

154-0001-99

קוד מחקר:

נושא: שפור האבקת האבוקדו בעזרת דבורי
בומבוס

חוקר ראשי: מר גד איש עם מוסד: מו"פ גליל מערבי, משרד החקלאות, ד.ג. אשרת

חוקרים שותפים:

1998-1999

תקופת מחקר:

מאמרים:

תקציר

הבעיה: האבקה בלתי מספקת מהווה גורם מגביל מרכזי ביבול האבוקדו. דבורי דבש (דבד"ש) הן המאביק המסחרי היחיד של האבוקדו בארץ, ויעילותן אינה מספקת: הן מעדיפות פריחה מתחרה על פרחי האבוקדו, ויעילותן בביצוע האבקה זרה נמוכה. בומבוס האדמה נפוץ כדבורת בר בישראל, ומגודל מסחרית לצורכי האבקה. הוא יעיל מהדבד"ש פי 10 בהאבקת אבוקדו בתוך הזן, ואף יותר בהאבקה זרה, ובתנאי תחרות על האבקה הוא צפוי לבקר בפרחי האבוקדו בשיעור יחסי גבוה מהדבד"ש.

מטרת המחקר: לבחון אפשרות שיפור האבקה ויבול באבוקדו, ע"י שילוב של דבורי דבש ובומבוס.

שיטות: ניסויי האבקת אבוקדו בשילוב דבורי בומבוס ודבד"ש התקיימו ב- 12 אתרים, שנתיים רצופות לאתר, בחמש עונות (1995 עד 1999). בנוסף לכוורות הדבד"ש המוצבות באתר נבחרו חלקות "טיפול בומבוס" (הוספת כוורות בומבוס), "טיפול דבד"ש" (הכפלת צפיפות כוורות הדבד"ש) ו"ביקורת", במרחק 4-1 ק"מ זו מזו. בכל חלקה נכללו 'אטינגר', 'האס' הצמוד ל'אטינגר' ו'האס' הרחוק 3-4 שורות מ'אטינגר'. בכמה אתרים נכללו 'פינקרטון' ו'ארדיט'. באתר אחד נבחנו דבורי בומבוס ללא דבד"ש, ובשלושה אתרים נבחן 'האס' ללא ריסוס קולטר. בכל זן בוצע מעקב בתקופת הפריחה אחר צפיפות פרחים, דבורים וחנוטים, ונבדק היבול. במספר חזרות נבדקו שעורי האבקה ואחוז פירות 'האס' מהאבקה זרה.

תוצאות עיקריות: פעילות הדבד"ש על האבוקדו הייתה גבוהה מאוד בעונת 1999, גבוהה ב- 1996, בינונית ב- 1998 ונמוכה בעונות 1995 ו- 1997, והייתה גבוהה בחלקות "טיפול דבד"ש" לעומת שאר הטיפולים. הפעילות היחסית של הבומבוס הייתה גבוהה מפעילות הדבד"ש בארבע העונות הראשונות, ובעיקר ב- 1997, ללא יתרון ב- 1999. שיעורי האבקה, פירות זרים וחנוטים שורדים היו גבוהים יותר אף הם ב"טיפול הבומבוס", פרט לעונת 1999. בממוצע על חמש עונות (29 השוואות) היה יבול חלקות הבומבוס גבוה במובהק מהביקורת: תוספת יבול של 24%, 15% ו- 20% ב'אטינגר', ממוצע 'האס' ו'האס רחוק", בהתאמה. בשלוש העונות הראשונות הייתה תוספת היבול מירבית (46%, 27%, 45%, בהתאמה), לא הייתה תוספת יבול בעונת 1998, ובעונת 1999 הייתה תוספת דומה או נמוכה מעט מממוצע כל העונות. לא נמצאה תוספת יבול בטיפול הדבד"ש (7 השוואות בשלוש עונות אחרונות). דבורי בומבוס לבד נתנו תוצאה דומה לדבד"ש לבד (ביקורת). בטיפול הבומבוס לא ירד יבול ה'האס' ללא הקולטר (שלוש השוואות ב- 1999).

מסקנות : בתנאי פעילות נמוכה של דבדי"ש משפרים דבורי הבומבוס במידה ניכרת את ההאבקה ואת שרידות החנטים, ותורמים לעליית יבול גדולה, פרט לעונות עם תנאי חמסין קיצוניים (אביב 1998). בתנאי פעילות דבדי"ש גבוהים ואביב מתון (עונת 1999) תורמים דבורי הבומבוס לעליית יבול בינונית. מומלץ להוסיף דבורי בומבוס למטעים ביולוגיים ולמטעים הסובלים מתחרות האבקה קשה, ולהמשיך בניסויים חצי מסחריים בחלקות גדולות.

שיפור האבקת אבוקדו בעזרת דבורי בומבוס Improving avocado pollination by using bumblebees

תכנית מ"פ - 99-154-0001 דו"ח מסכם לשנים 1997, 1998, 1999

צוות המחקר:

Dr. G. Ish-Am, ג'ד איש-עם,

מו"פ גליל מערבי, משרד החקלאות, עכו, רח. הארבעה, טל. 04-9853048, פקס. 04-9853020;
הפקולטה לחקלאות, המחלקה למטעים, רחובות 76100, ת.ד. 12, טל. 08-9489636, פקס. 08-9468263,

E-mail: IshAm@agri.huji.ac.il

Dr. E. Lahav, דר. עמי להב, מנהל המחקר החקלאי, המחלקה למטעים.

I. Regev, יעקב פטרמן ז"ל, Y. Peterman, מדריכי סוב-טרופים, משרד החקלאות, עכו.

M. Noy, מיכיל נוי, מדריך סוב-טרופים, משרד החקלאות, צפת.

K. Lahav, סליף להב, מדריך סוב-טרופים, משרד החקלאות, עפולה.

L. Weiner, לאו וינר, מדריך סוב-טרופים, משרד החקלאות, רעננה.

T. Shoer, תמנה שוער, מדריכת סוב-טרופים, משרד החקלאות, רחובות.

Dr. H. Degani, דר. חמדה דגני, מנהל המחקר החקלאי, המחלקה למטעים.

Prof. S. Gazit, פרופ. שמואל גזית, הפקולטה לחקלאות, המחלקה למטעים, רחובות.

ת ק צ י ר

הבעיה: האבקה בלתי מספקת מהווה גורם מגביל מרכזי ביבול האבוקדו. **דבורי דבש** (דבד"ש) הן המאביק המסחרי היחיד של האבוקדו בארץ, ויעילותן אינה מספקת: הן מעדיפות פריחה מתחרה על פרחי האבוקדו, ויעילותן בביצוע האבקה זרה נמוכה. **בומבוס האדמה** נפוץ כדבורת בר בישראל, ומגודל מסחרית לצורכי האבקה. הוא יעיל מהדבד"ש פי 10 בהאבקת אבוקדו בתוך הזן, ואף יותר בהאבקה זרה, ובתנאי תחרות על האבקה הוא צפוי לבקר בפרחי האבוקדו בשיעור יחסי גבוה מהדבד"ש.

מטרת המחקר: לבחון אפשרות שיפור האבקה ויבול באבוקדו, ע"י שילוב של דבורי דבש ובומבוס.

שיטות: ניסויי האבקת אבוקדו בשילוב דבורי בומבוס ודבד"ש התקיימו ב-12 אתרים, שנתיים רצופות לאתר, בחמש עונות (1995 עד 1999). בנוסף לכוורות הדבד"ש המוצבות באתר נבחרו חלקות "טיפול בומבוס" (הוספת כוורות בומבוס), "טיפול דבד"ש" (הכפלת צפיפות כוורות הדבד"ש) ו"ביקורת", במרחק 4-1 ק"מ זו מזו. בכל חלקה נכללו 'האסי' הצמוד ל'אטינגר' ו'האסי' הרחוק 3-4 שורות מ'אטינגר'. בכמה אתרים נכללו 'פינקרטון' ו'ארדיטי'. באתר אחד נבחנו דבורי בומבוס ללא דבד"ש, ובשלושה אתרים נבחן 'האסי' ללא ריסוס קולטר. בכל זן בוצע מעקב בתקופת הפריחה אחר צפיפות פרחים, דבורים וחנטים, ונבדק היבול. במספר חזרות נבדקו שעורי האבקה ואחוז פירות 'האסי' מהאבקה זרה.

תוצאות עיקריות: פעילות הדבד"ש על האבוקדו הייתה גבוהה מאוד בעונת 1999, גבוהה ב-1996 וב-1998, ונמוכה בעונות 1995 ו-1997, והייתה גבוהה בחלקות "טיפול דבד"ש" לעומת שאר הטיפולים. הפעילות היחסית של הבומבוס הייתה גבוהה מפעילות הדבד"ש בארבע העונות הראשונות, ובעיקר ב-1997, ללא יתרון ב-1999. שיעורי האבקה, פירות זרים וחנטים שורדים היו גבוהים יותר אף הם ב"טיפול הבומבוס", פרט לעונת 1999. בממוצע על חמש עונות (29 השוואות) היה יבול חלקות הבומבוס גבוה במובהק מהביקורת: תוספת יבול של 24%, 15% ו-20% ב'אטינגר', ממוצע 'האסי' ו'האסי' רחוק", בהתאמה. בשלוש העונות הראשונות הייתה תוספת היבול מירבית (46%, 27%, 45%, בהתאמה). לא נמצאה תוספת יבול בעונת 1998, ובעונת 1999 הייתה תוספת נמוכה מממוצע כל העונות. לא נמצאה תוספת יבול ב"טיפול הדבד"ש" (7 השוואות בשלוש עונות אחרונות). דבורי בומבוס לבד נתנו תוצאה דומה לדבד"ש לבד (ביקורת). יבול 'האסי' ללא קולטר ירד במידה ניכרת בביקורת ולא ירד ב"טיפול הבומבוס" (שלוש השוואות ב-1999).

מסקנות: בתנאי פעילות נמוכה של דבד"ש משפרים דבורי הבומבוס במידה ניכרת את ההאבקה ואת שרידות החנטים, ותורמים לעליית יבול גדולה, פרט לעונות עם תנאי חמסין קיצוניים בתקופת הפריחה (אביב 1998). בתנאי פעילות דבד"ש גבוהים ואביב מתון (עונת 1999) תורמים דבורי הבומבוס לעליית יבול בינונית. מומלץ להוסיף דבורי בומבוס למטעים ביולוגיים ולמטעים הסובלים מתחרות האבקה קשה, ולהמשיך בניסויים חצי מסחריים בחלקות גדולות.

האבקה בלתי מספקת מהווה גורם מגביל מרכזי של יבול האבוקדו בישראל. דבורת הדבש (*Apis mellifera*) היא המאביק המסחרי היחיד של האבוקדו בארץ, וכוורות שלה מוצבות במרבית המטעים. יעילות האבקה האבוקדו ע"י דבורי הדבש אינה מספקת: הן מעדיפות פרחי הדורים וצמחי-בר על פרחי אבוקדו, דבר שפוגע בהאבקה הזנים מקדימי הפריחה ('פינקרטון', 'פוארטרה', 'אטינגר', 'האס'), ויעילותן בביצוע האבקה זרה לטווח של יותר מ-1-2 שורות נמוכה, בעוד שמרבית הזנים זקוקים להאבקה זרה להשגת יבול מירבי (איזיקוביץ ומלמוד, 1982; איש-עם ואיזיקוביץ, 1992; איש-עם ואיזיקוביץ, 1996; גזית וגפני, 1986; שובל, 1987; Degani et al., 1984; Degani & Gazit, 1984; Stout, 1923 al., 1989). יעילותה הנמוכה של דבורת הדבש בהאבקה אבוקדו קשורה בכך שהיא לא עברה מסלול אבולוציה הדדית עם האבוקדו, היות ונעדרה מאזור התפתחותו במרכז אמריקה.

בשנות ה-80 וה-90 נצפו בגליל המערבי דבורי בר מהמין בומבוס האדמה (*Bombus terrestris*) המבקרין בפרחי אבוקדו (איש-עם וחוב, 1996). בומבוס האדמה נפוץ כדבורת בר מצפון אירופה ועד לישראל, ובעשור האחרון הוא מגודל בהקף מסחרי לצרכי האבקה (Pomeroy & Fisher, 1992). בומבוס האדמה נוסה כמאביק חקלאי בתנאי שדה פתוח בהצלחה במטעי קיוי בניו-זילנד (Read et al., 1989) ובהצלחה חלקית במטע שקד בישראל (איש-עם, 1996). בומבוס האדמה עשוי להאביק את האבוקדו טוב יותר מדבורת הדבש: הוא יעיל פי 10 מדבורת הדבש בהאבקה אבוקדו בתוך הזן, ואף יותר מכך בהאבקה זרה (איש-עם וחוב, 1996). בניגוד לדבורי הדבש פעילות דבורי הבומבוס גם בתנאי טמפרטורה נמוכה ועננות (Read et al., 1979a; Free & Butler, 1959; Corbet, 1993; al., 1989), והן עשויות לשפר את האבקה האבוקדו בעונות קרירות ובשעות הקרירות של היום. עם זאת דבורי הדבש יעילות יותר בשעות החמות של היום ובתנאי חמסי. התנהגות הרעיה של דבורי הבומבוס שונה מזו של דבורי הדבש (Heinrich, 1979b). פועלות הבומבוס חסרות תקשורת ביניהן, וכל דבורה מעצבת מסלול רעיה משלה, תוך בדיקה מתמדת של מקורות ואתרי מזון חלופיים. בין פועלות דבורי הדבש יש תקשורת מפותחת, ורק אחוז קטן מהן ("הסיירות") בודקות מקורות ואתרי מזון חלופיים. כל שאר פועלות השדה מאורגנות ב"קבוצות עבודה", וכל קבוצה מבקרת רק במין צמח אחד באתר יחיד. מכך נובעת העדיפות הגבוהה של דבורי הבומבוס כמבצעות האבקה זרה, ובתנאי תחרות עם פריחה אטרקטיבית הן עשויות לבקר בפרחי האבוקדו בשיעור יחסי גבוה מזה של דבורי הדבש, ולתרום יותר להאבקתו (איש-עם וחוב, 1996). עם זאת, בהעדר מקורות מזון חלופיים עשויות דבורי הדבש לבקר באבוקדו בצפיפות רבה, ולהשיג שעורי האבקה גבוהים מאלו של דבורי הבומבוס.

ניסוי הקדמי של האבקה אבוקדו בעזרת דבורי בומבוס בוצע בגליל המערבי בעונות 1995 ו-1996, בשתי חלקות של כ-30 ד' המרוחקות זו מזו כ-4 ק"מ (איש-עם וחוב, 1996). בחלקת הטיפול במכר הוצבו כוורות דבורי דבש בצפיפות של כ-3 ד' לכוורת ואליהן הוספו 24 כוורות של דבורי בומבוס. בחלקת הביקורת בבית העמק הוצבו דבורי דבש בלבד, בצפיפות דומה לחלקת הטיפול. בשנת 1996 בוצעה עונת ניסוי ראשונה (מתוך 2 מתוכננות) בארבע חזרות נוספות (כברי, מצובה, יודפת, זיקים), במבנה זהה. בניסויים אלו נמצא מתאם שלילי בין פעילות דבורי הדבש ופריחת האבוקדו, בעוד שפעילות הבומבוס גילתה מתאם חיובי. שיעורי האבקה ה'האס' בעונת 1996 היו גבוהים במידה ניכרת בחלקת הטיפול לעומת הביקורת, וביחוד שעור ההאבקה הזרה ב'האס הרחוק'. גם אחוז הפירות הזרים ב'האס' באותה עונה היה גבוה יותר בחלקת הטיפול, וביחוד ב'האס הרחוק'. בשתי העונות נמצא שעור נשירת חנטים ראשוני ב'האס' גבוה יותר בביקורת. היבול בניסוי ההקדמי, שהסתיים ב-1996, היה גבוה יותר בחלקת הטיפול: בממוצע של שנתיים רצופות עלה במעט יבול ה'האס הקרוב' (+9%, לא מובהק) בעוד שיבול ה'האס הרחוק' עלה במובהק (+43%, $p=0.024$), ויבול ה'אטינגר' היה כמעט כפול מזה שבביקורת.

מטרות המחקר: לבחון אפשרות שיפור האבקה ויבול של אבוקדו, ע"י שילוב של דבורי דבש ודבורי בומבוס, תוך שימוש בכוורות בומבוס מגידול מתועש, המכוון את מירב פעילות ההאבקה לתקופת פריחת האבוקדו.

השערות המחקר

1. שימוש בדבורי בומבוס להאבקה אבוקדו יעלה את אחוזי ההאבקה של פרחי האבוקדו, וכתוצאה מכך יעלו שעורי החנטה והיבול. אפקט זה יהיה משמעותי בזני אבוקדו מקדימי פריחה, בעונות וחלקות שבהן תהיה פעילות נמוכה של דבורי דבש.
2. שימוש בדבורי בומבוס להאבקה אבוקדו יעלה את אחוזי ההאבקה הזרה, וכתוצאה מכך יעלה שעור ה"חנטים הזרים" וה"פירות הזרים", ירד שעור נשירת החנטים ויעלה היבול. אפקט זה יהיה משמעותי בעיקר (או רק) במרחק של 3 שורות ומעלה מהזן המפרה. הוא עשוי להיות ניכר גם בתנאי פעילות רבה של דבורי דבש.
3. אופטימום האבקה, חנטה ויבול יושג ע"י שימוש משולב בדבורי דבש ובדבורי בומבוס. שימוש בדבורי דבש בלבד, או בדבורי בומבוס בלבד, ואף בצפיפות גבוהה, יתן תוצאות טובות פחות.

שיטות וחומרים

עד לסיום עונת 1999 בוצעו במסגרת המחקר ניסויים ותצפיות ב- 15 אתרים (טבלה 1).

טבלה 1: פירוט האתרים והחזרות, ניסויי האבקת אבוקדו עם דבורי בומבוס

מס.	אתר	טיפולים	עונות	זנים	צפיפות דבורי הדבש	הערות
95-1	מכר - בית העמק א'	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1995 1996	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	
96-1	כברי	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1996 1997	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	חלקות הניסוי שונות. מאוד ביניהן
96-2	יודפת	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1996 1997	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 2 ד'	מטע אורגני
96-3	זיקים - יד מרדכי	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1996 1997	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 1 ד'	
96-4	מצובה	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1996	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	הניסוי הופסק עקב גיזום זרועות
97-1	אילון א'	בומבוס+דב. דבש דבורי דבש 2x ביקורת	1997 1998	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 4 ד'	שוני בין חלקות הניסוי
97-2	מחוז רעננה א'	בומבוס+דב. דבש דבורי דבש 2x ביקורת	1997 1998	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	שוני בין חלקות הניסוי
97-3	גליל עליון	בומבוס+דב. דבש דבורי דבש 2x	1997 1998	פינקרטון (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	איסוף מידע חלקי
98-1	מכר - בית העמק ב'	בומבוס בלבד בומבוס+דב. דבש ביקורת	1998 1999	האס (ק-ר) אטינגר ארדיט	כוורת ל- 3 ד'	
98-2	יודפת - בית העמק	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1998 1999	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 2 ד'	מטעים אורגניים
98-3	חולדה	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1998 1999	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	היבול נפגע עקב ייבוש של חלקה
98-4	שער הגולן	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1998 1999	פינקרטון (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	
99-1	אילון ב'	בומבוס+דב. דבש דבורי דבש 2x ביקורת	1999 2000	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 4 ד'	חזרת הצלבה על חזרה 97-1
99-2	כפר מסריק	בומבוס+דב. דבש ביקורת (האס' קולטר -)	1999 2000	האס אטינגר פינקרטון	כוורת ל- 3 ד'	
99-3	געתון	בומבוס+דב. דבש ביקורת	1999 2000	האס אטינגר ארדיט	כוורת ל- 3 ד'	מטע אורגני
99-4	עין המפרץ	בומבוס+דב. דבש ביקורת (H קולטר-)	1999 2000	האס אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	
99-5	גבעת ברנר (2, 1)	בומבוס+דב. דבש ביקורת (H קולטר-)	1999 2000	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	חזרה כפולה (4) חלקות מ- 1997
99-6	רעננה ב'	בומבוס+דב. דבש דבורי דבש 2x ביקורת	1999 2000	האס (ק-ר) אטינגר	כוורת ל- 3 ד'	חזרת הצלבה על חזרה 97-2
99-7	דליה - גלעד	בומבוס+דב. דבש ביקורת דבורי דבש 2x	1999 2000	האס (ק-ר) אטינגר (ק-ר)	כוורת ל- 3 ד'	

הערות לסבלה 1

חזרה 1-96 (כברי): לאחר עונת ראשונה נמצאו חלקות הטיפול והביקורת שונות זו מזו במידה רבה, והוחלט לא לכלול את יבולי האתר בניסוי.

חזרה 2-96 (יודפת): הניסוי בוצע בשתי חלקות של מטע אורגני גדול (400 ד'). עקב הצלחתו עבר המטע כולו לשימוש משולב בדבורי בומבוס ודבש, וחלקות הניסוי שבו הושו לחלקה אורגנית בבית העמק (חזרה 1-98).

חזרה 4-96 (מצובה): גיזום חזק, עד לזרועות, של עצי החלקות הפסיק את הניסוי.

חזרות 1-97 (אילון), 2-97 (מחוז רעננה): שתי חזרות גדולות, הכוללות גם "טיפול דבורים". בשתיהן נמצא שוני ניכר בין חלקות הניסוי, ובוצעה "חזרת הצלבה", בה נעשה סבב של הטיפולים בין החלקות. (חזרות 1-99, 6-99).

חזרה 3-97 (גליל עליון): המעקב העונתי ואיסוף נתוני היבול בחזרה בוצעו חלקית. היבול לא נכלל בסיכום.

חזרה 3-98 (חולדה): יבול חלקות הניסוי נפגעו עקב ייבוש חלק מהמטע, ולא נכללו בסיכום.

חזרה 5-99 (גבעת ברנר א' 1+2): באתר בוצעו שתי חזרות של הניסוי (שלוש חלקות טיפול בומבוס ו-2 חלקות ביקורת) החל מעונת 1997. בעונת 1999 צורף לאתר ניסוי ב'האסי' ללא קולטר, בחלקות הטיפול והביקורת.

ניסויי האבקה עם דבורי בומבוס: בכל אתר ניסוי, שהיווה חזרה (טבלה 1), נבחרו 2 או 3 חלקות, בשטח של 35-30 ד' לחלקה, המרוחקות זו מזו 1.5-4 ק"מ, שבהן היו נטועות שורות רצופות של 'האסי' (או 'פינקרטון') בסמוך ל'אטינגר'. חלקות האתר היו דומות ככל שניתן זו לזו מבחינת הקרקע, הגובה והמרחק מהים, הגיל ומצב המטע. לבדיקות היבול סומנו בכל חלקה 20 עצי 'אטינגר', 20 עצי 'האסי' הסמוך ל'אטינגר' ('האסי קרובי') ו-20 עצי 'האסי' המרוחק 3-5 שורות מ'אטינגר' ('האסי רחוק'). לבדיקת צפיפות הדבורים סומנו 5 עצים לזן, ולספירת פרחים וחנטיס סומנו 4 ענפים לזן, 2 הפונים צפונה ו-2 דרומה. כל חזרה הופעלה בשנתיים עוקבות, במבנה זהה. בראשית הפריחה הוצבו בחלקות האתר כוורות דבורי דבש בצפיפות המשקית. בחלקת "טיפול דבורים" הוכפלה צפיפות כוורות דבורי הדבש ובחלקת "טיפול בומבוס" פוזרו 25 כוורות של דבורי בומבוס (כוורת ל-1.4 ד'), בנוסף לכוורות דבורי הדבש. בחזרה אחת (1-98 מכר - בית העמק ב') נכללה חלקת טיפול "בומבוס בלבד", שבה הוצבו כוורות בומבוס בצפיפות של כוורת לד', ללא נוכחות דבורי דבש בטווח של כ-2 ק"מ. כוורות דבורי הבומבוס סופקו בעונת 1995 ע"י שרותי האבקה יד-מרדכי, ובעונות 1996, 1997, 1998 ו-1999 ע"י שרותי האבקה יד-מרדכי ומפעל ביו-בי של קבוץ שדה אליהו.

תצפיות במהלך הפריחה: בוצעו 1-2 פעמים בשבוע לאתר, בו-זמנית בכל חלקות האתר. שעת התצפית נקבעה ערב קודם, ע"פ הטמפרטורות הצפויות ליום התצפית, כך שתחול בעת שיא הפתיחה הנקבית של 'האסי' ושתרוור האבקה של 'אטינגר' (איש-עם ואיזיקוביץ, 1989), ובשיא הבוקר של פעילות דבורי הדבש (איש-עם, 1994). בכל תצפית נספרו דבורי דבש ודבורי בומבוס לעץ, וכן פרחים פתוחים וחנטיס לענף.

שעורי האבקה: נבדקו בשני אתרים בעונות 1996 ו-1997. האבקה זרה ב'האסי' נמדדה לפני ראשית שחרור האבקה העצמית שלו, וסה"כ האבקה יומית בזן זה נמדד קרוב למועד סיום הפריחה הנקבית. סה"כ האבקה יומית ב'אטינגר' נמדד כשעה לפני סגירת פרחי הנקבה (איש-עם ואיזיקוביץ, 1991; איש-עם, 1994).

בדיקות יבול: בוצעו בשני שלבים: לפני הקטיף נספרו (או נקטפו) הפירות על 20 העצים המסומנים בכל זן, לשם חישוב השונות בין העצים ולהשוואת יבול "האסי קרובי" עם יבול "האסי רחוק". לאחר הקטיף התקבלו מבתי האריזה ערכי סה"כ היבול של חלקות הניסוי. החל מקטיף 1998/99 נבדק היבול של 20 עצי המדגם כיחידה אחת.

האינטראקציה בין האבקה בומבוס לבין ריסוס קולטר: נבחנה בעונת 1999 בזן 'האסי' במספר אתרים. באתרים אלו נבחרה בכל טיפול באקראי שורת 'האסי' "קולטר" - שלא רוססה בקולטר (כולל עצי המעטפת שלה), והיא הושוותה לשורה אחרת בחלקה, או לשאר שורות החלקה, שקיבלו ריסוס כמקובל במטע ("קולטר+").

תוצאות

להלן נביא את ממצאי עונות 1997, 1998, 1999, כולל נתוני היבול שהתקבלו עד ליוני 2000. לגבי חלק מהמשתנים נציג גם את נתוני שתי העונות שקדמו לתקופת הדיווח הנוכחי, לצורך השוואה ודיון.

א. צפיפות דבורי דבש ודבורי בומבוס על אבוקדו

נתוני צפיפות הדבורים על האבוקדו מוצגים בטבלאות 2, 3, 4, והניתוח הסטטיסטי שלהם מוצג בטבלאות 5, 6, 7, 8, 9, 10. צפיפות דבורים מבוטאת בדבורים לעץ, % ימי האבקה טובה הוא אחוז ימי התצפית בהם הגיעה צפיפות הדבורים לערך הסף הנדרש לשם חנטה, שהוא 5 דבורי דבש לעץ (איש-עם ואיזיקוביץ, 1992) ו-0.5 דבורי בומבוס לעץ (איש-עם וחובי, 1996, 1998). צפיפות דבורים על זנים מטיפוס A נמדדה בעונות 1997, 1998 רק בשורות הסמוכות ליאטינגר, ובעונת 1999 גם בשורות הרחוקות מ'אטינגר'.

השוואת פעילות דבורי הדבש בין העונות (טבלה 9). בעונות 1996 ו-1999 מדדנו פעילות גבוהה מאוד של דבורי דבש. היא היתה גבוהה יותר ב-1999 מבחינת היהאסי (מובהק רק בערכי ה-Max) ודומה מבחינת 'אטינגר'. גם בעונת 1998 מדדנו פעילות גבוהה של דבורי דבש, שהיתה מעט נמוכה מזו של 1996 ו-1999 (לא מובהק). בניגוד לשנים הנ"ל מדדנו ב-1997 פעילות נמוכה מאוד של דבורי הדבש (מובהק, או קרוב למובהק).

טבלה 2: צפיפות דבורי דבש ודבורי בומבוס על אבוקדו (דבורים לעץ), עונת 1997 (*) בחזרת גליל עליון הזן מטיפוס A הוא פינקרטון

זן	טיפול	מין דבורה	משתנה	ח ז ר ו ת						ממוצע			
				אילון	כברי	יודפת	גליע * רעננה	זיקים					
אטינגר	בומבוס	בומבוס	ממוצע עונתי	0.24	0.15	0.38	0.40	0.81	0.12	0.35			
			מקסימום עונתי	3	2	2	3	6	2	3.0			
			% ימי האבקה טובה	70	29	78	78	89	38	63.7			
		דבורת דבש	ממוצע עונתי	0.62	0.34	2.38	0.71	4.27	8.29	2.77			
			מקסימום עונתי	6	3	10	3	14	37	12.2			
			% ימי האבקה טובה	10	0	44	0	67	77	33.0			
	מספר תצפיות							10	17	9	9	18	13
	דבורי דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	3.48	--	--	--	5.90	--	4.03			
			מקסימום עונתי	20	--	--	--	24	--	19.3			
			% ימי האבקה טובה	54	--	--	--	75	--	57.7			
מספר תצפיות							13	--	--	--	16	--	
בקורת	דבורת דבש	ממוצע עונתי	1.01	0.54	2.82	--	6.44	12.4	4.64				
		מקסימום עונתי	14	3	12	--	22	62	22.6				
		% ימי האבקה טובה	7	0	33	--	79	92	42.2				
		מספר תצפיות							15	14	9	--	14
	האס (פינק-רטון)	בומבוס	בומבוס	ממוצע עונתי	0.20	0.08	0.40	0.28	0.42	0.14	0.25		
מקסימום עונתי				1	2	2	2	4	1	2.0			
% ימי האבקה טובה				50	23	78	78	59	70	59.7			
דבורת דבש			ממוצע עונתי	0.73	0.15	0.16	0.20	0.49	0.12	0.31			
			מקסימום עונתי	5	2	6	2	5	7	4.5			
			% ימי האבקה טובה	17	0	11	0	12	20	10.0			
מספר תצפיות							6	13	9	9	17	10	
דבורי דבש		דבורת דבש	ממוצע עונתי	0.30	--	--	--	0.09	--	0.18			
			מקסימום עונתי	2	--	--	--	4	--	2.67			
			% ימי האבקה טובה	0	--	--	--	0	--	0.0			
מספר תצפיות							6	--	--	--	11	14	
בקורת	דבורת דבש	ממוצע עונתי	0.20	0.03	0.04	--	0.31	4.87	1.09				
		מקסימום עונתי	1	1	1	--	9	26	7.6				
		% ימי האבקה טובה	0	0	0	--	7	44	10.2				
		מספר תצפיות							6	12	9	--	14

השוואת פעילות דבורי הדבש בין הטיפולים (טבלאות 5, 6, 7, 10). בעונות 1997 (6 אתרי ניסוי) ו-1999 (10 אתרים) מדדנו פעילות דבורי דבש גבוהה יותר ב"טיפול דבורים" לעומת "טיפול בומבוס" והביקורת (מובהק רק ב"טיפול בומבוס"), ואילו בעונת 1998 (3 אתרים) הייתה פעילות דבורי הדבש דומה בטיפולים בומבוס ודבורי דבש, וגבוהה יותר בביקורת (מובהק, או קרוב למובהק). במרבית האתרים לא נמצאו הבדלים משמעותיים בפעילות דבורי הדבש בין "טיפול בומבוס" לביקורת.

השוואת פעילות דבורי הדבש בין 'אטינגר' ל'האס' (טבלאות 5, 6, 7). בעבודות קודמות נמצא כי צפיפות דבורי הדבש על 'האטינגר' גבוהה במידה ניכרת (פי 6 עד 30) מצפיפותן על 'ההאס', בעוד שהעדפת דבורי הבומבוס את 'האטינגר' על 'ההאס' נמוכה בהרבה (פי 1.4 עד 2.5), ואינה מובהקת (איש-עם ואיזיקוביץ, 1992, איש-עם וחובי 1996, 1998). הנתונים הנוכחיים מצביעים על שוני שקיים בנידון בין העונות. בעוד שהעדפת 'האטינגר' על 'ההאס' אצל דבורי הבומבוס הייתה דומה בכל העונות, נמוכה ולא מובהקת (פי 1.4 עד 1.9), היא השתנתה במידה ניכרת אצל דבורי הדבש. בעונת 1997, בצפיפות נמוכה של דבורי הדבש על האבוקדו, היא הייתה גבוהה ומובהקת ביותר (פי 6.4 עד 32), ואילו בעונת 1999, שבה צפיפות דבורי הדבש על האבוקדו הייתה הגבוהה שמדדנו עד כה, העדפת 'האטינגר' על 'ההאס' ירדה אצלן לפי 2 בלבד, והייתה לא מובהקת.

טבלה 3: צפיפות דבורי דבש ודבורי בומבוס על אבוקדו (דבורים לעץ), עונת 1998

בחזרות "אילון", "מכר" ו"גליל עליון" לא בוצעו די תצפיות בעונה זו, ונתונין אינם מופיעים בטבלה.
(*) בחזרת "שער הגולן" הזן מטיפוס A הוא 'פינקרטון'.

זן	טיפול	מין דבורה	משתנה	ח ז ר ו ת			ממוצע
				רעננה	חולדה	שער הגולן*	
אטינגר	בומבוס	בומבוס	ממוצע עונתי	0.40	0.63	0.05	0.36
			מקסימום עונתי	3	3	1	2.3
			% ימי האבקה טובה	86	100	24	70
			ממוצע עונתי	1.20	9.40	4.32	4.97
	דבורת דבש	דבורת דבש	מקסימום עונתי	6	35	18	19.7
			% ימי האבקה טובה	14	67	57	46
	דבורי דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	3.03	---	---	3.03
			מקסימום עונתי	16	---	---	16
	דבורי דבש	דבורת דבש	% ימי האבקה טובה	43	---	---	43
			ממוצע עונתי	12.29	11.83	4.07	9.33
האס (פינק-רטון)	בומבוס	בומבוס	מקסימום עונתי	27	38	25	30
			% ימי האבקה טובה	86	67	52	68
			מספר תצפיות במהלך הפריחה	7	6	21	
			ממוצע עונתי	0.31	0.23	0.05	0.20
	דבורת דבש	דבורת דבש	מקסימום עונתי	2	2	1	1.7
			% ימי האבקה טובה	57	50	25	44
	דבורי דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	0.43	3.07	2.08	1.86
			מקסימום עונתי	3	14	6	7.7
	דבורי דבש	דבורת דבש	% ימי האבקה טובה	0.0	67	21	29
			ממוצע עונתי	1.20	---	---	1.20
האס (פינק-רטון)	דבורי דבש	דבורת דבש	מקסימום עונתי	9	---	---	9
			% ימי האבקה טובה	14	---	---	14
	ביקורת	דבורת דבש	ממוצע עונתי	0.83	10.53	2.45	4.60
			מקסימום עונתי	7	36	8	13.7
	ביקורת	דבורת דבש	% ימי האבקה טובה	14	67	42	41
מספר תצפיות במהלך הפריחה			7	6	24		

טבלה 4: צפיפות דבורי דבש ודבורי בומבוס על אבוקדו (דבורים לעץ), עונת 1999

בחזרת "יודפת" לא בוצעו די תצפיות, ונתונייה אינם מופיעים בטבלה. בחזרות "אילון 2" "רעננה 2" ו"דליה" בוצעו מעט תצפיות בזן 'האס' ומובהקות נתונים אלו נמוכה.

(*) בחזרות "שער הגולן" (שעה"ג) ו"כפר מסריק" (כפר מ.) הזן מטיפוס A הוא פינקרטון.

זן	טיפול	מין דבורה	משתנה	ח ז ר ת										ממוצע	
				מכר 2	חולדה	שעה"ג	אילון 2	רעננה 2	עין המ.	געתון	כפר מ.	גבעת ב.	דליה		
אטינגר	בומבוס	בומבוס	ממוצע עונתי	0.30	0.86	0.11	0.11	0.44	0.09	0.10	0.04	0.08	0.94	0.308	
			מקסימום עונתי	2	3	1	2	2	2	2	1	1	4	2.0	
			% ימי האבקה טובה	50	100	43	29	78	22	38	10	33	86	48.8	
		דבורת דבש	ממוצע עונתי	2.58	9.54	15.97	2.66	4.69	1.49	5.25	3.10	11.08	4.39	6.075	
			מקסימום עונתי	7	34	45	14	14	5	17	9	51	13	20.9	
			% ימי האבקה טובה	50	71	86	43	67	11	88	70	56	86	62.6	
	מספר תצפיות			8	7	7	7	9	9	8	10	9	7		
		דבורי דבש	ממוצע עונתי	--	--	--	4.33	11.98	--	--	--	--	--	5.51	7.276
			מקסימום עונתי	--	--	--	20	30	--	--	--	--	--	14	21.3
			% ימי האבקה טובה	--	--	--	67	100	--	--	--	--	--	100	88.9
	מספר תצפיות			--	--	--	9	10	--	--	--	--	--	7	
	בקורת דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	2.17	11.20	15.09	2.03	7.84	2.47	7.22	3.10	11.42	4.11	6.667	
			מקסימום עונתי	4	50	42	6	20	9	26	10	44	18	22.9	
			% ימי האבקה טובה	0	71	71	43	89	44	67	60	78	71	59.5	
	מספר תצפיות			7	7	7	7	9	9	9	10	9	7		
		בומבוס	בומבוס	ממוצע עונתי	0.27	0.49	0.06	0.16	0.12	0.13	0.02	0.04	0.07	0.40	0.175
				מקסימום עונתי	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1.4
				% ימי האבקה טובה	67	100	29	60	40	44	14	18	33	75	47.7
		דבורת דבש	ממוצע עונתי	1.20	6.74	5.40	1.48	2.72	0.49	3.27	1.62	8.55	3.05	3.452	
			מקסימום עונתי	3	40	19	7	33	3	18	10	53	21	20.7	
			% ימי האבקה טובה	0	71	57	20	40	0	33	27	56	50	35.5	
	מספר תצפיות			6	7	7	5	5	9	9	11	9	4		
	דבורי דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	--	--	--	0.57	9.62	--	--	--	--	6.75	5.646	
			מקסימום עונתי	--	--	--	3	27	--	--	--	--	55	28.3	
			% ימי האבקה טובה	--	--	--	0	78	--	--	--	--	50	42.6	
מספר תצפיות			--	--	--	6	9	--	--	--	--	--	4		
	בקורת דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	0.93	8.66	5.37	1.33	0.64	0.87	4.67	2.44	12.02	5.95	4.288	
			מקסימום עונתי	4	35	20	5	4	4	16	9	47	55	19.9	
			% ימי האבקה טובה	0	71	57	17	0	0	33	46	78	25	32.7	
	מספר תצפיות			6	7	7	6	5	9	9	11	9	4		
		בומבוס	בומבוס	ממוצע עונתי	0.10	0.74	0.11	0.20	0.00	0.07	--	--	0.00	0.40	0.203
				מקסימום עונתי	1	3	1	1	0	1	--	--	0	1	1.0
				% ימי האבקה טובה	33	100	57	80	0	33	--	--	0	75	47.3
		דבורת דבש	ממוצע עונתי	0.63	7.74	9.20	0.72	0.64	0.38	--	--	2.47	1.70	2.934	
			מקסימום עונתי	3	31	28	4	5	3	--	--	17	7	12.3	
			% ימי האבקה טובה	0	71	71	0	20	0	--	--	44	25	29.0	
	מספר תצפיות			8	7	7	5	5	9	--	--	--	9		
	דבורי דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	--	--	--	0.70	7.94	--	--	--	--	8.00	5.548	
			מקסימום עונתי	--	--	--	5	20	--	--	--	--	55	26.7	
			% ימי האבקה טובה	--	--	--	17	78	--	--	--	--	50	48.2	
מספר תצפיות			--	--	--	6	9	--	--	--	--	--	4		
	בקורת דבש	דבורת דבש	ממוצע עונתי	--	7.60	4.26	1.07	0.40	--	--	--	2.71	3.53	6.75	3.759
			מקסימום עונתי	--	42	25	6	2	--	--	13	25	55	24.0	
			% ימי האבקה טובה	--	71	42	17	0	--	--	64	44	25	37.6	
			מספר תצפיות			--	7	7	6	5	--	--	11	9	4

טבלה 5: השוואת צפיפות דבורים בין טיפולים, זני אבוקדו ומיני דבורים, עונת 1997
 Rate הוא היחס בין הממוצעים של צפיפות דבורים (דבורים לעץ) במערכות המשוות, ו- p הוא מובהקות השוני
 בין ממוצעים אלו, ע"פ מבחן t בזוגות. בעמודות "ממוצע החזרות" מוצגים ממוצעי היחסים, וסכום המובהקויות
 שלהם, המחושב בפרוצדורת חיבור מובהקויות של χ^2 .
 (*) בחזרת "גליל עליון" (גל"ע) הזן מטיפוס A הוא פינקרטון.

ממוצע החזרות	ח ז ר ו ת						משתנה	פרטי ההשוואה	השוואה בין	
	זיקים	רעננה	גלילע *	יודפת	כברי	אילון			טיפול בומבוס	טיפול לביקורת
0.69	0.67	0.72	--	0.84	0.63	0.61	Rate	דבורי דבש על E	טיפול בומבוס לביקורת	טיפול בומבוס לטיפול דבורים
0.29	0.27	0.35	--	0.58	0.071	0.66	p	דבורי דבש על H		
3.75	0.23	5.76	--	3.50	4.38	4.89	Rate	דבורי דבש על E		
0.78	0.015	0.040	--	0.44	0.34	0.10	p	דבורי דבש על H		
0.37	--	1.57	0.26	--	--	0.18	Rate	דבורי דבש על E	טיפול בומבוס לטיפול דבורים	
0.021	--	0.54	0.089	--	--	0.058	p	דבורי דבש על H		
1.74	--	1.57	1.22	--	--	2.44	Rate	דבורי דבש על E	טיפול דבורים לביקורת	
0.40	--	0.54	0.60	--	--	0.14	p	דבורי דבש על H		
2.18	--	0.92	--	--	--	3.43	Rate	דבורי דבש על E		
0.34	--	0.76	--	--	--	0.079	p	דבורי דבש על H		
0.89	--	0.27	--	--	--	1.50	Rate	על אטינר	מיני דבורים (דבורי דבש לבומבוס)	
0.99	--	0.25	--	--	--	0.29	p	על האס		
14.21	67.13	5.26	1.78	6.29	2.23	2.58	Rate	דבורי בומבוס		זני אבוקדו (אטינר להאס)
2.3E-09	0.0011	3.5E-05	0.094	0.0015	0.015	0.076	p	בטיפול בומבוס		
2.64	8.00	1.17	0.72	0.39	1.90	3.67	Rate	דבורי דבש		
0.31	0.0019	0.35	0.43	0.016	0.16	0.65	p	בטיפול בומבוס		
1.40	0.88	1.92	1.44	0.94	1.99	1.20	Rate	דבורי דבש		
0.58	0.75	0.025	1.20	0.91	0.29	0.38	p	בטיפול בומבוס		
6.40	7.73	8.63	3.56	15.29	2.33	0.85	Rate	דבורי דבש		
5.5E-08	9.3E-04	3.2E-05	0.041	0.0019	0.096	0.82	p	בטיפול בומבוס		
32.33	--	68.83	16.57	--	--	11.59	Rate	דבורי דבש	טיפול בומבוס לביקורת	
1.5E-05	--	4.1E-04	0.0051	--	--	0.050	p	בטיפול דבורים		
21.58	2.55	20.50	--	63.50	16.29	5.07	Rate	דבורי דבש		
3.6E-07	0.0034	0.0011	--	0.0022	0.0013	0.18	p	בביקורת		

טבלה 6: השוואת צפיפות דבורים בין טיפולים, זני אבוקדו ומיני דבורים, עונת 1998
 (*) בחזרת "שער הגולן" הזן מטיפוס A הוא פינקרטון.

השוואה בין		פרטי ההשוואה	משתנה	ח ז ר ו ת			ממוצע החזרות
טיפולים	טיפול בומבוס לביקורת	דבורי דבש על E	Rate p	רעננה 0.098	חולדה 0.79	שער הגולן * 1.06	0.65
		דבורי דבש על H	Rate p	0.0094	0.17	0.61	0.064
		דבורי דבש על E	Rate p	0.52	0.29	0.85	0.55
	טיפול בומבוס לטיפול דבורים	דבורי דבש על H	Rate p	0.050	0.11	0.15	0.027
		דבורי דבש על E	Rate p	0.40	---	---	0.40
		דבורי דבש על H	Rate p	0.28	---	---	0.28
	טיפול דבורים לביקורת	דבורי דבש על H	Rate p	0.36	---	---	0.36
		דבורי דבש על E	Rate p	0.25	---	---	0.25
		דבורי דבש על E	Rate p	0.25	---	---	0.25
		דבורי דבש על H	Rate p	0.032	---	---	0.032
	מיני דבורים (דבורי דבש לבומבוס)	דבורי דבש על H	Rate p	1.45	---	---	1.45
		דבורי דבש על E	Rate p	0.47	---	---	0.47
		על אטינר	Rate p	3.00	14.84	90.08	35.98
על האס		Rate p	0.030	0.023	1.9E-05	2.4E-06	
זני אבוקדו (אטינר להאס)	דבורי דבש על H	Rate p	1.37	13.14	41.50	18.67	
	דבורי דבש על E	Rate p	0.36	0.035	1.1E-08	3.9E-08	
	דבורי בומבוס בטיפול בומבוס	Rate p	1.27	2.72	0.96	1.65	
	דבורי דבש בטיפול בומבוס	Rate p	0.30	0.083	0.46	0.44	
	דבורי דבש בטיפול בומבוס	Rate p	2.80	3.07	2.08	דבורי דבש בכל	
	דבורי דבש בטיפול דבורים	Rate p	0.028	0.077	0.0041	הטיפולים ↓	
	דבורי דבש בטיפול דבורים	Rate p	2.52	---	---	4.01	
	דבורי דבש בביקורת	Rate p	0.11	---	---	1.5E-05	
			14.82	1.23	1.66	0.43	0.0051

טבלה 7: השוואת צפיפות דבורים בין טיפולים, זני אבוקדו ומיני דבורים, עונת 1999
 Rate הוא היחס בין הממוצעים של צפיפות דבורים (דבורים לעץ) במערכות המושות, ו- p הוא מובהקות השוני בין ממוצעים אלו, המחושבת ע"פ מבחן t בזוגות. בעמודות "ממוצע החזרות" מוצגים ממוצעי היחסים, וסכום המובהקות של χ^2 שלהם, המחושב בפרוצדורת חיבור מובהקות של χ^2 .
 (*) בחזרות "שער הגולן" (שעה"ג) ו"כפר מסריק" (כפר מס.) הזן מטיפוס A הוא פינקרטון.

ממוצע החזרות	ח ז ר ו ת										משתנה	ההשוואה	השוואה בין	
	דליה	גבעת בר.	כפר מס.	נעתון	עין המ.	רעננה 2	אילון 2	שעה"ג	חולדה	מכר 2			טיפולים	טיפול
0.937 0.80	1.07 0.86	0.97 0.90	1.00 1.00	0.73 0.13	0.60 0.034	0.60 0.13	1.31 0.46	1.06 0.80	0.85 0.33	1.19 0.60	Rate p	E דבורי דבש על	מניני דבורים (דבורי דבש לבומבוס)	טיפול בומבוס לביקורת
1.158 0.94	0.51 0.66	0.71 0.47	0.66 0.43	0.70 0.14	0.56 0.29	4.25 0.31	1.11 0.81	1.01 0.98	0.78 0.10	1.29 0.57	Rate p	H דבורי דבש על		טיפול בומבוס לטיפול דבורים
0.600 0.030	0.80 0.45	--	--	--	--	0.39 0.0070	0.61 0.29	--	--	--	Rate p	E דבורי דבש על		טיפול בומבוס לטיפול דבורים
1.115 0.79	0.45 0.54	--	--	--	--	0.28 0.058	2.61 0.15	--	--	--	Rate p	H דבורי דבש על		טיפול בומבוס לטיפול דבורים
1.668 0.11	1.34 0.44	--	--	--	--	1.53 0.10	2.14 0.13	--	--	--	Rate p	E דבורי דבש על		טיפול בומבוס לטיפול דבורים
5.531 0.51	1.13 0.92	--	--	--	--	15.03 0.011	0.43 0.14	--	--	--	Rate p	H דבורי דבש על		טיפול בומבוס לטיפול דבורים
48.02 1.0E-14	4.66 0.0010	135.1 0.025	77.5 7.8E-04	52.5 4.3E-04	16.73 2.3E-03	10.56 6.3E-03	23.31 7.3E-03	140.1 0.013	11.14 0.017	8.58 3.0E-03	Rate p	על אטינר	מניני דבורים (דבורי דבש לבומבוס)	על האס
46.69 8.5E-08	7.63 0.15	117.1 0.063	44.94 0.0032	148.5 0.025	3.68 0.26	22.7 0.12	9.25 0.030	94.74 0.010	13.84 0.019	4.49 0.017	Rate p	על האס		על האס
1.911 0.10	2.35 0.087	1.12 0.44	1.11 0.47	4.55 0.11	0.67 0.31	3.70 0.033	0.71 0.34	2.00 0.22	1.76 0.011	1.12 0.46	Rate p	דבורי בומבוס בטיפול בומבוס	זני אבוקדו (אטינר להאס)	דבורי בומבוס בטיפול בומבוס
1.934 6.5E-04	1.44 0.25	1.30 0.36	1.92 0.041	1.61 0.17	3.05 0.015	1.72 0.21	1.80 0.12	2.96 0.045	1.42 0.23	2.15 0.030	Rate p	דבורי דבש בטיפול בומבוס		דבורי דבש בטיפול בומבוס
3.235 0.13	0.82 0.39	--	--	--	--	1.25 0.21	7.64 0.014	--	--	--	Rate p	דבורי דבש בטיפול דבורים		דבורי דבש בטיפול דבורים
2.751 2.0E-06	0.69 0.35	0.95 0.46	1.27 0.23	1.55 0.19	2.85 0.017	12.3 1.0E-04	1.52 0.12	2.81 0.039	1.29 0.31	2.33 0.018	Rate p	דבורי דבש בביקורת		דבורי דבש בביקורת
1.268 0.87	1.00 1.00	0 ברחוק 0.084	--	--	1.99 0.081	0 ברחוק 0.21	0.80 0.75	0.50 0.36	0.65 0.24	2.67 0.32	Rate p	דבורי בומבוס בטיפול בומבוס	האס קרוב להאס רחוק	דבורי בומבוס בטיפול בומבוס
2.030 0.82	1.79 0.35	3.47 0.14	--	--	1.29 0.54	4.25 0.24	2.06 0.045	0.59 0.085	0.87 0.23	1.92 0.30	Rate p	דבורי דבש בטיפול בומבוס		דבורי דבש בטיפול בומבוס
0.955 0.86	0.84 0.24	--	--	--	--	1.21 0.053	0.81 0.80	--	--	--	Rate p	דבורי דבש בטיפול דבורים		דבורי דבש בטיפול דבורים
1.491 0.20	0.88 0.39	3.40 0.024	0.90 0.38	--	--	1.60 0.070	1.25 0.58	1.26 0.19	1.14 0.088	--	Rate p	דבורי דבש בביקורת		דבורי דבש בביקורת

טבלה 8: המתאם בין צפיפות דבורים לבין צפיפות הפרחים באבוקדו, עונת 1997
 משתנים: r הוא מקדם המתאם ו- p הוא מובהקות המתאם בין צפיפות דבורים (דבורים לעץ) לבין צפיפות הפרחים (פרחים לענף). "כל החזרות" הוא סכום מובהקות החזרות, המחושב בפרוצדורת חיבור מובהקות של χ^2 .
 (*) בחזרות "גליל עליון" (גל"ע) הזן מטיפוס A הוא פינקרטון.

מתאם בין	טיפול	משתנה	אילון	כברי	גל"ע *	רעננה	זיקים	כל החזרות
בומבוס לפריחת אטינר	בומבוס	r	0.57	0.46	0.16	0.68	0.40	8.7E-05
		p	0.027	0.033	0.33	6.7E-04	0.081	
דבורי דבש לפריחת אטינר	בומבוס	r	0.41	0.58	0.077	0.31	0.33	0.024
		p	0.092	0.074	0.42	0.099	0.12	
דבורי דבש ביקורת	דבורי דבש	r	0.22	--	-0.22	0.66	--	0.045
		p	0.23	--	0.27	0.0019	--	
בומבוס לפריחת האס	ביקורת	r	-0.13	0.19	--	0.32	0.51	0.17
		p	0.32	0.24	--	0.12	0.032	
דבורי דבש לפריחת האס	בומבוס	r	0.28	0.086	0.47	0.36	0.22	0.083
		p	0.25	0.38	0.086	0.12	0.25	
דבורי דבש בביקורת	בומבוס	r	-0.11	-0.18	0.31	-0.18	0.23	1.00
		p	0.40	0.26	0.20	0.29	0.24	
דבורי דבש בביקורת	דבורי דבש	r	0.29	--	0.068	0.45	--	0.081
		p	0.22	--	0.42	0.039	--	
דבורי דבש בביקורת	ביקורת	r	0.53	0.57	--	0.42	0.29	0.018
		p	0.069	0.016	--	0.45	0.20	

טבלה 9: השוואה של מדדי פעילות דבורי הדבש בין עונות הפריחה

Avg: ממוצע צפיפות דבורים בתצפית; Max: מקסימום צפיפות דבורים (דבורים לעץ) בתצפית; Percent: אחוז ימי האבקה טובה (ראה הסבר בראשית הסעיף). מובהקות השוני בין העונות מופיעה בהצטלבות העונות, בשורה של המדד ובעמודה של הזן הנידונים. מדדי יעילות ההאבקה בעונות הפריחה שנכללו במחקר מושווים במבחן t. נתוני "אחוז ימי האבקה טובה" משווים לאחר טרנספורמצית ArcSin.

מובהקות ההבדל בין העונות (p)									
ה א ס			אטינגר			ממוצעים עונתיים		משתנה	עונה
1998	1997	1996	1998	1997	1996	האס	אטינגר		
						2.3	7.3	Avg	1996
						8.1	27.6	Max	
						20.8	61.8	Percent	
		0.070			0.060	0.6	3.7	Avg	1997
		0.20			0.081	5.2	16.4	Max	
		0.11			0.094	7.9	41.5	Percent	
	0.018	0.37		0.061	0.41	2.9	6.6	Avg	1998
	0.049	0.25		0.16	0.31	11.9	23.6	Max	
	0.0051	0.25		0.17	0.33	32.1	55.1	Percent	
0.22	3.8E-04	0.11	0.48	0.026	0.36	4.1	6.5	Avg	1999
0.10	1.6E-03	0.031	0.39	0.16	0.20	21.3	21.8	Max	
0.40	6.5E-04	0.12	0.28	0.026	0.50	35.2	61.9	Percent	

טבלה 10: השוואת "אחוז ימי האבקה טובה" בין דבורי בומבוס לדבורי דבש

ממוצעי "אחוז ימי האבקה טובה" (אחוז יהא"ט) משווים במבחן t לאחר טרנספורמצית ArcSin. השוואה מבוצעת רק בין "טיפול בומבוס" לביקורת, מכיוון שמספר החזרות עם "טיפול דבורי דבש" (1996, 0 - 1997, 3 - 1998, 1 - 1999, 3) אינו מספיק לשם כך.

זן	משתנה	1996	1997	1998	1999	ארבע עונות
אטינגר	1. אחוז יהא"ט בומבוס	81.0	63.7	69.8	48.8	61.15
	2. אחוז יהא"ט דבורי דבש בטפול	---	57.8	42.9	88.9	68.99
	3. אחוז יהא"ט דבורי דבש בבקורת	61.8	44.3	52.4	68.2	58.69
	יחס ממוצעים 1. ל- 3.	1.31	1.44	1.33	0.72	1.04
	מובהקות ההבדל בין 1. ל- 3.	0.13	0.0037	0.28	0.41	0.066
	4. אחוז יהא"ט בומבוס	47.9	59.6	44.1	45.7	48.58
האס	5. אחוז יהא"ט דבורי דבש בטפול	---	0.0	14.3	42.6	20.30
	6. אחוז יהא"ט דבורי דבש בבקורת	20.8	6.7	28.1	36.9	23.35
	יחס ממוצעים 4. ל- 6.	2.30	8.90	1.57	1.24	2.08
	מובהקות ההבדל בין 4. ל- 6.	5.5E-03	1.6E-05	0.35	0.077	2.6E-06

השוואת פעילות בין דבורי דבש לדבורי בומבוס (טבלאות 5, 6, 7, 8, 10). בכל הבדיקות, וע"פ כל המדדים נמצא יתרון ניכר לדבורי הבומבוס על דבורי הדבש מבחינת הפעילות על האבוקדו.

המתאם בין פעילות הדבורים לפריחת האבוקדו (עונת 1997, טבלה 8) היה חיובי תמיד אצל דבורי הבומבוס (מובהק ב"אטינגר" וקרוב למובהק ב"האס"), והיה שלילי או חיובי-נמוך ובלתי מובהק אצל דבורי הדבש. עם זאת, המתאם של דבורי הדבש בחזרת זיקים וב"טיפול דבורים", בצפיפות של 1 - 1½ ד' לכוורת, היה חיובי כמעט תמיד. תוצאות דומות נמצאו בבדיקות שבוצעו בעונות 1995 ו-1996 (איש-עם וחוב', 1998).

"אחוז ימי האבקה טובה" (4 עונות, טבלה 10) נמצא גבוה אצל דבורי הבומבוס לעומת דבורי הדבש על ה"האס" (בממוצע פי 2), עם יתרון קטן על ה"אטינגר". בעונת 1997, בפעילות דבורי דבש נמוכה, היה יתרון זה מירבי, ובעונת 1999, בפעילות דבורי דבש גבוהה, הוא כמעט נעלם. פעילות דבורי הדבש ב"טיפול הדבורים" הייתה גבוהה יותר משבשאר הטיפולים על ה"אטינגר", ונמוכה על ה"האס" (מובהקות לא נבחנה, מעט מדי חזרות "טיפול דבורים").

תחשיב צפיפות הדבורים (טבלאות 2 עד 7) מראה יתרון ברור לדבורי הבומבוס על דבורי הדבש מבחינת ההעדפה של פריחת האבוקדו. לדבורי הדבש (בצפיפות של כוורת ל-3 ד', עם 30 עצים לד') פוטנציאל של כ-300 דבורים לעץ, בעוד שלדבורי הבומבוס (בצפיפות של כוורת ל-1½ ד') פוטנציאל של 4 דבורים לעץ, פי 70 פחות. עם זאת, צפיפות דבורי הדבש שמדדנו הייתה, בממוצע, גבוהה מצפיפות דבורי הבומבוס רק פי 15.1 ופי 12.6 ב"אטינגר" וב"האס", בהתאמה. כלומר, העדפת האבוקדו ע"י דבורי הבומבוס הייתה גבוהה מזו של דבורי הדבש פי 4.6 ו-5.6 בשני הזנים, בהתאמה. בעונת 1997, בפעילות דבורי דבש נמוכה, עלה יתרון דבורי הבומבוס עד לפי 5 ופי 27 בשני הזנים, ואילו בעונת 1999, בפעילות דבורי דבש גבוהה מאוד, הוא ירד עד לפי 1.5 בלבד, בשניהם.

ב. שיעור הפרחים המואבקים

שיעורי האבקה נבדקו בשני אתרי ניסוי: בחזרת מכר 1 בעונת 1996, ובחזרת אילון 1 בעונת 1997 (טבלה 11). סה"כ נבדקו 40 דגימות האבקה ב"האס" (16 ב"טיפול בומבוס", 16 בביקורת, 8 ב"טיפול דבורים") ו-6 דגימות בלבד ב"אטינגר" (2 ב"טיפול בומבוס", 2 בביקורת, 2 ב"טיפול דבורים", לא מספיק לשם ניתוח סטטיסטי). שיעורי ההאבקה ב"טיפול בומבוס" היו גבוהים מאלו של "טיפול דבורים" והביקורת (מובהק ב"האס"), וב"טפול הדבורים" היו מעט גבוהים מהביקורת ב"אטינגר" ונמוכים ממנה ב"האס" (לא מובהק). כצפוי היו שיעורי האבקת "האס קרוב" גבוהים מאלו של "האס רחוק", ללא הבדל בין "טיפול בומבוס" לשאר הטיפולים. חלקה של ההאבקה הזרה בסה"כ ההאבקה היומי היה גבוה ב"טיפול בומבוס" לעומת "טיפול דבורים" והביקורת (לא מובהק). שלא כצפוי, חלקה של ההאבקה הזרה בסה"כ האבקה יומי היה דומה ב"האס קרוב" וב"האס רחוק".

טבלה 11: שיעורי האבקה ממוצעים (% פרחים מואבקים) בחזרות מכר 1996 ואילון 1997

מספר הדגימות: ב"האס" - 16 ב"טיפול בומבוס" ובביקורת ו-8 ב"טיפול דבורים"; ב"אטינגר" - 2 בכל טיפול. ב"אטינגר" לא נמדד שיעור האבקה זרה, ומספר הדגימות אינו מספיק לשם חישוב מובהקות. אחוזי ההאבקה מושווים במבחן t לאחר טרנספורמצית ArcSin.

טיפול בומבוס			טיפול דבורים			ביקורת		
H קרוב	H רחוק	אטינגר	H קרוב	H רחוק	אטינגר	H קרוב	H רחוק	אטינגר
15.6	10.8	-	3.6	1.4	-	6.2	5.2	-
33.2	18.7	39.0	18.8	8.0	31.0	16.5	13.0	26.9
22.2	13.8	39.0	7.4	3.0	31.0	10.0	8.1	26.9
מובהקות השוני בהשוואה לטיפול בומבוס			0.013	0.036	-	0.0020	0.13	-
			0.017	0.027	?	0.010	0.12	?
מובהקות השוני בין H קרוב ל-H רחוק			0.12	0.44	-	0.098	-	-
			0.025	0.27	-	0.086	-	-

ג. אחוז חנטים שורדים בסוף יוני

אחוז חנטים שורדים בסוף יוני (ממוצעים, והשוואה בין זנים, טיפולים ועונות) מפורטים בטבלה 12. אחוז החנטים השורדים (5 עונות, 1995 עד 1999) מגלה יתרון גדול ומובהק ל"טיפול הבומבוס" על הביקורת, ויתרון דומה, אף שלא מובהק (עקב מיעוט החזרות) מול "טיפול הדבורים", ללא הבדל בין "טיפול הדבורים" לביקורת. הבדל גדול ומובהק נמדד בין העונות, ויתרון "טיפול הבומבוס" בולט עוד יותר ב- 4 עונות המחקר הראשונות. בעונות 1995, 1996 ובעונת 1998 היה יתרון "טיפול הבומבוס" גדול ומובהק, ובעונת 1977 נמדד יתרון דומה, אף שלא מובהק. לעומת זאת, בעונת 1999 לא נמצא לטיפול הבומבוס כל יתרון מבחינת אחוז החנטים השורדים.

טבלה 12: אחוז חנטים שורדים בסוף יוני, עונות 1995 עד 1999
 "אחוז חנטים שורדים בסוף יוני" מתקבל כיחס בין מספר חנטים על ענף בסוף יוני לבין מספרם המירבי במהלך העונה על אותו הענף. האחוזים הושו במבחן Three Way ANOVA (טיפול x זן x עונה) לאחר טרנספורמציה לינארית ArcSin. בטבלה מוצגים ממוצעי המדידות ומובהקות ההבדל (p) שבין הממוצעים.

עונה	משתנה	טיפול בומבוס			טיפול דבורים			ביקורת		
		H קרוב	H רחוק	אטינגר	H קרוב	H רחוק	אטינגר	H קרוב	H רחוק	אטינגר
1995 +	ממוצע	69.5	66.0	35.9	---	---	---	42.4	24.4	35.5
1996	p	בומבוס מול ביקורת = 0.027			---			---		
1997	ממוצע	33.1	28.1	30.4	20.9	6.8	10.4	23.2	19.1	34.6
	p	בומבוס מול ביקורת = 0.15			בומבוס מול דבורים = 0.61			דבורים מול ביקורת = 0.23		
1998	ממוצע	66.5	57.9	52.2	40.6	22.7	19.7	22.9	16.1	21.9
	p	בומבוס מול ביקורת = 0.052			בומבוס מול דבורים = 0.036			דבורים מול ביקורת = 0.90		
1999	ממוצע	24.4	30.2	26.3	34.4	24.0	25.3	23.8	41.8	41.9
	p	בומבוס מול ביקורת = 0.49			בומבוס מול דבורים = 0.066			דבורים מול ביקורת = 0.14		
עד 1995	ממוצע	52.0	46.6	37.1	33.0	16.7	21.1	23.1	17.9	30.0
1998	p	בומבוס מול ביקורת = 0.00082			בומבוס מול דבורים = 0.13			דבורים מול ביקורת = 0.59		
עד 1995	ממוצע	40.0	40.4	3.4	33.6	19.6	23.0	23.6	26.8	34.2
1999	p	בומבוס מול ביקורת = 0.0028			בומבוס מול דבורים = 0.43			דבורים מול ביקורת = 0.21		

מובהקות ההבדל בין העונות:

לשנים 1995 עד 1998 $p=0.0013$, ללא אינטראקציה מובהקת בין עונות לטיפולים ($p=0.48$).
 לשנים 1995 עד 1999 $p=0.0014$, עם אינטראקציה מובהקת בין עונות לטיפולים ($p=0.036$).

ד. יבול

יבולי האבוקדו בחלקות הניסוי, ויחס היבול בין שורות 'האסי' (או 'פינקרטון') רחוקות וקרובות ל'אטינגר' מפורטים בטבלאות 13 ו-14.

השוואה בין "טיפול בומבוס" לביקורת (טבלה 13): מתבססת על 29 ניסויים, שבוצעו ב- 12 אתרים במהלך 5 עונות. בממוצע על כל העונות נמצא יתרון מובהק מאוד ל"טיפול הבומבוס" מבחינת היבול, וקרוב למובהק מבחינת יחס היבול בין 'האסי' רחוק ל'האסי' קרוב ל'אטינגר', ללא הבדל מובהק בין הזנים. תוספת היבול שנמדדה ב"טיפול הבומבוס" הייתה 24%, 15% ו- 20% ב'אטינגר', ב'האסי' ממוצע וב'האסי' רחוק, בהתאמה. הבדל גדול ומובהק נמצא בין העונות: בשלושת עונות הניסוי הראשונות נמדד יתרון גדול ומובהק ל"טיפול הבומבוס", עם תוספת יבול של 46%, 26% ו- 45% ב'אטינגר', ב'האסי' ממוצע וב'האסי' רחוק, בהתאמה, ללא הבדל מובהק בין הזנים. בעונת 1998 לא נמדד כל יתרון לטיפול הבומבוס, ובעונת 1999 נמצאו בטיפולי יבול קטנות או בינוניות שאינן מובהקות.

טבלה 13: יבול בחלקות "טיפול בומבוס" וביקורת, עונות 1995 עד 1999
 נתוני היבול: בעמודות "אטינגר" ו"האס" מוצג יבול חלקות הניסוי (ק"ג/ד), ובעמודה "pH/ר" מוצג היחס בין יבול
 'האס' רחוק ליבול 'האס' קרוב לאטינגר. החזרות שלא נכללו בסיכום כאן מפורטות ב"הערות לטבלה 1".
 ממוצעים: ממוצעי היחס pH/ר חושבו כממוצע חשבוני לאחר טרנספורמצית ArcSin.
 תוספת בטיפול (%): תוספת היבול בטיפול בומבוס, מבוטאת באחוזים מיבול הביקורת.
 שוני (ק): מובהקות השוני בין המשתנים ע"פ מבחן ANOVA. נתוני היחס pH/ר עברו טרנספורמצית ArcSin.
 מפתח סימנים: * חזרות בהן הזן מטיפוס A הוא 'פינקרטון' במקום 'האס'
 — הזן הטיפול אינו מופיע בחזרה
 ? נתונים שלא נבדקו

עונה	אתר (חזרה)	טיפול בומבוס			ביקורת		
		אטינגר	האס	pH/ר	אטינגר	האס	pH/ר
1995	מכר	2551	1842	0.886	751	1112	0.470
	מכר	3140	577	0.862	1466	1028	0.925
	יודפת 1	1240	2500	0.784	1550	2000	0.691
	זיקים	2016	1515	0.955	1000	984	0.305
	ממוצע	2237	1609	0.872	1192	1281	0.584
	תוספת בטיפול (%)	87.7	25.6	49.2			
		ביבול: בין טפולים=0.042, בין זנים=0.29; ביחס pH/ר: בין טפולים=0.094					
1997	יודפת 1	1570	823	0.861	1390	206	1.018
	זיקים	2250	1566	0.970	1735	2405	0.829
	אילון 1	2803	1785	0.754	3150	1350	0.437
	רעננה 1	1605	1748	1.905	1086	1321	1.078
	גבעת ברנר 1	2800	2829	?	1926	1757	?
	גבעת ברנר 2	2876	2379	?	1595	1690	?
	ממוצע	2317	1855	1.177	1814	1455	0.832
	תוספת בטיפול (%)	27.8	27.5	41.5			
		ביבול: בין טפולים=0.12, בין זנים=0.17; ביחס pH/ר: בין טפולים=0.14					
שלוש עונות ראשונות	ממוצע	2285	1756	1.025	1565	1385	0.706
	תוספת בטיפול (%)	46.0	26.8	45.2			
		ביבול: בין טפולים=0.008, בין זנים=0.08; ביחס pH/ר: בין טפולים=0.030					
1998	אילון 1	301	668	0.242	1043	500	0.450
	רעננה 1	436	2103	0.971	1738	2746	1.341
	גבעת ברנר 1	1365	752	0.481	802	498	0.608
	גבעת ברנר 2	1334	334	?	784	658	0.343
	בית העמק	1100	1072	---	900	1500	---
	יודפת 2	805	1093	0.999	472	700	0.590
	עמק הירדן *	1220	2527	0.808	1100	2330	0.792
	ממוצע	937	1221	0.680	977	1276	0.675
	תוספת בטיפול (%)	-4.1	-4.3	+0.7			
		כל ההבדלים אינם מובהקים					
1999	גבעת ברנר 1	2336	1973	0.920	1526	1493	0.620
	גבעת ברנר 2	2980	1566	0.697	1372	1686	0.632
	בית העמק	2400	2637	---	2500	2300	---
	יודפת 2	1780	2080	0.962	2331	1700	0.827
	עמק הירדן *	2008	3250	1.031	1990	2650	1.069
	אילון 2	2267	1981	0.444	2175	1456	0.558
	רעננה 2	2414	1517	?	2137	559	0.953
	כפר מסריק	2200	3423	---	1994	2749	---
	כפר מסריק *	---	2440	---	---	3072	0.837
	געתון	1080	2100	---	1100	2100	---
	עין המפרץ	4425	1959	---	3283	2156	---
	דליה	1971	2208	1.007	1597	1456	0.880
	ממוצע	1801	1878	0.765	1602	1701	0.742
	תוספת בטיפול (%)	12.4	10.4	3.1			
		כל ההבדלים אינם מובהקים					
כל 5 העונות	ממוצע	1974	1836	0.874	1589	1592	0.729
	תוספת בטיפול (%)	24.2	15.3	19.8			
		ביבול: בין טפולים=0.006, בין זנים=0.29; ביחס pH/ר: בין טפולים=0.083 בין העונות: $p=7.2E-08$					

טבלה 14: יבול בחלקות "טיפול בומבוס", "טיפול דבורים" וביקורת, 1997 - 1999

נתוני יבול: בעמודות "אטינגר", "האס" מוצג יבול חלקות הניסוי (ק"ג/ד'), ובעמודה "pH/רH" מוצג היחס בין יבול ה'האס' הרחוק ליבול ה'האס' הקרוב ל'אטינגר'.

ממוצעים: ממוצעי היחס pH/רH חושבו כממוצע חשבוני לאחר טרנספורמצית ArcSin.

תוספת (%): תוספת היבול בטיפול הבומבוס, מבוטאת באחוזים מיבול טיפול הדבורים הביקורת.

מפתח סימנים: * חזרות בהן הזן מטיפוס A הוא 'פינקרטון' במקום 'האס'

הזן/הטיפול אינו מופיע בחזרה ---

? נתונים שלא נבדקו

עונה	אתר (חזרה)	טיפול בומבוס			טיפול דבורים			ביקורת		
		אטינגר	האס	pH/רH	אטינגר	האס	pH/רH	אטינגר	האס	pH/רH
1997	אילון 1	2803	1785	0.754	2817	1150	0.818	3150	1350	0.437
	רעננה 1	1605	1748	1.905	1900	380	0.557	1086	1321	1.078
1998	אילון 1	301	668	0.242	509	695	0.570	1043	500	0.450
	רעננה 1	436	2103	0.971	1225	1164	0.943	1738	2746	1.341
1999	אילון 2	2267	1981	0.444	2482	1344	0.677	2175	1456	0.558
	רעננה 2	2414	1517	?	1693	1461	1.140	2137	559	0.953
	דליה	1971	2208	1.007	1920	1538	0.540	1597	1456	0.880
כל 3 העונות	ממוצע	1686	1716	0.902	1792	1105	0.744	1847	1341	0.804
	תוספת (%)	טיפול בומבוס מול:			-6.0	55.3	21.2	-8.7	27.9	12.2
		טיפול דבורים מול ביקורת:						-2.9	-17.6	-7.4
שוני (ק)		השוני בין הטיפולים (מבחינת היבול ומבחינת היחס pH/רH) אינו משמעותי. בין העונות: p=0.032, בין הזנים: p=0.079, אינטראקציה בין זנים לעונות: p=0.030								

טבלה 15: יבולים ב"טיפול בומבוס לבד", "דבורי דבש לבד" ו"דבורי דבש ובומבוס", 1998, 1999

הניסוי בוצע באתר אחד (מכר - בית העמק), במהלך שתי עונות. בחלקת ה"בומבוס בלבד" (מכר) הוצבו כוורות בומבוס בצפיפות של כוורת / 1 ד'. בחלקת "דבורי דבש בלבד" (בית העמק) הייתה צפיפות הדבורים כוורת / 3 ד', ובחלקת "בומבוס ודבורי דבש" (בית העמק) הוצבו: כוורת / 1.5 ד' בומבוס, וכוורת / 3 ד' דבורי דבש.

עונה	בומבוס בלבד			דבורים בלבד			בומבוס ודבורי דבש		
	אטינגר	האס	pH/רH	אטינגר	האס	pH/רH	אטינגר	האס	pH/רH
1998	682	729	0.981	900	1500	---	1100	1072	0.674
1999	2919	2498	---	2500	2300	---	2400	2637	0.939
ממוצע	1801	1614	---	1700	1900	---	1750	1855	0.807

השוואה בין "טיפול בומבוס", "טיפול דבורים" וביקורת (טבלה 14): מתבססת על 7 ניסויים בלבד, שבוצעו ב- 3

אתרים במהלך 3 עונות המחקר האחרונות. בממוצע על כל 3 העונות נמדדה ב"טיפול הבומבוס" עליית יבול ניכרת, אם כי לא מובהקת, ב'האס': 55% מול "טיפול הדבורים" ו- 28% מול הביקורת. לא נמצא שוני ביבול ה'אטינגר' בין הטיפולים, וכן לא נמצא שוני בין "טיפול הדבורים" לבין הביקורת. מידת השונות שנצפתה בין אתרי החזרות במערכת זו הייתה גבוהה במיוחד.

השפעת דבורי הבומבוס על הזן 'פיקורטון' (טבלה 13): נבדקה בשלושה אתרים: גליל עליון, שער הגולן וכפר מסריק (טבלה 1), ונאספו נתוני יבול מלאים משלושה ניסויים בלבד: שער הגולן ב- 1998, 1999, וכפר מסריק ב- 1999. מממוצע שלושה ניסויים אלו לא עולה שוני בין הטיפול לביקורת: בטיפול היבול 2739 ק"ג/ד' ויחס היבול בין עצים רחוקים וקרובים ליאטינגר' 0.92, ואילו בביקורת הערכים הם 2684 ק"ג/ד' ו- 0.90, בהתאמה.

השוואה בין שילוב בומבוס דבורי דבש, לבין דבורי דבש לבד, או בומבוס לבד (טבלה 15): נבחנו באתר אחד בלבד (מכר – בית העמק, טבלה 1) בשתי עונות (1998, 1999). תוצאות התצפית אינן מראות על הבדל בין שלושת הטיפולים. יש לציין כי בחלקת ה"בומבוס בלבד" נראו דבורי דבש בצפיפות נמוכה, ביחוד בעונת 1999.

יחסי גומלין בין דבורי בומבוס לבין ריסוס קולטר בזן 'האס' (טבלה 16): נבחנו לראשונה בעונת 1999 בשלושה אתרים (טבלה 1): גבעת ברנר, כפר מסריק ועין המפרץ. בשלושת אתרי הניסוי היה יבול ה'האס' בחלקת הביקורת גבוה במידה ניכרת בטיפול ה"קולטר + " לעומת ה"קולטר -", בממוצע על שלושתם בכ- 50%. לעומת זאת בחלקות טיפול הבומבוס לא נצפתה כל עלית יבול בטיפול ה"קולטר + " לעומת ה"קולטר -", ולמעשה אף היה יבול ה"קולטר -" בחלקות אלה גבוה מיבול ה"קולטר +".

טבלה 16: השפעת טיפול בומבוס וריסוס מעכב צמיחה על יבול ה'האס', עונת 1999
בכל חלקה סומנו באקראי 20 עצי 'האס', שלא קיבלו ריסוס בהורמון מעכב צמיחה בעונת הפריחה. יבולם הושווה ליבול של 20 עצים אחרים שרוססו כרגיל (גבעת ברנר, כפר מסריק), או ליבול שאר עצי החלקה (עין המפרץ).

אתר	טיפול בומבוס			ביקורת		
	קולטר +	קולטר -	קולטר +/קולטר -	קולטר +	קולטר -	קולטר +/קולטר -
גבעת ברנר	2082	2374	0.877	1856	778	2.386
כפר מסריק	3233	3612	0.895	3082	2415	1.276
עין המפרץ	1772	2877	0.616	2374	1648	1.441
ממוצע	2362	2954	0.800	2437	1614	1.510

ד י ו

א. מדדים ליעילות ההאבקה

המדד הישיר של יעילות ההאבקה הם "שיעורי ההאבקה" (אחוז צלקות מואבקות ומספר גרגרי אבקה לצלקת בהאבקת שכנים ובהאבקה זרה, ראה בסעיף ב'). מדד זה דורש עבודה רבה, ובוצע במספר מוגבל של אתרים ועונות (טבלה 11). מדדים עקיפים מסתמכים על פעילות הדבורים. "מתאם בין צפיפות דבורים לבין צפיפות פרחים" (אי-ש-עס ואיזיקוביץ, 1992) הוא מדד אמין שנבדק בעונות 1995, 1996 ו- 1997 (טבלה 8). עקב מגבלות תקציב ויתרנו בעונות 1998 ו- 1999 על ספירת פרחים, הדרושה למדד זה, והסתפקנו במדדים: "צפיפות דבורים ממוצעת", "צפיפות דבורים מירבית" ו"אחוז ימי האבקה טובה" (הסבר ב"תוצאות"). במספר אתרים הופיעו חנטה ויבול למרות שנמדד 0% "ימי האבקה טובה" (טבלאות 2, 3, 4). ייתכנו מספר הסברים לכך: א. היו "ימי האבקה טובה" בימים שבין התצפיות (בוצעו אחת ל- 5-7 ימים). ב. התצפיות לא התבצעו בשעת שיא צפיפות הדבורים על האבוקדו (ראה "שיטות וחמרים"), עקב מגבלות זמן של המודד או שינויי מזג אוויר בלתי צפויים. ג. ספירת הדבורים על העץ, ביחוד בימים מעוננים ועל עצים גבוהים, לא הייתה מדויקת.

ב. פעילות הדבורים על האבוקדו

צפיפות דבורי הדבש על אבוקדו, במצב פריחה נתון, נקבעת ע"י צפיפות אוכלוסיית הדבורים באיזור (צפיפות הכוורות וחוזקן), ע"י כמות ואיכות הפריחה המתחרה, וע"י מזג האוויר. הגורם הראשון מאלו נתון, במידה רבה, לשליטתנו, ואילו שני הגורמים הנוספים לא, והם משתנים במידה רבה בין עונות ואיזורים. דבורי הדבש מקצות את מרבית זמנן למקורות מזון המועדפים על-ידן, ורק כשאלו מנוצלים הן מעבירות פועלות לשאר מקורות המזון. לפרחי אבוקדו עדיפות יחסית נמוכה לגבי דבורי דבש (איש-עם ואיזיקוביץ, 1992). במרבית העונה מבקרות בו רק 1-5 דבורים לעץ (0.3% עד 2% מדבורי השדה, שהן בעיקר "סיירות"), ואפילו בתנאי פעילות דבורים גבוהה, של 30 דבורים לעץ, מבקרות כ- 90% מפועלות השדה בפריחה מתחרה. הגדלת צפיפות הכוורות מעלה, בשלב ראשון, את פעילותן על האיטינגר, האטרקטיבי יותר, וכאשר הפריחה המתחרה נחלשת, כפי שהיה ב- 1999, גם על ה'האסי'. פעילות דבורי הדבש גבוהה בתנאי אביב חם (1998) או מתון (1999), ויורדת הרבה באביב קריר וגשום (1997).

לעומת זאת, פעילות דבורי הבומבוס על האבוקדו מושפעת רק במעט מפריחה מתחרה. המתאם שלה עם פריחת האבוקדו גבוה והיא משתנה רק מעט בין עונות ואתרים, ואף בין זני האבוקדו. פעילות הבומבוס אינה נפגעת בתנאי קור וגשם, אך הם סובלים בתנאי חום כבד, כפי שהיו באפריל-מאי 1998, וכפי שקיימים לעיתים קרובות בעמק הירדן. ואמנם, מצאנו יתרון ניכר לפעילות הבומבוס על דבורי הדבש במרבית העונות והאתרים, שהגיע לשיאו בעונת 1997, שהייתה קרירה, גשומה ועתירת פריחה מתחרה. יתרון דבורי הבומבוס הצטמצם בעונת 1998, החמה מאוד ודלה בפרחי בר, ועוד יותר בעונת 1999, שבה כמעט שלא הייתה פריחה מתחרה לאבוקדו לאחר החורף השחון. בתנאי שער הגולן פעילות דבורי הבומבוס הייתה נמוכה. מדידות האבקה שביצענו בעונות 1996 ו- 1997 (טבלה 11), ומדידות שיעור הפירות הזרים שביצענו בעונת 1996 (איש-עם וחובי, 1998), מצביעות אף הן על שיפור ניכר של תנאי ההאבקה, וההאבקה הזרה בפרט, בחלקות טיפול הבומבוס בעונות ההן.

ג. שיעור החנטים השורדים באבוקדו בסוף יוני

פריחת האבוקדו נושאת עודף פרחים, המשמש כאמצעי משיכה למאביקים, וכמלאי לסלקציה בשלבי החנטה וצמיחת החנטים. נראה כי לשם הפריה בטוחה נדרשים כ- 20 גרגרי אבקה לצלקת (שוכל, 1987), מה שמחייב מספר ביקורים לפרח ופעילות דבורים רבה. ההסתברות להאבקה בין פרחים שכנים בתוך העץ רבה, ואילו ההסתברות להאבקה זרה נמוכה, ויורדת במהירות עם גידול המרחק מתורם האבקה, ולכן מרבית החנטים הצעירים הם חנטים עצמיים (Degani and Gazit, 1984; Degani et al., 1989). עם זאת, לאבקה זרה שיעור הצלחה גבוה יותר בחנטה (Eisenstein and Gazit, 1989). בתנאי האבקה סבירים מושג עודף ניכר של חנטים. עיקר נשירת החנטים מתרחשת עד לסוף יוני, והיא מושפעת מתנאי עקה, ובעיקר מחום ויובש קיצוניים. בשלב זה מתרחשת סלקציה נוספת, ונושרים בעיקר החנטים העצמיים (גולדרינג, 1985). מכאן נובע כי שיעור החנטה הראשוני מושפע הן משה"כ שיעור ההאבקה, והן משיעור ההאבקה הזרה, בעוד ששיעור נשירת החנטים מושפע משיעור ההאבקה הזרה ומתנאי העקה. העליה הניכרת בשיעור החנטים השורדים שמדדנו בחלקות "טיפול הבומבוס" (טבלה 12) היא, כנראה, תוצאה מהעליה בשיעור ההאבקה הזרה שם. בחלקות "טיפול הדבורים" לא מדדנו עליה בשיעור ההאבקה הזרה ובשיעור החנטים השורדים (טבלאות 11, 12), ונראה כי העליה בצפיפות דבורי הדבש משפרת את סה"כ שיעור ההאבקה, אך לא את שיעור ההאבקה הזרה. בעונת 1999 לא מצאנו יתרון לטיפול הבומבוס מבחינת שיעור החנטים השורדים, כנראה בגלל שיעורי ההאבקה והחנטה הגבוהים ביותר, ותנאי מזג האוויר המתון, ללא חמסינים, שאפיינו עונה זו.

ד. תרומת דבורי הבומבוס ליבול האבוקדו

ב"טיפול הבומבוס" מצאנו תוספת יבול מובהקת בזנים 'אטינגר' ו'האס' בממוצע של 5 עונות המחקר (טבלה 13), עם הבדל ניכר בין העונות. תוספת היבול בשלוש העונות הראשונות (1995, 1996, 1997) הייתה גדולה ומובהקת, והתאימה ליתרון הניכר שמצאנו בפעילות הבומבוס בהשוואה לדבורי הדבש בעונות אלו. בעונת 1996 אמנם מדדנו פעילות גבוהה של דבורי דבש (טבלה 9), אך מצאנו בה גם יתרון ניכר לפעילות הבומבוס על דבורי הדבש (טבלה 10), ואף עליה בשיעור החנטים השורדים ב"טיפול הבומבוס" (טבלה 12). בעונת 1998 לא מצאנו הבדל בין היבול של הטיפולים השונים (טבלה 13). גם בעונה זו צפינו בפעילות טובה של דבורי דבש על אבוקדו, עם יתרון לא מובהק בפעילות לדבורי הבומבוס (טבלאות 6, 10) ויתרון כמעט מובהק לשיעור החנטים השורדים ב"טיפול הבומבוס" (טבלה 12). נראה כי שני גלי החמסין הקשים, שהיו באפריל וביוני של עונה זו, פגעו הן בדבורי הבומבוס והן ביבול, שהיה נמוך מאוד במרבית אתרי הניסוי (טבלה 13). בעונת 1999 מדדנו בחלקות "טיפול הבומבוס" עליית יבול בינונית עד נמוכה על רקע של יבולים גבוהים במיוחד במרבית האתרים (טבלה 13). בעונה זו צפינו בפעילות גבוהה ביותר של דבורי דבש (טבלה 9), כמעט ללא יתרון לפעילות הבומבוס (טבלאות 7, 10) וללא יתרון בשיעור החנטים השורדים בחלקות "טיפול הבומבוס" (טבלה 12).

נראה כי תוספת היבול שנובעת מהוספת דבורי בומבוס למטע תלויה במידה ניכרת בפעילות דבורי הדבש ובמזג האוויר: תוספת זו עולה ככל שפעילות דבורי הדבש בעת פריחת זני האבוקדו המוקדמים יורדת, וככל שמזג האוויר בתקופת זו קריר יותר. נראה כי גלי חום בתקופה שלאחר הפריחה, כפי שהיו במאי 1996 ובמאי-יוני 1995, אינם פוגעים בתרומת דבורי הבומבוס ליבול, ואולי אף עוזרים לה. לא אספנו די מידע לגבי תרומה אפשרית של דבורי הבומבוס ליבול של זנים נוספים.

חשובה ההשוואה בין "טיפול הבומבוס" (דבורי בומבוס בנוסף לדבורי דבש) לבין "טיפול הדבורים" (הכפלת צפיפות דבורי הדבש). אין בידינו די חזרות של "טיפול דבורים", ומאלו שביצענו נראה כי הכפלת צפיפות דבורי הדבש העלתה את פעילותן על האבוקדו במידה ניכרת, אך לא העלתה את שיעורי ההאבקה, החנטים השורדים והיבול (טבלאות 11, 12, 13). מומלץ לבחון נושא זה לעומק, מכיוון שהוא מציע שתי חלופות לשיפור נושא האבקה האבוקדו. לאור המחקר הנוכחי נראה לנו כי הפתרון האופטימלי יהיה שימוש משולב בדבורי דבש ודבורי בומבוס. יעילותן של דבורי הדבש מירבית בתקופות של גלי חום, ובשעות החמות של היום, ובעיקר כאשר רמת התחרות על ההאבקה נמוכה. דבורי הבומבוס משלימות אותן, בהיותן יעילות בתקופות קרירות וגשומות, ובשעות קרירות של היום, והן יעילות גם מול פריחה מתחרה חזקה. יש לציין כי שילוב כזה של דבורי דבש ובומבוס בתנאי שדה נמצא כבר לפני כעשור כממשק אופטימלי להאבקה קיווי בניו-זילנד (Read et al., 1989).

שימוש משולב של דבורי בומבוס ודבורי דבש מיושם זה שלוש עונות במטע הביולוגי של יודפת בגליל המערבי, בשטח של 400 ד'. תוצאותיו נראות מבטיחות: היבול במטע, שהיה נחות לעומת מטעים המשתמשים בריסוסי קולטר, קפץ והשתווה לשאר המטעים. יישום דבורי הבומבוס בשטח גדול ורצוף נמצא יעיל במיוחד, ופעילותם במטע זה כפולה לפחות מזו שמדדנו בחלקות הניסוי הקטנות. עקב זאת הפעלנו ב-1999 ניסוי משולב של בומבוס וקולטר, ולאור התוצאות הראשוניות (טבלה 16) אנו ממליצים להמשיכו.

תוצאות

יבואו על התודה מבצעי הניסוי באתריו השונים. לעזר רב היו הרכזים ובעלי המטעים בהם בוצע הניסוי. בדיקות ההורה הזכרי של פירות ה'האס' בוצעו במעבדה של דר. חמדה דגני במרכז וולקני, בהשתתפות אירנה קאופמן. בניתוח הסטטיסטי של הנתונים נעזרנו בדר. הילרי פוט מהפקולטה לחקלאות, ואנו מודים לה על כך. הניסוי מומן ע"י קרן המדען הראשי, מו"פ מטעים ומועצת הפירות, ובוצע בתמיכת יצרני כוורות הבומבוס: "שרותי האבקה יד מרדכי" ו"ביו-ביי" קבוץ שדה אליהו.