

תוכן ענינים

1	דף שער
3	דף פתיחה ותקציר
4	הדוח המפורט
4	מבוא
4	עטלפי חרקים במערכות חקלאיות
4	עטלפי חרקים כספקי שירותים אקולוגיים במערכות חקלאיות
5	הדברה ביולוגית ועטלפי חרקים
5	שיטות המחקר
	מטרת מחקר ראשונה - עושר מיני העטלפים ופעילותם בשדות כותנה
5	והקשר לחרקים מזיקים
5	אזור המחקר
5	דיגום חרקים
5	דיגום עטלפים
5	מטרת מחקר שנייה - בחינת הקשר בין מזון העטלפים למזיקים
6	מטרת מחקר שלישית – הצבת בתי עטלפים לממשק בר קיימא
7	תוצאות ודיון
14	סיכום עם שאלות מנחות
15	רשימת ספרות

מראה מקום

7	תמונה 1
7	תמונה 2
8	איור 1
8	איור 2
9	איור 3
9	איור 4
10	איור 5
11	איור 6
11	איור 7
12	איור 8
12	טבלה 1
13	טבלה 2
14	מפה 1
14	מפה 2

דו"ח לתכנית מחקר מספר 857-0713-14

דו"ח שנה שלישית וסופי

חקלאות בת-קיימא ושמירת המגוון הביולוגי: עושר מיני עטלפי חרקים וחשיבותם ככלי לממשק בר-קיימא בגידולי שלחין

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות למשאבי טבע מרעה וייעור

ע"י

ד"ר כרמי קורין, המחלקה לאקולוגיה מדברית ע"ש מיטרני, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב (אב"ג),

ckorine@bgu.ac.il, ואריאלה ניב, הגנת הצומח, מועצת הכותנה, מועצת הכותנה

תקציר

עטלפים הם בעלי חשיבות אקולוגית רבה כמפיצי זרעים, מפיצי אבקה, ובשל היותם טורפי הלילה העיקריים ביותר הם גם מווסתי גודל אוכלוסיות חרקים. מספר מחקרים הולך וגדל מורה כי לעטלפים הניזונים מחרקים חשיבות רבה בבקרה של אוכלוסיות חרקים מזיקים במערכות חקלאיות מגוונות. בארץ סדרת העטלפים היא השנייה בגודלה מבין סדרות היונקים ומונה כ-33 מינים הנפוצים בכל אזוריה ומרביתם בסכנות הכחדה בדרגות שונות. עטלפים בישראל משחרים במגוון גדול ביותר של בתי גידול טבעיים וכן חקלאיים. עם זאת, לא נעשה בארץ מחקר מקיף להערכת תרומת העטלפים כמספקי שירותים אקולוגיים למערכות חקלאיות. מטרת המחקר היא כפולה: (1) אפיון עושר ופעילות של עטלפי חרקים בגידולי שלחין עם משטר ריסוסים שונה ו-2) כימות תרומתם לוויסות אוכלוסיות חרקים מזיקים ככלי ממשק יעיל ובר-קיימא באמצעות הקמת בתי עטלפים. המחקר התמקד בשדות כותנה של עמק חפר באמצעות ניטור אקוסטי ארוך טווח של עטלפי חרקים, הנחת בתי עטלפים ואיסוף של גללים מאתרי לינה סביב שדות הכותנה וניתוחם לזיהוי החרקים שבהם בשיטות גנטיות. פעילות העטלפים הושפעה מלילות בהם היו ריסוסים ועלתה בלילות בהם דווח על נגיעות גבוהה של הלקטית ורודה ללא ריסוס. נמצא 10 מינים של עשים מזיקים בגללי העטלפים אשר בנוסף להיותם מזיקי כותנה הם גם מזיקים לגידולים אחרים וכן מיני מזיקים שאינם עשים. מהערכות כלכליות של תרומת העטלפים לשדות כותנה בהדברה של מזיקים חושב כי היא עשויה להגיע ל-17,000 דולרים לחלקה לעונה. הידע שנצבר במחקר זה יחד עם הממצאים החד-משמעיים של טריפת מזיקים מובילים למסקנה כי עטלפי חרקים הם אכן מדבירים ביולוגיים חשובים ותרומת העטלפים לשדות כותנה ולגדולים אחרים היא חשובה ביותר. תרומה אשר תוביל להפחתה משמעותית בעלויות המגדלים בהוצאות לצורכי הדברה ומערכות חקלאיות ברות-קיימא.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי

1. פרופ' עופר עובדיה, אב"ג, oferovad@bgu.ac.il
2. ד"ר שירלי בר-דוד, אב"ג, shirlibd@bgu.ac.il
3. פרופ' עידו יצחקי, אוניברסיטת חיפה, izhaki@research.haifa.ac.il

הצהרת החוקר הראשי:

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר:

כרמי קורין

תאריך: 1.5.2017

רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר –

התפרסמו תקציריים וניתנו הרצאות ב-2 כנסים מדעיים ובכנס פופולרי. התפרסם מאמר פולרי בעברית ונשלח לפרסום: Kahnonitch, I. Lubin, Y and Korine C. Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems – effects on foraging activity and implications for insect pest control. Submitted to Agriculture Ecosystems & Environment

הדוח המפורט

מבוא:

עטלפי חרקים במערכות חקלאיות

בדומה למינים רבים אחרים של בעלי-חיים, גם עטלפי חרקים מאכלסים בתי גידול בתוך מערכות אקולוגיות-חקלאיות, סמוך להן, או כחלק מאזור המחיה שלהם. עטלפי חרקים נוטים להשתמש באזורים חקלאיים לצורך שיחור מזון, או לצורך מעבר לאזורי שיחור אחרים (Lumsden et al., 1995; Boyles et al., 2011; Cleveland et al., 2006).

אחת השאלות העולות ממחקרים אלו היא כיצד עטלפים מושפעים מהמערכת האקולוגית החקלאית וממשק החקלאי הנעשה בהן? נראה כי גורמים המשפיעים על בעלי-חיים שונים במערכות אקולוגיות חקלאיות משפיעים באופן דומה על עטלפי חרקים. עם זאת, התרחבות השטחים המעובדים והומוגנציה שלהם מביאים לפגיעה בבריית הגידול של העטלפים ובאתרי הלינה שלהם ובכך גם פוגעים באוכלוסיותיהם (Kunz et al., 2011). בנוסף, עולה כי הירידה בעושר מיני העטלפים ובמספרם של העטלפים באירופה בשנים האחרונות קשורה למעבר לשיטות חקלאיות יותר אינטנסיביות (Wickramasinghe et al., 2003). נראה כי הגורמים המרכזיים באותו תהליך אינטנסיפיקציה חקלאי הם שינוי תצורת הנוף וכן שינויים בחברות פרוקי-רגליים המהווים את מזונם של העטלפים (Wickramasinghe et al., 2004). אולם, מספר המחקרים שנערכו בתחום זה מצומצם והמידע האקולוגי הבסיסי לגבי דגמי שיחור המזון של מיני עטלפי חרקים והמזון אותם הם צורכים בשדות חקלאיים אינו שלם (Kunz et al., 2011). לכן, גם קשה להגיע להבנה ברורה של מנגנוני פעילות העטלפים ושיחור המזון במערכות אקולוגיות-חקלאיות.

המדדים המשפיעים על פיזור אוכלוסיות עטלפים בבית הגידול מוכרים על סמך מחקרים רבים שבוצעו בבריית גידול טבעיים. ניתן להניח, כי מדדים אלו חשובים גם במערכות אקולוגיות-חקלאיות. העיקרים שבהם הם: (1) קיומם וזמינותם של אתרי משכן כמו מערות ומצוקים, שלהם חשיבות מכרעת בקיום אוכלוסיות עטלפים (Barbour and Davis, 1969); (2) קיום של גופי מים ואיכות המים שבהם (Smith and Racey 2008; Vaughan, et al., 1996); ו- (3) קיום של אלמנטים ישרים כגון שולי יער ברורים (Verboom and Huitema 1997) אשר יכולים לשמש כתוואי דרך עבור עטלפי חרקים והמסייעים במרחב התעופה בין אם לשיחור ובין אם מעבר ממקום למקום. לאור האמור לעיל, קיים צורך במחקרים מרחביים על מנת לתאר את הקשר בין הנוף החקלאי לפעילות העטלפים.

על-כן, **המטרת הראשונה** במחקר זה היא לאפיין את דגמי הפעילות ועושר המינים של עטלפי חרקים בגידולי כותנה. תוצאות השנה הקודמת הורו כי פעילות העטלפים בגידולי שלחין שונים היא נמוכה ביותר לעומת הכותנה ולכן אנו מתמקדים בכותנה בלבד.

עטלפי חרקים כספקי שירותים אקולוגיים במערכות חקלאיות

העדויות לגבי תפקידם החשוב של העטלפים בוויסות גודלם של אוכלוסיות חרקים ליליים, הן במערכות במערכות חקלאיות ובעיקר במערכות טבעיות הולכות ומצטברות (Boyles et al. 2011). עטלפים ניזונים ממספר רב של פרוקי-רגלים ביממה ויכולים לאכול כ-4 ג' חרקים ללילה (כ- 50% ממסת הגוף של עטלף שלא ברבייה) ועד ליותר מ-7 ג' חרקים ללילה (כ- 100% ממסת גופם בתקופת ההנקה, Kurta et al. 2009). Federico et al. (2008) העריכו את חשיבות נקבות עטלפים מניקות מהמין אשף מקסיקני, *Tadarida brasiliensis*, אשר מזונן מכיל חרקים מזיקים לחקלאות כגון *Helicoverpa zea*, כמדבירים ביולוגים בשדות הכותנה בדרום ארצות הברית וחישובו כי תרומתם עשויה להיות שוות ערך ל-741,000 \$ לשנה. באזורים בהם העטלף פעיל מושקעים בין 121,000 ל-1,725,000 \$ מידי שנה בקוטלי חרקים בהשוואה ל-4.6 ועד ל-6.4 מיליוני \$ לשנה במקומות בהם האשף אינו פעיל (Federico et al., 2008). יש לציין כי גם בישראל ישנו מין של אשף, *Tadarida teniotis*, שנפוץ בכל חלקי הארץ ומשחר למזון באופן דומה לאשף המקסיקני.

כמויות החרקים הרבות הנאכלות ע"י עטלפים הובילו להנחה כי עטלפים יכולים להוות מרכיב חשוב בהדברת חרקים בחקלאות (Boyles et al., 2011). למרות העובדה שהשימוש בעטלפים בקנה מידה גדול להדברה ביולוגית הוא קטן, קיימים מספר מחקרים מצביעים על התרומה הישירה של עטלפים לוויסות אוכלוסיות חרקים ובהם חרקים מזיקים. לדוגמא, Williams-Guillén et al. (2006) הראו כי הרחקה של עטלפים באופן מבוקר ממטעי קפה במקסיקו גרמה לעלייה מובהקת של חרקים מזיקים בהשוואה לחלקות ביקורת. ממצאים דומים נמצאו כאשר הרחיקו עטלפים באופן מבוקר מחלקות מעקב של אלונים בגרמניה (Siemers et al., 2010). ישנו גם מידע על מגוון של משפחות חרקים מהן ניזונים העטלפים, אשר כוללות גם חרקים מזיקים, בהם מזיקי כותנה

אשר גודלם יכול לנוע מ-5 - 7 מ"מ כגון, ההלקטית הוורודה, *Pectinophora gossypiella*, ועד 19 מ"מ (פרודניה) ואף יותר.

ההלקטית הוורודה היא דוגמא למזיק בגידולי השדה אשר הטיפול הכימי הוא בעייתי במיוחד. אורח חייה מותאם בצורה מושלמת לכותנה, והופך אותה לאחד המזיקים המסוכנים ביותר לגידול. בתחילת העונה הביצים מוטלות על כל חלקי הצמח ועם הופעת ההלקטים חלה העדפה ברורה להטלת הביצים עליהם. מיקום הביצים מתחת לעלי הגביע או בתוך החפים מקנה להן הגנה מפני אויבים טבעיים וריסוסים. זמן החשיפה הקצר של הזחלים לחומרי הדברה מצריך ריסוסים תכופים לאורך עונת הגידול. השימוש המוגבר בחומרי הדברה רעילים מוביל לקטילה של אויבים טבעיים, להתפרצויות של מזיקים משניים, להגברת העמידות של ההלקטית, לפגיעה במערכת החקלאית ובמערכות אקולוגיות הסמוכות לה. דרך אחרת להתמודד עם מזיקים כדוגמת ההלקטית היא באמצעות עטלפי חרקים המשחרים למזון בשטחים חקלאיים. על-כן, **מטרת המחקר השנייה** היא לבחון את הקשר בין הרכב המזון של עטלפי החרקים וחרקים מזיקים בכותנה, ובנוסף לאמוד את צריכת המזון של עטלפון לבן שוליים על בסיס של דיטאה המורכבת מעשים בלבד. תוצאות השנה הקודמת הורו כי מין זה הוא המין השכיח ביותר בכל גידולי השלחין כולל כותנה ולכן נבחר לצורך ניסויי צריכת המזון כאשר העש שנבחר היה ההלקטית הוורודה.

הדברה ביולוגית ועטלפי חרקים

עטלפים משחרים לטרף בקרבת מקומות הלינה שלהם בטווחים של מאות מטרים עד מספר קילומטרים (Altringham 1996). לכן, למרות ששטחים חקלאיים יכולים להיות אזורי שיחור טובים לעטלפי החרקים, הגישה אליהם מוגבלת בשל הממשק בשדות ובעיקר בשל המחסור במקומות לינה בקרבת השדה, אותם יכולים העטלפים לאכלס. לפיכך, תרומתם הנוכחית כמדברים טבעיים אינה משקפת את הפוטנציאל הרב הגלום בהם ככלי ממשק יעיל ובר-קיימא. דרך אפשרית לפתור בעיה זו ולעודד עטלפי חרקים להגדיל את פעילות השיחור מעל שטחים חקלאיים היא ע"י שימוש בתיבות לינה לעטלפים (בתי עטלפים, Mitchell-Jones 1999) אותם יכולים העטלפים לאכלס, ואשר יכולים לשמש כתחליף לאתרי לינה טבעיים מתאימים. שיטה דומה הננקטת בישראל בהצלחה היא הצבת תיבות קינון לפרויקט הדברת המכרסמים על ידי תנשמות (*Tyto alba*) ובזים מצויים (*Falco tinnunculus*) (מוטרו וחובריו 2009). בעבודות קודמות בהם נקטה שיטה זו עם עטלפים בצפון אמריקה (Brittingham and Williams 2008), ובריטניה (Mitchell-Jones 1999), דיווחו החוקרים על הצלחות באכלוס של בתי עטלפים ע"י מינים שונים שלהם. לפיכך, **מטרת המחקר השלישית** היא בחינת תשתית ברת-שימוש לשילוב מעשי של עטלפי חרקים בממשק חקלאי אשר מבוססת על הצבת בתי עטלפים.

שיטות המחקר:

מטרת מחקר ראשונה - עושר מיני העטלפים ופעילותם בשדות כותנה והקשר לפעילות חרקים מזיקים
אזור המחקר - המחקר נערך בשדות כותנה של המועצות האזוריות יואב ומטה יהודה ועמק חפר. בשנה א' ושנה ב' של המחקר נערך ניטור עטלפים וחרקים מזיקים במטה יהודה בלבד בששת חלקות כותנה בכל מועצה מהפריחה ועד אחרי הקטיף (אוקטובר) בתדירות דיגום של לילה לשבועיים. בשנה השלישית נעשה ניטור עטלפי חרקים בשדות הכותנה של עמק חפר כאשר כל ניטור נעשה למשך 8 ימים רצופים. ניטור ממושך זה מאפשר לתעד כיצד פעילות העטלפים משתנה לפני ואחרי ריסוס או כאשר יש עלייה בנגיעות המזיקים והחקלאי מחליט לא לרסס.

דיגום עטלפים - בכל תצפית נעשה שימוש בגלאי עטלפים בגלאי ANABAT II מתוצרת Title Electronics, אוסטרליה, אשר מקליטים את הקולות גבוהי-התדר אותם העטלפים משדרים, זאת לשם זיהוי מיני העטלפים המצויים ופועלים באתר. מיני העטלפים נבדלים בתדרי הקולות אותם הם משדרים, כך שעל ידי הקלטת הקולות בעזרת הגלאים וניתוח ההקלטות בעזרת תוכנת מחשב המיועדת לכך (Corben 2012) ניתן לזהות אילו מיני עטלפים ביקרו ופעלו באתר התצפית. כיוון שמיני העטלפים באזורים הנדגמים, למעט הסוג נשפון, משדרים קולות בתדרים שאינם חופפים, ניתן היה להבדיל בין מיני העטלפים בעת ניתוח תוצאות התצפיות. בכל חלקת כותנה הוצבו שני גלאים בשולי ובמרכז החלקה. כל גלאי הוצב ללילה אחד.

מטרת מחקר שנייה

בחינת הקשר בין מזון העטלפים למזיקים

אותרו 6 אתרי לינה של עטלפון לבן שוליים במרחקים שונים משדות הכותנה בעמק חפר. פרשנו יריעת פלסטיק נקייה מתחת ובצמוד לקיר הלינה. יום לאחר הנחת יריעת הפלסטיק אספנו גללים טריים שנערמו על גבייה. בכל איסוף אספנו בין 10-15 גללים במבחנות אפנדורף המכילות אלכוהול 99%. כל מבחנה הכילה גלל בודד. האיסוף נעשה תוך הקפדה שלא יהיה זיהום בין הדגימות השונות באמצעות עבודה עם כפפות ואמצעי איסוף חד-פעמים. במעבדה הגללים הועברו למבחנות חדשות המכילות כדוריות סיליקה (1-3 mm) לייבוש הדגימות ושימור איכות החומר הגנטי בהן (Nsubuga et al. 2004). הדגימות אוחסנו ב-80°C. האיסוף נעשה אחת לשבועיים מליבלוב ועד קטיף והיה בהתאמה למועדי דיגום העטלפים וחרקים מזיקים.

הפרוטוקול המוצג נעשה ע"י יובל כהן בשיתוף פעולה עם פרופ' Prof. Thomas Gilbert at the Centre for GeoGenetics, University of Copenhagen, Denmark, אשר ברשותו מכשור מתאים כגון (Roche GS-) (FLX platform) ו-(Roche FLX 454 Roche, Basel, CH), ספריות של רצפי חרקים הנאכלים על ידי עטלפי-חרקים ואת כול התוכנות הדרושות לאנליזה המורכבת.

הפקת DNA - ה-DNA יופק באמצעות MoBio @ PowerFecal DNA Isolation Kit. לכל סדרת הפקות הוספנו ביקורת שלילית אשר אינה מכילה DNA על מנת לוודא שלא התבצע זיהום בעת ההפקה. לאחר מספר הפקות ביצענו real-time PCR (qPCR) על הדגימות באמצעות ההתחלים שנבחרו על מנת לאתר את התנאים האופטימליים בהם יש להגביר את הדגימות וכן לדעת האם יש עיקוב בהגברת ה-DNA. qPCR - בסיום הפקות ה-DNA בצענו qPCR נוסף על כל התחל בנפרד ועל מדגם גדול יותר של דגימות על מנת לבחור את ה Cycle Number ל-PCR וכן כדי למקסם את היעילות וההגדרות של ה-tagged PCR. Tagged PCR - הדגימות סודרו בצלחות PCR נפרדות כך שכל דגימה תוגבר עם שייר ייחודי בשלוש חזרות נפרדות. לכל צלחת צורף ביקורת שלילית, ללא DNA, וביקורת חיובית עם DNA ידוע של מזיק אשר אינו נמצא באזור המחקר. לאחר הגברת ה-DNA, וידאנו את הצלחת השלב באמצעות הרצת התוצרים בג'ל על מנת לקבל אומדן גם לאורך המקטעים ולריכוז ה-DNA שבהם. עם סיום שלב זה, הדגימות אוחדו ונוקו מ-primer dimers, DNTP's וכן מתוצרים ושאריות שאינם קשורים לרצף ה-DNA. עם סיום שלב האיחוד והניקוי ריכוז ה-DNA נימדד באמצעות TapeStation-4200.

Illumina Sequencing Library - בניית ספרייה של תוצרי ההגברה - בכל מבחנה המיועדת לריצוף תהייה כמות שווה של DNA אליה הוספנו אדפטורים שמסייעים לתהליך הריצוף ושייר ייחודי נוסף לדגימות המאוחדות. ביצענו Index-PCR אשר מחבר את האדפטורים והשיירים החדשים לכל דגימה. בתום השלב הזה בצענו BEAD PURIFICATION על מנת להיפטר מתוצרים בלתי רצויים לפני הריצוף, וריכוז ה-DNA נמדד שוב. ה-DNA נשלח לריצוף באמצעות MiSeq Sequencing System – Illumina. ביואינפורמטיקה - כל תוצרי הריצוף קוטלג על פי אורכם ותעשה השוואה בין שלושת החזרות. מכל דגימה לקחנו רצפים שהופיעו בשלושת החזרות בלבד על מנת להימנע מטעויות ריצוף. תוצרי הריצוף קוטלגו באמצעות אלגוריתם אשר מסנן את הרצפים השונים והרבים ומשווה אותם למאגרי רצפים של מינים ידועים (Zepeda-Mendoza et al. 2016). על פי מידת התאמה בין הרצף של הגלל לרצף שמופיע במאגרים (שוות ערך ל-98%), קבענו את מין החרק בגללי העטלפים ובתזונתם.

מטרת מחקר שלישית

הצבת בתי עטלפים ככלי ממשק בר-קיימא

עם תום הקטיף של הכותנה בשנת 2014, הוחלט כי בתי העטלפים יוצבו בעמק חפר בתיאום עם המגדלים וחברת "זרעי ישראל" אשר רכשה ומימנה את הצבתם. בתי העטלפים הוצבו במרץ 2015. הצבנו 70 בתי עטלפים בגד"ש חפר ו-70 בתי עטלפים בגן שמואל (תמונה 1 ו-2). בתי עטלפים נבנו מעץ טבעי בצבע חום עם מפנה לכיוון מזרח בעיקר ובגובה של עד 5 מ' מהקרקע. למרבית בתי העטלפים היה מרחב פתוח מתחת לפתח למעוף אנכי של העטלף. בכל אזור חילקנו את חלקות המחקר לחלקת ביקורת בה אין בתי עטלפים ולחלקת ניסוי בה פוזרו בתי העטלפים (מפה 1). חלקת הביקורת מבוססת על כך שמרחק התעופה הממוצע של העטלף, כגון עטלף לבן שוליים הנפוץ ביותר, הוא במוצע 500 מטרים ללילה ולכן כל בתי העטלפים שהוצבו היה במרחק גדול מ-500 מטרים מחלקת הביקורת (מפה 2). בדקנו את בתי העטלפים לנוכחות עטלפים בתחילת הסתיו (נובמבר 2015), מרץ 2016, ונובמבר 2016 לאחר הצבתם.



תמונות 1 ו-2: בתי העטלפים אשר הוצבו בעמק חפר במרץ 2015. מרבית הבתים הוצבו על עצים כגון אקלפטוס, בראש ואיזדרכת. בחלקות בהן לא היו עצים הוצבו בתי העטלפים על עמודי מתכת.

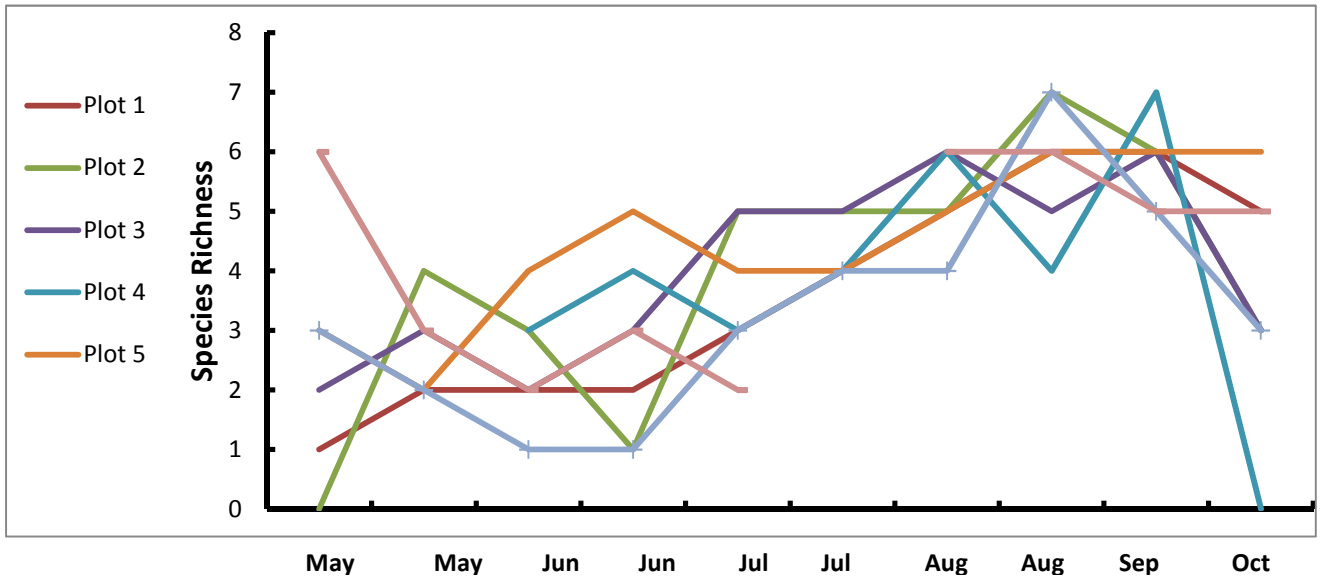
תוצאות ודיון

עטלפי חרקים בשדות כותנה בשנה א' וב'

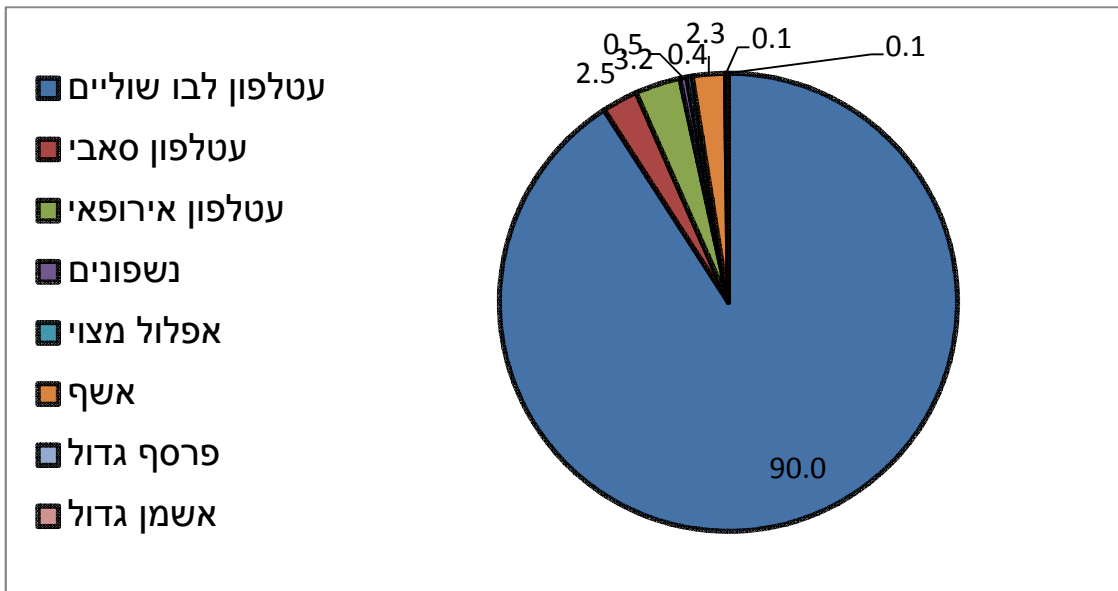
בשתי שנות המחקר הראשונות תועד עושר מינים בינוני ופעילות גבוה במיוחד של עטלפי חרקים בשדות הכותנה הן ברבדים והן בעמק חפר. כדוגמא, מובאות תוצאות של שנה ב' בשני אזורים אלו.

עושר ופעילות עטלפים בשדות כותנה ברבדים

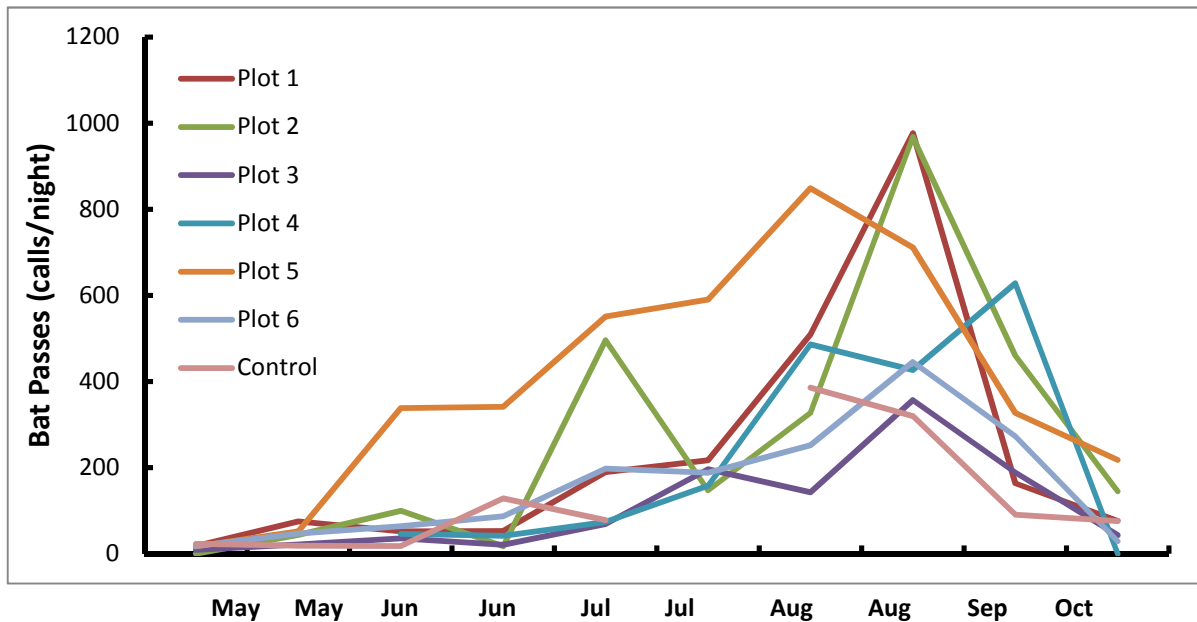
עושר המינים בתחילת הדיגום היה נמוך (מין אחד ובחלקה אחת לא הוקלטו עטלפים) ועלה באופן הדרגתי ובשיאו לפני הקטיף מנה שבעה מינים (איור 1 ו-2). המין השכיח ביותר היה עטלפון לבו שוליים שעוצמת פעילות היוותה כתשעים אחוזים מכלל הפעילות הכללית של העטלפים (איור 2). מינים אחרים ששיחרו למזון בשדות הכותנה היו אשף, עטלפון אירופאי, עטלפון סאבי, פרסוף גדול ואשמן גדול (איור 2). כל המינים למעט עטלפון לבן שוליים הם מינים בסכנת הכחדה בדרגות שונות. ממצא זה מרמז כי לשדות כותנה ולמרות ההשקעה הרבה בריסוס שלהם, עשוי להיות פוטנציאל כאתרי שיחור למזון עבור עטלפי חרקים עם התאמות נלוות בבית הגידול. נמצא מתאם חיובי בין פעילות העטלפים לבית תקופת הדיגום כאשר בתחילת הדיגום פעילות העטלפים הייתה 52 קולות ללילה בממוצע ועלתה ל-811 קולות בממוצע ללילה (איור 3). השוואה של פעילות העטלפים בשדות כותנה לאזורי שיחור מזון שונים מורה כי עוצמת הפעילות היא מבין הגבוהות ביותר שהוקלטה בעולם. כפי שנמצא בשנה הקודמת של המחקר, פעילות העטלפים גבוהה יותר בשולי החלקות בהשוואה למרכז החלקות ($t=3.58, df=116, p < 0.023$) אך עושר המינים לא היה שונה באופן מובהק בין שולי החלקות למרכזן ($t=1.5, df=116, p < 0.13$).



איור 1: עושר המינים בכל חלקות הכותנה ברבדים כתלות בתקופת הדיגום.



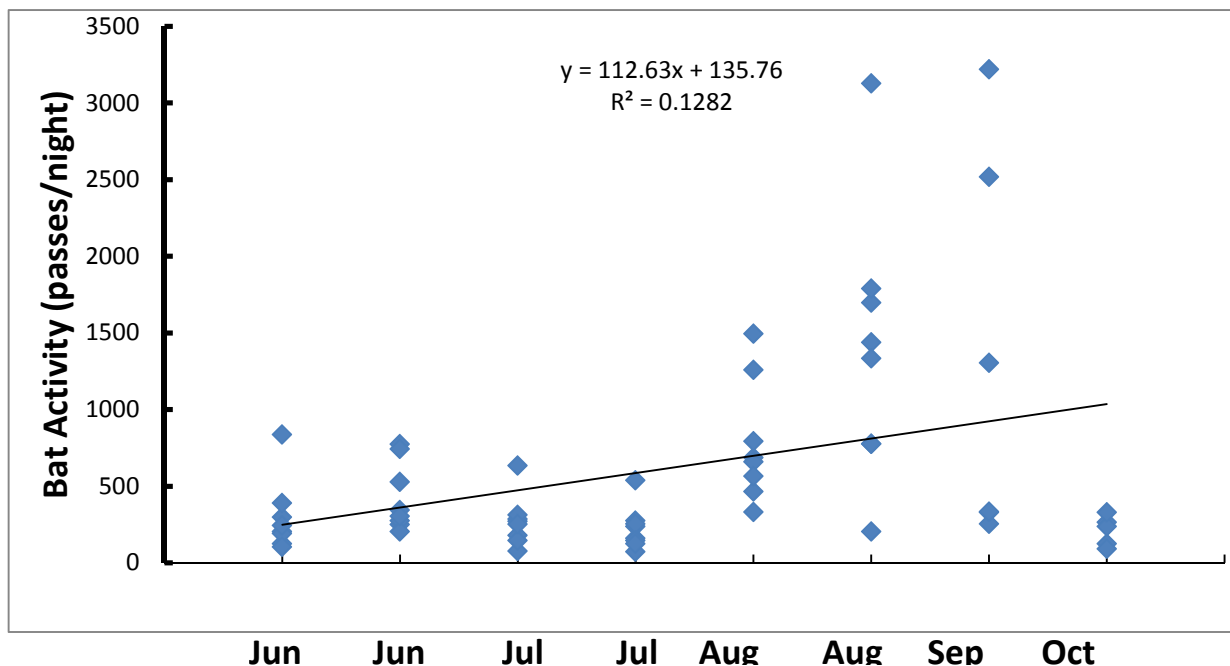
איור 2: התפלגות המינים בכל חלקות הכותנה ברבדים.



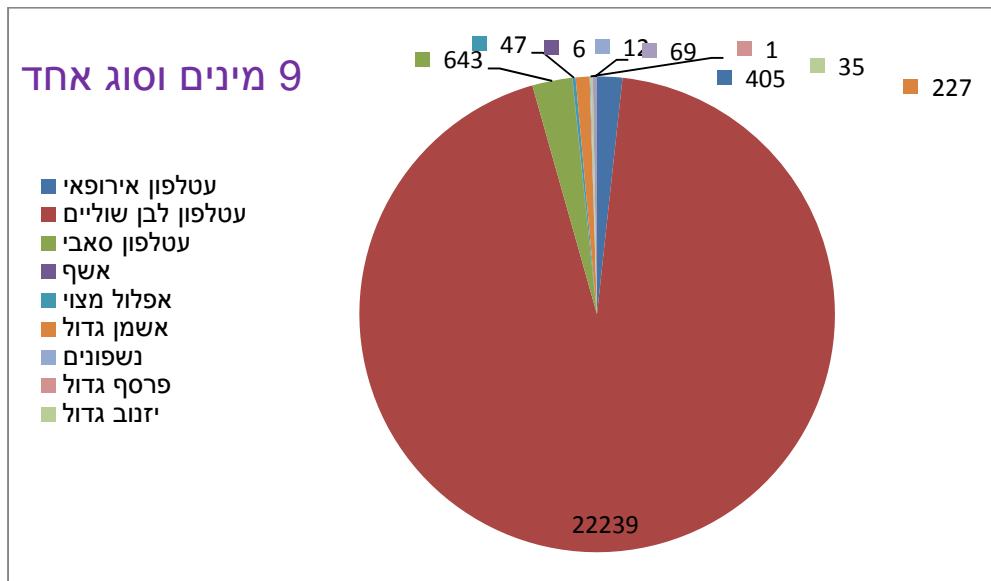
איור 3: פעילות העטלפים בכל חלקות הכותנה ברבדים כתלות בתקופת הדיגום.

עושר ופעילות עטלפים בשדות כותנה בעמק חפר

בדומה לדגם הפעילות ברבדים, פעילות העטלפים בתחילת עונת הגידול הייתה נמוכה ועלתה לשיאה באופן מובהק בחודש אוגוסט וספטמבר (איור 4). במהלך אוקטובר פעילות העטלפים, כמו גם עושר המינים (לא מוצג) ירדה באופן מובהק. גם בחלקות בעמק חפר נמצא כי פעילות העטלפים גבוהה באופן מובהק בקצה החלקות בהשוואה למרכזן ($t = 2.1, df = 111, p < 0.039$). בשדות הכותנה של עמק חפר שיחרו למזון 9 מינים של עטלפי חרקים (איור 5). בדומה לרבדים, המין השכיח ביותר היה עטלפון לבן שוליים. מעניין לציין את השכיחות של יזנוב גדול ואשמן גדול בשדות הכותנה בעמק חפר אשר בניגוד לעטלפון לבן שוליים משחרים למזון בגבוה רב מעל השדות.



איור 4: פעילות העטלפים בכל חלקות הכותנה בעמק חפר כתלות בתקופת הדיגום.



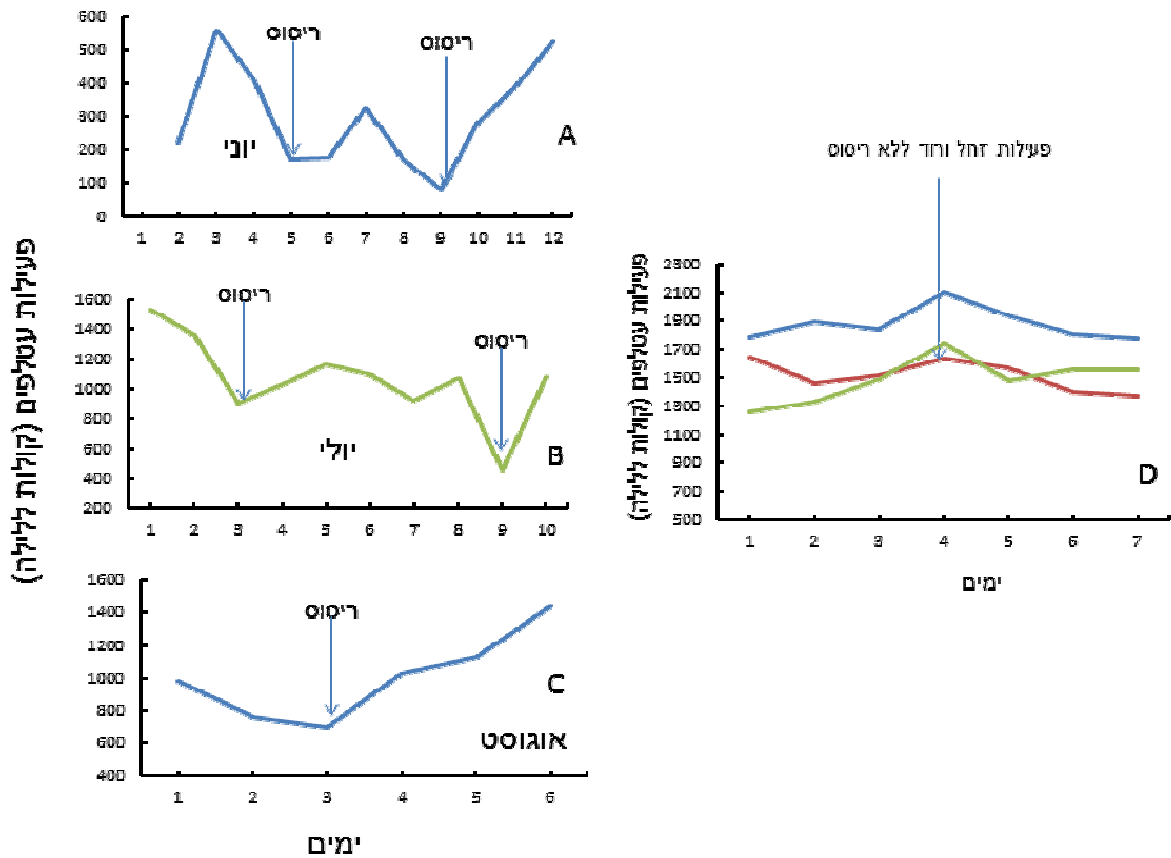
איור 5: התפלגות המינים בכל חלקות הכותנה בעמק חפר.

שנה ג

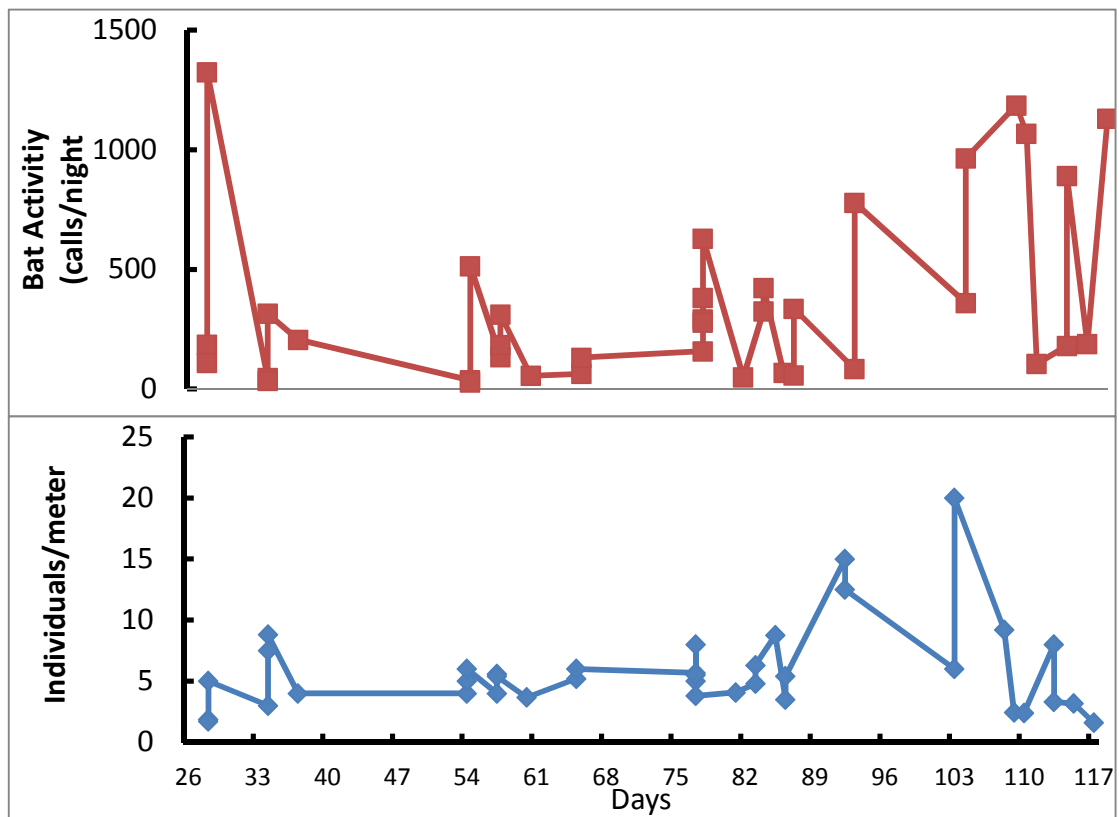
בשנה ג התמקדנו בשדות הכותנה של עמק חפר ותיעדנו באופן במשך 8 ימים רצופים בכל אחד מהחודשים את פעילות העטלפים ואת פעילות הריסוס בשטחים אלו. איור 6 על חלקיו מציין את פעילות העטלפים בימי הדיגום בחודשים מאי ועד ספטמבר ומראה באופן ברור כיצד פעילותם פוחתת בעקבות ריסוס נגד עשים מזיקים וכיצד פעילותם עולה בימים בהם יש פעילות גבוהה של הלכתית ורודה אך החקלאי החליט לא לרסס.

פעילות עטלפים ופעילות חרקים מזיקים

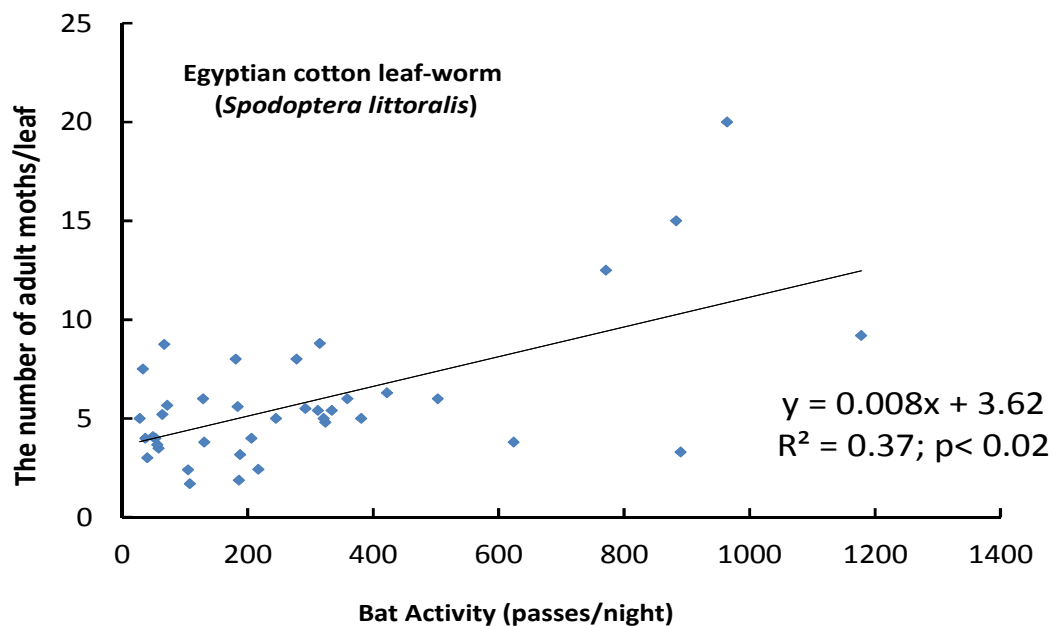
נמצא קשר חיובי מובהק בין פעילות העטלפים, מזיק הפרודניה וחלקת הטיפול (איור 8, $F=7.7, p < 0.02$). כן נמצא קשר חיובי מובהק עבור מזיק ההליוטיס ($F=5.5, p < 0.035$). ממצא העשוי להעיד כי עטלפי חרקים מגבירים את פעילותם בנוכחות מזיקים בשדות הכותנה. לא ערכנו אנליזה דומה בעמק חפר מפאת חוסר נתונים זמני. כן נמצא כי פעילות העטלפים עולה עם פעילות המזיקים (איור 8).



איור (6a-d): פעילות עטלפים אשר הוקלטה באופן רציף בחלקות הכותנה בעמק חפר.



איור 7: פעילות העטלפים (איור חום) ופרודניה (איור כחול) לאורך עונת גידול הכותנה ברבדים. ציר ה-x הוא ציר ימים מזריעת הכותנה.



איור 8: פעילות מיני עטלפי חרקים כתלות בנוכחות עש הכותנה בשדות כותנה בעמק חפר בשנת 2015

ניסויי הזנה (נעשו בשנה ב')

כל העטלפים ניזונו מהלקטית ורודה כאשר צריכת המזון הממוצעת לפרטים צעירים (n=5) הייתה 0.31 ± 0.009 g/night ו- 0.82 ± 0.18 g/night בפרטים הבוגרים (טבלה 1). צריכת המזון של הפרטים הבוגרים נבדלה באופן מובהק מזו של הצעירים ($p < 0.016$). צריכת מזון זו היא שוות ערך ל-65 עשים ללילה בממוצע לפרט צעיר ו-180 עשים ללילה לפרט בוגר.

2) חישוב של מספר הביצים המוטלות (כ-200 להלקטית) על ידי נקבת העש ומספר הדורות של העש במהלך הגידול (דורות לפחות) מורה כי עטלף בודד יכול בממוצע למנוע התפתחות של כ-23,400 ביצים של הלקטית ורודה לעונת גידול. להקת עטלפים המונה כ-400 פרטים עשויה להקטין את מספר הביצים המוטל בחלקה ב 19 מיליוני ביצים לעונה. לשם השוואה סף הריסוס המחייב הוא מציאת 2 הלקטים עם ביצים.

5) חישוב הערך הכלכלי של תרומת העטלף לשדה כותנה כאשר בנוסף לוקחים במודל את מספר הביצים להלקטית (ביצים בממוצע), את גרם הכותן היבש הנוצר בהלקטית (3 גרם בממוצע) ואת מחיר הכותן לשנת 2015 (140 סנט/ליברה). על פי חישוב זה מקבלים כי להקת עטלפים בת 400 פרטים עשויה לחסוך למגדל כ-17,300 דולר לחלקה בעונת גידול.

טבלה 1: צריכת מזון רטוב של עשים מהמין הלקטית ורודה על ידי עטלף חרקים מהמין עטלפון לבן שוליים.

עטלף	זוויג	גיל	מסת גוף העטלף (גרם)	מספר העשים שנאכלו	צריכת מזון (ג'/לילה)	אחוז ממסת גוף העטלף
1	זכר	צעיר	3.04	59	0.28	9.4
2	זכר	"	2.64	56	0.27	10.2
3	זכר	"	3.33	43	0.21	6.2
4	זכר	"	3.07	99	0.48	15.8
5	זכר	"	3.61	70	0.34	9.3
6	זכר	בוגר	4.95	188	0.90	18.2
7	נקבה	"	5.28	140	0.67	12.7
8	נקבה	"	5.38	111	0.53	9.9
9	זכר	"	5.43	193	0.93	17.1
10	נקבה	"	6.03	211	1.01	16.8

ניתוח המזון של עטלפי חרקים על בסיס שיטות גנטיות

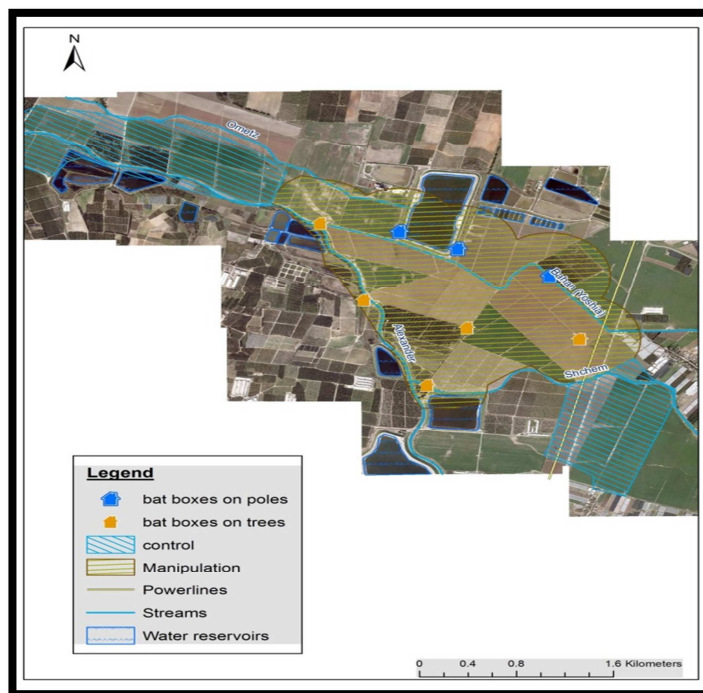
אספנו 800 גללים במהלך עונת הגידול הכותנה מששת אתרי הלינה. הגללים נותחו כפי שמפורט בשיטות ע"י יובל כהן במעבדה מתמחה בדנמרק. התוצאות הגיעו באפריל 2017 ולכן הדוח התעכב. לשמחתנו הרבה איתרנו בגללים 13 מינים של מזיקים לחקלאות (טבלה 2), בהם לא רק מזיקי כותנה שכללו מינים מסדרת חיפושיות, פשפשאים ובעיקר פרפראים (עשים). בנוסף איתרנו יתושים בגללים שחלקם משמשים כווקטורים למחלות. יש לציין כי תוצאות אילו ראשוניות בלבד ויש לעבדם (שכיחות המזיקים במזון של העטלף) אך יחד עם זאת, מאוד מעודדות.

טבלה 2: מיני המזיקים בגללים שנותחו באמצעות שיטות גנטיות של עטלף חרקים מהמין עטלפון לבן שוליים.

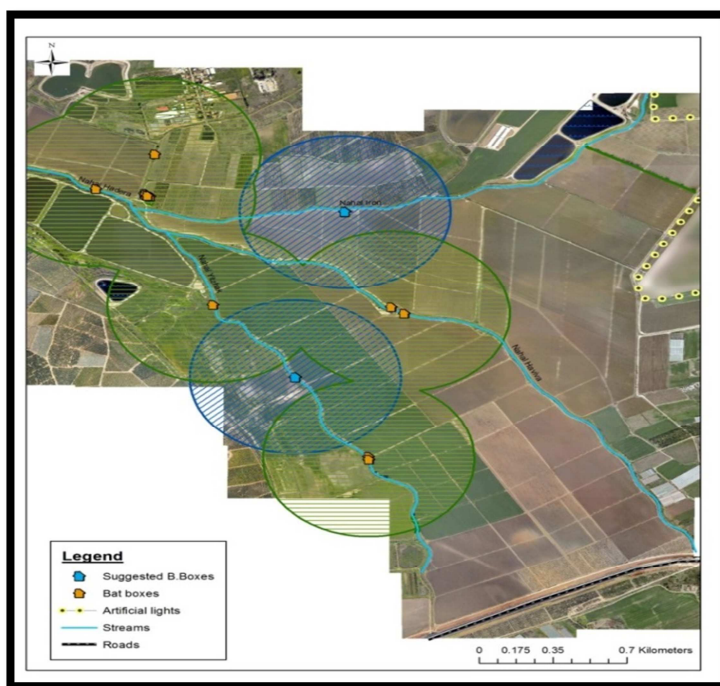
Order	Family	Genus	Species	Common name	שם המזיק ושם הגידול
Coleoptera	Mycetophagidae	Typhaea	stercorea	Hairy fungus beetle	חיפושית "פטריית שעירה", מחסני עץ
Coleoptera	Mycetophagidae	Typhaea	haagi	-	
Hemiptera	Pentatomidae	Nezara	viridula	Green stink bug	תריסית ירוקה. תוקפת גידולים שונים ומגוונים
Lepidoptera	Gelechiidae	Pectinophora	gossypiella	The pink bollworm	הלקטית ורודה, כותנה
Lepidoptera	Cosmopterigidae	Anatrachyntis	simplex	False pink bollworm	דמוי הלקטית ורודה, כותנה, רימונים
Lepidoptera	Gelechiidae	Sitotroga	cerealella	Angoumois grain moth	עשבחנין התבואה, מחסני תבואה
Lepidoptera	Plutellidae	Plutella	xylostella	The diamondback moth	עשית המצליבים, כרוב
Lepidoptera	Gelechiidae	Tuta	absoluta	Tomato leafminer	עש הענבניות, עגבניות
Lepidoptera	Praydidae	Prays	citri	Citrus blossom moth	עש פרחי הדר, הדרים
Lepidoptera	Crambidae	Spoladea	recurvalis	Beet Webworm Moth	תוקפת גידולים שונים ומגוונים
Lepidoptera	Gracillariidae	Phyllocnistis	citrella	The citrus leafminer	עש מנהרות ההדר, פרדסים
Lepidoptera	Stathmopodidae	Stathmopoda	auriferella	-	עש בגפנים בערבה
Lepidoptera	Tortricidae	Crociosema	plebejana	Tortrix moth	זחל לבן, לעיתים רחוקות בכותנה

הצבת בתי עטלפים

סה"כ הוצבו 140 בתי עטלפים בגד"ש חפר ובגן שמואל. במפה 1 מצוינים מיקום בתי העטלפים בגן שמואל ובמפה 2 אופן חלוקת שטחי הכותנה לביקורת וממשק תוך התחשבות במרחקי השיחור של עטלפון לבן שוליים. בבדיקות שערכנו לנוכחות עטלפים בבתי העטלפים לא מצאנו עדויות לנוכחות שלהם בבתי העטלפים.



מפה 1: פרישת בתי העטלפים בשטחי הכותנה בגן שמואל. בתי העטלפים הוצבו בשנת 2015, השנה השנייה של המחקר.



מפה 2: חלוקת שטח בגן שמואל המחקר לחלקת ביקורת וחלקת ממשק. השטח המסומן בעיגולים בצבעים שונים הוא שטח הממשק. העיגולים מסמלים רדיוסים של 500 מטרים מבתי העטלפים שהוצבו בשטח. 500 מטרים הוא טווח ממוצע לשיחור מזון בעטלפון לבן שוליים.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכניות העבודה: מטרות המחקר לשנה השלישית היו:

1. לאסוף גללים וניתוח של המזון בשיטות גנטיות
2. לנתר את בתי עטלפים בשדות כותנה בניסוי מבוקר
3. המשך מעקב ארוך טווח אחרי פעילות העטלפים בשדות כותנה.

אלו ממטרות המחקר הושגו בעבודת המחקר בנוכחית:

כל מטרות המחקר הושגו בשנה האחרונה של המחקר.

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופת הדו"ח: התזונה של עטלפון לבן שולים כוללת מזיקים מגוונים לחקלאות, פעילות העטלפים פוחתת בעקבות ריסוסים ועולה עם הופעת מזיקים כאשר לא מרססים. בתי העטלפים לא אוכלסו ע"י העטלפים.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו, האם הושגו המטרות לתקופת הדו"ח:

המטרות של המחקר בשנה האחרונה הושגו במלואן אך יחד עם זאת השימוש בבתי עטלפים ככלי ממשק עדין לא מוצלח.

בעיות שונותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך

המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שונתרה לביצוע תוכנית המחקר?

לפתח את ניסויי הצבת בתי עטלפים

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

נתנה הרצאה בכנסים מדעי על המחקר. פרסם מאמר בעיתון מדעי-פופולרי בעברית ונשלח מאמר לפירסום.

פטנטים יש לציין שם ומס' פטנט אין

פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח:

X ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)

האם בכוננתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר? – הוגשה

רשימת ספרות:

מוטרו, י. לשם, י. ואלון, ד. 2009. שימוש בתנשמות ובזים כמדבירים ביולוגיים בחקלאות (סיכום שנה ראשונה) החברה להגנת הטבע.

Altringham, J.D. (1996). *Bats: Biology and Behaviour*. Oxford University Press, Oxford, UK.

Barbour, R.W. and Davis, W.H. (1969). *Bats of America*. University Press of Kentucky, Lexington, USA.

Boyles, J.G., Cryan, P.M. McCracken, G.F. and Kunz, T.H. (2011). Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332: 41-42.

Brittingham, M.C. and Williams, L.M. (2000). Bat boxes as alternative roosts for displaced bat maternity colonies. *Wildlife Society Bulletin* 28:197-207.

Cleveland, C.J., Betke, M. Federico, P. Frank, J.D. López J.D. McCracken, G.F. Medellín, R.A. Moreno-Valdez, A. Sansone, C.G. Westbrook, J.K. and Kunz, T.H. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology*, 4:238–243.

Corben, C. (2012). AnalookW 3.8v. www.hoarybat.com.

Federico, P., Hallam, T.G. McCracken, G.F. Purucker, S.T. Grant, W.E. Correa-sandoval, A.L. Westbrook, J.K. Medellín, R.A. Cleveland, C.J. Sansone, C.G. Lopez, Jr. J.D. Betke, M. Moreno-Valdez, A. and Kunz, T.H. (2008). Brazilian free-tailed bats as insect pest regulators in transgenic and conventional cotton crops. *Ecological Applications* 18:826–837.

Kunz, T.H., Torrez, E.B. de.Bauer, D. Lobova, T. and Fleming, T.H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223:1-128.

Kurta, A., Bell, G. P. Nagy, K. A. and Kunz, T. H. (1989). Energetics of pregnancy and lactation in free-ranging little Brown Bats (*Myotis-lucifugus*). *Physiological Zoology* 62:804-818.

Lumsden, L.F. and Menkhorst, P.W. (1995). Yellow-bellied Sheath-tail Bat *Saccolaimus flaviventris*. Pages 161-162 In: P.W., Menkhorst, editor. *Mammals of Victoria. Distribution, Ecology and Conservation*. Oxford University Press, Melbourne. Australia.

Mitchell-Jones, A.J. (1999). Conserving and creating bat roosts. In: Mitchell-Jones, A.J., Mcleish, A.P. (Eds.), *The Bat Workers' Manual*. Joint Nature Conservation Committee Press, Peterborough.

Siemers, B.M., Wells, K. and Kalko, E.K.V. (2010). Top-Down Control of Herbivory by Birds and Bats in the Canopy of Temperate Broad-Leaved Oaks (*Quercus robur*). *PLoS One* 6:e17857.

Smith, P.G. and Racey, P.A. (2008). Natterer's bats prefer foraging in broad-leaved woodlands and river corridors. *Journal of Zoology, London*, 275: 314–322.

Vaughan, N., Jones, G. and Harris, S. (1996). Effects of sewage effluent on the activity of bats (Chiroptera: Vespertilionidae) foraging along rivers. *Biological Conservation*, 78: 337–343.

Verboom, B. and Huitema, H. (1997). The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology*, 12: 117-125.

Wickramasinghe, L. P. Harris, S. Jones, G. and Vaughan-Gennings, N. (2003). Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied Ecology*, 40: 984–993.

Wickramasinghe, L.P., Harris, S., Jones, G. and Vaughan Jennings, N. (2004). Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: effects of agricultural intensification on bat foraging. *Conservation Biology*, 18: 1283–1292

Williams-Guillén, K., Perfecto, L. and Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science*, 320:71.