 3.51
פאשון-חוות עדן / דלעת	א 2.89	א 10.8	א 1.63	א 2.39	ב 11.8	א 2.19	ב 2.13	ב 5.0	א 40.3	ב 2.26
פאשון-קליה שדה /דלעת	א 2.89	א 11.3	א 1.60	א 2.31	א 12.8	א 2.27	א 2.47	א 12.8	א 49.3	א 3.51
פאשון-קליה מנהרה /דלעת	א 2.89	א 10.7	א 1.59	א 2.34	א 12.3	א 2.25	א 2.13	א 12.4	א 43.5	א 3.51
ארמיס-קליה שדה /דלעת	א 2.51	א 12.3	ב 1.54	א 2.41	א 12.0	א 2.13	א 2.05	א 10.5	א 53.3	א 3.91
ארמיס-קליה מנהרה /דלעת	א 2.58	א 12.7	א 1.68	א 2.30	ב 11.7	א 2.08	א 2.13	א 11.8	ב 47.3	ב 3.41
1262-נווה יער / אבטיח	א 1.99	ב 11.9	א 1.65	א 1.99	א 12.7	א 2.16	א 2.21	א 9.7	א 61.3	א 3.67
1262-חוות עדן /אבטיח	א 2.05	א 13.3	א 1.59	א 2.05	ב 11.6	א 2.12	ב 2.09	א 10.4	ב 37.9	ב 2.02

<sup>1</sup>המספרים המלווים באותיות זהות אינם נבדלים סטטיסטית ברמה של 5%. לכל מיקום נערך ניתוח בנפרד. (הרקע הצהוב המלווה את המספרים בכול קבוצה מדגיש את ההבדלים הסטטיסטיים בין הטיפולים)

היבטים מטבוליים - הבנת השפעת יחסי 'כנה-רוכב' על איכות הפרי דרך ניתוח המטבולום והטרנסקריפטום של הפרי המתפתח

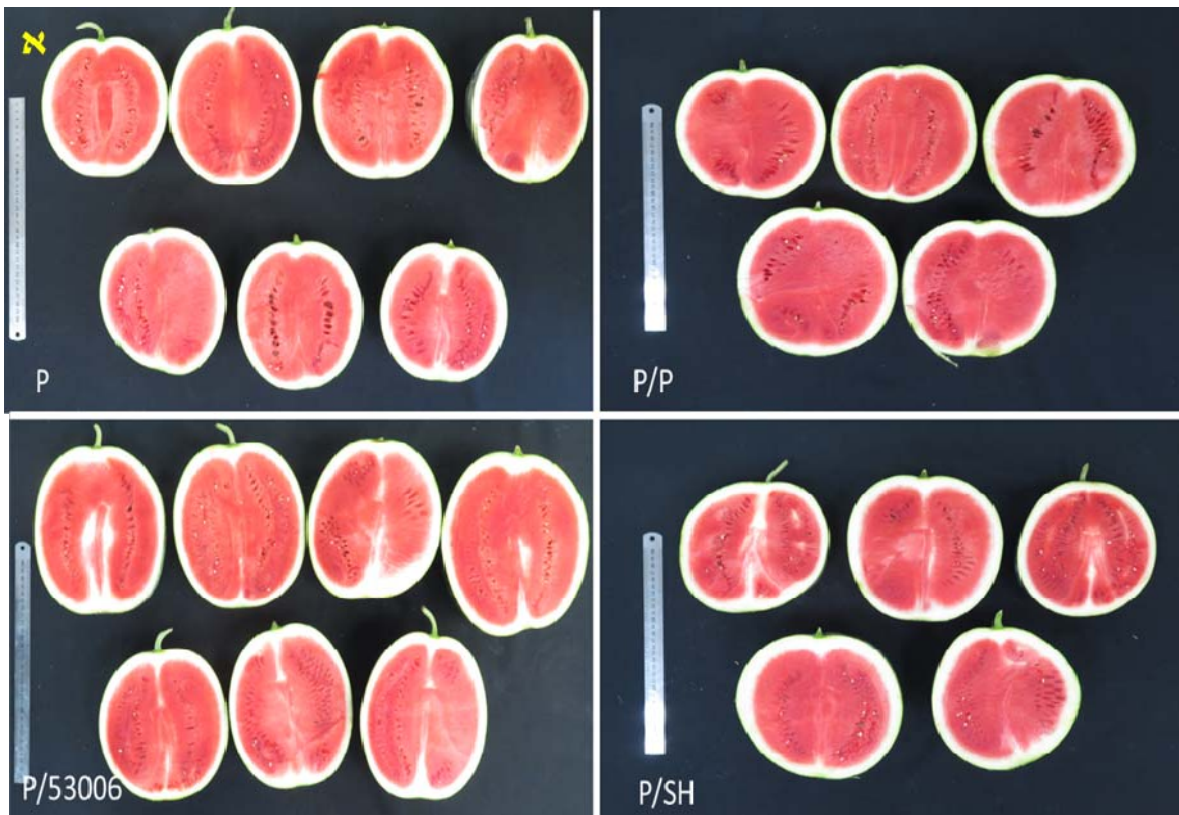
ניתוח תוצאות טרנסקריפטום שנה ב'

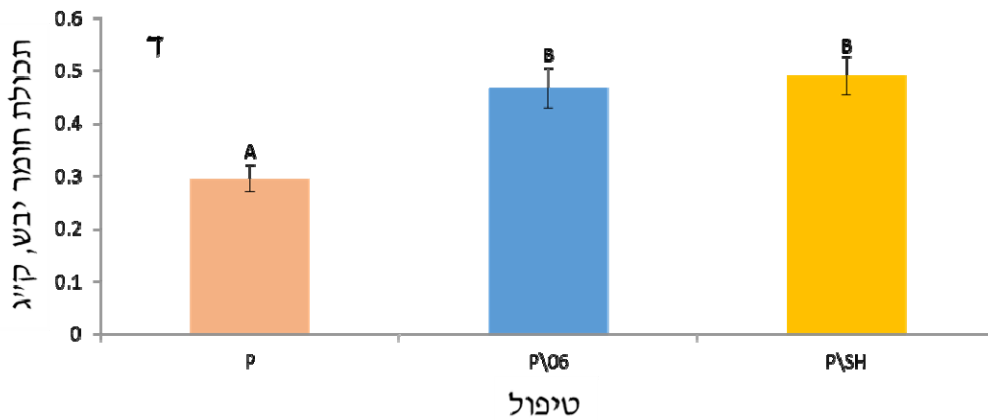
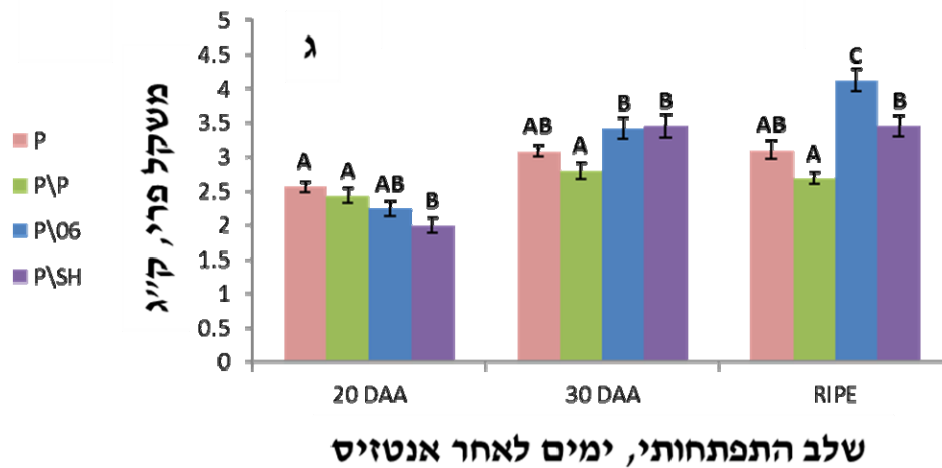
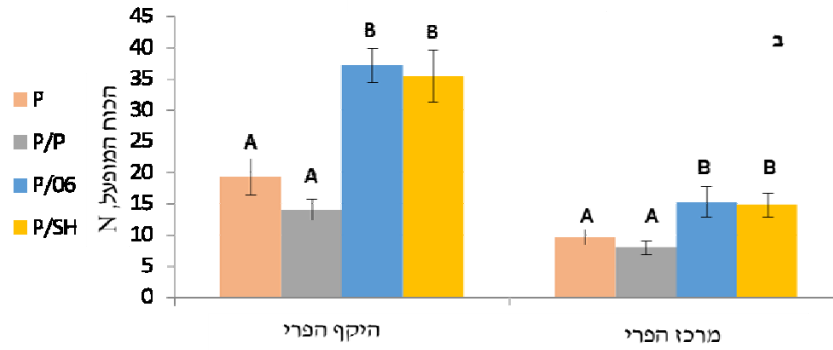
בשנת 2017 נבחן הזן פרימוורה על גבי כנות שונות כמפורט להלן:



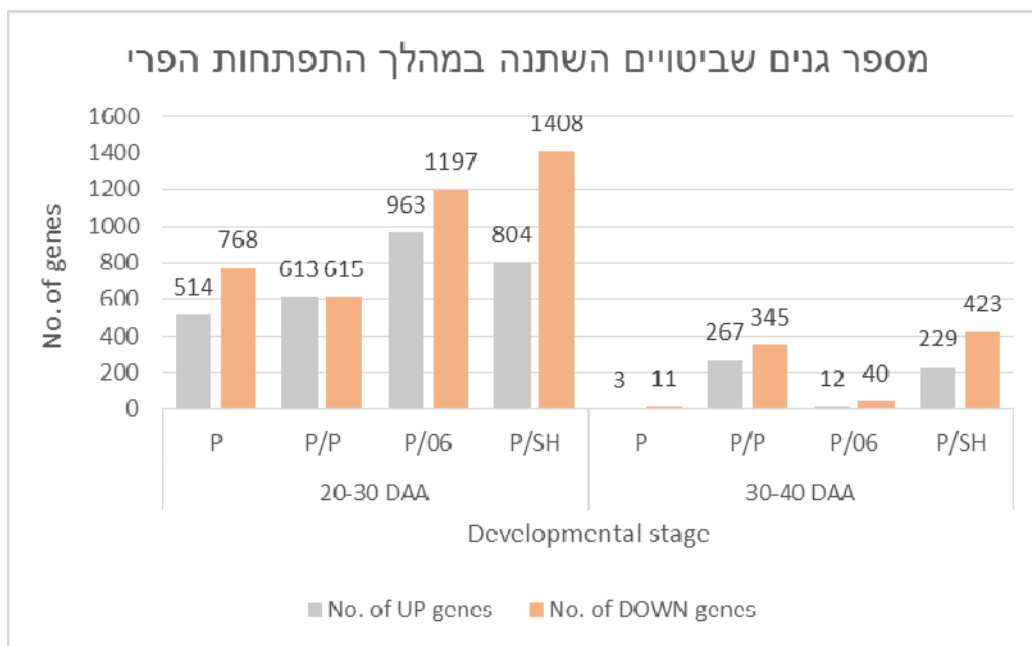
Non-grafted PRIMAVERA    53006    SHIMSHON

תוצאות הניסוי הוצגו בדו"ח שנה שנייה, אולם ניתוח הטרנסקריפטום לא היו מוכן בעת הגשת הדו"ח. ההבדלים הבולטים בין הטיפולים השונים התבטאו בעיקר בביומסה של הצמח בעת תחילת התפתחות הפרי, בהופעת אזור לבן במרכז פרי אבטיח שהתפתח על צמח המורכב על כנות הדלעת, בקושי הציפה ובמשקל של הפרי הבשל (איור 7).





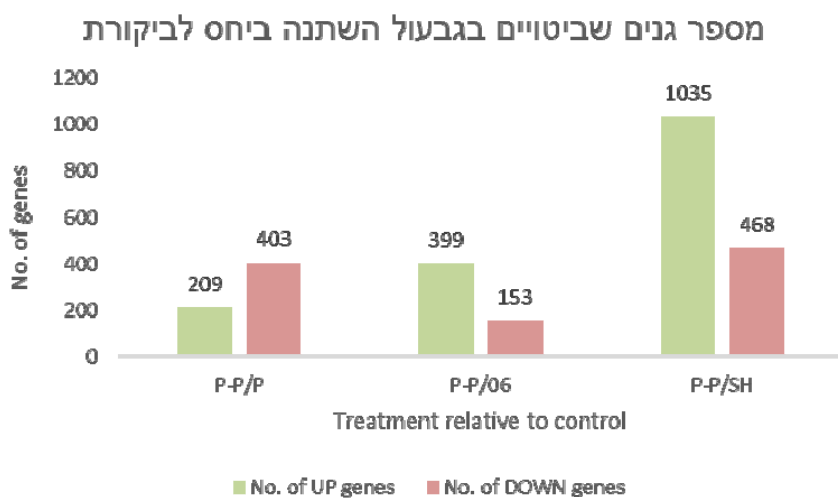
איור 7: א. פירות בשלים של פרימוורה (מפינה שמאלית עליונה עם כיוון השעון) לא מורכב, מורכב על כנת דלעת 53006, מורכב על כנת דלעת שמשון ומורכב על עצמו. ב. תוצאות בדיקת מוצקות בעזרת פנטרומטר של מרכז הפרי הבשל ושל היקפו. ג. משקל הפרי הממוצע בשלבי התפתחות שונים. ד. ביומסה של הפרי בתחילת החנטה.



**איור 8:** הצגה גרפית של מספר הגנים שביטויים עלה או ירד בהשוואה בין רמות הביטוי ב-20 וב-30 ימים לאחר האנטזיס (DAA) ובין רמות הביטוי ב-30 וב-40 (פרי בשל בתנאי הניסוי) ימים לאחר האנטזיס.

אנליזת הטרנסקריפטום הראתה כי עיקר ההבדלים בביטוי גנים בין הטיפולים השונים מתרחשת בין 20 ל-30 ימים לאחר ההפריה (איור 8). אולם, אנליזה השוואתית של התהליכים המועשרים בשלבי התפתחות הפרי השונים לא הצליחה לזהות גנים היכולים להיות קשורים במופעים השונים של הפירות שהתפתחו על כנת דלעת. יש להדגיש שנית, כי לא נמצאו הבדלים מובהקים ברמת הסוכרים, מרכיבי הצבע או בתחושת הטעם הסובייקטיבית, בין הטיפולים השונים.

גם אנליזת הטרנסקריפטום של הגבעול זיהתה גנים המראים ביטוי דיפרנציאלי אולם לא הצלחנו לקשור אותם למופעי הפרי השונים (איור 9).



**איור 9:** הצגה גרפית של מספר הגנים המראים ביטוי דיפרנציאלי בגבעול הצמח בהשוואה בין צמח פרימוורה לא מורכב לבין פרימוורה המורכב על עצמו (P-P/P), מורכב על כנת 53006 (P-P/06) ומורכב על כנת 'שמשון' (P-P/SH)

## בחינת פרופיל הורמונלי של פירות וגבעולים מצמחים שהורכבו על כנות אבטיח ודלעת

אנליזה של הורמונים צמחיים שונים בגבעול ובפרי המתפתח עשויה לזהות הבדלים הנובעים מהשפעת הכנות השונות ולנסות לקשור אותם לשינויים מטבוליים שימצאו בפרי. בפרי נבחנו רמות ההורמונים בשני שלבים במהלך התפתחות הפרי, 20 ו-30 ימים לאחר ההפריה. ההורמונים שנבחנו הם אוקסינים - IAA, IAAsp, IBA, IBglu, oxIAA, ציטוקינינים - t-Z, t-ZR, iP, iPR, ABA, חומצה ג'סמונית (JA), וחומצה סליצילית (SA). מתוך כלל ההורמונים שנבדקו מוצגות תוצאות רק להורמונים שזוהו בכל הטיפולים.

### הפקת הורמונים

לצורך הפקת הורמונים דוגמאות של גבעולים וציפת פירות בני 20 ו-30 יום לאחר פריחה אוכסנו במקפיא מינוס 80. לקראת האנליזה הדוגמאות נטחנו לאבקה דקה בנוכחות חנקן נוזלי. שבע חזרות של כ-200 מ"ג של אבקה קפואה נשקלו מכל דוגמא לתוך מבחנת אפנדורף 2 מ"ל והמשקלים תועדו בטבלה. ההורמונים מוצו שלוש פעמים מכל דוגמא בעזרת מיליטר אחד של תמיסת מיצוי שהכילה : methanol : isopropanol : glacial acetic acid ביחסים של 1:20:79 בהתאמה ו-20 מ"ג של תערובת סטנדרטים פנימיים (IS). המבחנות טולטלו בארבע מעלות צלסיוס בשמך שעה, סורכזו בקור והתרחיף הועבר למבחנה נקיה. איחוד התרחיפים משלושת המיצויים צומצם למינימום בעזרת speedvac בטמפרטורת החדר. הדוגמאות הורחפו ב-200 מיקרוליטר של 50% מתנול, סורכזו וסוננו לקראת אנליזת LCMS בצידוד הבין מחלקתי בבית דגן.

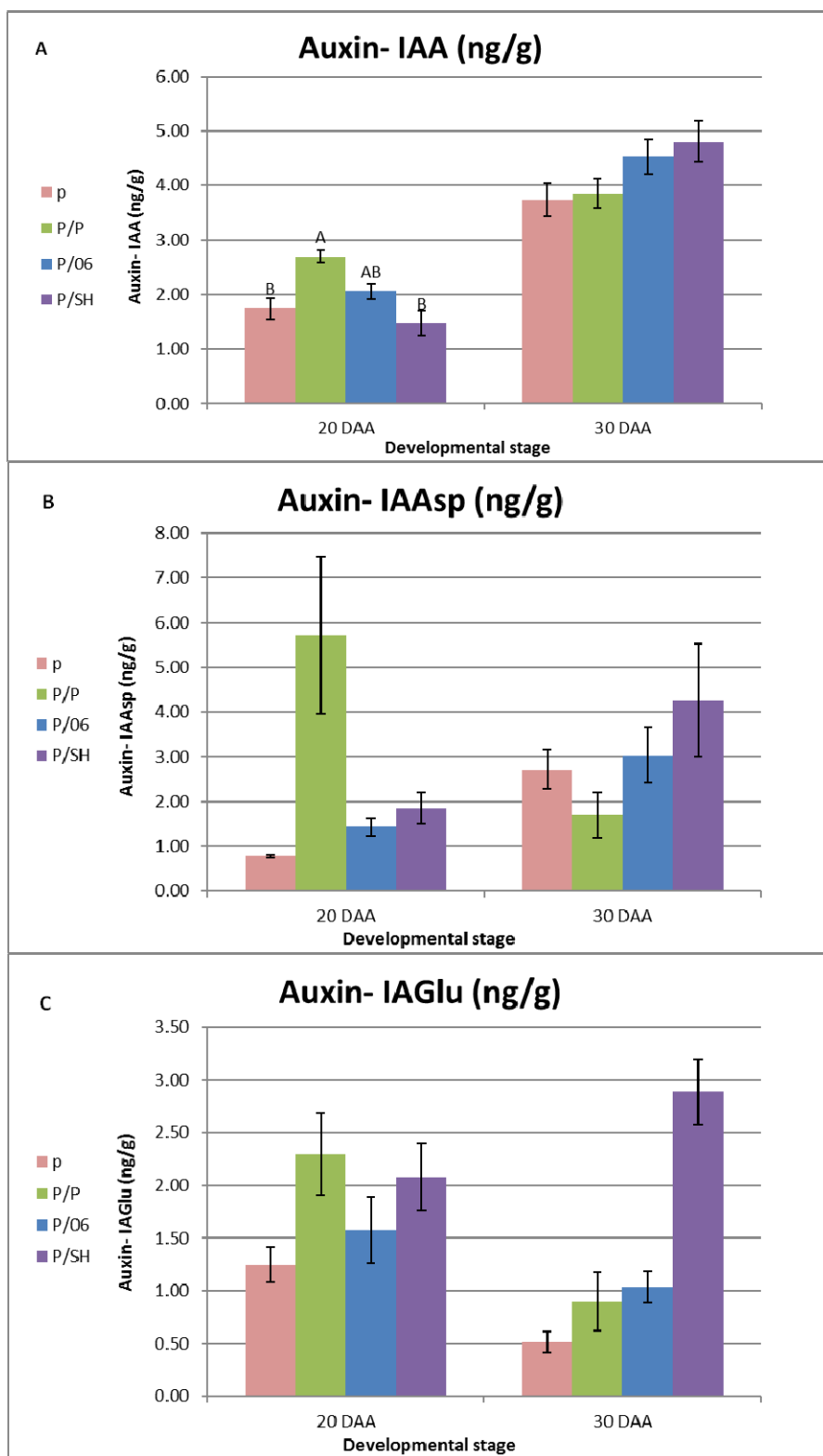
### הורמונים בפרי

#### אוקסין (איור 10)

רמת האוקסין (IAA) בציפת פרי 20 ימים לאחר חנטה בטיפול P/P גבוהה (2.7 נ"ג/ג) מאשר בטיפולים P ו P/SH (1.75 ו 1.48 בהתאמה) בעוד טיפול P/06 אינו נבדל באופן מובהק משאר הטיפולים. בציפת פירות בני 30 ימים לאחר חנטה רואים מגמה לפיה נראה שרמות האוקסין בטיפולים P/06 ו P/SH נוטות להיות מעט גבוהות יותר מאשר בטיפולים P ו P/P. בנוסף רואים שבמעבר בין 20 ל 30 ימים כל הטיפולים מראים עלייה ברמת ה IAA (גרף A).

רמת האוקסין (IAAsp) בציפת פרי 20 ימים לאחר חנטה בטיפול P/P נטה להיות גבוהה באופן חריג (5.72 נ"ג/ג) מאשר בשאר הטיפולים. ב30 יום לאחר חנטה נראה שבטיפול P/SH רמות ה IAAsp נוטות להיות גבוהות יותר מאשר שאר הטיפולים. בנוסף רואים שבמעבר בין 20 ל 30 ימים לאחר חנטה טיפול P/P מציג ירידה ברמת ה IAAsp בעוד שאר הטיפולים במראים עלייה (גרף B)

רמת האוקסין (IAGlu) בציפת פרי 20 ימים לאחר חנטה נטה להיות גבוהה יותר בטיפולים P/SH ו P/P (2.30 ו 2.08 נ"ג/ג בהתאמה) מאשר בטיפולים P ו P/06 (1.25 ו 1.27 נ"ג/ג בהתאמה). בנוסף רואים שבמעבר בין 20 ל 30 ימים לאחר חנטה טיפול P/SH מציג עלייה ברמת ה IAGlu בעוד שאר הטיפולים מראים ירידה (גרף C).

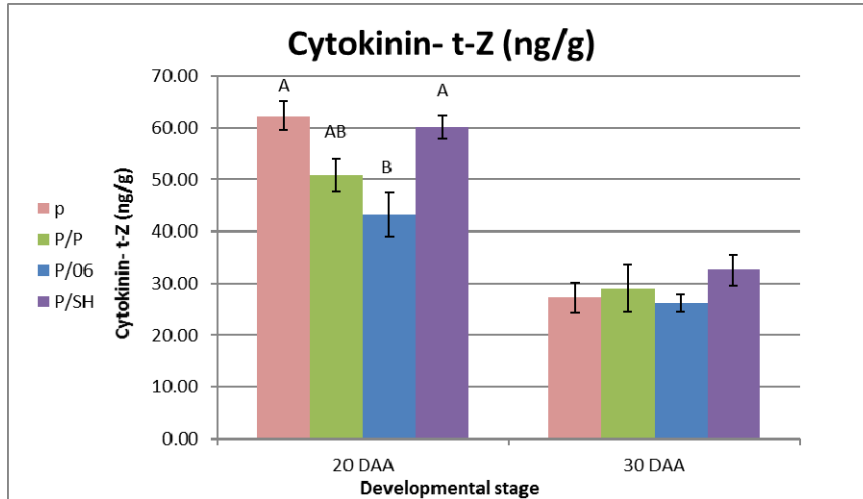


**איור 10:** רמת האוקסין שנמדדה בציפת הפרי של אבטיח מזן Primavera מורכב על כנות הדלעת Shimshon (P/SH), על כנת דלעת 53006 (P/06), מורכב על עצמו (P/P) ולא מורכב (P). ממוצע רמת האוקסין ממוג: IAA(A) IAsp (B) IAGlu (C) בננוגרם לגרם רקמה מפירות מייצגים בני 20 ו-30 יום לאחר חנטה.



ציטוקינין (איור 11)

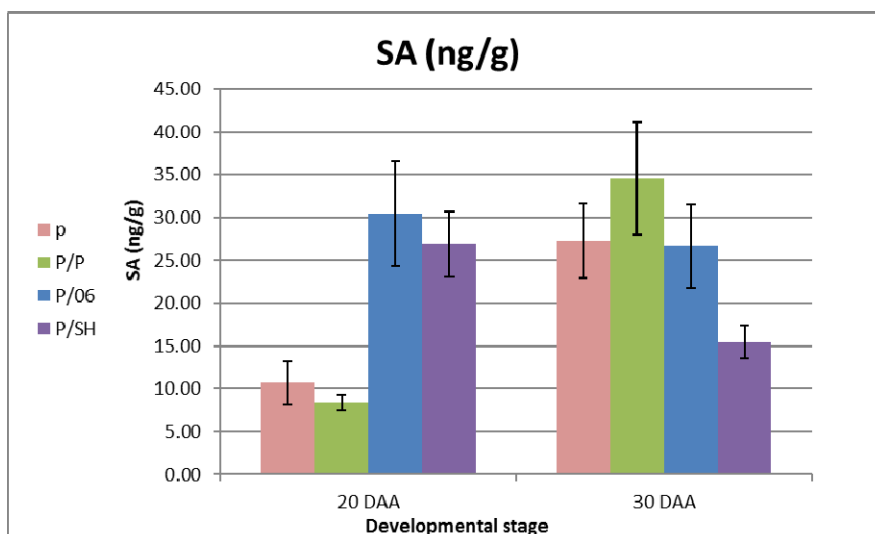
בין 20 ל-30 יום לאחר חנטה ישנה ירידה ברמת הציטוקינין (t-Z) בכל הטיפולים. 20 ימים לאחר חנטה רמת הציטוקינין גבוהה באופן משמעותי בטיפולים P ו P/SH (62 ו 60 ני"ג/ג בהתאמה) לעומת P/06 (43 ני"ג/ג) בעוד טיפול P/P אינו נבדל באופן משמעותי משאר הטיפולים. 30 יום לאחר חנטה לא נצפה הבדל ברמת הציטוקינין בין הטיפולים השונים.



**איור 11:** רמת הציטוקינין מסוג t-z שנמדדה בצפת הפרי של אבטיח מזן Primavera מורכב על כנות הדלעת Shimshon (P/SH) ו-53006 (P/06), מורכב על עצמו (P/P) ולא מורכב (P). בנגורם לגרם רקמה מפירות מייצגים בני 20 ו30 יום לאחר חנטה.

חומצה סליצילית (איור 12)

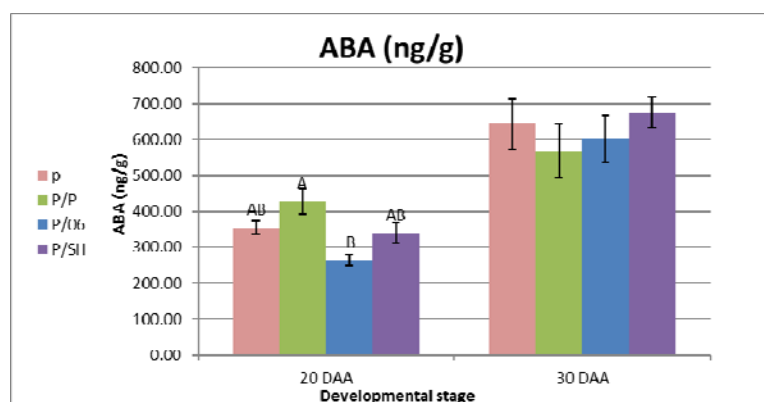
ב-20 ימים לאחר חנטה רמת החומצה הסליצילית (SA) נוטה להיות גבוהה יותר בטיפולים P/SH ו P/06 (30 ו 26 ני"ג/ג בהתאמה) מאשר בטיפולים P ו P/P (10 ו 8.39 ני"ג/ג בהתאמה). ב30 יום לאחר חנטה נראה שבטיפול P/SH רמת ה SA נוטה להיות נמוכה יותר משאר הטיפולים. באופן כללי במעבר שבין 20 ל 3 יום לאחר חנטה נראה שהטיפולים P ו P/P מציגים עלייה ברמת החומצה הסליצילית, טיפול P/SH מציג ירידה וטיפול P/06 ללא שינוי משמעותי



**איור 12:** רמת החומצה הסליצילית SA שנמדדה בציפת הפרי של אבטיח מזן Primavera מורכב על כנות הדלעת Shimshon (P/SH) ו-53006 (P/06), מורכב על עצמו (P/P) ולא מורכב (P). בננוגרם לגרם רקמה מפירות מייצגים בני 20 ו-30 יום לאחר חנטה.

#### ABA (איור 13)

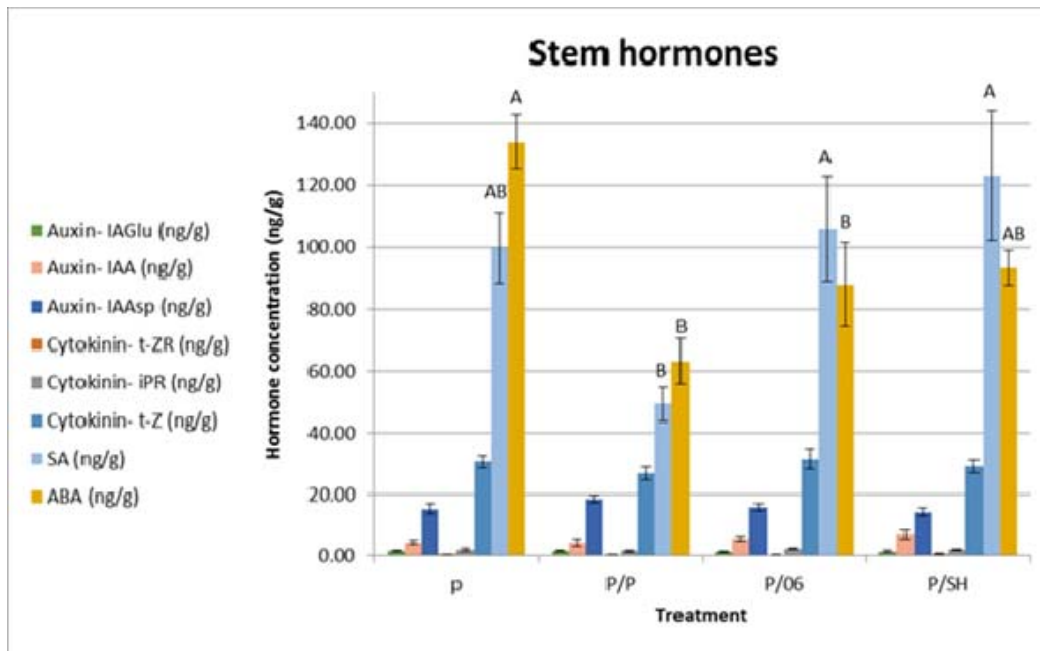
בין 20 ל-30 יום לאחר חנטה ישנה עלייה ברמת ה-ABA בכל הטיפולים. ב-20 יום לאחר חנטה נצפה הבדל משמעותי ברמת ה-ABA בין טיפול P/P (428 נ"ג/ג) לטיפול P/06 (263 נ"ג/ג). 30 ימים לאחר חנטה לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים השונים ברמת ה-ABA.



**איור 13:** ה-ABA שנמדדה בציפת הפרי של אבטיח מזן Primavera מורכב על כנות הדלעת Shimshon (P/SH) ו-53006 (P/06), מורכב על עצמו (P/P) ולא מורכב (P). בננוגרם לגרם רקמה מפירות מייצגים בני 20 ו-30 יום לאחר חנטה.

#### הורמונים בגבעול (איור 14)

הורמונים בגבעול, ממנו נדגמו פירות בני 30 ימים, נבדקו מתוך כוונה לזהות הבדל בסינגל הורמוני המועבר מהשורש (הכנה) לחלקו העליון של הצמח. לא נמצאו הבדלים משמעותיים ברמות האוקסינים (IAAGlu, IAA, IAAsp), והציטוקינינים (t-ZR, iPR, t-Z) בגבעול, בין הטיפולים השונים. כשבוחנים את רמת החומצה הסליצילית רואים שבטיפול P/P רמת ההורמון הייתה נמוכה משמעותית (49 נ"ג/ג') לעומת הטיפולים P/06 ו P/SH (106 ו 123 נ"ג/ג' בהתאמה) בעוד טיפול P/P לא נבדל באופן משמעותי מהטיפולים האחרים (99 נ"ג/ג'). גם ברמת ה-ABA ניתן לראות הבדלים בין הטיפולים השונים, כאשר טיפול P מציג את רמת ה-ABA הגבוהה ביותר (134 נ"ג/ג') ונבדל באופן משמעותי מהטיפולים P/P ו P/06 (63 ו 87 נ"ג/ג') בעוד טיפול P/SH אינו נבדל באופן ברור מהטיפולים האחרים (93 נ"ג/ג').



**איור 14.** רמת ההורמונים שנמדדו בגבעול של אבטיח מן Primavera מורכב על כנות הדלעת Shimshon (P/SH), ו-53006 (P/06), מורכב על עצמו (P/P) ולא מורכב (P). ממוצע (שבע חזרות) של רמת ההורמונים Auxin-IAAGlu, Auxin-IAA, Auxin-IAAsp, Cytokinin-t-ZR, Cytokinin-IPR, Cytokinin-t-Z ו SA ו ABA בנוגדם לגרם רקמה.

*ניסוי בית שאן 2018*

בניסויים שהוצבו בשנתיים הראשונות לא נצפה הבדל משמעותי באיכות הפרי שהתפתח על כנות דלעת בתנאי הגידול בהם הוצבו הניסויים. מאחר וכך, התקשינו לקשור הבדלים שנמצאו בטרנסקריפטום ובמטבולום להבדלים שנמצאו בפרי, בעיקר כאשר לא נמצאו הבדלים מובהקים בתכולת ובהרכב הסוכרים בפרי הבשל. לפיכך, במהלך דיון הסיכום של השנה השנייה, הומלץ כי על מנת לחוות הבדל משמעותי בין הטיפולים בשנה השלישית, נעמיד ניסוי בבית שאן (חוות עדן) עם הזן 1262 על גבי כנות דלעת מסחריות (נורית וטצקבוטו). על מנת לזהות הבדלים בסיגנלים הורמונליים המושפעים מהכנה ומועברים בגבעול בעת פעילות השיא המטבולית נאספו גבעולי הצמחים מהם נדגמו פירות 30 ימים לאחר הפרייה בטיפולים השונים ופירות נדגמו במהלך ההתפתחות. הדיגומים הועברו לנחה יער בחנקן נוזלי ונשמרים בהקפאה עמוקה (מינוס 80). לאכזבתנו, לא נמצאו הבדלים במראה של הפירות הבשלים בטיפולים השונים בגודל הפרי, בצבעו ובצורתו (איור 15), במשקלו, בכלל המוצקים המסיסים, או בטעם (טעימה סובייקטיבית).



**איור 15:** פירות בשלים של הזן 1262 שגודלו בחוות עדן, בית שאן, 2018, מורכב על כנות הדלעת 'נורית' ו- 'TZ' ולא מורכב.

בשנים האחרונות מרבים לגדל אבטיחים המורכבים על כנות דלעת, כשהסיבה העיקרית לגידול אבטיח מורכב הנו הצורך להתמודד עם מחלות המועברות בקרקע כמו פוזריום הנבילה ( *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* ), מחלת ריקבון הפחם ( *Macrophomina phaseolina* ) ומחלת ההתמוטטות הפתאומית, האופיינית לערבה ולרמת הנגב, הנגרמת ע"י הפטריה *Monosporascus cannonballus* ( Cohen et al., 2007 ). בנוסף למחלות הספציפיות הפוגעות באבטיחים, אבטיחים נפגעים מתופעת "עייפות הקרקע". כאשר מגדלים אבטיח על אבטיח, וגם בשילוב מחזור זרעים, קורה לעיתים, שהגידול החדש מעוכב ואינו מתפתח כראוי. הגורם לתופעה אינו ידוע, אבל ככל הנראה, הנו גורם ביוטי מפני שחיטוי קרקע פותר את הבעיה. צמחים מורכבים מתמודדים היטב עם תופעה זו ונראה שאין בעיה לגדל אבטיח מורכב על דלעת שנה לאחר שנה באותו שדה.

אבטיחים המורכבים על כנות דלעת הם, בדרך כלל, בעלי און צימוח רב. עובדה זו מאפשרת להפחית את עומד השתילה בכחמישיים אחוזים ובכך להוזיל את מחיר השתילים ליחידת שטח מבלי לפגוע ביבול. לאון הצימוח יש לעיתים גם חסרונות. בצירופי כנה ורוכב מסוימים מתקבל לעיתים פרי גדול (בהשוואה לאבטיח שאינו מורכב) או אפילו פרי מעוות (Cohen et al., 2014; Edelstein et al., 2014). שילובי ההרכבות שיפרו את איכות הפרי הקטוף בהיבט הפיסיולוגי וסנסוריה, כפי שדיווח Fredes וחוב' (2016) כי הרכבה גרמה לקבלת פרי גדול יותר עם עובי קליפה גדולה יותר, אך הם לא מצאו השפעות על רמות הסוכר וחמיצות הקליפה. בנוסף, הם לא מצאו הבדלים בחומרי הארומה כתוצאה מההרכבה. לעיתים נצפה שינוי לרעה באיכות הפרי הנובע מאי התאמה בין הכנה והרוכב, המתבטא בקושי הציפה (פציחות רבה), סיבים לבנים וטעם לוואי לא נעים (Fallik and Ilic', 2014).

כאמור, השימוש בכנות דלעת נפוץ בכול העולם ובישראל על יתרונותיה וחסרונותיה. אבל קיימת בעיה הלכתית הקשורה לשימוש בכנות דלעת אשר "וצרת" צמח 'כלאיים' שאינו מותר מבחינת ההלכה הדתית. שינויים אלו הביאו למחשבה לנסות ולהרכיב זני איכות של אבטיח על כנות אבטיח מהבר, או אבטיחים בעלי איכות נחותה, אך בעלי און צימוח רב, כחלופה לכנות הדלעת. המחשבה לשימוש בכנות אבטיח קשורה להתאמה טובה יותר בין רוכב האבטיח וכנות האבטיח במשתלה, בקליטה בשדה ובמהלך הגידול אשר תתרום לעומד סופי טוב יותר בשדה, מהעומד המושג ע"י כנות דלעת ותשפר את היבול ואיכות הפרי הקטוף. שימוש בכנות אבטיח יכול לפתור גם את הבעיה ההלכתית.

לצד היתרונות של גידול אבטיח מורכב על אבטיח, יש לזכור שהמטרה הראשונה של שימוש בצמחים מורכבים היא הקניית עמידות לפגעי קרקע. העמידות המושגת על ידי כנות דלעת הנה עמידות רחבה נגד פגעי קרקע רבים לעומת העמידות של קווי הבר שיכולה להיות חלקית, או נגד גורמי מחלה ספציפיים בלבד. יוצא מכלל זה היא העמידות לנמטודות שהיא טובה יותר בכנות אבטיח לעומת רגישות יחסית של כנות דלעת. גורם זה חייב להילקח בחשבון אם רוצים לפתח כנות אבטיח. במהלך שתי שנות המחקר יוצבו 4 כנות אבטיח בר ותוצאות שנת המחקר האחרונה הראו כי ביצועי כנות האבטיח מההיבט ההורטיקולטורי לא נפלו מטיפול הביקורת ומכנות הדלעת, ולעיתים עלו עליהם. גם איכות הפירות שנקטפו מכנות אבטיח הייתה טובה ודומה לאיכות הפירות שנקטפו מצמחים שהורכבו על כנות דלעת. כנות אבטיח-114 ואבטיח-819 נמצאו מבטיחות (ניסויים 5 ו-6) ולכן יש להמשיך והרחיב את העבודה בנושא מרתק ומבטיח זה.

למרות שהרכבת אבטיח נעשית קרוב למאה שנים, כמעט ואין מידע על השפעת ההרכבות על ארומת האבטיח המורכב. לאחרונה פורסמו מספר עבודות על חומרי הארומה אשר אופייניים לאבטיח כמו Nonanal, או 3,6-nonadien-1-ol, או הנדיפים Hexanal ו-2-nonenal האופייניים לארומה כמו-מלון, או ארומה כמו-מלפפון, או ארומה כמו-עשב קצוץ שהוגברו על ידי כנות שונות ( Petropoulos et al, 2014; Soteriou et

(Saftner et al., 2007). נדיפים אלה מאוד אופייניים לכנות דלועיים (al., 2014; Fredes et al., 2017). נדיף נוסף שנמצא בשפע היה 5-Hepten-2-one, 6-methyl הנוצר מפירוק של הקרוטנואידים, כמו הליקופון (Grassi et al., 2013). מצאנו בחלק מהניסויים כי ההרכבות הגבירו חלק מחומרי הארומה של הפרי שילוב של כנת TZ ופאשון הגביר את חומרי הארומה, בהשוואה לפרי לא מורכב, ובהשוואה לכנות אחרות. מאידך, כנת נורית הגבירה את חומרי הארומה עם הזנים פומה ו-1262 בהשוואה לפרי לא מורכב. הדבר יכול לנבוע מאון הצימוח שיש לכנות השונות, בעיקר בקרקעות מאולחות בהן צמח לא מורכב מפגר בגדילתו או שמתמוטט לפני השלב הפרודוקטיבי.

המחקר הנוכחי ניסה, לראשונה, למצוא הסבר מטבולי וטרנסקריפטומי להשפעת הכנה על איכות הפרי. הנחות היסוד שלנו היו כי בהשוואה בין פרי הגדל על צמח מורכב על כנת דלעת לבין פרי הגדל על צמח שאינו מורכב: 1. קיימים הבדלים במרכיבי איכות (גודל, צבע, מתיקות), 2. ניתן לכמת הבדלים אלו על ידי אנליזות מטבוליות (קרוטנואידים וסוכרים), 3. קיימים הבדלים בהורמונים הנמצאים בפרי המתפתח והמובלים אליו ו-4. ניתן לזהות גנים המראים ביטוי דיפרנציאלי. בהמשך ניתן יהיה לקשור בין שינויים טרנסקריפטומיים ומטבוליים לבין שינויים באיכות הפרי ובסופו של דבר נוכל לפתח סמנים מולקולריים שיאפשרו לנו לחזות את צירופי הכנה רוכב האופטימליים לתנאי גידול מסוימים ולחקור לעומק את השפעת הכנה על איכות הפרי. זיהינו גנים דיפרנציאליים שכאלו, ובכך יצרנו תשתית ידע ראשונה מסוגה שתשמש את המשך המחקר הנדרש בתחום חשוב זה. אולם, בשלב זה, לא ניתן היה לקשור את נתוני הטרנסקריפטום לאיכות הפרי מאחר ובתנאי הניסוי שלנו לא נצפו הבדלים בולטים באיכות הפרי המורכב על דלעת, לעומת זה שאינו מורכב. בשלוש שנות הניסוי ניסינו צירופי כנה רוכב שונים בתנאי גידול שונים ולא הצלחנו לזהות הבדלים בולטים באיכות הפרי. עובדה זאת מעידה על חוסר היציבות של השפעת הכנה על איכות הפרי. על מנת להצליח טוב יותר בסוג ניסוי שכזה בעתיד, יש צורך למצוא את התנאים בהם השפעת הכנה על איכות הפרי ברורה, מאופיינת למרכיביה וחוזרת על עצמה. רק בתנאים שכאלו יש טעם בעריכת ניסוי מעמיק כמו זה שהתיימרנו להעמיד.

לסיכום, מטרת העל של מחקר זה הייתה להתמודד עם בעיית איכות הפרי הקטוף אשר גרמה לירידה בצריכת אבטיחים בשנים האחרונות. המסקנה העיקרית ממחקר זה הנה היכולת שלנו להבין טוב יותר את הגורמים שפוגעים באיכות הפרי הקטוף. משלושת שנות המחקר אפשר להסיק **מספר מסקנות ברורות שחלקן אף ייחודיות, מיוחדות וראשונות:** א) בקרקעות מאולחות, בצמחים מורכבים התקבלה תוספת יבול ברוב הזנים (רוכבים). חיטוי קרקע + הרכבה מעלה את עוד יותר את ביצועי הצמח ואת היבול. שיעור התחלואה במחלות שורש היה נמוך, לכן ניתן לשייך את השיפור ביבול לעצם ההרכבה, ולכן חייבים להרכיב באדמות מאולחות. ב) איכות הפירות הושפעה משילובי כנה/רוכב באופן שונה. בזנים בעלי פירות קטנים (פומה, לה-הויה) נמצאו השפעות יותר קיצוניות, לטובה או רעה, על איכות הפרי. הזן פאשון (מיד) הצטיין בלא מעט מהניסויים והושפע מההרכבה באופן "בינוני", ולכן, לזן זה קיים פוטנציאל שיווקי גובה יותר, הן מבחינת איכותו ותגובתו להרכבות והן מבחינת גודלו (מיד). איכות הפירות של זני המקסי שנקטפו מצמחים מורכבים אשר גדלו על חיטוי קרקע משתפרת בצורה בולטת ומובהקת. ג) נמצא באופן ברור כי היבולים ואיכות הפרי הקטוף קשורים לשילובי הכנה והרוכב וההתאמה ביניהם, וקשורים לאזור הגידול של האבטיח. כלומר, פיתוח כנות יחייב הגדרה יותר ייחודית של אזור הגידול (סוג הקרקע, איכות המים וכו'), מחלה מסיימת, עונת גידול ספציפית ומזג אוויר, על פי ממצאי הממוצעים של הטמפרטורה והלחות (Alan et al., 2018). מאידך, וכפי שנמצא בניסויים שנערכו בנווה יער, במידה והקרקע נקייה ממחוללי מחלות, אין צורך להרכיב אבטיח. לא נמצא יתרון ביבול ואיכות הפרי בצמחים מורכבים לעומת צמחים לא מורכבים בקרקעות אלו (היבט כלכלי) (Bertucci et al., 2018). ד) במהלך שתי שנות המחקר האחרונות נתקלנו בבעיית

וירוסים חמורה שפגעו בצמח ובאיכות הפרי. פגיעת הפרי על ידי הווירוסים גרמה להתמוטטות הציפה למרות שלא נראתה שום פגיעה חיצונית בפרי המודבק, אלא רק אם הפרי נפתח ונטעם. שתי מסקנות עלו ממצאים אלה: הראשונה - הפגיעה באיכות הסנסורית של הפרי הייתה תלויה בסוג הווירוס שתקף את הצמח ועוצמת ההדבקה. השנייה – באזורים מועדים להתקפות וירוסים, הגידול יצטרך להיעשות בבתי צמיחה עם רשתות-נגד חרקים. ה) עולה בבירור כי מרקם הפרי ורמת הסוכר בליבת הציפה הנם הגורמים החשובים ביותר בקביעת טעמו של פרי האבטיח, ולא הנדיפים. אבטיח טעים נחשב לאבטיח עם רמת סוכר במרכז של לפחות 11% ומרקם של 2 עד 2.4. ולכן, מומלץ לקטוף את האבטיח באופן סלקטיבי עם רמות סוכר ומרקם כפי שמצוין לעיל. ו) יש צורך לבצע ניסויי דיסון באדמות קלות בלבד על מנת לדעת מהי כמות הדשן המיטבית בגידול אבטיח מורכב. ז) יש צורך להרחיב את ניסויי המטבולומיקה/טרנסקריפטומיקה בתנאים יותר מבוקרים כדי לנסות ולזהות גנים המעורבים בהבשלה ואיכות הפרי, בשילובי כנה/רוכב שונים ומיטביים.

## ביבליוגרפיה

Alan, O., Sen, F., Duzyaman, E. 2018. The effectiveness of growth cycle on improving fruit quality for grafted watermelon combinations. Food Sci. Technol. 38 (Suppl.1): 270-277.

Bertucci, M.B., Jennings, K.M., Monks, D.W., Schultheis, J.R., Perkins-Veazie, P., Louws, F.J., Jordan, D.L. 2018. Early growth, yield, and fruit quality of standard and mini watermelon grafted onto several commercial available cucurbit rootstocks. HortTechnol. 28: 459-469.

Cohen R, Burger Y, Horev C, Koren A, Edelstein M. 2007. Introducing grafted cucurbits to modern agriculture: The Israeli experience. Plant Dis. 91: 916-923.

Cohen R, Tyutyunik J, Fallik E, Oka Y, Tadmor Y, Edelstein M, 2014. Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. Sci. Hortic. 165: 203–210.

Edelstein M, Tyutyunik J, Fallik E, Meir A, Tadmor Y, Cohen R, 2014. Horticultural evaluation of exotic watermelon germplasm as potential rootstocks. Sci. Hortic. 165: 196–202.

Fallik E, Ilic ZS, 2014. Grafted vegetables – the influence of rootstock and scion on postharvest quality. Folia Hortic. 26/2: 79-90.

Fredes A, Rosello S, Beltran J, Cebolla-Cornejo J, Perez-de-Castro A, Gisbert C, Belen Pico M, 2017. Fruit quality assessment of watermelons grafted onto citron melon rootstock. J Sci Food Agric 97: 1646–1655.

Grassi S, Piro G, Lee JM, Zheng Y, Fei Z, Dalessandro G, Giovannoni JJ, Lenucci MS. 2013. Comparative genomics reveals candidate carotenoid pathway regulators of ripening watermelon fruit. *BMC Genomics* 14:781. doi: 10.1186/1471-2164-14-781

Petropoulos SA, Olympios C, Ropokis A, Vlachou G, Ntatsi G, Paraskevopoulos A, Passam HC. 2014. Fruit volatiles, quality, and yield of watermelon as affected by grafting. *J Agric Sci Technol* 16:873–885

Saftner R, Luo Y, McEvoy J, Abbott JA, Vinyard B, 2007. Quality characteristics of fresh-cut watermelon slices from non-treated and 1-methylcyclopropene- and/or ethylene-treated whole fruit. *Postharvest Biol Technol* 44:71–79.

Soteriou GA, Kyriacou MC, Siomos AS, Gerasopoulos D, 2014. Evolution of watermelon fruit physicochemical and phytochemical composition during ripening as affected by grafting. *Food Chem* 165: 282–289.

## סיכום שאלות

**אנא פרט מהם הניסויים שנעשו תוך השוואה לתכנית העבודה המתוכננת והתאמתם למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעת המחקר**

הניסויים שבוצעו במהלך שנת המחקר השלישית היו בהתאם לשנת המחקר השלישית של המיזם: נבחנו שילובי כנה/רוכב זהים ודומים באזורי גידול שונים בארץ, בקרקע בריאה או מאולחת; נבחן גידול בבית צמיחה עם רשתות נגד-חרקים במטרה למנוע את הווירוסים; נבחנו ארבע כנות אבטיח שיוצבו בשנת המחקר השנייה; נערך ניסוי בקשור לקטיף סלקטיבי; נערכו שני ניסויים מגבילים הקשורים להיבטים מולקולאריים-טרנסקריפטומיים בחממה ובשדה במטרה לבחון את הקשר בין התפתחות הפרי בשלב הגידול ההתחלתי ואיכות הפרי הסופית ברמת מספר גנים המעורבים בהתפתחות וגדילת הפרי; איכותו החיצונית, הפנימית, הביוכימית, הסנסורים וחומרי הארומה של הפרי לאחר הקטיף נבדקה לאחר 4 ימי אחסון ב-21 מ"צ.

### **מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח?**

הרכבה הכרחית כאשר הקרקע חולה (למשל בחוות עדן, קליה), אולם אין צורך להרכיב במידה והקרקע בריאה (למשל בנווה יער). יכול הצמח הושפע מהשילוב בין הכנה והרכב ומאזור הגידול. דחיית קטיף בתשעה ימים שיפריה מספר מדדי איכות (קטיף סלקטיבי). היבול ואיכותם של הפירות שנקטפו מכנות אבטיח היו דומות או טובות יותר מהיבול ואיכות הפרי לאחר הקטיף שנקטף מצמחים לא מורכבים או שהורכבו על כנת דלעת. נמצאו הבדלים בין כנות האבטיח השונות. איכות פרי הזן פאשון פחות מושפעת מסוג הכנה, אך כן מושפעת מההרכבה עצמה. נותחו תוצאות אנליזת הטרנסקריפטום של הניסוי מהשנה השנייה והוארו מסלולים מטבוליים וגנים המושפעים מהכנה. בוצעו אנליזות הורמונליות לחלק מהדוגמאות של השנה השנייה. הוכנו דוגמאות לריצוף ולאנליזות מטבוליות והורמונליות של הניסוי מהשנה השלישית. לא נמצאו הבדלים בתכולת ההורמונים ובפעילות גנים בין פירות הצמחים המורכבים והלא-מורכבים, במהלך הגידול וההתפתחות של הפרי, אך כן נצפו הבדלים מסוימים, בגורמים אלה, בין שלושה וארבעה שבועות.

### **בעקבות הניסויים שנעשו, אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן**

למעשה כל ההמלצות לשיפור תכנית המחקר בשנה ג' שהועלו בסוף שנת המחקר השנייה נעשו, פרט לניסוי 'קטיף סלקטיבי' שנעשה בדרום הארץ אך כול הטיפולים עורבבו עקב טעות בסימון החלקות השונות. בנוסף, ניסוי שדה שהיה אמור להיערך בתימורים, לא נערך עקב סירובו של החקלאי לקטוף את הפרי בהתאם להנחיות שלנו.

### **בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות ומהם הקריטריונים**

למעשה רוב תכנית המיזם התבצעה, תוך כדי שיפור ושינוי הניסויים בהתאם להתקדמות המחקר והצעות צוות הבדיקה והערכת התכנית מטעם משרד המדען הראשי במשרד החקלאות. אולם לא כול הניסויים שתוכננו, בוצעו בסופו של דבר, בעיקר עקב הצורך למצוא חקלאים שיסכימו לתנאי הניסוי כמו מועד הקטיף. בעיה נוספת שמנעה מאתנו להשלים את הניסויים הייתה פגיעת וירוסים שהשמידו את הניסוי כפי שקרה בשנה השנייה והשלישית. ניסוי נוסף שתוכנן, אך נערך בחלקו קשור לדישון צמחים מורכבים. המסקנה משתי שנות המחקר הראשונות הייתה כי יש צורך לבצע ניסוי שכזה אך ורק באדמות קלות ולא כבדות כפי שבצענו. שטח כזה לא אותר בשנת המחקר השלישית ולכן נושא זה הופסק, גם בעקבות המלצות הוועדה המלווה.



## מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו בעתיד?

יש צורך למצוא את השילוב האידיאלי של הכנה והרכב בהתאם לאזור הגידול במטרה לקבל יבול גבוה ואיכות פרי מעולה; באדמות מאולחות יש צורך לגדל צמחים מורכבים; באדמות בריאות אין צורך לגדל צמחים מורכבים; יש צורך לעבור לקטיף סלקטיבי כאשר תכולת הסוכר במרכז הפרי גובהה מ-11% ומרקם הפרי מעט פציח, אך לא מאד פציח כפי שקורה עם כנת הדלעת TZ; תכולת הסוכר ומרקם הפרי הנם הגורמים החשובים ביותר בקביעת טעם הפרי אך לא חומרי הארומה; הזן פאשון (גודל מידי) נמצא מבטיח ופחות רגיש לסוגי כנות, אך כן רגיש להרכבה; יהיה צורך לגדל את האבטיח המורכב במבנים המונעים חדירת חרקים נושאי וירוסים; סוגי הווירוסים ועוצמת הדבקתם הנם הגורמים עד כמה איכות הפרי תיפגע לאחר הקטיף; אי אפשר לבצע ניסויי דיכון באדמות כבדות, אלא בקלות בלבד; למרות און הצימוח שיש לרוב כנות הדלעת, דילול פירות, אך בעיקר קיטום נוף לא שיפר את איכות הפרי לאחר הקטיף; השפעת כנות אבטיח, שאינן יוצרות 'כלאיים' מבחינה הלכתית, על יבול ואיכות הפרי לאחר הקטיף, אינן נופלות מהשפעת כנות הדלעת על היבול ואיכות הפרי ולכן קיים פוטנציאל גבוה לשימוש בכנות אבטיח באדמות מאולחות.

## מהן הבעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות ההתייחסות בהמשך?

שוב הראנו את הבעייתיות בעריכת ניסויים זהים של כנות/רוכבים ברחבי הארץ עקב בעיות מקומיות ופוליטיות (החרמת הרכב מקסימה על ידי משתלות וחקלאים). מאידך שוב נמצא כי לכול אזור גידול יהיו חייבים למצוא השילובים המתאימים של כנה/רוכב. לכן לא יהיה מנוס גם בעתיד להמשיך ולהציב ניסויי זנים על ידי מדריכי שה'מ כדי למצוא את הצירופים האופטימאליים. מצב ההבשלה האידיאלי לקטיף אבטיח עדיין אינו פתור למרות שברוב שדות האבטיח הפרי נקטף על פי התייבשות הקונקנת והעוקץ, וגודל כתם "הקרקע" על הפרי. בגלל הירידה באיכות הפרי הקטוף ולמרות מכירת חצי אבטיח הפתוחים לצרכן, ההמלצה שלנו הנה קטיף סלקטיבי על פי רמות הסוכר ומרקם הפרי. נושא זה עדיין לא הוטמע כפי הנדרש. נושא דיכון שתילים מורכבים עדיין בחיתוליו וזקוק למחקר נוסף שיערך באדמות קלות או אדמות כבדות עם מחסור חמור בחנקן. גם נושא כנות אבטיח נמצא בחיתוליו וקיים צורך דחוף להמשיך ולטפח ו/או לבחון כנות נוספות החשובות לשימוש מההיבט ההלכתי, לפחות בישראל, מעבר להיבט החקלאי.

## הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;

Zaaroor, M., Alkalai-Tuvia, S., Chalupowicz, D., Zutahy, Y., Beniches, M., Gamliel, A., Fallik, E. (2016). Fruit quality of grafted watermelon (*Citrullus lanatus*): Relationship between rootstock, soil disinfection and plant stand. *Agric. Consp. Scientif.* 81: 67-72.

זעור-פרסמן מ, אלקלעי-טוביה ש, צ'לופוביץ ד, בניחיס מ, גמליאל א, פליק א. 2018. יחסי כנה ורוכב באבטיח והשפעת דילול הפרי וקיטום הנוף על איכות הפרי לפני ואחרי הקטיף. שדה וירק 5, 35-38.

הרצאות וימי עיון יש לפרט מקום, תאריך,

שנת המחקר השנייה דווחה ביום עיון למחקרים בדלועיים (וועדה מקצועית – דלועיים) שנערך במרכז וולקני ב-1.1.2018.

שנת המחקר השלישית דווחה ביום עיון למחקרים בדלועיים (וועדה מקצועית – דלועיים) שנערך במרכז וולקני ב-29.11.2018.

הרצאה ביום עיון בינלאומי בנושא מחלות קרקע ונמטודות שהתקיים במרכז וולקני ב-13.3.2019. נושא ההרצאה – How watermelon fruit quality can be affected by grafting?  
הרצאה בכנס לשמירת תוצרת חקלאית טרייה, כפר בלום. 13.5.2019. נושא ההרצאה – האם כול שילוב של כנה/רוכב ואזור גידול ישפיעו באופן זהה על איכות האבטיח לאחר הקטיף?  
ניתנה הרצאה בכנס בינלאומי שיערך בנובי-סאד, סרביה, ב-27-29.6.2019. נושא ההרצאה – Relationships between rootstock-scion combination and growing regions on watermelon fruit quality. זה גם שם המאמר שישלח לעיתון Agromony כחלק מהכנס.

**פטנטים יש - לציין שם ומס' פטנט; - אין**

פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את דו"ח: (סמן אחת מהאופציות)

**ללא הגבלה** (בספריות ובאינטרנט)

חסוי לא לפרסום: **יש לצרף מכתב הסבר**-

האם בכוונתך להגיש תכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? **כן \*לא-**  
לצערי הרב אי אפשר היה להגיש תכנית המשך.