

# זליגת חומרי הדברה משדות חקלאיים לסביבה הטבעית והשפעתה על דבורי דבש

חזית המחקר

גיליון קיץ 2017 / כרך 8 (2)

1 ב17, 2017 June

## ויקטוריה סורוקר

המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני

## שלמה שריג

מרכז קטיפ לחקר מדבריות החוף, שדות נגב

## יוסי סלוצקי

האגף לבעלי חיים, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

## אוהד אפיק

שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

## יוסף קמר

המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני

## איליה זידמן

המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני

## שמשון שוקר

המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת

## יעקב קנול

המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת

## אלי צעדי

המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח ומרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני

ציטוט

סורוקר ו, שריג ש, סלוצקי י ואחרים. 2017. זליגת חומרי הדברה משדות חקלאיים לסביבה הטבעית והשפעתה על דבורי דבש. *אקולוגיה וסביבה* 8(2). העתק

## תקציר

חלק ניכר מגידולי המזון החקלאיים, כמו גם מצמחיית הבר, תלויים בשירותי האבקה של חרקים מאביקים. דבורת הדבש היא גורם דומיננטי בהאבקות שדות חקלאיים ומטעים. הירידה באוכלוסיות דבורת הדבש במקומות שונים בעולם בשני העשורים האחרונים מעוררת דאגה רבה בקרב דבוראים, חקלאים וקובעי מדיניות חקלאית-כלכלית. המחקרים מצביעים על אפשרות של מספר גורמים מעורבים, כגון: שינוי האקלים, מזיקי כוורת וגורמי מחלה, תכשירי הדברה ושינויים במקורות מרעה דבורים. מחקר זה בא לבחון את הפגיעה האפשרית באוכלוסיית דבורת הדבש בעקבות שימוש בחומרי הדברה בגידולים חקלאיים שונים. המחקר הנדון כלל שלושה אתרים: חוות צריפין במרכז הארץ, מושב לכיש בשפלת יהודה ומרכז מחקר גילת בצפון הנגב. תוצאות המחקר מראות כי בכוורת נמצאו 24 חומרי הדברה שונים השייכים לקבוצות הבאות: קוטלי חרקים ואקריות, קוטלי פטריות וקוטלי עשבים. כמו כן, נמצא כי תמותת דבורים אירעה בעיקר באזורים לכיש וגילת במועדים שונים זה מזה, התואמים, כנראה, את הפעילות החקלאית באותם אזורים. חומרי ההדברה נמצאו הן אצל דבורים חיות הן אצל דבורים מתות שנאספו בסביבת הכוורת. מעבר לתמותת הדבורים עקב חשיפה לחומרי ההדברה, ניתן להניח שחשיפה של אוכלוסיית הכוורת לחומרים רעילים או לתערובת של חומרי הדברה מסוגים שונים במימונים נמוכים יותר פוגעת בטווח הארוך בחיי אוכלוסיית הכוורת ובבריאותה. מאחר שהכוורות נחשפות בתנאי שדה ליותר מחומר הדברה אחד, לא יהיה נכון להצביע על מתאם כלשהו בין חומר הדברה מסוים לתמותה.

## על קצה המזלג

- הסיבות לפגיעה הנרחבת באוכלוסיות דבורי דבש – מאביק חקלאי מרכזי בארץ ובעולם – אינן מובנות דיין. ממשק שטחי חקלאות עשוי להסביר פגיעה זו.
- בחזית המחקר האגרו-אקולוגי נמצא הקשר בין בריאות כוורת דבורי דבש לבין ריכוז חומרי הדברה חקלאיים באוויר, בגוף הדבורים ובמצרי הכוורת.
- למקבלי החלטות יש שליטה רבה בקביעת מדיניות השימוש בחומרי הדברה. לכן, הבנת ההשלכות של השימוש בחומרים שונים חשובה, ועשויות להיות לה השלכות בתחום המדיניות.
- למינים השונים של חומרי ההדברה שנמצאו באזורי המחקר, לריכוזם, לרעילותם לדבורים ולדרכי החשיפה אליהם, חשיבות בניטור החומרים בסביבות חקלאיות ואף בהכוונת מאמצי האכיפה.
- ראוי לשקול להתייחס לדבורים כאל אינדיקטור לחרקים מועילים נוספים במערכת החקלאית.

המערכת

החקלאות המודרנית והאינטנסיבית מגבירה את השימוש בתשומות הייצור כדי להגדיל את הכמות והטיב של התוצרת החקלאית למזון ולאנרגיה. מהלך זה כולל, בין היתר, את השימוש הנרחב בחומרי הדברה להגנת הצומח מפני חרקים מזיקים, פטריות פתוגניות ועשבים שוטים [10]. עם זאת, לתהליכים הללו צפויות להיות השלכות משמעותיות על שיווי המשקל האקולוגי ובפרט על שיווי המשקל החקלאי, שיפגעו באוכלוסיות של חרקים מאביקים שחשיבותם האקולוגית והחקלאית רבה ביותר [5, 7, 16, 17, 23, 24, 25]. קיימות הערכות המדברות על כך ש-90% מפרחי הבר נזקקים לשירותי מאביקים, ושתרומת שירותי האבקה של דבורת הדבש בגידולים חקלאיים בעולם היא בסדר גודל של 30% מסך ייצור המזון [9, 27].

בשנים האחרונות קיימים דיווחים ממקומות שונים בעולם על ירידה בגודל אוכלוסיית המאביקים ככלל, ודבורי דבש בפרט [4, 17, 26, 29]. כיום מקובל לחשוב שירידת מספר הדבורים נובעת ממספר גורמים במישרין או בעקיפין, ובהם: מחלות וטפילים, שינוי האקלים, שינויים סביבתיים, כמו צמצום בשטחי המרעה הטבעי, ותהליכים הכוללים שימוש נרחב בתכשירי הדברה [11, 22, 25].

מטרת המחקר הייתה זיהוי חומרי ההדברה הנמצאים בסביבת הכוורות ובחינת הקשר בין נוכחותם וריכוזם למצבן של דבורי הדבש כמייצגות את כלל המאביקים.

השערתנו הייתה שאוכלוסיות דבורת הדבש נחשפת למגוון רב של חומרי הדברה מסוגים שונים בהתאם למקום הימצאותן במהלך העונה, ושהדבר יתבטא בפגיעה בפעילות ובבריאות של אוכלוסיית הכוורת. כמו כן, פגיעה מחומרי ההדברה תביא לתמותה אם הדבורים יחשפו לחומרים ברמות שמעל לרמה הקוטלת 50% מהאוכלוסייה (LD<sub>50</sub>).

## שיטות וחומרים

במחקר הנוכחי הוצבו כוורות בשלושה אתרים: **צריפין** – אזור חקלאי, שרובו מטעים, במרכז הארץ [1]; **לניש** – מטעים וגידול מרכזי של גפנים באזור השפלה; **מרכז המחקר גילת** – מטעים וגידולי שדה באזור צפון הנגב. בכל אתר הוצבו חמש כוורות שהכילו אוכלוסיות דבורים ממקור זהה. כדי להבטיח שהזיהום בכוורות אינו תוצר הצטברות בצידוד משנים עברו אלא שמקורו בסביבת הניסוי, כל הכוורות והחלות היו חדשות. בכל אתר הוצבו גם חמישה קולטני אבק על גג הכוורות כדי לאמוד את פיזור חומרי ההדברה וזיהום האוויר שקיימים באזור ונישאים באבק המקומי. במהלך הניסוי קיבלו הדבורים טיפול משקי מקובל הכולל שימוש באמיטרז כנגד האקרית וְרוֹאָה (*Varroa destructor*) הפוגעת בדבורים. הערכות של מצב אוכלוסיית הדבורים בכוורות ואיסוף הדגימות בוצעו בפרקי זמן קבועים. הכוורות נבדקו מדי חודש-חודשיים בין מרץ 2014 עד סוף אוגוסט 2015.

הבדיקה כללה:

- הערכת מצב הדבורים בכוורות – בוצעה בהתאם ל-Soroker ואחרים [21] וכללה: הערכת גודל אוכלוסיית הדבורים הבוגרות והמתפתחות ושטח החלות עם התאים החתומים (המכילים שלב הנקרא ולד, המציין שלב מתקדם של התפתחות). נוסף על כך, נבדקה נוכחות דבורים חולות ומתות מחוץ לכוורת ובתוכה. בכל מועד נדגמו כ-50 דבורים חיות שיצאו לשיחור מזון (מהחלות החיצוניות בכוורת), ואם היו דבורים מתות בכוורת או לידה, גם מהן נאספו 50. בכל מועד נלקחו מכל כוורת דגימות מלחם דבורים – חלות שהכילו אבקת פרחים (pollen), על-ידי חיתוך של מלבן בגודל של כ-5x10 ס"מ מהחלה. נתוני דגימות הדבורים והחלות מהדגימה הראשונה לפני חלוקת הכוורות לאתרים השונים שימשו לקביעת מצב אפס.
- זיהוי וכימות של חומרי ההדברה בדגימות הדבורים ומוצרי הכוורות ובאבק – כל הדגימות הכוללות את הדבורים, מוצרי הכוורת והאבק [29] הועברו למעבדה לבדיקת שאריות חומרי הדברה, ונשמרו בקירור עד למועד הבדיקה. זיהוי החומרים התבצע בהתאם לסוג במכשור מתקדם GC-MS: Agilent 5975, ו-LC-MS/MS (Micromass Quarto-Ultima) במעבדת מו"פ מרכז קטיף בשדות נגב. המכשירים מאפשרים לזהות נוכחות של למעלה מ-300 תכשירי הדברה שונים המורשים

בישראל, במינונים של עד חלקי מיליארד (ppb). נבדקו נוכחותם של קוטלי מזיקים חקלאיים: קוטלי עשבים, פרוקי רגליים ופטוריות.

## תוצאות ודיון

כל הכוורות שהתחילו את הניסוי היו כוורות בריאות ותקינות שצוידו בציוד חדש ונקי מחומרי הדברה, ועם זאת, במהלך המחקר נפגעו קשות חמישית מהן. באופן כללי, התקופות הקשות לדבורים היו כרגיל הקיץ ותחילת הסתיו. מאחר ששלושת האתרים שונים מאוד מבחינת מקורות מרעה לדבורים, בלט גם הבדל בין האתרים מבחינת גודל האוכלוסייה לאורך תקופת המחקר.

## תמותת דבורים

באתר **גילת** הפגיעה העיקרית בכוורות הייתה בין סוף אוגוסט לסוף ספטמבר 2014. באתר זה, מתוך חמש כוורות רק שתיים נמצאו תקינות. כוורת נוספת הייתה חלשה מאוד (אוכלוסיית הדבורים בה ירדה לארבע חלות בלבד, כמחצית מהכמות לכוורת תקינה בתקופה זאת), ולמרות זאת, היא הצליחה להשתקם בהמשך הניסוי. גם באזור לכיש נרשמה תמותה גדולה של דבורים, אך היא נרשמה מוקדם יותר בעונה, בחודש יולי, והתבטאה בהצטברות של ערמות דבורים מתות בפתחי הכוורת (**איור 1**). במקרה זה כל הכוורות הצליחו להשתקם בהמשך. יש לציין כי התוצאות שהתקבלו במחקר זהות לממצאי סקר פחת הדבורים הארצי, נכון לקיץ 2014. בצריפין לא נרשמו אירועי תמותה חריגים.

**איור 1. תמותה גדולה של דבורים שהתבטאה בהצטברות של ערמות דבורים מתות בפתחי הכוורת באזור לכיש**



**איור 1**  
**תמותה גדולה של דבורים שהתבטאה בהצטברות של ערמות דבורים מתות בפתחי הכוורת באזור לכיש**

## הימצאות חומרי הדברה

בדגימות דבורים, במוצרי כוורת ובאבק המקומי נמצאו במחקר זה 24 חומרי הדברה, ממשפחות שונות: קוטלי חרקים (12 חומרים), קוטלי פטריות (6 חומרים) וקוטלי עשבייה (6 חומרים) (טבלה 1). חלק מן החומרים שנמצאו הם ממשפחות הידועות כבעלות רעילות גבוהה לדבורים, כגון הנאוניקוטינואידים (טבלה 1). חומרי הדברה נמצאו בכמויות גבוהות במיוחד אצל הדבורים המתות, אך במהלך חודשי המחקר נמצאו גם חומרים אצל דבורים חיות, בדגימות אבק, ובמקרים אחדים גם בלחם דבורים. הבדל ניכר נמצא בין האזורים מבחינת הרכב החומרים ושכיחותם: **בצריפין** נמצא המספר המועט ביותר של חומרים (6 חומרים), בעיקר קוטלי חרקים ופטריות ברמה נמוכה אצל דבורים חיות בדגימות מאוקטובר ומדצמבר 2014 וממרץ 2015. **בלניש** נמצאו 13 סוגים שונים של חומרי הדברה, כמחצית מהם קוטלי חרקים והיתר קוטלי פטריות ועשבים. באירוע תמותת דבורים בחודש יולי 2014 בלניש נמצאה באתר תערובת של קוטל פטריות וקוטל עשבים, שריכוזם הכולל היה גבוה יותר אצל הדבורים המתות לעומת ריכוזם הכולל אצל הדבורים החיות. בכל מקרה, הריכוז של כל חומר בנפרד היה מתחת לסף קטילה על פי נתונים מפרסומים שונים של ה-EPA (טבלה 1). ייתכן שההשפעה המשולבת ושל שני החומרים היא זו שגרמה לתמותת הדבורים. בחודש פברואר 2015 נמצאו עקבות של קוטל עשבים אצל דבורים חיות ובחודש מרץ באותה שנה נמצאו עקבות תערובת של קוטלי חרקים (טבלה 1). **בגילת** זוהו 15 סוגים של חומרי הדברה, כמחציתם קוטלי חרקים והיתר קוטלי פטריות ועשבים. בעת תמותת הדבורים הנרחבת בגילת בחודשים ספטמבר-אוקטובר 2014 נמצאה אצל הדבורים המתות תערובת של מספר קוטלי חרקים, פטריות ועשבים. חשוב לציין שאצל הדבורים המתות נמצאו גם שאריות של די-די-אי (DDE), שהוא תוצר פירוק שיורי יציב של קוטל החרקים די-די-טי, שכבר שנים רבות אסור בשימוש בחקלאות בישראל ובעולם. אך עדיין ישנם דיווחים על הימצאותו גם בדגימות דבש ובאבקת פרחים מספרד [5]. מאחר שריכוז של כל חומר בנפרד היה מתחת לסף קטילה, ניתן לשער שמדובר בהשפעה מצטברת או מאגברת (synergic). ראוי לציין שאירוע אקוטי של תמותת דבורים במועד האמור נמצא גם באזור גילת – בשדה סמוך למשמר הנגב – בכוורות שלא שותפו ישירות במחקר. במקרה זה נמצאו 0.044 מיקרוגרם מהחומר כלותיאנידין (Chlothianidin) בגוף דבורה (בצורה מובהקת מעל לסף הקטילה לחומר זה [LD<sub>50</sub>-oral], שהוא 0.0033 מיקרוגרם לדבורה). ייתכן שרמה כה גבוהה נבעה ממגע ישיר בעקבות ריסוס של חומר מערכתי המשמש גם לחיטוי זרעים בשטחים שהם מרעה הדבורים, או כתוצאה מהזנה בצוף הצמחים המרוססים או מדמיעה (guttation) – טיפות מים שמפרישים הצמחים שהכילו חומר זה [18]. יש להדגיש כי במועדים הללו לא נמצאו חומרי הדברה אצל דבורים חיות. מאידך גיסא, נמצאו עקבות של קוטל עשבים וקוטל חרקים אצל דבורים חיות בחודשים פברואר ומרץ 2015.

טבלה 1. סוגי חומרי הדברה והריכוז (ppb) בדגימות השונות בשלושת האתרים (מועדים וחומרים שנמצאו לאורך תקופת המחקר)

שם החומר	שם הכשיר	פעילות	שיטת שמוש	מתי נמצא?	איפה נמצא?	באילו דגימות?	חמות דבורים	כמות אצל דבורים מוח (ppb)	רעילות לדבורים (מיקרוגרם בגוף דבורה)	LD <sub>50</sub> לדבורים	
										אכילה	מגע
DDE-4-4	תוצר פירוק של DDE	קוטל חרקים ואקריות	-	סתיו 2014	לכיש, גילת	דבורים מתות	✓	17	גבוהה?	5.1	88
Amitraz	אמיטראז	קוטל חרקים ואקריות	ריסוס, טיפול בכוורת	סתיו 2014	צריפין	דבורים מתות וחיות	✓	20	נמוכה	12	360
Bentazon	בנטאזון, בנטז	קוטל עשבים	ריסוס	אביב 2015	לכיש	לחם דבורים	-	-	נמוכה	200	200
Clothianidin [אנתיוקטונואיד]	קלאצ	קוטל חרקים ואקריות	כיפוי	סתיו 2014	גילת	דבורים מתות	✓	444	גבוהה מאוד	0.0033	0.039
Cyprodinil	סיוויץ, בולוס, פטריות	קוטל פטריות	ריסוס	סתיו 2014	גילת	דבורים מתות	✓	151	נמוכה	100	280
Diflufenican	פאלוקן, לנט, שוהם	קוטל עשבים	ריסוס	סתיו 2014	גילת	דבורים מתות	✓	10	נמוכה	100	100
Dimetomorph	קאבריו, אקרונט, ברקוד	קוטל פטריות	ריסוס	אוקטובר 2014	גילת, צריפין	לחם דבורים, דבורים מתות וחיות	✓	150	נמוכה	32	55
Diuron	דיאורקס, עשבים, סאנארוו, דוריאן	קוטל עשבים	ריסוס	חורף 2015	לכיש, גילת	דבורים חיות, לחם דבורים	-	-	נמוכה	-	145
Fludioxonil	סיוויץ, סקורל	קוטל פטריות וחידקים	ריסוס	אוקטובר 2014	גילת	דבורים מתות	✓	366	נמוכה	330	50
Metalaxyl	סנדומיל	קוטל חרקים ואקריות	ריסוס	סתיו 2014	צריפין	דבורים חיות	-	-	נמוכה	269	141
O-Phenylphenol	אל רקב	קוטל פטריות וחידקים	ריסוס/כיפוי, יל, דונג להדרים לאחר קטיף	ספטמבר 2014	לכיש ומתות	דבורים חיות	✓	20	-	-	-
Oxadiazon	רוטסאר, עשבים	קוטל עשבים	ריסוס	ספטמבר 2014	גילת	דבורים מתות	✓	5	-	400	25>
Oxyfluorofen	נול, גילי, נלגין, נלאון, אקסיגיל, אמיר, תבור	קוטל עשבים	ריסוס	יולי 2014	לכיש	דבורים חיות ומתות	✓	53	נמוכה	-	100
Pymetrozine	צ'ס	קוטל חרקים ואקריות	ריסוס	מרץ 2015	צריפין, גילת	דבורים חיות	-	-	נמוכה	117	200
Pyrimidifen	מיטקלין	קוטל חרקים ואקריות	ריסוס	סתיו 2014	גילת	דבורים מתות	✓	8	בינונית	0.64	0.66
Quinoxifen	אביר, ענבר	קוטל פטריות	ריסוס	יולי 2014	לכיש	דבורים מתות	✓	193	נמוכה	316	79
Thiametoxam [אנתיוקטונואיד]	אקטרה, דרבו, קרזור	קוטל חרקים ואקריות	הדברה במי ההשקיה, כיפוי זרעים	אביב 2015	צריפין, לכיש	דבורים חיות	-	-	גבוהה מאוד	0.005	0.0061

\* נמצא בכוורת במשך הנוג, ליד גילת.

## טבלה 1 סוגי חומרי הדברה והריכוז (ppb) בדגימות השונות בשלושת האתרים (מועדים וחומרים שנמצאו לאורך תקופת המחקר)

חשוב לציין, ששכיחות המקרים שנמצאו בהם חומרי הדברה באבקת פרחים ומספר החומרים נמוכים במחקר זה באופן בולט יחסית לתוצאות סקרים השונים בחו"ל (ארה"ב, צרפת, ספרד, פולין, יוון והודו). בסקרים אלה נמצאו בכוורות 161 חומרי הדברה, ומעל מחציתם נמצאו בדבש ובאבקת פרחים [3,19].

ללא כל קשר לבטיחות מצרי כוורת לאדם, חשוב לשים לב שחשיפה כרונית של דבורים לרמה של מתחת לסף קטילה עלולה לגרום לפגיעה פיזיולוגית מתמשכת בתפקוד הכוורת [10,11], בין היתר, על-ידי הגברת רגישותן לגורמי המחלה. למשל, נמצאו עדויות לקשר בין חשיפה של דבורים לחומרי הדברה והגברת הפגיעה מהמיקרוספורידיה הפתוגנית [2,28] *Nosema apis*.

קבוצת קוטלי החרקים הנאוניקוטונואידים ידועה ברעילות גבוהה לדבורים, ועל כן ישנה מגמה להפחית את השימוש בה בקהילה האירופית. למעשה, לאחרונה נאסר שם בחוק שימוש בחומרים הללו, בשלב זה לשנתיים. עם זאת, חשוב לציין, שזו לא הקבוצה היחידה המסוכנת לדבורים, בייחוד אם בוחרים את דרכי החשיפה השונות של הדבורים לחומרי הדברה (טבלה 1), ומשווים זאת לשיטות השימוש המקובלות לתכשירים הללו. הנאוניקוטונואידים הם תכשירים מערכתיים, ולהבדיל מרבים אחרים, הדבורים אינם נחשפות אליהם במגע ישיר, בעוד מרבית החומרים האחרים ניתנים בריסוס. עד לאחרונה היה מקובל לחשוב על קוטלי פטריות כבלתי מזיקים לדבורים, אולם מחקרים חדשים מראים שעלולה להיות השפעה שלילית מאגברת בין קוטלי פטריות לקוטלי חרקים ואקריות. ההשפעה מתבטאת בשינוי בהתנהגות ובפגיעה במערכת החיסון, ועלולה להיות כרונית ולא בהכרח מידית [12,15,20]. במחקר הנוכחי נמצאו שאריות של קוטלי פטריות אצל דבורים מתות (יולי 2014 בלכיש, ספטמבר 2014 בגילת), אולם גם אצל דבורים חיות. זאת ועוד, בחלק מן המקרים נמצאו קוטלי עשבים בדגימות דבורים

בלכיש ובגילית. אף על פי שמקובל לחשוב שאין כל השפעה רעילה לחומרים אלה על דבורים, הופיעו לאחרונה מחקרים אחדים המצביעים על אפשרות של השפעה פיזיולוגית ישירה של קוטלי עשבים על התנהגות הדבורים [6] וכן השפעה אפשרית של הרכיבים האינרטיים במְּכַנְנִים (formulations) המסחריים על הרעילות לדבורים [14]. נוסף על כך, ההשפעה של קוטלי עשבים עשויה להיות עקיפה, דרך פגיעה אפשרית במגוון של אוכלוסיית מיני צמחי הבר שדבורים פוקדות לאיסוף מזון. במחקר הנוכחי נמצאו שאריות של חומרים המשמשים קוטלי עשבים חורפיים, וכאלה המשמשים להכנת שטחי מזרע לקראת עונת האביב והקיץ (דירון ובנטאזון) באבקת פרחים בלכיש ובגילית בדגימות פברואר 2015.



To bee or not to bee? קיים חשש שחשיפה מתמשכת לחומרי הדברה ברמות נמוכות עשויה לגרום לתמותת כוורות | צילום: Hamed Saber, פליקר, CC BY 2.0

שאריות חומרי הדברה נמצאו גם בדגימות אבק שנאספו ממלכודות אבק שמוקמו על כוורות המחקר. בסתיו 2014 נמצאו בצריפין קוטלי חרקים ופטריות. הממצא הבולט ביותר היה ריכוז גבוה מאוד (5,500 מיקרוגרם לק"ג) של קוטל החרקים והאקריות מהסוג אמיטרוז. אמנם החומר משמש גם להדברת האקרית וְרוֹאָה בתוך הכוורת, ונחשב בטוח יחסית לדבורים, אולם קיימים דיווחים על הצורך להעריך מחדש את השימוש בו, שכן מטבוליט משני שלו, די-אם-פי-אף, עלול להיות רעיל היות שהוא מגביר רעילות של חומרים פירותרואידיים [8] (Pyrethroids). נוסף על כך, זוהה באבק שנאסף ליד הכוורת בצריפין קוטל החרקים מהסוג פיריפרוקסיפן (Pyriproxyfen) המיועד להדברת כנימות בפרדסים ובמטעים. אזור צריפין עשיר בהם, ובעונת הסתיו באזור זה עיקר משבי הרוח מגיעים מצפון, מאזורים חקלאיים של מושבי הסביבה.

גם בדגימות האבק מלכיש ומגילית נמצאו שאריות חומרי הדברה מסוגים שונים בסתיו ובחורף 2014. בדגימות אבק של גילת מספטמבר נמצאו גם שאריות של די-די-אי, שהוא כאמור תוצר פירוק שיורי יציב של קוטל החרקים די-די-טי שיצא מכלל שימוש לפני שנים רבות.

מעניין לציין כי מציאת חומרי ההדברה וריכוזם באבק לא תאמו את נוכחותם במוצרי הכוורת ואצל הדבורים החיות והמתות (טבלה 2), והסיבות לממצא זה אינן ברורות. ייתכן ששדות המרעה של הדבורים נמצאים במרחק ניכר מהכוורות ומקולטי האבק, כך שהחומרים שהן נושאות על גבן לא משקפים את התכשירים ששימשו בסביבה הקרובה לכוורת. אפשרות אחרת להבדלים היא שהחומרים שנכנסים לכוורת מוגנים מפגיעת קרני השמש המפרקות אותם במהירות במגשי קליטת האבק. מכאן, שחשוב בעתיד לבחון שיטות נוספות לדגימת חומרי הדברה ברחף סביב הכוורות [13]. חשוב גם לזכור שאין ודאות שהבדיקה שלנו זיהתה את כל חומרי ההדברה המסכנים את הדבורים



באזורים שנבדקו, מאחר שישנם חומרים שמתפרקים מהר ולכן עשויים שלא לבוא לידי ביטוי בדגימות חודשיות.

טבלה 2. רמות מרביות מותרות בישראל (Maximum Residue Limits [MRLs]) של תכשירים חקלאיים במוצרי מזון ב־ppb במשוואת לריכוז תכשירי הדברה שנמצאו בדבש במחקר הנוכחי

חומר גנרי	קבוצה	MRL במוצר מזון	ריכוז החומר שנמצא בדבש במחקר הנוכחי
00E-4-4	קוטל חרקים	20 (חלב)	12
Diuron	קוטל עשבים	500 (פירות)	10
Simazine	קוטל עשבים	20 (ביצים, גשר וחלב)	13
Bifenthrin	קוטל חרקים	10 (ביצים)	4
Sulfoxaflor	קוטל חרקים	10 (ביצים ובשר) 80 (חלב), 20 (שוקר)	416

## טבלה 2 רמות מרביות מותרות בישראל [Maximum Residue Limits (MRLs)] של תכשירים חקלאיים במוצרי מזון ב־ppb בהשוואה לריכוז תכשירי הדברה שנמצאו בדבש במחקר הנוכחי

### מסקנות

- אוכלוסיות דבורי הדבש עלולות להיחשף במהלך השנה בדרכים שונות למספר רב של חומרי הדברה ממקורות שונים.
- חומרי הדברה שנמצאו בכוורות במחקר הנוכחי הם מקבוצות שונות ובעלי אופי פעולה שונה.
- פגיעת חומרי הדברה יכולה להיות אקוטית או כרונית, הן מחשיפה לרמה קטלנית שלהם הן מחשיפה לשילוב של כמה חומרים בריכוזים תת-קטלניים.
- ההשפעה השלילית של כמה חומרי הדברה ובהם קוטלי הפטריות המצויים באותו מקום, יכולה להיות מצטברת או מאגברת – השערה המצריכה מעקב ומחקר נוספים.
- קיימת אפשרות שהבדיקה של חומרי הדברה מדי כחודש מחמיצה חומרים שפוגעים בדבורים ושמשך ההשפעה שלהם קצר. חשוב לכן לשפר את שיטת הדגימה ולהצמיד את מועדי הדגימה לאלה של טיפולים החקלאיים באזור.
- בממשק הגידולים ובתכנון הטיפולים השונים כולל ממשק מזיקים, פטריות ועשבים, חשוב להביא בחשבון את המאביקים.
- מן הראוי לבחון ולהתאים רמות מרביות מותרות (MRL) בדבש עבור חומרי הדברה חקלאיים (לא קיימים תקנים בישראל, פרט ל-2-3 חומרים המשמשים לטיפול בכוורות) (טבלה 2).



בישראל פזורות כ-100,000 כוורות, מתוכן כ-60,000 מוצבות לצד גידולים חקלאיים

המחקר הנוכחי מומן בחלקו על-ידי קרן נקודת ח"ן. המחברים מבקשים להודות לדניאל ברקאי על הסיוע בעבודת השדה.

## מקורות

1. מכוורת צריפין, מנהל המחקר החקלאי.
2. Alaux C, Brunet JL, Dussaubat C, et al. 2010. Interactions between *Nosema* microspores and neonicotinoids weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology* 12: 774-182.
3. Environmental Protection Agency (EPA-US), Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Pesticide fact sheets.
4. Freitas BM, Imperatriz-Fonseca VL, and Medina LM. 2009. Diversity, threats and conservation of native bee in the Neotropics. *Apidologie* 40: 332-346.
5. Garibaldi LA, Aizen MA, Klein AM, et al. 2011. Global gross and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *PNAS* 108: 5909-5914.
6. Herbert LT, Vazquez DE, Arenas A, and Farina WM. 2014. Effects of field-realistic doses of glyphosate on honey bee appetitive behaviour. *Journal of Experimental Biology* 217: 3457-3464.
7. Johnston P, Huxdorff C, Gergely Simon G, and Santillo D. 2014. The bees' burden. An analysis of pesticide residues in comb pollen and trapped pollen from honey bees in 12 European countries. *Greenpeace Research Laboratories Technical Report* 2014-03.
8. Johnson RM, Dahlgren L, Blair DS, and Ellis MD. 2013. Acaricide, fungicide and drug interactions in honey bees (*Apis mellifera*). *PlosOne* 8: 1-10.
9. Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, et al. 2007. Importance of pollinators in changing landscape for world crops. *Proceedings of the Royal Society B* 274: 303-313.
10. Kohler HR and Triebkorn R. 2013. Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond. *Science* 341: 759-765.
11. Krupke CH, Hunt GJ, Eitzer BD, et al. 2012. Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PlosOne* 7: 1-8.



12. Ladurner E, Bosch J, Kemp WP, and Maini S. 2005. Assessing delayed and acute toxicity of five formulated fungicides to *Osmialignaria Say* and *Apis mellifera*. *Apidologie* 36: 449-460.
13. Lavin KS and Hageman KJ. 2013. Contributions of long-range and regional atmospheric transport on pesticide concentrations along a transect crossing a mountain divide. *Environmental Science & Technology* 47: 1390-1398.
14. Mullin CA. 2015. Effect of 'inactive' ingredients on bees. *Current Opinion in Insect Science* 10: 1-7.
15. Mussen EC, Lopez JE, and Peng CYS. 2004. Effects of selected fungicides on growth and development of larval honey bees, *Apis mellifera L.* *Environmental Entomology* 33: 1151-1154.
16. Ollerton J, Winfree R, and Tarrant S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326.
17. Potts SJ, Biesmeijer JC, Kremen C, et al. 2010. Global pollinator decline: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 345-353.
18. Rundlof M, Andersson GKS, Bommarco R, et al. 2015. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature* 521: 77-80.
19. Sanchez-Bayo F and Goka K. 2014. Pesticide residues and bees – a risk assessment. *PlosOne* 9: 1-16.
20. Simon-Delso N, San Martin G, Bruneau E, et al. 2014. Honeybee colony disorder in crop areas: The role of pesticides and viruses. *PlosOne* 9: 1-16
21. Soroker V, Hetzroni A, Yakobson B, et al. 2010. Evaluation of colony losses in Israel in relation to the incidence of pathogens and pests. *Apidologie* 42: 193-197.
22. Stokstad E. 2012. Field research on bees raises concern about low-dose pesticides. *Science* 335: 1555.
23. Tscharnkte T, Klein AM, Kruess A, et al. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity: Ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857-874.
24. Van der Werf HMG. 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture Ecosystem and Environment* 60: 81-96.
25. Vanbergen A. 2013. Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and Environment* 11: 251-259.
26. van Engelsdorp D, Hayes DJ, Underwood RM, and Pettis J. 2011. A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010. *Journal of Apicultural Research* 50: 1-10.

27. Winfree R, Williams NM, Gaines H, et al. 2008. Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology* **45**: 793-802.
  28. Wu JY, Smart MD, Anelli CM, and Sheppard WS. 2012. Honey bees (*Apis mellifera*) reared in brood combs containing high levels of pesticide residues exhibit increased susceptibility to *Nosema* (Microsporidia) infection. *Journal of Invertebrate Pathology* **109**: 326-329.
  29. Zaady E, Offer YZ, and Shachak M. 2001. The content and contribution of the accumulated aeolian organic matter in a dry ecosystem. *Atmospheric Environment* **35**: 769-776.
-