

אבטיחי בר ככנות פוטנציאליות להרכבות תוך מיניות באבטיח: סקירת עמידויות ותכונות הורטיקולטוריות

Wild watermelons as potential rootstocks for intra-specific grafting of watermelon: a survey of resistance and horticultural traits.

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י
מנחם אדלשטיין ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
רוני כהן ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
יעקב תדמור ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער

Menahem Edelstein, Vegetable Crops, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021, Ramat Yishay 30095, E-mail: medelst@volcani.agri.gov.il

Roni Cohen, Vegetable Crops, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021, Ramat Yishay 30095, E-mail: ronico@volcani.agri.gov.il

Yaakov Tadmor, Vegetable Crops, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021, Ramat Yishay 30095, E-mail: tadmory@volcani.agri.gov.il

תקציר:

הצגת הבעיה: היקף גידול אבטיחים בישראל הוא כ-170,000 דונם. הנזק ממחלות התמוטטות האבטיחים גבוה ביותר. עד היום נמנע הנזק ע"י טיפול במתיל ברומיד שנאסר לאחרונה לשימוש. אחת החלופות הלא כימיות למתיל ברומיד הם צמחים המורכבים על כנות עמידות. התאמה הורטיקולטורית ופיטופתולוגית בין הכנה לרוכב חיונית להצלחת השיטה. כיום מרכיבים אבטיחים על דלעת בגלל העמידות רחבת הטווח למחלות קרקע. הרכבה כזו גורמת לעיתים לפגיעה באיכות הפירות. צפוי שהרכבת אבטיח על כנת אבטיח תפחית תופעה שלילית זו. בחומר גנטי מהבר ניתן למצוא עמידות למחלות ולפגעי קרקע. מטרת המחקר היא למצוא קווי אבטיח עמידים למחלות קרקע שימשו כנות פוטנציאליות להרכבת אבטיח. שיטות עבודה: נעשה אפיון לצימוח קווי האבטיח בעציצים בבית רשת, ונמצא שברוב המקרים אורך הגבעול ומשקל הצמח בצמחים המורכבים היו גבוהים יותר מאשר בצמחים הלא מורכבים. בבחינת פוטנציאל היבול שנבדק בשדה חופשי ממחלה נמצא שישנם כנות שמגדילות את היבול ביחס לצמחים לא מורכבים, ומאידך ישנם כנות שמורידות את היבול. נמצאה שונות בתגובה בין הקווים שנבדקו לפטריות פוזריות ומקרופומינה. כל הקווים נמצאו עמידים יחסית לשתי הנמטודות שנבדקו, וכל הקווים נמצאו רגישים לפטריה מונוספוראסקוס. איכות הפירות לא הושפעה לרעה מהרכבה על כנות אבטיח הבר. למרות שלחלק מהכנות העמידות יש פירות מרים, המרירות לא עוברת מהכנה לרוכב. מהתוצאות ההורטיקולטוריות והפיטופתולוגיות עולה שהחומר הגנטי שנבדק יכול לשמש כבסיס לתוכנית טיפוח של כנות אבטיח.

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצה לחקלאים.

תאריך : 7.5.2014



חתימת החוקר

עמוד	תוכן עניינים
1	1. מבוא
1	2. מטרות המחקר
1	3. פירוט עיקרי הניסויים שנה א'
1	3.1 אפיון של קווי אבטיח בר
2	3.2 בדיקות עמידות למחלות פוזריום בחממה בתנאים מבוקרים
3	3.3 בדיקת עמידות לנמטודות יוצרות עפצים
5	4. פירוט עיקרי הניסויים שנה ב'
5	4.1 אפיון צימוח של אבטיחי בר לא מורכבים ומורכבים
5	4.2 יבול פירות אבטיחי מיני מורכבים שגדלו בשדה חופשי ממחלות
7	4.3 אפיון פיטופתולוגי של אבטיחי בר
7	4.3.1 מבחני שדה
7	4.3.1.1 בדיקות עמידות ל- <i>Monosporascus cannonballus</i>
7	4.3.1.2 בדיקת עמידות ל- <i>Macrophomina phaseoliona</i>
8	4.4 עמידות אבטיחי בר מורכבים למקרופומינה
9	5. פירוט עיקר הניסויים שנה ג'
10	5.1 אפיון מדדי איכות באבטיחי מיני ומידי מורכבים
11	5.1.2 בדיקה מיקרוסקופית של תאי הציפה באבטיחים מורכבים
12	5.1.3 איכות האבטיחים
15	5.1.4 רמת קוקורביטצינים בציפת הפרי
16	6. מסקנות
17	7. סיכום עם שאלות מנחות

1. מבוא: בשנים האחרונות, לאחר שאיסור השימוש במתיל ברומיד נכנס לתוקף, מתרחב השימוש בישראל בצמחים מורכבים כאחת החלופות שמאפשרות המשך גידול ירקות ללא חיטוי קרקע בחומרים רעילים לאדם ולסביבה. הצלחה בגידול צמחים מורכבים תלויה בהתאמה (הורטיקולטורית, ופיטופתולוגית) בין הכנה לרוכב ובהתאמת הצמח המורכב לסביבה. היום רוב האבטיחים בארץ (170 אלף דונם) מורכבים על כנות של דלעת בגלל עמידותם הכללית למחלות קרקע. הרכבה של אבטיחים על כנות של דלעת גורמת לעיתים לפגיעה באיכות הפירות, המתבטאת בקושי הציפה, חלילות, גידים לבנים בלב הפרי ולעיתים פגיעה בצבירה הסוכרים. בחומר גנטי מהבר שלא טופח לתכונות הורטיקולטוריות משובחות ניתן למצוא לעיתים עמידות למחלות ולפגעי קרקע. בנווה יער קיים אוסף של אבטיחי בר ממקומות שונים בעולם. מחקר, פיתוח והתאמה של כנות אבטיח לאבטיח תאפשר המשך גידול אבטיחים מורכבים יחד עם שמירה על איכות הפרי. גילוי כנות אבטיח עמידות למחלות הקרקע הנפוצות בגידולי האבטיח הינה בעלת חשיבות רבה וצפוי שלזרעי כנות אלו תהיה דרישה רבה בישראל ובשאר העולם.

2. מטרות המחקר: המטרת הכללית של המחקר היא למצוא קווי אבטיח עמידים למחלות קרקע שישמשו כנות פוטנציאליות להרכבת אבטיח. המטרות הספציפיות הן: א. תיעוד פנוטיפי (הורטיקולטורה ופתולוגי), לצורך איתור חומר גנטי העשוי לשמש ככנה עמידה למחלות מתוך האוסף הגנטי הקיים ביחידה לדלועיים בנווה יער. ב. לימוד ההשפעות הפיזיולוגיות של הכנה על הרוכב – עוצמת צימוח, חנטה, כמות ואיכות הפרי. ג. שימור ותיעוד חומר גנטי - ערך מוסף לתוכנית המחקר - מגוון גנטי מתועד יכול לתרום לטיפול קונבנציונאלי של אבטיח.

3. פירוט עיקר הניסויים שנה א':

3.1 אפיון מדדי צימוח של קווי אבטיח בר

22 קווי אבטיח בר אופיינו לגבי אופי הצימוח, צורת העלה ותכונות פרי (טבלה 1). בתמונה 1. ניתן לראות חלק קטן מהשונות בצורה, צבע וגודל הפרי והזרעים.

טבלה 1. אפיון 22 קווי אבטיח בר לתכונות של צימוח גודל צורה וצבע הפרי.

אפיון של אבטיחי בר											
קו	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
שם הקו	סוכר	אופי צימוח	צורת עלה	משקל פרי (ק"ג)	צורת הפרי	צבע קליפה	צבע משני	פסים בקליפה	צבע ציפה	עובי קליפה (ס"מ)	חריצים
BDA	10.3	2	7	8.6	3	3		0	1	1.5	0
CON	7.5	2	7	8.7	4	2		3	1	1.7	0
COS	10.6	2	7	5.3	3	1		3	5	1	0
EMO	9.4	2	7	4.1	2	1		3	3	1.7	0
HUN	9.2	2	7	3.7	1	2		1	7	0.7	0
KAQ	7.9	2	7	6.6	3	1		0	1	2	0
MAL	5.6	2	7	3.8	3	2	4	0	1	1.4	0
NWAU	11.6	2	7	4.9	3	1		3	1	0.8	0
PI075	9.7	2	7	6.6	6	3	4	0	1	1.2	0
PI260	5	2	7	3.2	3	2	4	0	5	1.5	1
PI318	4.5	2	5	9.3	5	3	4	0	3	3.6	0
PI341	2.5	2	7	2	3	2	4	1	5	1.2	2
PI481	8.8	2	7	7.4	2	2		3	1	2.3	0

0	0	1.4	1	0	4	1	6	8	7	2	10.2	PI515
0	0	1.9	1	1		3	4	5.1	7	2	9.9	PI549
0	0	1	2	0		2	3	3.6	7	2	5.9	PI609
0	0	1.6	1	3		2	3	5.4	7	2	8.9	PI722
0	0	0.8	1	3		1	3	2.7	7	2	6.3	PI750
2	0	0.9	5	1		2	2	1.1	7	2	2.1	PI916
0	0	1.3	5	4		3	2	1.9	7	2	1.9	RSC
0	0	2	5	3	4	3	3	5.6	מת	2	5.2	WAN
0	0	1	1	0		5	2	3.6	7	2	11.3	WIS

מקרא:

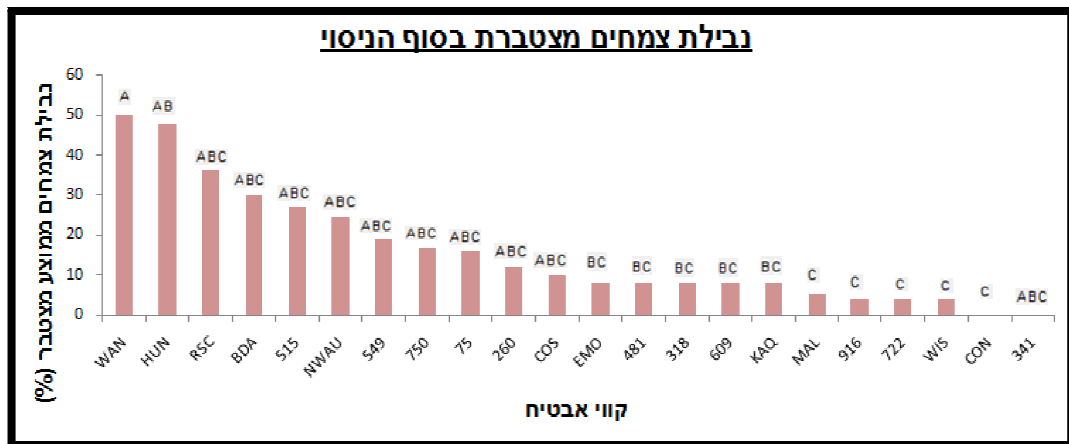
צבע קליפה ראשי: (1) ירוק בהיר (2) ירוק בינוני (3) ירוק כהה (4) לבן (5) צהוב (6) חום
 צבע קליפה משני: (1) ללא (2) מוצק (3) ערום (4) מנוקד (5) מעורב
 פסים בקליפה: (1) ירוק בהיר (2) ירוק בינוני (3) ירוק כהה (4) לבן (5) צהוב (6) חום
 צבע ציפה: (1) אדום (2) ורוד (3) צהוב קנרי (4) צהוב סלמון (5) לבן (6) מעורב (7) כתום)



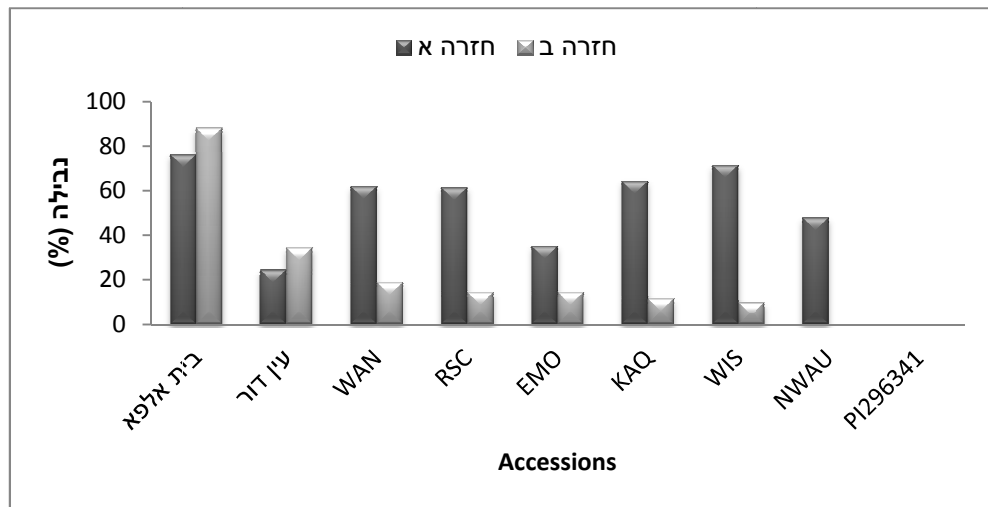
תמונה 1. שונות בצורת הפרי, צבע קליפה וציפה וגודל הפרי והזרעים.

3.2 בדיקות עמידות למחלות פוזריום בחממה בתנאים מבוקרים: נבדקה עמידות לגזע 2 של פוזריום הנבילה

של האבטיח הנגרם ע"י הפטרייה *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (איור 1) ולפוזריום ריקבון הכתר הנגרם ע"י הפטרייה *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* (איור 2). פטרייה זו תוקפת בד"כ מלפפונים אך מסוגלת לגרום למחלה גם בדלועיים אחרים. בכל הניסויים נעשתה הדבקה מלאכותית של נבטים צעירים (בשיטת טבילת השורשים) בתנאים מבוקרים. כל ניסוי בוצע פעמיים וכלל את קווי אבטיחי הבר וצמחי מלון ומלפפון ששימשו כביקורות רגישות. מתוך התוצאות עולה שישנה טווח תגובות בקווי האבטיח שנבדקו, מעמידות לרגישות מוחלטת.

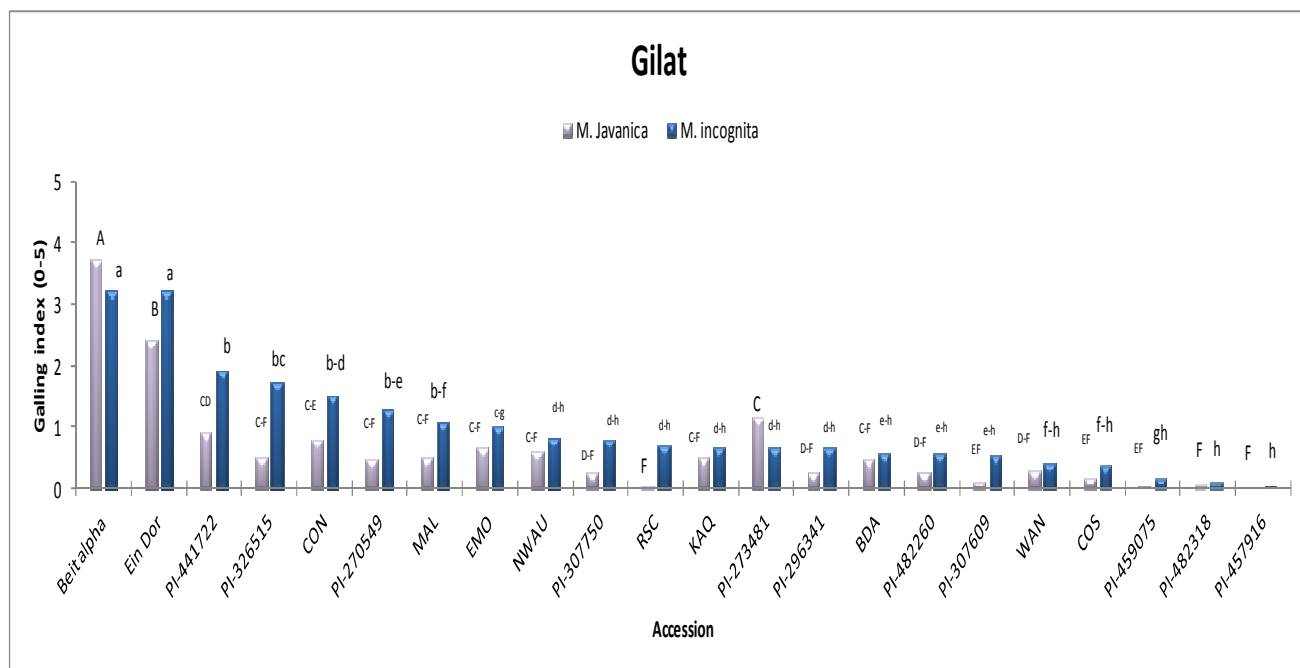


איור 1. נבילת צמחים מצטברת ממוצעת (%) בסוף הניסוי, לאחר 22 יום מאילוח עם פוזריום הנבילה של האבטיח.

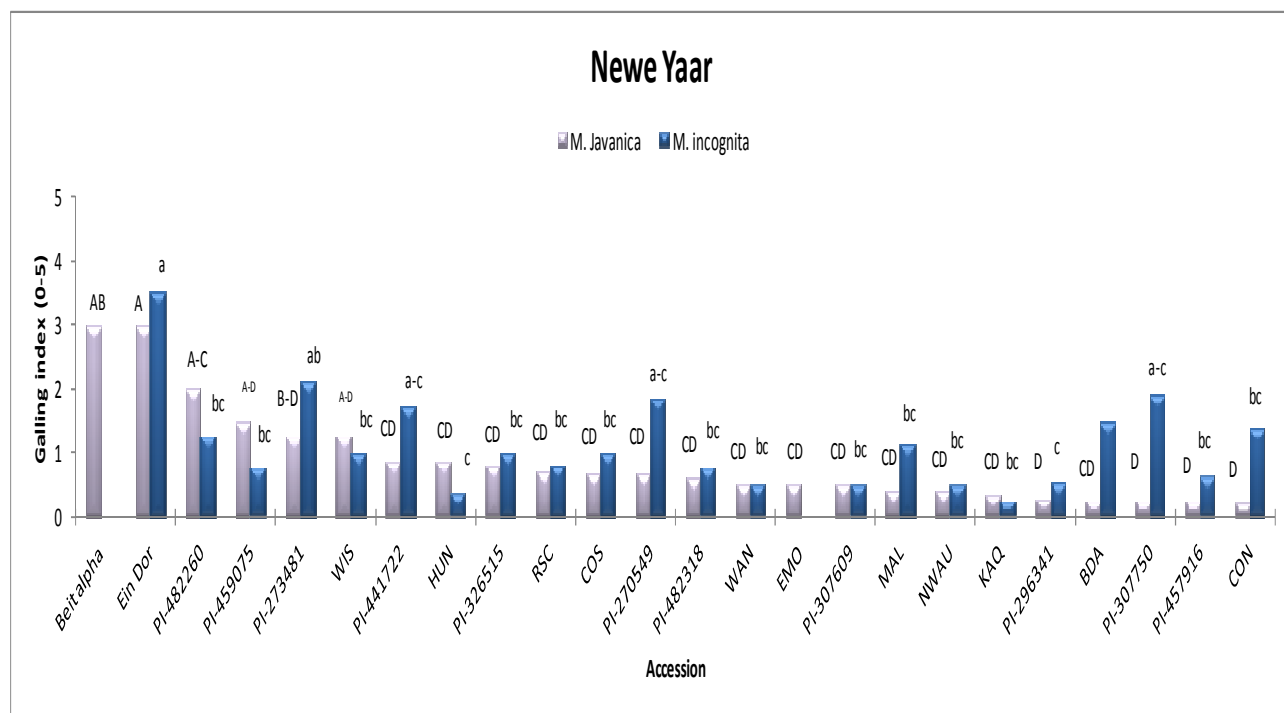


איור 2. תוצאות ניסוי הדבקת קווי אבטיח, בפטריה *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum*. מלון (עין דור) ומלפפון (בית אלפא) ששימשו כביקורות. העמודות מייצגות אחוז נבילת הצמחים המצטברת.

3.3 בדיקת עמידות לנמטודות יוצרות עפצים: עשרים קווי אבטיח בר וצמחי מלון ומלפפון ששימשו כביקורות רגישות נזרעו בעציצים לבדיקת עמידות לנמטודות מהמין *Meloidogyne incognita* ומהמין *Meloidogyne javanica*. הקווים נבדקו בשני אתרי ניסוי במקביל, בנווה יער ובחוות גילת. כל ניסוי כלל 5 חזרות לכל קו, בסה"כ 10 צמחים לקו בשני אתרי הניסוי. הצמחים הודבקו בגיל פיזיולוגי של 2-3 עלים אמיתיים בריכוז של 2000 ביצים/מ"ל. בדיקה של השורשים לעפצים התבצעה שישה שבועות לאחר ההדבקה. מן התוצאות (איור 3, 4) עולה כי ישנם מספר קווי אבטיח עמידים לשני מיני הנמטודות.



איור 3. נגיעות בנמטודות בשורשי צמחי אבטיח ובביקורות רגישות (בית אלפא-מלפפון, עין דור-מלון) ניסוי בגילת (אינדקס עפצים 0-5, 0 – ללא נגיעות 5- נגיעות גבוהה).

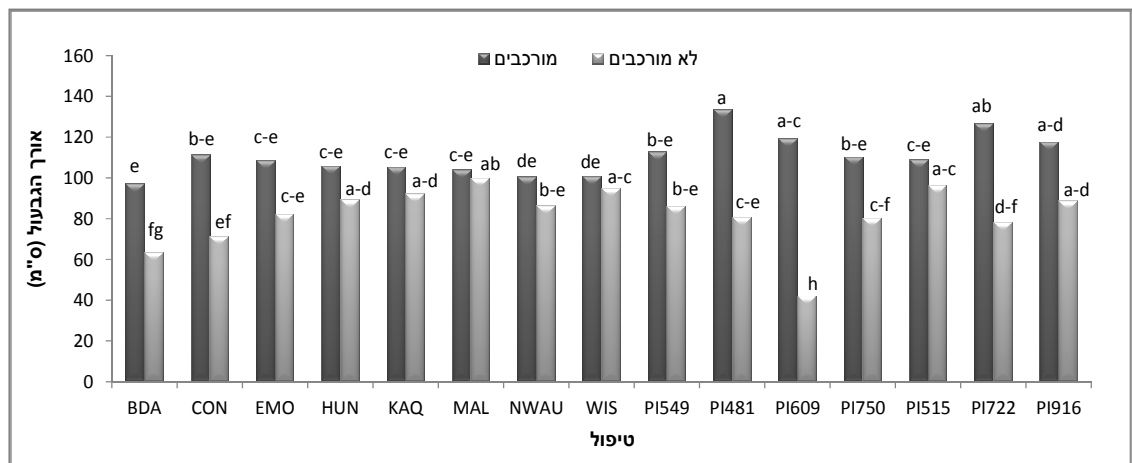


איור 4. נגיעות בנמטודות בשורשי צמחי אבטיח ובביקורות רגישות (בית אלפא-מלפפון, עין דור-מלון). (אינדקס עפצים, 0-5, 0 – ללא מגיעות =5 נגיעות גבוהה).

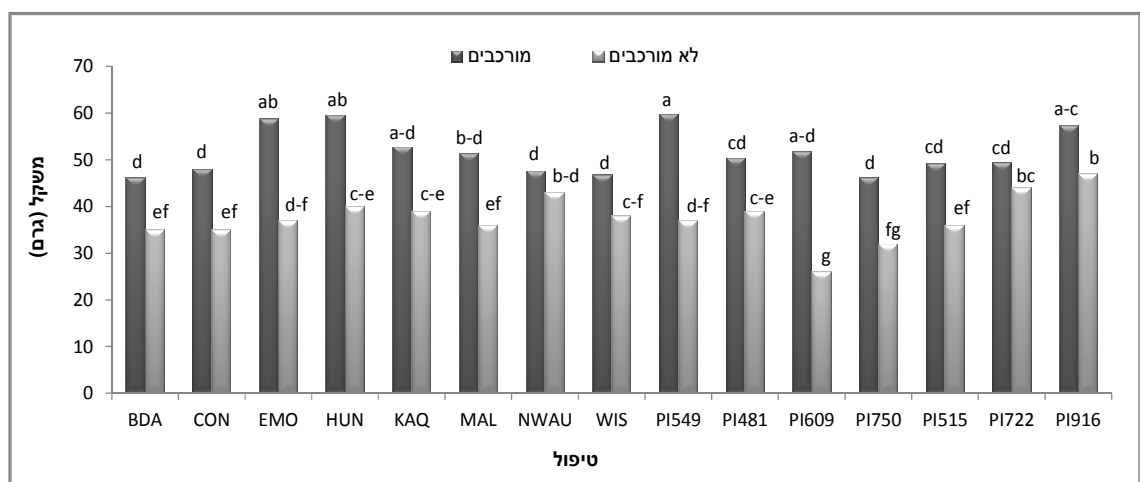
4. פירוט עיקר הניסויים שנה ב':

4.1 אפיון צימוח של אבטיחי בר לא מורכבים ומורכבים ככנות לאבטיחי מיני – ניסוי עציצים

אבטיחים מהזן מיניפול הורכבו על חמישה עשר קווי אבטיחי בר. הצמחים המורכבים וצמחי הכנה הלא מורכבים נשתלו בבית רשת בנווה יער. בהשוואה בין האבטיחים המורכבים למקביליהם הלא מורכבים, נמצא כי אורך הגבעול הראשי (איור 5) ומשקל הצמח (איור 6) בצמחים המורכבים על כנות אבטיחי בר הינו גבוה יותר. בחלק מהמקרים נמצאו הבדלים מובהקים בהשפעה שיש לכנות האבטיח על הצימוח כאשר משתמשים בהם להרכבה. ההרכבה על כנות האבטיח PI481 ו-PI609 למשל, גרמה לגדילה נמרצת יותר ביחס להרכבה על כנת האבטיח BDA.



איור 5. אורך הגבעול הראשי בצמחי אבטיחים מהזן מיניפול המורכבים על 15 כנות אבטיח שונות בהשוואה לצמחים מאותן כנות אבטיח לא מורכבות. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים בתוך אותה קבוצה (מורכבים ולא מורכבים).

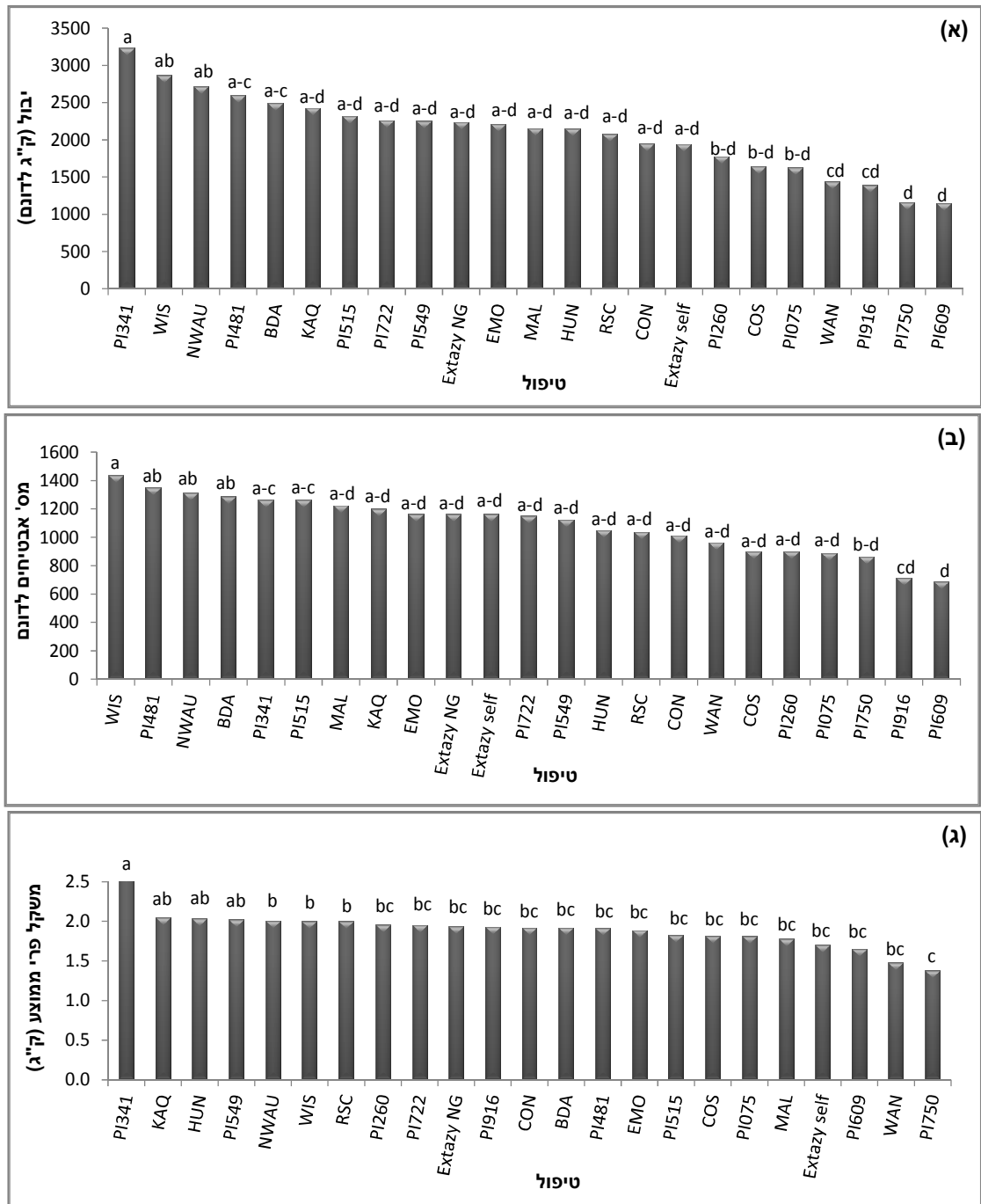


איור 6. משקל צמחי אבטיחים מהזן מיניפול המורכבים על 15 כנות אבטיח שונות בהשוואה לצמחים מאותן כנות אבטיח לא מורכבות. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים בתוך אותה קבוצה (מורכבים ולא מורכבים).

4.2 יבול פירות אבטיחי מיני מורכבים שגדלו בשדה חופשי ממחלות

בניסוי שנערך בקיץ 2012, התקבל היבול הגבוה ביותר בהרכבה על הכנה PI341 שגם הניבה פירות בעלי משקל ממוצע הגבוה ביותר (איור 7-א, 3-ג). אבטיחי Extazy שאינם מורכבים והמורכבים על עצמם היו בעלי יבול ומשקל פרי

בינוניים יחסית לאבטיחים המורכבים על כנות האבטיח השונות (איור 7-א, 7-ג). גם מספר הפירות ליחידת שטח (איור 7-ב) הושפע מהכנות השונות. מתוך ניסוי זה ניתן לראות שישנן כנות אבטיח המגדילות את היבול בעוד שאחרות מקטינות את היבול ביחס לאבטיחי Extazy הלא מורכבים והמורכבים על עצמם, אך ההבדל אינו מובהק סטטיסטית (איור 7-א).



איור 7. מדדי יבול בפירות מהזן Extazy מורכב על עצמו (self), ועל 19 כנות אבטיחי בר. **(א)** יבול (ק"ג לדונם). **(ב)** מספר אבטיחים לדונם. **(ג)** משקל פרי ממוצע (ק"ג). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

4.3 אפיון פיטופתולוגי של אבטיחי בר

4.3.1 מבחני שדה

4.3.1.1 עמידות ל-*Monosporascus cannonballus*

בשנת 2011 נשתלו 19 קווי אבטיח בר לא מורכבים בחלקת שדה מאולחת בפטרייה *M. cannonballus* בתחנת הניסיונות זוהר בעין תמר. אחוזי הנבילה הגבוהים ביותר היו בין 20 ל-40% ואלו נצפו בקווים COS, WAN, BDA, WIS ו-CON, בעוד שמרבית הקווים לא נבלו כלל. בקו PI341 רק צמח אחד מתוך 24 שנבדקו, נבל (4%). בחזרה השנייה על הניסוי בשנת 2012 נבדקו שמונה קווי בר בלבד ובכולם נצפתה רמת נבילה מסוימת שבין 29 ל-71%. אחוז הנבילה הגבוה ביותר נצפה בקו PI341 (71%) ובשאר הקווים נצפו אחוזי נבילה שבין 20 ל-54% (טבלה 2). לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים בחזרה השנייה על הניסוי. לפיכך, כל הקווים שנבדקו בניסוי זה הוגדרו כרגישים לפטרייה.

טבלה 2. תמותת צמחים (אחוזים) בקווי בר לא מורכבים בשנים 2011-2012. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים (באותה שנה).

שם הקו	ניסוי 2011	ניסוי 2012
	תמותת צמחים (%)	
BDA	25 a-c	54.2
CON	20 a-c	29.2
COS	35 ab	-
EMO	0 c	-
HUN	5 bc	-
KAQ	0 c	-
MAL	0 c	37.5
NWAU	0 c	-
PI 075	0 c	37.5
PI 260	-	20.8
PI 341	4 c	70.8
PI 481	0 c	-
PI 515	2.5 c	-
PI 549	0 c	-
PI 609	0 c	29.2
PI 750	5 bc	-
PI 916	0 c	54.2
RSC	0 c	-
WAN	40 a	-
WIS	25 (a-c)	-

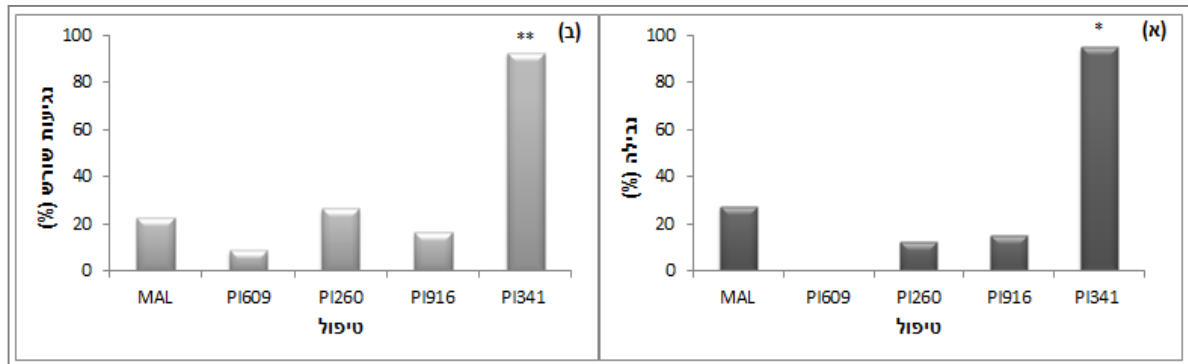
בניסוי של 2012 לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בתדירות המחלה (% צמחים חולים).

4.3.1.2 עמידות ל-*Macrophomina phaseolina*

עמידות אבטיחי בר לא מורכבים

מבחן העמידות נערך בחלקת שדה הידועה כמאולחת בפטרייה זו, בחוות עדן, בעמק המעינות.

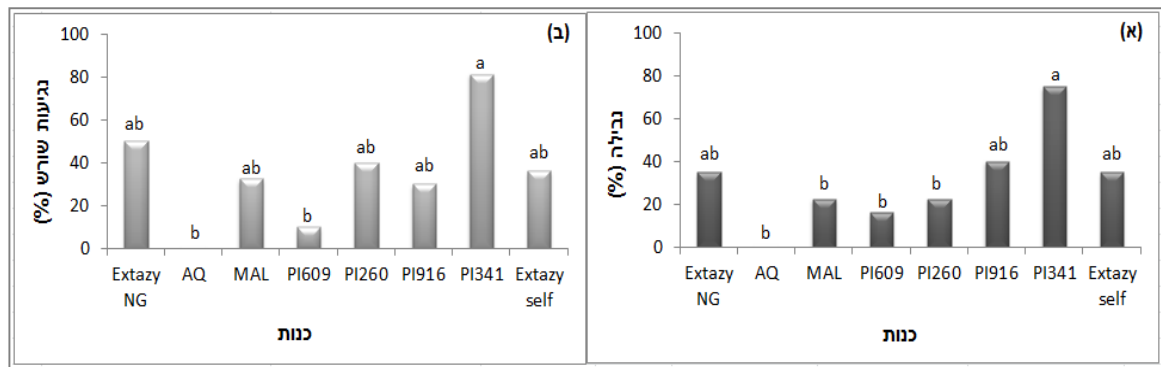
בשנת 2012, נבדקו 5 קווי אבטיח, מתוכם 4 קווי בר שהראו עמידות בשנה הקודמת (PI916-ו PI260, PI609, MAL) ואבטיח בר אחד שהראה רגישות ושימש כביקורת רגישה (PI341). ארבעת הקווים שהיו עמידים בשנת 2011 הראו עמידות גם בניסוי זה. הצמחים הראו מעט נבילה או לא נבלו כלל (0-27%). השורשים היו נקיים כמעט לחלוטין או עם מעט החמות בשורשים (5-22%) (איור 8). צמחי הקו PI341, שהיה רגיש בשנת 2011 היו רגישים גם בחזרה זו והראו 92 ו-95% נבילה והחמות בשורש, בהתאמה (איור 8).



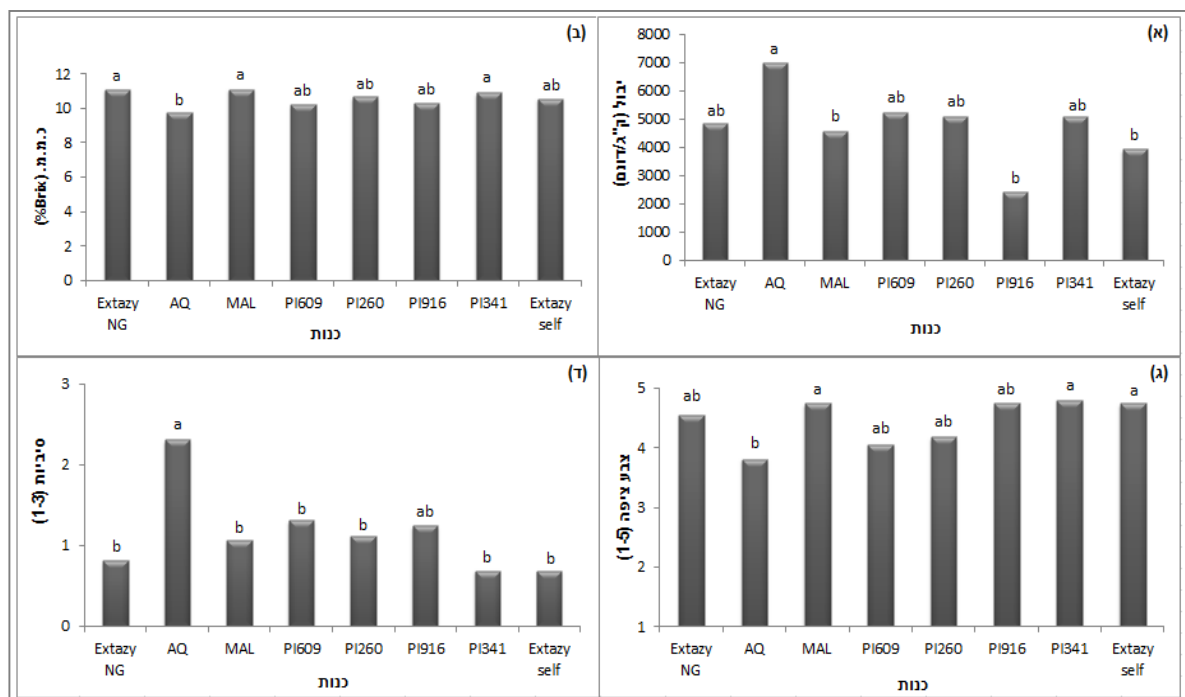
איור 8. נבילת צמחים ונגיעות בשורשי קווי בר לא מורכבים. (א) אחוז הנבילה (0 עד 100%: 0-ללא נבילה, 100-נבילה מוחלטת). (ב) אחוז הנגיעות בשורשים (0 עד 100%: 0-ללא נגיעות, 100-נגוע מאד). כוכביות מצביעות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

4.4 עמידות אבטיחי בר מורכבים

בשנת 2012 נבדקו צמחים של אבטיחי מיני Extazy שהורכבו על כנות שונות בחלקת שדה הידועה כמאולחת בפטרייה, בחוות עדן. מתוך התוצאות עולה כי בדומה לניסוי עם האבטיחים הלא מורכבים, בצמחים שהורכבו על הקו PI341 הנבילה והנגיעות בשורשים הייתה רבה ביחס לצמחים שהורכבו על שאר קווי הבר. הנבילה הייתה גבוהה באופן מובהק ביחס לצמחים שהורכבו על הכנות MAL, PI260 ו-PI609 ועל כנת הדלעת AQ (איור 9-א'), ואילו הנגיעות בשורשים הייתה גבוהה באופן מובהק ביחס לצמחים שהורכבו על הכנה PI609 ועל כנת הדלעת AQ (איור 9-ב'). יחד עם זאת, מבדיקת מדדי איכות כגון כ.מ.מ. (כלל מוצקים מומסים), צבע ציפה ונוכחות של סיב מרכזי באבטיחי Extazy שהורכבו על כנת הדלעת AQ, עולה שמתקבלת בהם רמת סוכר נמוכה יותר, צבע ציפה בהיר יותר ורמת סיביות גבוהה יותר באופן מובהק לשאר צירופי ההרכבות, וזאת למרות היבול הגבוה שהתקבל באבטיחים שהורכבו על כנה זו (איור 10).



איור 9. נבילת צמחים ונגיעות בשורשי אבטיח מהזן Extazy לא מורכב (NG), מורכב על עצמו (self) ועל 6 כנות אבטיח שונות. (א) אחוז הנבילה (0 עד 100%: 0-ללא נבילה, 100-נבילה מוחלטת). (ב) אחוז הנגיעות בשורשים (0 עד 100%: 0-ללא נגיעות, 100-נגוע מאד). אותיות שונות מצביעות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים. AQ – כנת דלעת.



איור 10. יבול ומדדי איכות באבטיח מהזן Extazy לא מורכב (NG), מורכב על עצמו (self) ועל 6 כנות אבטיח שונות. (א) יבול (ק"ג/דונם). (ב) כלל מוצקים מומסים (כ.מ.מ.). (ג) צבע ציפה (בסולם של 1 עד 3, כאשר 1=ורוד, 3=אדום). (ד) סוכר מרכזי (בסולם של 0 עד 3, כאשר 0=ללא סוכר, 3=סיב עבה). אותיות שונות מצביעות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים. AQ – כנת דלעת.

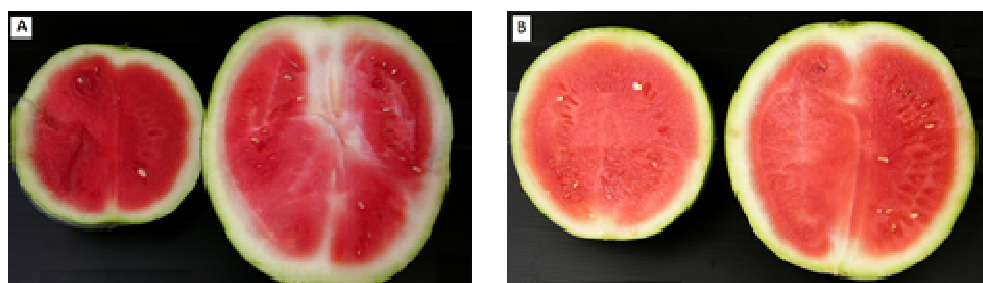
5. פירוש עיקר הניסויים שנה ג':

בשנה זו התרכזנו בהשפעת ההרכבות על איכות הפרי. במבחנים אלה השתמשנו רק בקווים שהראו עמידות לחלק מהמחלות. אבטיחי מיני (אבטיח קטן במשקל 1.5-2 ק"ג) מהזן המסחרי Extazy (הזרע ג'נטיקס, ישראל) ואבטיחי מיני (אבטיח בינוני במשקל 3 ק"ג). מהזן המסחרי Leopard (הזרע ג'נטיקס, ישראל) הורכבו על כנת דלעת מהזן TZ-148 (*Cucurbita maxima* Duchesne × *Cucurbita moschata* Duchesne) (Tezier, צרפת) ונשתלו בשדה חופשי ממחלות בנווה יער. אותם אבטיחים נשתלו במקביל גם כלא מורכבים. בהרכבה עצמית הורכב אותו צמח על עצמו. כל טיפול נשתל בחלקה בודדת שבה 10 צמחים. במהלך תקופת הגידול היו שני מועדי קטיף (65 ו-72 ימים משתילה) שבהם

נבדקו 3 אבטיחים מכל חלקה. הפירות נשקלו ומדדי איכות פרי תועדו: עובי הקליפה (מ"מ); אורך ורוחב הפרי (ס"מ); צבע ציפה (תואר במילים: אדום/ורוד/לבן); קושיות הציפה נבדקה בעזרת מד קושי חודר עם ראש 8 מ"מ (Silverado, ארה"ב) והתוצאות בוטאו בניוטון (N); כלל מוצקים מומסים (כ.מ.מ.). נבדק על ידי סחיטת מיץ הציפה על גבי רפרקטומטר דיגיטאלי (Atago, יפן) כאשר התוצאות בוטאו כאחוז סוכר (Brix%).

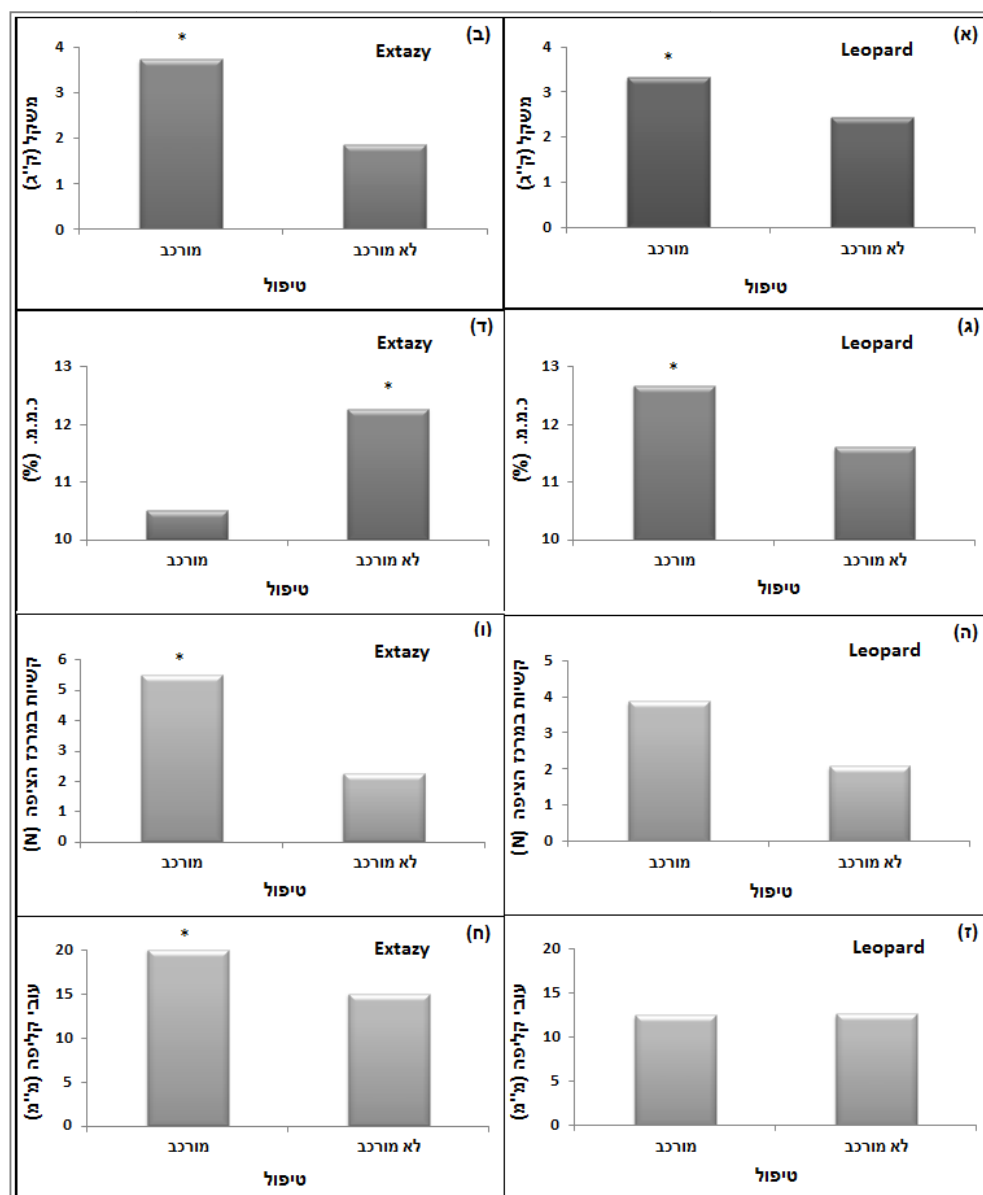
5.1. אפיון מדדי איכות באבטיחי מיני ומידי מורכבים לעומת לא מורכבים

הרכבת אבטיחים על כנות דלעת גורמת לעיתים לשינויים בצורת הפרי ובאיכותו. בבדיקה של מדדי איכות באבטיחי מיני (Extazy) ומידי (Leopard), שהורכבו על כנת דלעת, לעומת אותם אבטיחים שאינם מורכבים, נצפתה התקשות והופעת סיבים בציפת אבטיחי Extazy המורכבים (תמונה 2). הפרי המורכב על כנת הדלעת היה גדול מהפרי הלא מורכב בשני סוגי האבטיחים שנבדקו, אך גידול יתר ועיוותים בצורת הפרי היו מובהקים יותר באבטיחי המיני המורכבים. ההרכבה על כנות דלעת גרמה לעליה בגודל הפרי באבטיחי מידי ב-35% (איור 11-ב) ובאבטיחי מיני ב-130% (איור 11-א).



תמונה 2. (A) אבטיחי מיני מהזן Extazy במועד הקטיפה האחרון. (B) אבטיחי מידי מהזן Leopard במועד הקטיפה האחרון. בכל תמונה הפרי הימני מורכב והפרי השמאלי אינו מורכב.

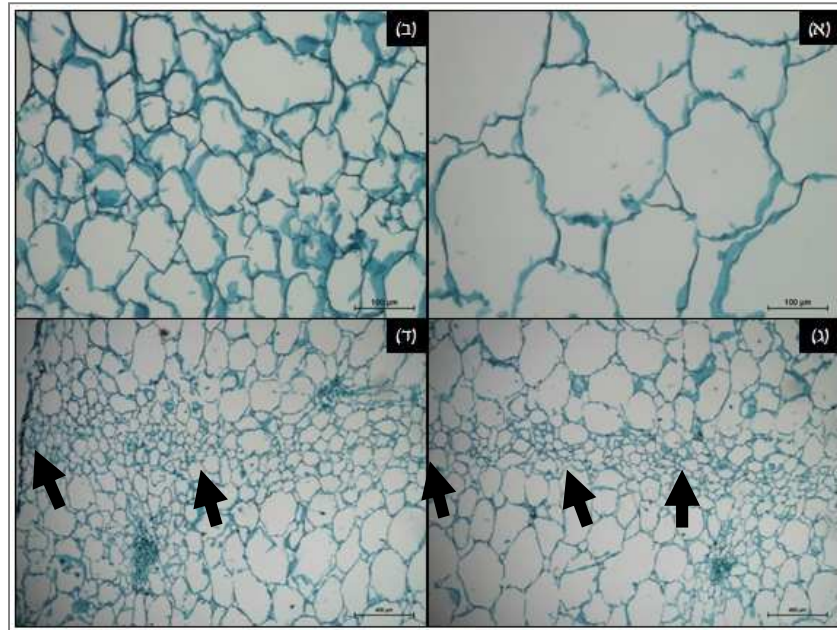
מבדיקות שנעשו בשני מועדי קטיפה עולה כי לאבטיחי Extazy שהורכבו על כנת דלעת היה המשקל הגבוה ביותר (איור 11-ב') והם אף היו בעלי הקליפה העבה ביותר (איור 11-ח'). תכולת הסוכר באבטיחים אלו הייתה הנמוכה ביותר (איור 11-ד'). בנוסף, נמצא שמרכז ציפת הפרי באבטיחים המורכבים קשה פי שתיים ביחס למרכז ציפת האבטיחים הלא מורכבים (איור 11-ו'). ממצאים אלו הם עדות לנזק החמור באיכות של אבטיחי מיני מהזן Extazy בעקבות הרכבה על כנת דלעת. באבטיחי Leopard שהורכבו על כנת דלעת לא נמצאו הבדלים מובהקים בקושיות הציפה ובעובי הקליפה ביחס לאבטיחים הלא מורכבים (איור 11-ה', 11-ז').



איור 11. מדדי איכות באבטיחי מיני מהזן Extazy ואבטיחי מיני מהזן Leopard מורכבים על כנת דלעת ולא מורכבים: (א-ב) משקל פרי ממוצע (ק"ג) במועד הקטיף האחרון. (ג-ד) כ.מ.מ. (Brix%) במועד הקטיף האחרון. (ה-ו) קשיות במרכז הציפה (N) במועד הקטיף הראשון. (ז-ח) ממוצע עובי הקליפה (מ"מ) של הפירות במועד הקטיף הראשון. ניתוח שונות חד כיווני נערך בין צמח מורכב לצמח שאינו מורכב. כוכביות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

5.1.2. בדיקה מיקרוסקופית של תאי הציפה באבטיחים מורכבים לעומת לא מורכבים

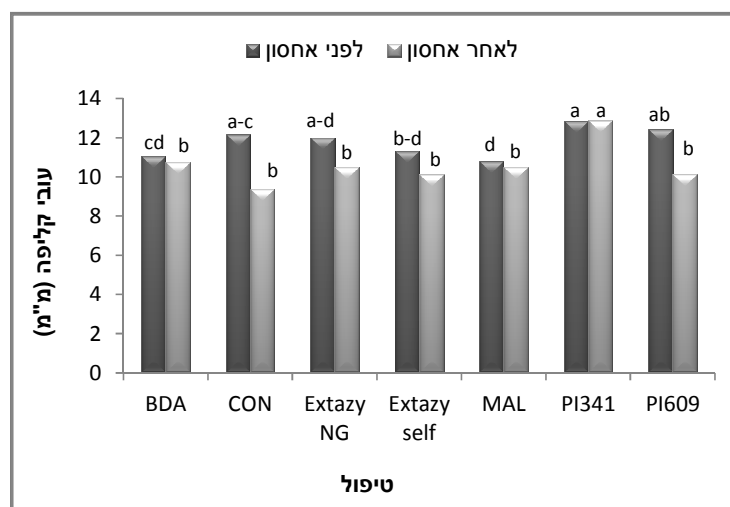
ציפת אבטיח מורכב על כנת דלעת ואבטיח לא מורכב נבדקה מיקרוסקופית על מנת לאפיין את ההבדלים ביניהם. בקיבוע רקמה של אבטיחי מיני מורכבים מהזן Extazy וצביעתם ב-TBO נמצא ריכוז גדול של תאים קטנים וצפופים באזור המחיצות של השחלות (תמונה 3-ב', 3-ג', 3-ד'). תופעה זו לא נצפתה באבטיחים הלא מורכבים, ובאבטיחי מיני מהזן Leopard (תמונה 3-א').



תמונה 3. חתכי אורך של רקמות מרכז ציפת אבטיח הצבועה ב-TBO (Toluidine blue-O) המשמש לצביעה דיפרנציאלית של דפנות תאים. **(א)** תאי רקמת ציפת אבטיח מידי מהזן Leopard שהורכב על כנת דלעת. **(ב-ד)** תאי רקמת ציפת אבטיח מיני מהזן Extazy שהורכב על כנת דלעת. קנה המידה מופיע בקצה התחתון הימני של כל תמונה.

5.1.3 איכות האבטיחים:

בבדיקות האיכות לפני ואחרי האחסון נמצא הבדל מובהק בין צירופי ההרכבות בעובי קליפת הפרי. האבטיחים שהורכבו על כנת PI341 היו בעלי הקליפה העבה ביותר (איור 12). כמו כן נמצאו הבדלים מובהקים בין צירופי ההרכבות ברמת הסוכר בפרי (טבלה 3). האבטיחים שהורכבו על הכנה PI609 היו בעלי רמת סוכר הנמוכה ביותר (טבלה 3). האבטיחים שהורכבו על הכנות BDA ו-PI341 קיבלו את הציון הכללי הגבוה ביותר (טבלה 4).



איור 12. עובי קליפת פרי באבטיחים מהזן Extazy לא מורכב (NG=Non Grafted), מורכב על עצמו (self) ועל 5 כנות אבטיח שונות. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

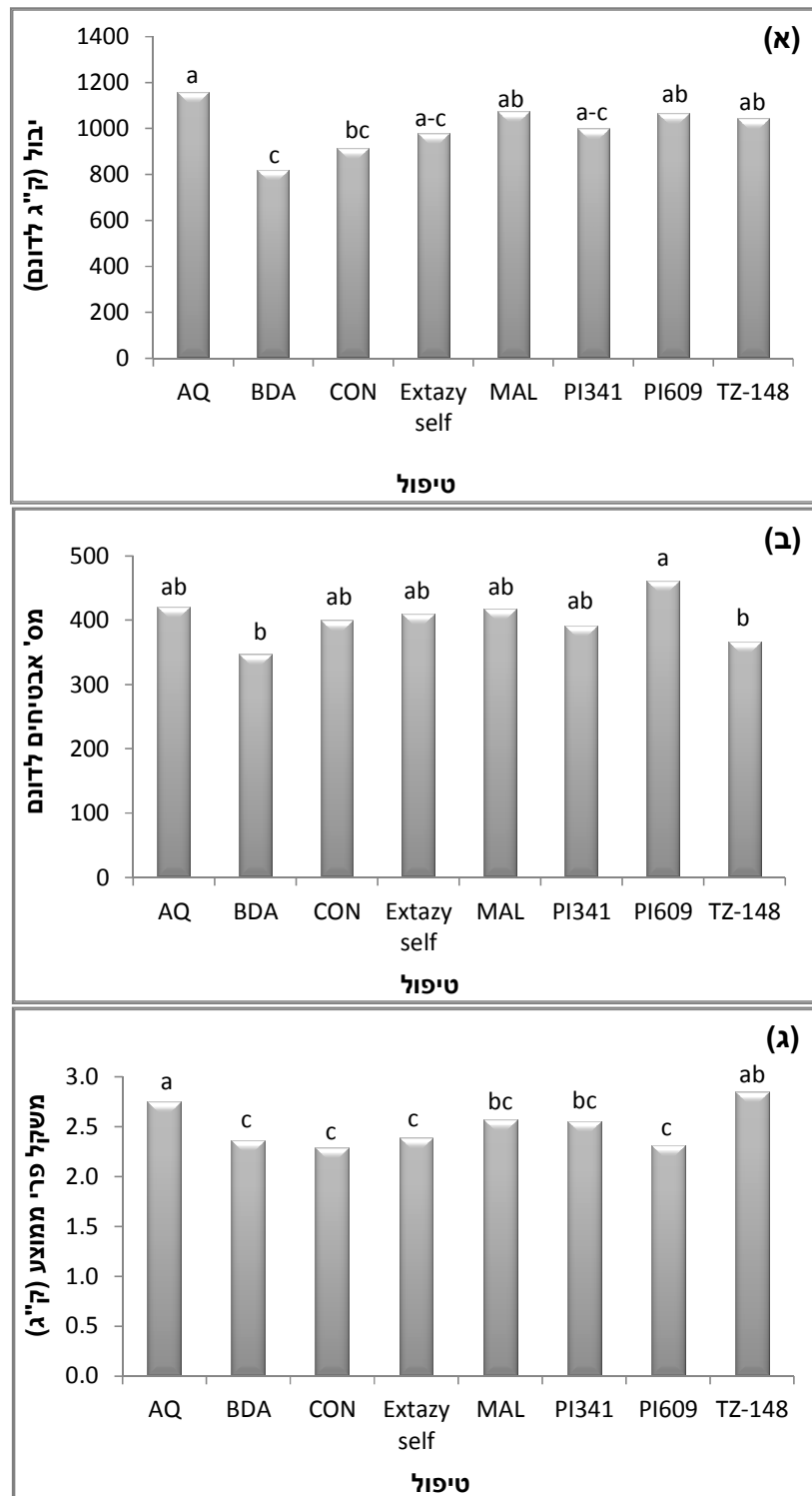
טבלה 3. ערכי הכ.מ.מ. בפירות מהזן Extazy לא מורכב (NG=Non Grafted), מורכב על עצמו (self) ועל 5 כנות אבטיח שונות, שהתקבלו לפני ואחרי אחסון (6 ימים ב-20°C). אותיות שונות מציינות הבדלים בין הטיפולים לפני או אחרי האחסון.

כלל מוצקים מומסים (Brix%)		
שם הכנה	לפני אחסון	אחרי אחסון
Extazy NG	12.5 (a)	11.6 (a-c)
Extazy self	12 (b)	11.2 (bc)
BDA	12.5 (a)	12.3 (a)
CON	12.2 (ab)	11.5 (a-c)
MAL	12.3 (ab)	11.4 (a-c)
PI341	12.3 (ab)	12.3 (ab)
PI609	11.4 (c)	10.7 (c)

טבלה 4. ציון כללי (בדירוג של 1 עד 5: 1-גרוע, 5-מצוין) לפירות מהזן Extazy לא מורכב (NG=Non Grafted), מורכב על עצמו (self) ועל 5 כנות אבטיח שונות, שנבדקו לפני ואחרי אחסון (6 ימים ב-20°C). אותיות שונות מציינות הבדלים בין הטיפולים לאחר האחסון.

ציון כללי (1-5)		
שם הכנה	לפני אחסון	אחרי אחסון
Extazy NG	2.58	2.69 (ab)
Extazy self	2.42	2.41 (ab)
BDA	2.42	2.78 (a)
CON	2.08	2.25 (b)
MAL	2.75	2.47 (ab)
PI341	2.42	2.75 (a)
PI609	1.63	2.21 (b)

היבול הגבוה ביותר התקבל בהרכבה על כנת הדלעת AQ ועל כנות האבטיח PI609 ו-MAL, בהן גם נמדד משקל הפרי גבוה יחסית (איור 13-א', 13-ג'). משקל הפרי באבטיחים שהורכבו על כנות הדלעת AQ ו-TZ-148 היה הגבוה ביותר ותרם להגדלת היבול (איור 13-ג'). היבול באבטיחים שהורכבו על הכנות PI609, MAL ו-AQ לא נבדל באופן מובהק מיבול של אבטיחי Extazy שהורכב על עצמו, או מיבול אבטיחים שהורכבו על כנת הדלעת TZ-148, אך יבולם היה גבוה יותר ב-40 עד 100 ק"ג לדונם, בממוצע, ביחס ליבול של אבטיחים שהורכבו על כנת TZ-148 וגבוה יותר ב-90 עד 180 ק"ג לדונם בממוצע ביחס ליבול של אבטיחי Extazy שהורכבו על עצמם (self), בהתאמה. בנוסף, מספר הפירות הממוצע לדונם, שהניבה ההרכבה על כנת האבטיח PI609 הייתה הגבוהה ביותר (איור 13-ב'). כלומר, ההרכבה על כנת האבטיח PI609 תרמה להגדלת מספר הפירות ומכאן להגדלת היבול.



איור 13. מדדי יבול בפירות מהזן Extazy מורכב על עצמו (self), מורכב על 2 כנות דלעת (AQ ו-TZ-148) ועל 5 כנות אבטיחי בר. (א) יבול (ק"ג לדונם). (ב) מספר אבטיחים לדונם. (ג) משקל פרי ממוצע (ק"ג). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

בבדיקות האיכות לפני האחסון, נמצאו הבדלים מובהקים בריכוז הסוכר בפרי, אשר הייתה גבוהה ב-10% באבטיחים שהורכבו על כנת הבר PI341 באופן מובהק, ביחס לאבטיחים שהורכבו על כנות הבר BDA ו-PI609 וכנת הדלעת AQ. כמו כן, טעם הפירות לפני האחסון דורג כטוב ביותר בפירות של אבטיחי Extazy לא מורכב, שהיה גבוה ב-30% מדירוג טעמם של אבטיחים שהורכבו על כנת הדלעת TZ-148 (תוצאות לא מוצגות). עובי הקליפה הממוצע באבטיחי המיני

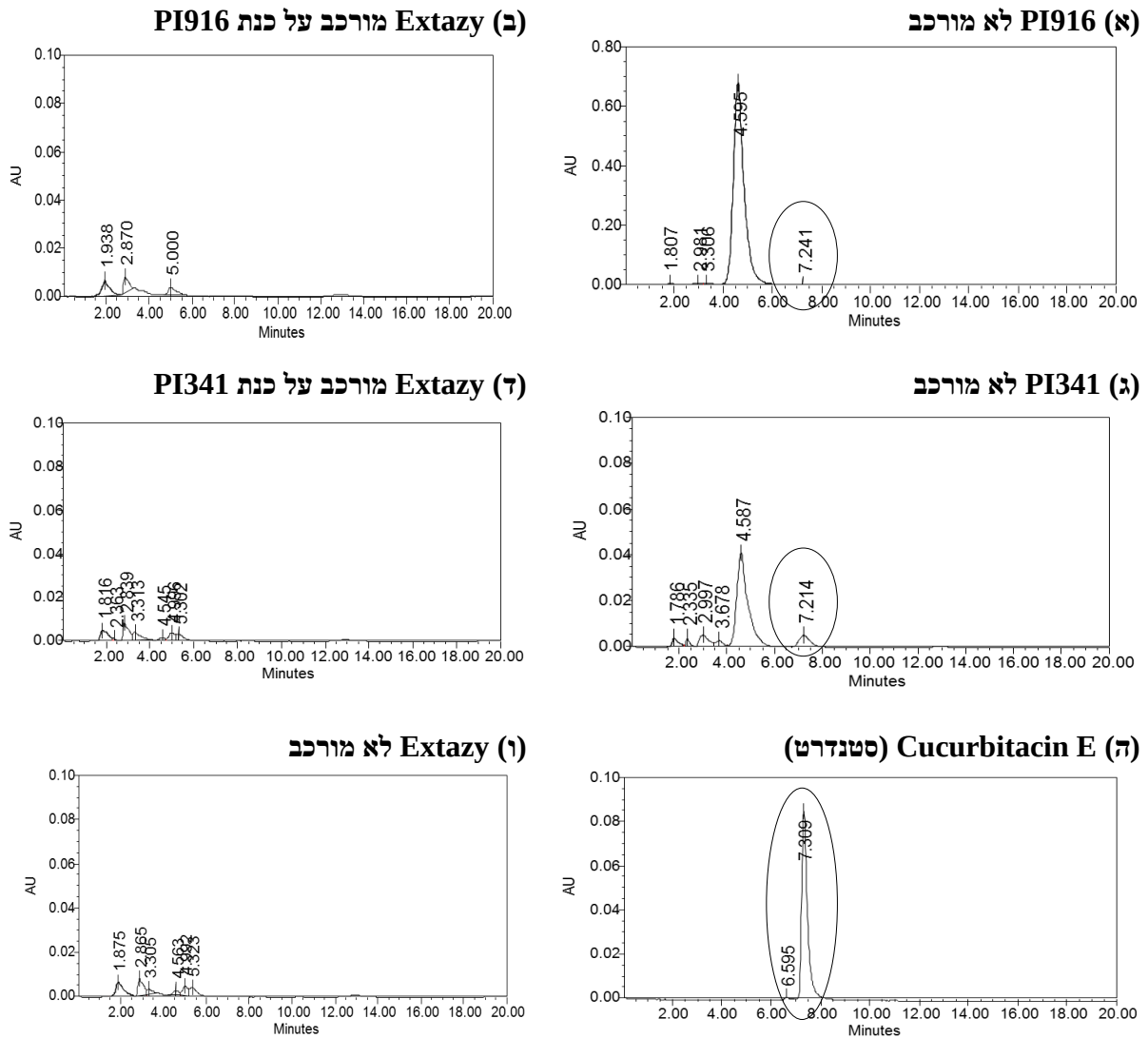
שהורכבו על כנת הבר PI609 לפני האחסון היה העבה ביותר (13.1 מ"מ בממוצע) ומצב הציפה לפני האחסון באותם אבטיחים היה ממוטט ביחס לאלו שהורכבו על כנת הדלעת TZ-148. רמת הסיביות באבטיחי המיני שהורכבו על כנות הדלעת TZ-148 ו-AQ הייתה הגבוהה ביותר מבין צירופי ההרכבות לפני ואחרי האחסון (תוצאות לא מוצגות). בנוסף, הציון הכללי הגבוה ביותר לפני האחסון ניתן לאבטיחי מיני Extazy לא מורכבים ושהורכבו על עצמם (self), בעוד שהנמוך ביותר ניתן לאבטיחים שהורכבו על כנת הבר PI609 וכנת הדלעת TZ-148. לאחר האחסון, הציון הכללי הגבוה ביותר ניתן לאבטיחי Extazy המורכבים על עצמם, אך לא היה שונה באופן מובהק מאבטיחים שהורכבו על כנות הבר BDA, PI341 ו-MAL (טבלה 5).

טבלה 5. ציון כללי (בדירוג של 1 עד 5: 1-גרוע, 5-מצוין) לפירות מהזן Extazy לא מורכב (NG=Non Grafted), מורכב על עצמו (self), מורכב על 2 כנות דלעת ועל 5 כנות אבטיח שונות, שנבדקו לפני ואחרי אחסון (6 ימים ב-20°C). אותיות שונות מציינות הבדלים בין הטיפולים לפני האחסון או בין הטיפולים אחרי האחסון.

ציון כללי (1-5)		
שם הכנה	לפני אחסון	אחרי אחסון
Extazy NG	3.09 (a)	2.47 (bc)
Extazy self	2.5 (a-c)	3.19 (a)
BDA	2.53 (a-c)	2.56 (a-c)
CON	2.91 (ab)	2.31 (bc)
MAL	2.41 (bc)	2.59 (a-c)
PI341	2.91 (ab)	2.84 (ab)
PI609	1.91 (c)	2.38 (bc)
AQ (דלעת)	2.34 (bc)	2.47 (bc)
TZ-148 (דלעת)	1.94 (c)	2.06 (c)

5.1.4. רמת קוקורביטצינים בציפת הפרי

במבחני הטעימה שנערכו בפירות של קווי הבר הלא מורכבים PI916 ו-PI341, הורגש טעם מר מאד. באבטיחי הבר PI260 הלא מורכבים הורגש טעם מריר-בינוני, בעוד שבאבטיחי Extazy המורכבים על אותן שלוש כנות, הורגש טעם מתוק מאד. קוקורביטצין E זוהה במיצויים הביולוגיים של האבטיחים מקווי הבר הלא מורכבים של PI916 (איור 14-א') ושל PI341 (איור 14-ג') בהתאמתו לסטנדרט של קוקורביטצין E (איור 14-ה'), ה-Retention time וספקטרום הבליעה שלו (פיק באורך גל 235.3 nm). לא זוהו קוקורביטצינים באבטיחי Extazy המורכבים על כנות קווי הבר (איור 14-ב', ד'). וכמובן שלא זוהה קוקורביטצין ב Extazy הלא מורכב (איור 14 ו').



איור 14. רמות קוקורביטצין E במיצוי ציפת פרי כפי שנבקעו באמצעות הרצה ב-HPLC (ציר Y: AU - Absorption Units, ציר X: זמן ההרצה בדקות). כל הדוגמאות הוזרקו בנפח של 50 מ"ל ונקראו באורך גל של 230 nm. הסטנדרט של קוקורביטצין E הוזרק בריכוז של 1 מ"ק"ג למ"ל. **(א)** PI916 לא מורכב. **(ב)** Extazy מורכב על כנת PI916. **(ג)** PI341 לא מורכב. **(ד)** Extazy מורכב על כנת PI341. **(ה)** Cucurbitacin E (סטנדרט). **(ו)** Extazy לא מורכב.

6. מסקנות

מבין קווי האבטיח שנבדקו נמצאו קווים עמידים לפטריה *Macrophomina phaseolina*. פוזריום הנבילה ופוזריום ריקבון הכתר ולנמטודות יוצרות עפצים. לעומת זאת כל הקווים היו רגישים למחלת הנבילה *Monosporascus*. במקביל, בדקנו יבול ומדדי איכות לאחר הקטיפ ולאחר אחסון באבטיחי מיני שהורכבו על כנות קווי הבר, בהשוואה לאבטיחים שהורכבו על כנות דלעת או על עצמם. הבדיקות שנעשו במחקרנו הראו שהרכבת אבטיח על הכנות שנבדקו לא פגעו ביבול ובאיכותו, וחזקו את הטענה שלהרכבה, ובייחוד להרכבה של אבטיחי מיני על כנות דלעת, יכולה להיות השפעה חיובית על היבול אך השפעה שלילית על איכות הפרי.

מתוך הקווים העמידים שנמצאו במחקר זה ניתן ליישם תוכנית טיפוח כנות אבטיח מסחריות בעלות רמות עמידות גבוהות למספר מחלות חשובות. בנוסף, הזמינות של אוסף גנטי הכולל בתוכו עמידויות אלו יכול לשמש ככלי חשוב ללימוד הגנטיקה של העמידות למחלות וחקר מנגנוני העמידות הקשורים בהן.

7. סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות 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.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
בחינת התגובה קווי אבטיח בר למחלות קרקע חשובות התוקפות אבטיחים בישראל ובאיזורים בעלי אקלים דומה במזרח התיכון, על מנת לפתח כנות אבטיח לאבטיח. לימוד השפעת ההרכבה על היבול ואיכות.
עיקרי התוצאות.
בתקופת המחקר נמצאה עמידות לפטריה <i>Macrophomina phaseolina</i> . למיטב ידיעתנו עמידות אבטיחים למחלה זאת לא דווחה קודם בספרות המקצועית. כמו כן נמצאה עמידות לפוזריום ולשני מיני נמטודות. הרכבה על קווי הבר לא פגעה ביבול ובאיכות.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?
מציאת העמידות לפוזריום, ומקרופומינה ונמטודות מצביעות על אפשרות להכליא בין קווים לקבלת עמידות למספר מחלות. למרות שחלק מהקווים העמידים מכילים קוקורביטצין המקנה להם טעם מר, המרירות לא עברה מהכנה לרוכב.
בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?
בהמשך יש צורך ביצירת מכלואים בין הקווים העמידים, ולבדוק את ביצועיהם הן מההיבט הפיטופתולוגי והן מההיבט ההורטיקולטורי.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
הוצג פוסטר בכנס בין לאומי בנושא הרכבות, נכתבו שני מאמרים בעיתונות בין לאומית, ונכתבה עבודת גמר במסגרת הפקולטה לחקלאות ברחובות.
(1) Tyutyunik, Y., Fallik, E., Cohen, R., Tadmor, Y. and Edelstein, M. (2011). Watermelon rootstocks: Evaluating resistance to soil-borne diseases (Poster). The 1st International Symposium on Vegetable Grafting, Viterbo, Italy. (2) Cohen, R., Tyutyunik, J., Fallik, E., Oka, Y., Tadmor, Y., and Edelstein, M. (2014) Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. Sci. Hortic. 165: 203-210. (3) Edelstein, M., Tyutyunik, J., Fallik, E., Meir, A., Tadmor, Y., and Cohen, R. (2014). Horticultural evaluation of exotic watermelon germplasm as potential rootstocks. Sci. Hortic. 165: 196-202.

יוליה טיוטיוניק (2013). שיפור איכות הפרי באבטיח מורכב: בחינה הורטיקולטורית ופיטופתולוגית של קווי אבטיח אקזוטיים כבסיס לטיפוח כנות. עבודת גמר, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה על שם רוברט ה. סמית של האוניברסיטה העברית בירושלים.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
$X \leq$ ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
$\leq$
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן - לא -
המחקר לא הסתיים עדיין כרגע אין אפשרות לענות על שאלה זו.

*יש לענות על שאלה זו רק בדו"ח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדו"ח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים