



2002-2004

תקופת המחקר:

824-0101-04

קוד מחקר:

Subject: SELECTION OF HONEY BEES FOR
AVOCADO POLLINATION

Principal investigator: SHAFIR SHARON

Cooperative investigator:

Institute: Faculty of Agriculture

שם המחקר: בירור והשבחת דבורי דבש
להאבקת אבוקדו

חוקר ראשי: שפיר שרון

חוקרים שותפים:

מוסד: הפקולטה לחקלאות, רחובות

תקציר

פעילות דבורים נמוכה היא אחד מהגורמים העיקריים המגבילים את יכולי האבוקדו בישראל. פעילות נמוכה זו נגרמת בשל העדפת דבורים לאיסוף צוף מפריחה מתחרה באזור המטע. מטרת המחקר – לבחון את השפעת הרקע הגנטי של דבורי הדבש על מידת העדפתן לפריחת האבוקדו, ונעשה ניסיון להבין מהם הגורמים להעדפת הדבורים.

מהלך המחקר והתוצאות - בדיקת רמת הפעילות של גזעים שונים של דבורי דבש על פריחת אבוקדו העלתה שקיימים הבדלים בין הגזעים, אולם ההבדלים משתנים מאתר לאתר. בבחינה חוזרת בשנים עוקבות של כוורות בהן לא התחלפה המלכה, נמצא שמידת ההעדפה לפריחת האבוקדו חוזרת משנה לשנה, תוצאות המצביעות על קיומו של רקע גנטי לתכונה זו. בעקבות תוצאות אלו נערך דור אחד של סלקציה על-ידי הזרעה מלאכותית של מלכות בתולות, בנות למלכות נבחרות, בזרע של זכרים בניס למלכות נבחרות. נמצא שרמת הפעילות על פריחת האבוקדו בכוורות בעלות מלכה מוזרעת, היתה דומה לזו של כוורות האם. בסדרה של ניסויי בחירה נמצא שדבורים העדיפו דבש שמקורו בפריחה המתחרה, ואף תמיסת סוכרוז, על-פני דבש אבוקדו. נבדק מגוון של תכונות הדבש שכלל: צבע, ריח, תכולת תרכובות פנווליות והרכב מינרלים. נמצא שצבע וריח הדבש לא השפיעו על העדפת הדבורים, ואילו נוכחות פנולים הגבירה את משיכת הדבורים. דבש האבוקדו נמצא עשיר במספר מינרלים שהבולט בהם הוא אשלגן, ונמצא אישור להשערה שמקור המינרלים הוא בצוף האבוקדו.

סכום ומסקנות - מהניסויים עולה שהאשלגן מרתיע את הדבורים, אך נוכחות אשלגן בלבד אינה מסבירה במלואה את העדפת הדבורים. שילוב האשלגן יחד עם זרחן, מינרל נוסף שנמצא בריכוז יחסי גבוה בדבש האבוקדו, הגביר את דחיית הדבורים, ויתכן שמינרלים נוספים כגון מגנזיום וגופרית תורמים אף הם לדחייה. עבודה זו מעלה את הפוטנציאל הקיים בשימוש בקווים נבחרים של דבורים לצורך שיפור ההאבקה באבוקדו ואולי אף בגידולים נוספים. יחד עם זאת נחוצה עוד עבודה רבה עד לייצובו של קו דבורים שיהיה זמין מבחינה מסחרית. הבנת הגורמים לדחיית הדבורים מפריחת האבוקדו עשויה לסייע הן בהמשך ההשבחה של הדבורים, והן במציאת כיוון חדש של פתרונות לבעיה על-ידי התאמת האבוקדו לדרישות הדבורים.

מאי, 2005

דו"ח מסכם (שנה ג') לתוכנית מחקר 824-0101-02

בירור והשבחת דבורי דבש להאבקת אבוקדו

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות, ועדת היגוי- מטעים על ידי:

שרון שפיר, אחד אפיק* - המעבדה לדבורים, הפקולטה לחקלאות

ארנון דג - המכון למטעים, מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי

שמואל גזית - המחלקה למטעים, הפקולטה לחקלאות

מיקי נוי - האגף למטעים, שה"מ

יוסף קמר - המכון לבע"ח, מנהל המחקר החקלאי

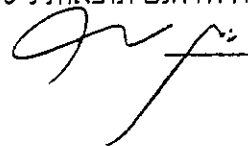
ארתור שפר - המכון לגד"ש, מנהל המחקר החקלאי

* המרכז לחקר דבורים על-שם ב. טריוואקס, המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות, 76100.

B. Triwaks Bee Research Center, Department of Entomology, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot 76100, Israel. E. mail: shafir@agri.huji.ac.il

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר



1. מבוא

ענף האבוקדו בישראל מהווה ענף חקלאי מרכזי, היקף היצור השנתי הממוצע עומד על כ- 200 מיליון ש"ח כאשר רוב התוצרת מיועדת ליצוא. זני האבוקדו בארץ מחולקים לשתי קבוצות מבחינת מועדי הפריחה:

- זנים שתקופת הפריחה שלהם מוקדמת ובינונית – 'אטינגר', 'האס', 'פינקרטון' ו'פוארטה'
- זנים בעלי פריחה מאוחרת – 'נאבל', 'וריד'

בעוד הזנים שפריחתם מאוחרת מושכים את הדבורים היטב ללא בעיות האבקה משמעותיות, הרי שהזנים שפריחתם מוקדמת יותר, המהווים כ- 85% משטחי האבוקדו בארץ סובלים לאורך שנים מפוריות בלתי יציבה הפוגעת קשה בהכנסת החקלאים. אחת הסיבות המרכזיות לפוריות הבלתי יציבה של זנים אלו, היא האבקה בלתי מספקת. הזנים המוקדמים חופפים בפריחתם את פריחת ההדרים ואת שיא פריחת פרחי הבר. התוצאה היא שהדבורים מהכוורות המוצבות במטעי האבוקדו, נוטשות את המטע לטובת הפריחה המתחרה באזור (Ish Am and Eisikowitch, 1998). בסוף עונת הפריחה של הזנים המוקדמים, מסתיימת בדרך כלל פריחת ההדרים ומצטמצמת פריחת פרחי הבר, אולם ברוב השנים זמן זה אינו מספיק בכדי לקבל האבקה נאותה. בשנים בהן ישנה פעילות דבורים משמעותית במטע ברוב זמן פריחתו, כפי שהתרחש בעונת הפריחה של אביב 99, מתקבלים על פי רוב יכולים כבדים.

שונות גנטית בהעדפותיהן של דבורי דבש לגידולים חקלאיים שונים ידועה מזה זמן רב (Nye and Mackenson, 1970) ואף דווח על השבחה לאופי פעילות מסוים, כמו להעדפה לאיסוף אבקה (Page, 1999). לאחרונה, הועלתה האפשרות כי קיימת שונות גנטית גם בתכונה של העדפת / הימנעות מפריחת אבוקדו. במטע בסביבות Fallbrook (דרום קליפורניה) נצפתה פעילות יוצאת דופן של דבורים מהגזע הקרניאולי שטופח בארה"ב - New World Camiolar (NWC) (Cobey, 1999) במטע אבוקדו גדול על אף שבסביבה היתה שפע פריחה מתחרה. פעילות מאסיבית זו לא נצפתה בחוות שכנות בהן נעשה שימוש בדבורים מהגזע הנפוץ בארה"ב שמקורו בגזע האיטלקי (R. Hofshi, personal com.). עדויות אלו מקליפורניה, והממצאים משנתיים של ניסויי שדה ראשוניים בארץ, המצביעים על מרכיב גנטי להעדפות דבורים היוו את הבסיס לעבודה הנוכחית. מטרת העבודה היתה לבחון האם קיימים הבדלים בהעדפה לאיסוף צוף מאבוקדו בין גזעים שונים של דבורי דבש, לבחון את הבסיס ההתנהגותי להעדפה, ליצור סלקציה מכוונת של דבורים בעלות העדפה לאבוקדו.

2. שיטות וחומרים

2.1. בדיקת כוורות מקווים שונים בשדה.

בדיקת רמת הפעילות של כוורות מקווים שונים על פריחת האבוקדו התבצעה באופן הבא: מלכות מופרות, שסומנו בנקודת צבע על הגב ובקיטום של אחת הכנפיים, הוקלטו בכוורות הניסויי במהלך הסתיו. במשך החורף קיבלו הכוורות טיפולים כוורניים כמקובל. בסוף פברואר לקראת פריחת האבוקדו, ולאחר שאוכלוסיית הכוורת המקורית הוחלפה בעמלות שהן בנות של המלכה הנבחנת, נבדקה נוכחות של המלכה המסומנת. במידה ונמצא שהמלכה המקורית התחלפה הוצאה הכוורת ממערך הניסוי. עם תחילת פריחת האבוקדו הועברו הכוורות למטעי האבוקדו המיועדים.

הכוורות הוכנסו למטעים כשהן על קומה אחת בלבד, ומיד לאחר ההעברה למטע הוספה קומה שניה ריקה מדבש. במידה והכוורות היו חלשות מכדי לקבל קומה נוספת הוכנסו לתוך קומת הקן חלות ריקות ומסומנות. בסוף אפריל, כאשר ההדרים והזנים מקדמי הפריחה (אטינגר, פינקרטון ופוארטה) סיימו לפרות, נרדו הכוורות. קומת הדבש, או החלות המסומנות בקומת הקן, נרדו בנפרד מכל כוורת. מהדבש שנרדה מכל כוורת נלקחה דגימה של חצי ק"ג לצורך בדיקת הרכב סוכרים ובדיקות נוספות. הרכב הסוכרים בדבש (סוכרוז, גלוקוז, פרוקטוז ופרסאיטול) נבדק בעזרת מכשיר HPLC, Alltech 700 CH carbohydrate analysis column, בנפח דגימה של 20 מיקרוליטר, ובקצב זרימה 0.5 מ"ל לדקה ב- 90°C.

2.1.1. ניסוי שדה, עונה ראשונה - אביב 2000

מלכות מופרות מגזע קרניאולי (NWC) שיובאו מהוואי הוקלטו בכוורות במכורת דן בסתיו 1999, ובמקביל הוקלטו בכוורות אחרות מלכות איטלקיות שיובאו באותה עת מאוסטרליה. בסך הכל הוקלטו 35 מלכות מכל קו. כוורות אלו נבחנו בשני מטעים, האחד בכפר גלעדי והשני בדן.

2.1.2. ניסוי שדה, עונה שניה - אביב 2001

בעונת 2001 הורחב הניסוי; נעשתה חזרה מלאה על מתכונת העמדת הניסוי בעונה הקודמת במטעים בדן ובכפר גלעדי. בנוסף למלכות החדשות נבחנו במטע בדן גם ארבע כוורות בעלות מלכות זקנות שנבחנו כבר בעונת 2000. מלכות אלו היו מכוורות בהן נמדד אחוז פרסאיטול גבוה בעונה הקודמת. בעונה זו הורחב הניסוי לשני אתרים נוספים, במתכונת דומה לזו שבוצעה במכורת דן. הכוורות הנוספות היו של מכורת שער הגולן, והן נבחנו במטעים של הקיבוצים אפיק ושער הגולן.

2.1.3. ניסוי שדה, עונה שלישית - אביב 2002

בעונת 2002 בוצע הניסוי עונה שלישית בדן כשהפעם נבחן בנוסף לקו האיטלקי המיובא ולקו NWC גם קו קרניאולי נוסף, יבוא מאוסטרליה. פרט לקיבוץ דן הועמד הניסוי גם במשק דרומי-בקיבוץ נגבה (מכוורת בועז כנות-אביגדור) קו זה הושווה לקו איטלקי מטיפוח מקומי (צריפין). בנוסף נבחנו במטע בנגבה גם שש מלכות שהצטיינו ברמת הפרסאיטול בעונה הקודמת בדן.

2.1.4. ניסוי שדה, עונה רביעית - אביב 2003

בעונה זו הוקלטו מלכות מחמישה גזעים בשלוש מכורות, והן נבחנו בשלושה מטעי אבוקדו: דן, המעפיל ונגבה. הגזעים הנבחנו היו:

1. גזע איטלקי - *Apis mellifera ligustica*
2. גזע קווקזי - *Apis mellifera caucasica*
3. גזע מרכז אירופאי - *Apis mellifera mellifera*
4. גזע בקפסט - Buckfast
5. גזע קרניאולי - New World Carniolan (NWC)

מכל גזע, בכל מכוורת, נבחרו 10-15 כוורות תקינות ברמה אחידה בהן נמצאה מלכה מטילה. יוצא מהכלל היה הגזע המרכזי אירופאי שלא נבחן בנגבה, ובאתרים בהם נבחן, סבל מפחת רב. בנוסף נבדקו בנגבה שבע כוורות שנבחנו במטע זה בשנה הקודמת. ארבע כוורות מתוכן היו בעלות רמות פרסיאטול גבוהות בשנה שעברה, ושלוש כוורות בעלות רמות פרסיאטול נמוכות מהשנה שעברה. במטרה להעריך איזה אחוז מתוך הדבורים אוספות הצוף של הכוורת מגיעות אל פרחי האבוקדו, נחסמו פתחי הכוורות בוקר אחד בתקופת פריחת האבוקדו, ודבורים החוזרות לכוורת נאספו ונשמרו בהקפאה. לאחר בדיקת רמת הפרסיאטול בדבש, נבדקה תכולת הזפק של דבורים משמונה כוורות מנגבה ומ-12 כוורות מדן. מחצית מהכוורות בכל אתר היו בעלות רמת פרסיאטול גבוהה בדבש, והמחצית השניה בעלת רמת פרסיאטול נמוכה. מכל כוורת נבדקו כעשר דבורים, וכבוקרת נבדקו דבורים שנאספו ישירות מפרחי אבוקדו.

2.1.5. ניסוי שדה, עונה חמישית - אביב 2004

בהתאם לתוצאות בדיקת הפרסיאטול בדבש בעונה הקודמת נאספו בנגבה ובמעפיל מלכות מכוורות בעלות רמות פרסיאטול גבוהות או נמוכות במיוחד, והוקלטו בכוורות בפקולטה לחקלאות ברחובות. מלכות אלו שימשו בסיס לתוכנית השבחה להעדפת פריחת אבוקדו באמצעות הזרעה מלאכותית. ההשבחה לדבורים בעלות העדפה גבוהה או נמוכה לאבוקדו נעשתה לכל אחד משני האתרים בנפרד, כך שהתקבלו ארבעה קווים. כל קו נבנה משתי משפחות, שכל אחת מהן מקורה בכוורת אחת ממנה נלקחו מלכות וכוורת אחת ממנה נלקחו זכרים. בקווים בעלי העדפה גבוהה היתה רמת הפרסיאטול בכוורות ההורים גבוהה מ-1.5% בנגבה ומ-1.3% במעפיל, ואילו בקווים בעלי העדפה נמוכה היתה רמת הפרסיאטול נמוכה מ-0.95% בנגבה ומ-0.65% במעפיל. בשיטה זו ניתן יהיה להכליא בין משפחות בעונה הבאה, מבלי להגיע למצב של זיווגי קרובים. מכל קו הוזרעו 30-40 מלכות, אולם בשל אחוזי התמותה הגבוהים של המלכות המוזרעות נותרו לבסוף פחות מעשרים כוורות מכל קו. מאחר ולא נמצאה השפעה חד-משמעית לגזע הדבורים על מידת הפעילות באבוקדו, לא נעשתה ההשבחה על בסיס של גזעי הדבורים. יתרה מכך, במטרה להקטין את החשש ליצירת מצב של זיווגי קרובים, נעשתה ההכלאה בין גזעים שונים במידת האפשר. כוורות אלו נבחנו במטעי האבוקדו בנגבה ובמעפיל באביב 2004. בנוסף למלכות המוזרעות נבחנו מספר כוורות עם מלכות שנבחנו גם בעונה שעברה במטרה לשמש כקווים משווים.

2.1.5. ניסוי שדה, עונה שישית - אביב 2005

דור שני של סלקציה נעשה על-ידי הזרעה מלאכותית של צאצאים של מלכות מוזרעות שנבחנו בעונה שעברה. נמשכה ההשבחה של ארבעה קווים, בהתאם לרמות הפרסיאטול בכוורות ולמטע שבו נבחנו. כמקור למלכות וזכרים שימשו כוורות בעלות רמות פרסיאטול גבוהות או נמוכות במיוחד, אולם רק כאלו שנבחרו לאותה תכונה (כלומר, כוורת שבה נמדד ריכוז פרסיאטול גבוה אולם המלכה שלה נבחרה דווקא לצורך קבלת ריכוז פרסיאטול נמוך לא שימשה כמקור להמשך ההזרעות). משלושה קווים הוזרעו מעל ל-30 מלכות ואילו מקו רביעי הוזרעו 15 מלכות בלבד, בשל הקושי לקבל כמות מספקת של זכרים שענו לדרישות תוכנית ההשבחה. גם בעונה זו היה אחוז התמותה של המלכות המוזרעות גבוה, ולמטעים הגיעו 6-17 מלכות מכל קו. בנוסף נבחנו גם

כחמש מלכות מוזרעות מכל קו מדור ההורים, שנבחנו כבר בעונה הקודמת. הדבש מכוורות אלו נרדה בימים אלה וטרם התקבלו התוצאות.

2.2. בדיקת הגורמים לחוסר העדפת פריחת אבוקדו על פני פריחה מתחרה

2.2.1. השפעת הרכב הסוכרים בצוף

אחד ההבדלים המשמעותיים שבין צוף האבוקדו לצוף הפריחה המתחרה הוא הרכב הסוכרים. בשעה שבהדרים ובמצליבים מכיל הצוף יחסים שונים של פרוקטוז, גלוקוז וסוכרוז, כשהמרכיב הדומיננטי הוא פרוקטוז, בצוף האבוקדו הסוכר העיקרי הוא הסוכרוז, המהווה ברוב המקרים יותר מ-90% מכלל הסוכרים. בנוסף קיים בצוף האבוקדו ריכוז נמוך של סוכר שבע פחמני, פרסיאטול שהוא ייחודי לאבוקדו (Ish-Am, 1994). בניסויים אלה נבדקה האפשרות שהרכב הסוכרים בצוף הוא הגורם לכך שפריחת האבוקדו אינה אטרקטיבית עבור הדבורים.

2.2.1.1. השוואת סוכרים שונים:

בניסוי זה נבדקו דבורים משתי כוורות שביצועיהן נבחנו במטעי אבוקדו בשנתיים הקודמות ושמלכתן המקורית שרדה בכוורת. בכוורת אחת היה ריכוז הפרסיאטול גבוה בשתי העונות, ואילו בכוורת השניה היה ריכוז הפרסיאטול נמוך בעונות הקודמות. דבורים משתי הכוורות הנבחנות נאספו בשעת היציאה מפתח הכוורת. הדבורים חולקו לארבע קבוצות, ובכל קבוצה נבדקה שליפת הלשון בתגובה למגע במחוש של צמר-גפן טבול בתמיסת סוכר. הסוכרים שנבדקו היו: סוכרוז, פרוקטוז, גלוקוז, ופרסיאטול בריכוזים עולים של: 0.1, 0.3, 1, 3, 4.5, 10, ו-30 אחוז משקלי, מלבד הפרסיאטול שנבדק עד ריכוז 4.5%, שכן הוא אינו נמס במים בריכוזים העולים על חמישה אחוזים. אחרי כל תגובה למגע במחוש עם תמיסת סוכר נבדקה התגובה למגע במים בלבד על-מנת לוודא שתגובת הדבורה היא לסוכר ולא לעצם המגע במחוש. התוצאות המוצגות כוללות רק את המקרים בהם הגיבו הדבורים לתמיסת הסוכר אך לא הגיבו למים.

2.2.1.2. השוואת תערובות של סוכרים:

ניסוי זה נערך בשיטה דומה לניסוי הראשון. נבדקו דבורים מארבע כוורות, שתי כוורות בהן ריכוז הפרסיאטול שנמדד בדבש באביב 2001 היה גבוה, ושתיים בהן נמדד ריכוז נמוך. תמיסות הסוכר שנבדקו היו: 1. תמיסת סוכרוז, 2. תערובת "אבוקדו"- תמיסה שבה יחס הסוכרים היה 95% סוכרוז ו-5% פרסיאטול בדומה לצוף האבוקדו (Ish-Am, 1994), 3. תמיסה עשירה בפרסיאטול, "פרסיאטול +", ובה 90% סוכרוז ו-10% פרסיאטול, 4. תערובת "הדרים" בעלת הרכב הדומה לצוף ההדרים, ובה 50% פרוקטוז, 30% גלוקוז ו-20% סוכרוז (Ish-Am, 1994). נבדקה תגובת הדבורים לריכוזים 0.1, 0.3, 1, 3, 10, ו-30 אחוז של משקל סך-כל הסוכרים ממשקל המים, בדומה למתואר בניסוי הקודם.

2.2.2. העדפה לסוגי דבש ממקורות שונים

בסדרה של ניסויים בבית-רשת ניתנה לדבורים בחירה בין מאכלות שהכילו תמיסה של דבש עשיר בפרסיאטול (ריכוז פרסיאטול גבוה מ-1% מכלל הסוכרים), שצוף האבוקדו מהווה בו מרכיב

משמעותי, לבין תמיסת דבש עני בפרסיאטול (ריכוז פרסיאטול נמוך מ- 0.5% מכלל הסוכרים) שמקורו בעיקר בצוף הפריחה המתחרה (הדרים בעיקר). התמיסות הוכנו על-ידי ערבוב של מים מזוקקים ודבש עד לקבלת תמיסות נוזליות בעלות ריכוזי סוכרים של: 30, 60 ו- 10 אחוז. בניסוי שימשו 12 נחילי דבורים, שבמחציתם נמצאה מלכה מגזע איטלקי, ובמחצית השנייה מלכה מגזע NWC, כאשר בכל חזרה שימש נחיל אחד בלבד. כל שש המאכלות הוצבו במעגל על משטח שהסתובב בקצב של שני סל"ד. הניסוי הסתיים כאשר התרוקנה אחת המאכלות, או כעבור ארבע שעות מתחילת הניסוי. בתום הניסוי נמדד נפח התמיסה שנצרכה מכל מאכלה, וחושב יחס הצריכה בין כל אחת מהמאכלות למאכלה ממנה היתה הצריכה הרבה ביותר.

2.2.3. השפעת צבע הדבש

היות וקיים הבדל בולט בצבע בין דבש האבוקדו הכהה לדבש הפריחה המתחרה הבהיר, נערך ניסוי שני במטרה לבחון השפעה אפשרית של צבע התמיסה. הניסוי נערך בשיטה דומה לניסוי הראשון אלא שהמאכלות הוכנסו לתוך כלי פלסטיק ירוקים ואטומים לאור, בעלי פתח צר בתחתית, דרכו נכנסו הדבורים. בניסוי השתתפו עשרה נחילים, נחיל אחד בכל חזרה, שקיבלו בחירה בין שלוש מאכלות: דבש אבוקדו (ריכוז פרסיאטול של 2.5%), דבש מפריחה מתחרה (ללא פרסיאטול), ותמיסת סוכרוז. בכל המאכלות היה ריכוז הסוכרים 60%.

2.2.4. השפעת תכולת הפנולים בדבש

תרכובות פנולים שונות נמצאות בדבש ומשפיעות על תכונות כמו טעם וריח גם בריכוזים נמוכים. לצורך מיצוי כללי של תרכובות פנולים מתוך דבש אבוקדו המסנו 1 ק"ג דבש בשני ליטר מים מזוקקים. לתמיסת הדבש שהתקבלה הוספו 200 מ"ל אתיל-אצטט וערבבנו במשך מספר דקות. לאחר מכן הפרדנו בעזרת משפך מפריד בין האתיל-אצטט שספח את הפנולים מתוך תמיסת הדבש לשאר התמיסה. בשלב הבא של התהליך נידפנו את האתיל-אצטט והמסנו את הפנולים בשני מ"ל אתנול, משום שהאתנול עצמו אינו משפיע על הדבורים בריכוזים נמוכים. לאחר סיום תהליך המיצוי ערכנו ניסוי בחירה. בניסוי השתתפו שלושה נחילים, נחיל אחד בכל חזרה, שקיבלו בחירה בין שלוש מאכלות: דבש אבוקדו (ריכוז פרסיאטול של 2.5%), תמיסת סוכרוז, ותמיסת סוכרוז עם מיצוי של פנולים מתוך דבש אבוקדו. בכל המאכלות היה ריכוז הסוכרים 60%.

2.2.5. השפעת תכולת המינרלים בדבש

דבש האבוקדו מאופיין בצבע כהה, וידוע מהספרות שקיים קשר בין סוגי דבש כהים לריכוזים גבוהים של מינרלים בדבש, בעיקר אשלגן. באמצעות מכשיר ICP-AES נבדקה תכולת המינרלים בדוגמאות של: דבש אבוקדו, דבש שאינו מאבוקדו, צוף אבוקדו וצוף הדרים. בעקבות תוצאות הבדיקה שהראתה שריכוז המינרלים בכלל והאשלגן בפרט אכן גבוהים בדבש ובצוף אבוקדו נערכה סדרה של ניסויי בחירה במטרה לבחון את השפעת האשלגן על הדבורים. שמונה נחילים, נחיל אחד בכל חזרה, קיבלו בחירה בין שלוש מאכלות: דבש אבוקדו (ריכוז פרסיאטול של 2.5%), דבש מפריחה מתחרה (ללא פרסיאטול), ודבש מפריחה מתחרה שבו השוונו את ריכוז האשלגן עם זה שנמדד בדבש האבוקדו. בכל המאכלות היה ריכוז הסוכרים 60%. היות ולא ניתן להוסיף

אשלגן לתמיסה אלא כמלח, נבדקו ארבעה מלחי אשלגן שונים במטרה לבחון את השפעת האשלגן לעומת היונים המלווים. כל הנחילים נבחנו עבור כל ארבעת המלחים, כאשר בכל יום של ניסוי נבדק אחד המלחים בלבד.

2.2.6. השפעת ריח הפרחים והדבש

בדיקת העדפה לריחות נעשתה במעבדה באמצעות מערכת של Proboscis Extension Response (PER) הבוחנת את תגובת שליפת החדק של הדבורים. הניסוי בחן את התגובה הספונטנית של הדבורים לריחות של פרחי אבוקדו ופרחי הדורים, וכן לריחות של דבש אבוקדו ודבש מפריחה מתחרה. הריחות ניתנו לדבורים מקובעות על-ידי הזרמת אויר דרך מיכל בתוכו נמצאו פרחים או 30 מ"ל דבש, שנמהל במים עד לקבלת תמיסה בעלת ריכוז סוכרים של 60%. לצורך הניסוי שימשו דבורים משתי כוורות. כוורת אחת הוחזקה בבית רשת סגור והואכלה בתמיסת סוכר ובעוגות של אבקת פרחים ודבש, כך שהדבורים מכוורת זו ($N=215$) לא נחשפו לריחות של פריחת הדורים או אבוקדו. הכוורת השניה הוצבה בשדה הפתוח בין הפרדס למטע האבוקדו שבחוות הפקולטה לחקלאות ברחובות, כך שדבורים מכוורת זו ($N=142$) היו חשופות לריחות ולצוף של פריחת הדורים ואבוקדו.

3. תוצאות

3.1. בדיקת כוורות מקווים שונים בשדה.

3.1.1. ניסוי שדה, עונה ראשונה - אביב 2000

ריכוז הפרסאיטול בדגימות הדבש מהכוורות השונות נע בין 0.41% ל- 2.43%. הריכוז הממוצע שנמדד בכוורות שנבחנו במטע בדרום היה עבור מלכות מגזע NWC $1.63\% \pm 0.14$ ועבור מלכות איטלקיות $1.09\% \pm 0.08$. במטע בכפר גלעדי היה הריכוז הממוצע בכוורות מגזע NWC 0.08 ± 0.08 ובאיטלקיות $0.93\% \pm 0.08$. האינטרקציה קויאתר לא היתה מובהקת. ניתן לראות שבשני המטעים היה ריכוז הפרסאיטול בכוורות מהגזע הקרניאולי גבוה מזה שבכוורות האיטלקיות, ובסך הכל היה ההבדל מובהק (קו: $F_{1,53} = 5.85, P < 0.02$). כאשר בוחנים כל אתר בנפרד עולה שרק במטע בדרום היו ההבדלים בין הגזעים מובהקים בהעדפתם לאיסוף צוף מפריחת אבוקדו.

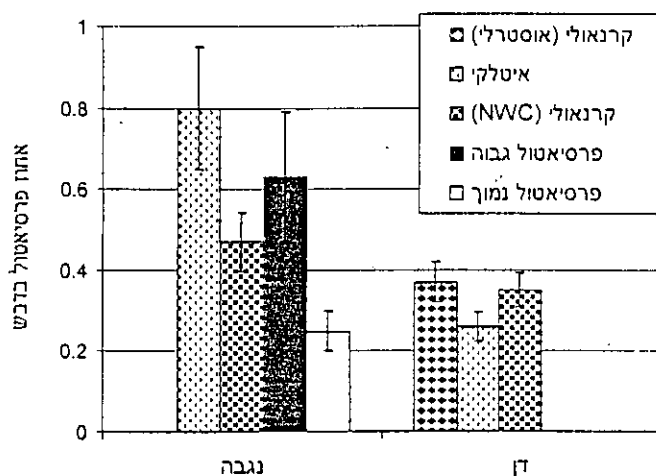
3.1.2. ניסוי שדה, עונה שניה - אביב 2001

ריכוז הפרסאיטול הממוצע בדבש שנרדה מהכוורות משני הגזעים במטעים הנבדקים מוצג באיור 1. ריכוז הפרסאיטול בדגימות הדבש מהכוורות השונות נע בין 0.01% ל- 2.3%. האינטרקציה קויאתר היתה מובהקת ($F_{3,94} = 9.51, P < 0.0001$). בכוורות מהקו הקרניאולי ריכוז הפרסאיטול היה גבוה באופן מובהק בהשוואה לכוורות האיטלקיות ($F_{1,94} = 72.1, P < 0.0001$). ההשפעה של אתר היתה אף היא מובהקת ($F_{3,94} = 8.66, P < 0.0001$). באתרים הצפוניים חזרה המגמה שנמצאה בשנת 2000 של הבדל גדול ביחס הפרסאיטול בין גזעי הדבורים במטע דן והבדל קטן יותר במטע כפר גלעדי. פערים גבוהים במיוחד נמצאו באתרים החדשים; באפיק אחוז

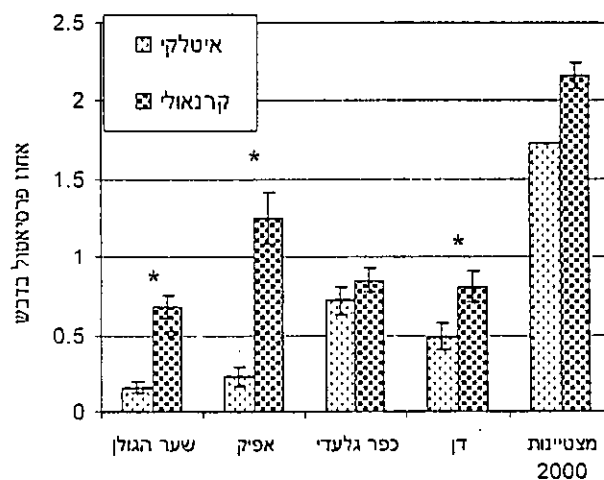
הפרסאיטול בדבש מהכוורות הקרניאוליות היה גבוה פי חמשה מאשר באיטלקיות ובשער הגולן ריכוז הפרסאיטול בקרניאוליות היה גבוה פי ארבעה מאשר באיטלקיות. הכוורות אשר הצטיינו בהעדפה לאבוקדו בעונה הראשונה חזרו והצטיינו גם בעונת הבדיקה השנייה ונבדלו באופן מובהק ($t_{28} = 5.53, P < 0.0001$) בריכוזי הפרסאיטול מיתר הכוורות באתר בדרום (איור 1). ממצא זה מחזק את ההנחה כי להעדפה לאיסוף צוף מפריחת האבוקדו קיים רקע גנטי.

3.1.3. ניסוי שדה, עונה שלישית- אביב 2002

בשנה השלישית חזרה בדרום התמונה של העדפה מוגברת של אבוקדו ע"י הקו NWC בהשוואה לאיטלקיות (איור 2). דבורים קרניאוליות בנוות למלכות קרניאוליות שיובאו מאוסטרליה נטו לאיסוף צוף אבוקדו בדומה ל-NWC. האתר הדרומי, בנגבה העלה לראשונה מגמה הפוכה מזו שנצפתה עד כה בניסויים – העדפה לאיסוף דבש אבוקדו בגזע האיטלקי על פני הגזע הקרניאולי. חיזוק לכך שהתנהגות איסוף הצוף מאבוקדו של קווים שונים משתנה מאתר לאתר, עולה מבחינת מלכות שהצטיינו בעונה הקודמת. מלכות אלו נבחרו על-סמך רמות פרסאיטול גבוהות או נמוכות במיוחד שנמדדו בדרום, אך כאשר נבחנו אותן המלכות בנגבה לא היו ביצועיהן שונים מהממוצע.



איור 2. אחוז הפרסאיטול מתוך כלל הסוכרים, כמדד לפעילות הדבורים בפריחת האבוקדו באביב 2002

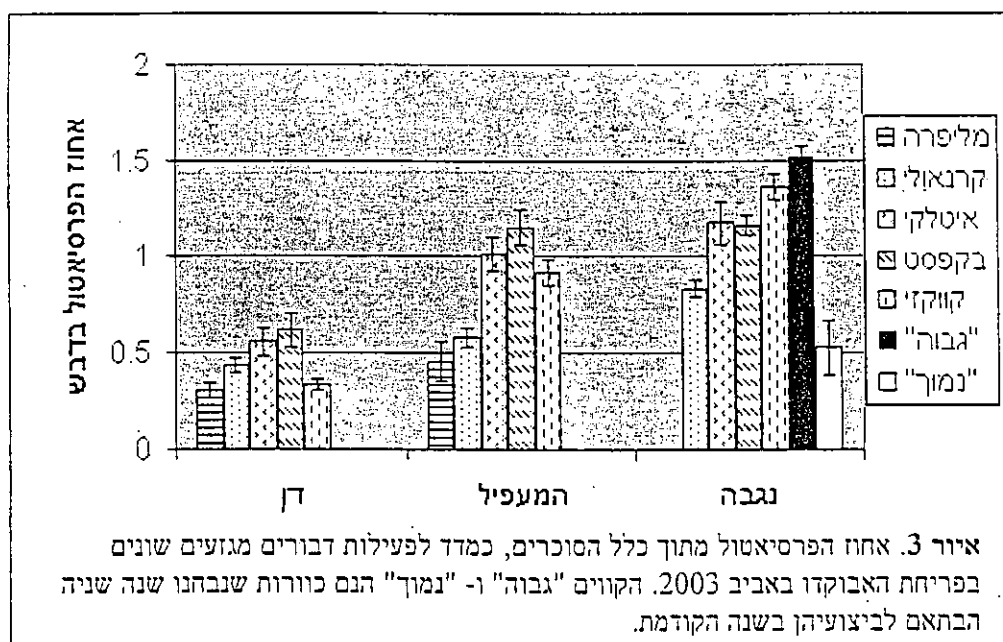


איור 1. אחוז הפרסאיטול מתוך כלל הסוכרים, כמדד לפעילות הדבורים בפריחת האבוקדו באביב 2001. * מציין הבדלים מובהקים בין גזעים.

3.1.4. ניסוי שדה, עונה רביעית- אביב 2003

הגזעים האיטלקי והבקפסט היו בעלי רמות פרסאיטול דומות זה לזה, וגבוהות מרמת הפרסאיטול שנמדדה בגזע NWC, בכל שלושת האתרים שנבדקו (איור 3). הבדלים אלה היו מובהקים בנגבה ($F_{2,30}=10.1, P=0.0004$) ובמעפיל ($F_{2,30}=14.2, P<0.0001$), אך לא בדרום ($F_{2,23}=2.6, N.S.$). הגזע *Apis mellifera mellifera*, שנבדק לראשונה בארץ, היה בעל רמות הפרסאיטול הנמוכות ביותר בשני האתרים בהם נבדק, ואילו הגזע הקווקזי הראה שונות גדולה

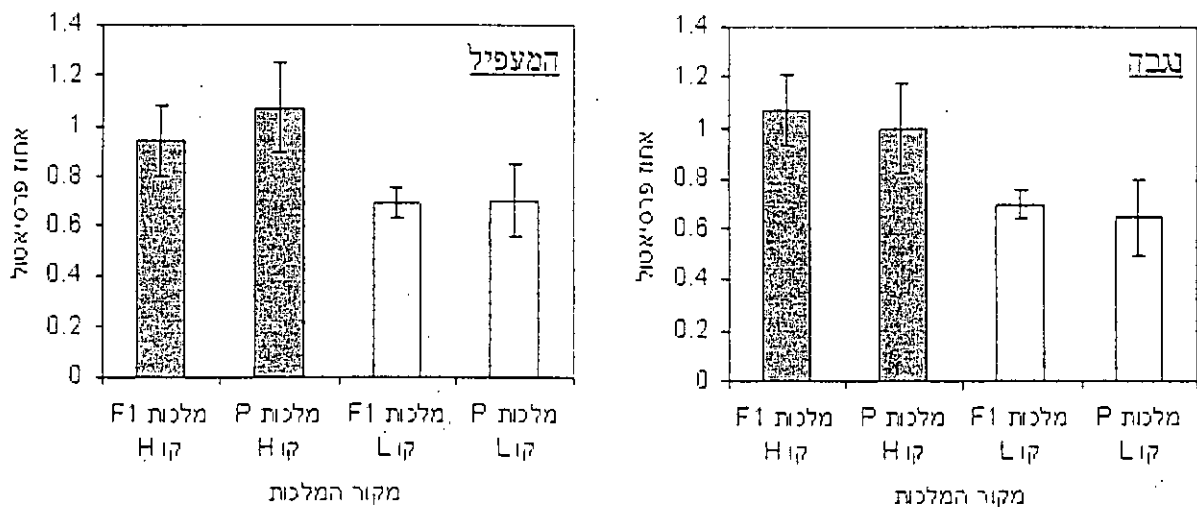
בין האתרים. בדן היה הגזע הקווקזי בעל רמות פרסאיטול נמוכות בהשוואה לשאר הגזעים באותו אתר, במעפיל היו רמות הפרסאיטול של גזע זה בינוניות ואילו בנגבה הגבוהות ביותר. בכוורות שנבדקו שנה שניה בנגבה נמצאה חזרה על תוצאות השנה שעברה. בכוורות שהיו בעלות רמות פרסאיטול גבוהות בשנה שעברה, נמדדה רמת פרסאיטול הגבוהה באופן מובהק. (מהכוורות $F_{1,5}=52.0$, $P=0.0008$) רמות פרסאיטול הממוצעת בכוורות ה- "גבוהות" היתה גבוהה מזו שנמדדה בכל שאר גזעי הדבורים בנגבה, ואילו בכוורות ה- "נמוכות" היתה רמת הפרסאיטול נמוכה מכל שאר הגזעים (איור 3).



בבדיקת תכולת הזפק נמצא שלכל הדבורים שנאספו ישירות מפרחי אבוקדו היה פרסאיטול בנוזל הזפק. אחוז הפרסאיטול השתנה בהתאם לזן האבוקדו ממנו נאספו הדבורים, והיה $5.22\% \pm 0.38$ מכלל הסוכרים בדבורים שנאספו מעצי אבוקדו מזן אטינגר, לעומת $1.83\% \pm 0.14$ בעצים מזן פוארטה. על-פי תוצאות אלו הוערך שדבורה בעלת רמת פרסאיטול בזפק הגבוהה מאחד אחוז היא דבורה שהיתה פעילה על פרחי אבוקדו. במטע בנגבה היה אחוז הדבורים המשחרות על פרחי אבוקדו $8.2\% \pm 30\%$ מכלל הדבורים אוספות הצוף, בכוורות בעלות רמות פרסאיטול גבוהות, ואילו בכוורות בעלות רמות פרסאיטול נמוכות לא נמצאו כלל דבורים שהיו פעילות על אבוקדו, הבדל שהיה מובהק סטטיסטית ($F_{1,6}=54.0$, $P=0.0003$). במטע בדן היה אחוז הדבורים המשחרות על פריחת האבוקדו $10.7\% \pm 16.9\%$ בכוורות בעלות רמות פרסאיטול גבוהות, לעומת $4.7\% \pm 11.1\%$ בכוורות בעלות רמות פרסאיטול נמוכות, הבדל שלא היה מובהק סטטיסטית ($F_{1,10}=0.25$, N.S.).

3.1.5. ניסוי שדה, עונה חמישית- אביב 2004

בשני המטעים שנבחנו בשנה זו נמצא שריכוז הפרסיאטול הממוצע בקווים שעברו השבחה לפעילות מוגברת על אבוקדו היה גבוה מזה שנמצא בכורות שהושבחו לפעילות מועטה (איור 4). הבדל זה היה מובהק בנגבה ($F_{1,39}=6.59, P=0.014$), אך לא במעפיל ($F_{1,31}=2.8, N.S.$). ריכוזי הפרסיאטול שנמדדו בכורות מדור ההורים שנבחנו שנה שניה (אם כי לא בהכרח אותן הכורות ששימשו כהורים עבור המלכות המוזרעות) היו דומים לאלו שנמדדו בכורות בעלות מלכות מוזרעות. בכורות מדור ההורים שנבחרו על-פי ריכוזי פרסיאטול גבוהים היו הריכוזים דומים לאלה שנמדדו בכורות מוזרעות שהושבחו לפעילות מוגברת, ובכורות מדור ההורים בעלות ריכוזים נמוכים היו התוצאות דומות לכורות שהושבחו לפעילות מועטה.



איור 4. אחוזי הפרסיאטול שנמדדו בדבש מכורות בעלות מלכות מוזרעות מקווים שונים, בשני מטעי אבוקדו. מלכות P – מלכות מדור ההורים שנבחנו שנה שניה. F1 – מלכות מוזרעות. קו: H – קו שנבחר על-פי רמת פרסיאטול גבוה. L – קו שנבחר על-פי רמת פרסיאטול נמוכה.

3.2. בדיקת הגורמים לחוסר העדפת פריחת אבוקדו על פני פריחה מתחרה

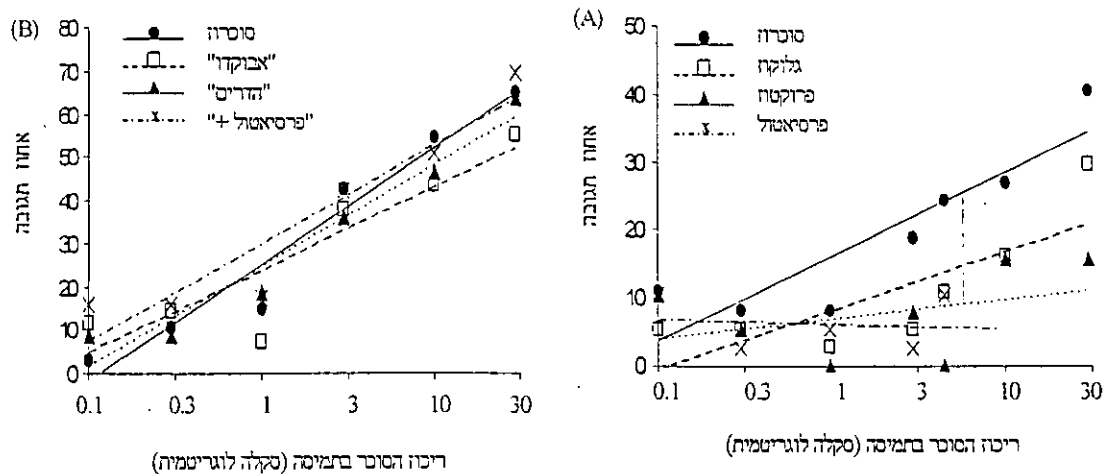
3.2.1. השפעת הרכב הסוכרים בצוף

3.2.1.1. השוואת סוכרים שונים:

תוצאות הניסוי מצביעות על כך שקיימים הבדלים מובהקים במידת הרגישות של הדבורים לסוכרים השונים ($F_{4,25}=7.25, P=0.0016$). אחוז שלילת הלשון הגבוה ביותר התקבל בתגובה לתמיסת סוכרוז (איור A5), ובמקרה זה נמצאה עליה מובהקת באחוזי התגובה עם העליה בריכוז התמיסה ($F_{1,6}=20.9, P=0.006$). תגובה דומה של עליה מובהקת בתגובה עם העליה בריכוז נמצאה גם עבור הגלוקוז ($F_{1,6}=8.4, P=0.034$), ואילו במקרים של הפרוקטוז ($F_{1,6}=0.86, P=0.40$) והפרסיאטול ($F_{1,4}=0.04, P=0.85$) לא נמצאה עליה מובהקת בתגובה עם העליה בריכוז, ונראה שמידת הרגישות של הדבורים לסוכרים אלה נמוכה. כמו-כן לא נמצאו הבדלים בתגובה בין דבורים שנלקחו מהכורות השונות.

3.2.1.2. השוואת תערובות של סוכרים:

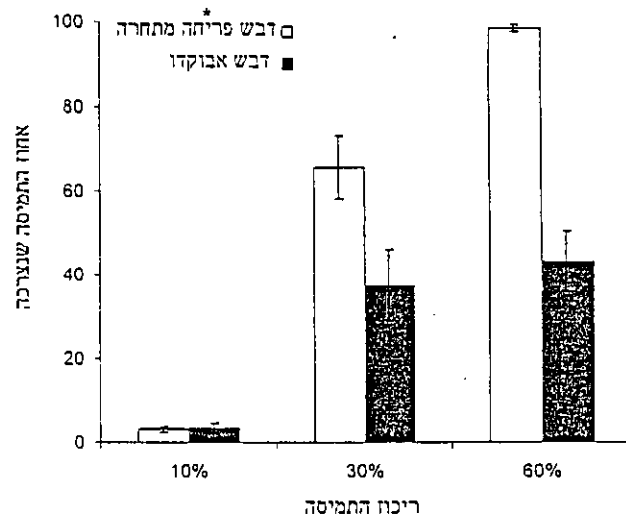
תגובת הדבורים לתערובות הסוכר שנבחנו היתה דומה (איור B5), ולא נמצאו ביניהן הבדלים מובהקים ($F_{4,23}=0.35$, $P=0.79$). כלומר, הוספת פרסיאטול לא השפיעה על האטרקטיביות של התמיסה. עבור כל ארבעת התמיסות שנבדקו נמצאה עלייה מובהקת באחוז התגובה עם העליה בריכוז התמיסה ("אבוקדו": $F_{1,5}=17.9$, $P=0.013$; "פרסיאטול+": $F_{1,5}=32.2$, $P=0.005$; "הדרים": $F_{1,5}=74.1$, $P=0.001$; סוכרוז: $F_{1,5}=79.4$, $P=0.0009$).



איור 5. אחוז הדבורים ששלפו לשון בתגובה למגע במחשוף בתמיסות בריכוזים עולים של סוכרים שונים (A) או תערובות של סוכרים (B).

3.2.2. העדפה לסוגי דבש ממקורות שונים

צריכת תמיסת הדבש שמקורו בפריחה המתחרה היתה גבוהה מצריכת תמיסה מדבש אבוקדו באופן מובהק (איור 6). העדפה זו נמצאה הן בתמיסות בריכוז סוכרים של 60% והן בתמיסות בריכוז 30% ($F_{1,56}=72.1$, $P<0.0001$; 60% : $F_{1,56}=12.4$, $P=0.001$; 30% : $F_{1,56}=9.1$, $P=0.004$). מידת הצריכה מהתמיסות בריכוז של 10% היתה זניחה, ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין שתי התמיסות ($F_{1,56}=0.02$, N.S.). לא נמצאה השפעה של זן הדבורים על מידת הצריכה מהתמיסות השונות.



איור 6. אחוז תמיסת הדבש שנצרכה על-ידי הדבורים, מתמיסות בעלות ריכוז פרסיטול גבוה (דבש אבוקדו) ונמוך (דבש פריחה מתחרה).

3.2.3. השפעת צבע הדבש

תוצאות ניסוי זה הראו הבדלים גדולים בצריכת סוגי הדבש השונים, ונראה שהדבורים מסוגלות להבחין בין התמיסות גם מבלי לראות את צבען. אחוז תמיסת דבש האבוקדו שנצרכה במהלך הניסוי היה $10.6\% \pm 4.3$, נמוך באופן מובהק הן מאחוז הצריכה מתמיסת דבש הפריחה המתחרה שהיה $93.0\% \pm 3.4$ ($F_{1,18}=80.0$, $P<0.0001$), והן מאחוז הצריכה מתמיסת הסוכרוז שעמד על $77.3\% \pm 7.7$ ($F_{1,18}=51.7$, $P<0.0001$).

3.2.4. השפעת תכולת הפנולים בדבש

אחוז צריכת תמיסת הסוכרוז שקבלה העשרה של מיצוי תכולת הפנולים מתוך דבש אבוקדו היה 100% , גבוה באופן מובהק הן מרמת הצריכה של תמיסת הסוכרוז ($35.7\% \pm 3.8$; $F_{1,4}=43.6$), והן מצריכת תמיסת דבש האבוקדו ($27.4\% \pm 15.6$; $F_{1,4}=59.2$, $P=0.002$). התוצאות מצביעות על כך שהפנולים הנמצאים בדבש האבוקדו מושכים את הדבורים, ואינם דוחים אותן.

3.2.5. השפעת תכולת המינרלים בדבש

בדיקת תכולת המינרלים בדבש העלתה 12 יסודות שנמצאו בדבש האבוקדו בריכוזים הגדולים מאחד מ"ג/ק"ג (טבלה 1). עשרה מתוכם נמצאו בריכוז גבוה יותר בדבש האבוקדו לעומת דבש שאינו מאבוקדו, ובחלק מהמקרים (אשלגן, זרחן, מגנזיום, נחושת) נמצאו הבדלים של יותר מפי עשרה בין שני סוגי הדבש. תשעה מהמינרלים נתגלו גם בצוף האבוקדו, לעומת חמישה בלבד שנמצאו בצוף הדרים, כאשר כל המינרלים הללו היו בריכוז גבוה יותר בצוף האבוקדו. בכל המקרים היה היסוד הדומיננטי אשלגן, וריכוזו בדבש ובצוף האבוקדו היה גבוה באופן משמעותי לעומת ריכוזו בדבש שאינו מאבוקדו ובצוף הדרים. בעקבות תוצאות אלו בחרנו להתמקד בהשפעת האשלגן על העדפת הדבורים.

צריכת תמיסת דבש הדרים מועשרת במלח אשלגן היתה בכל ארבעת המלחים שנבדקו

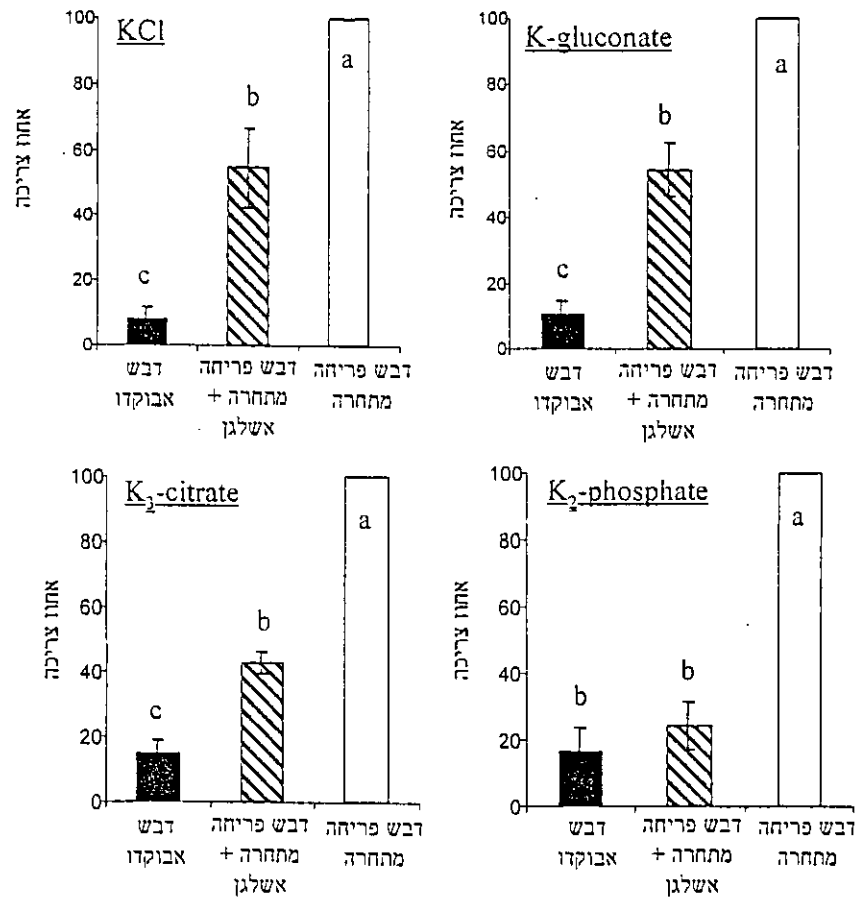
נמוכה באופן מובהק מצריכת דבש ההדרים (איור 7), K^- : $F_{1,14}=28.1$, $P=0.0001$; gluconate: $F_{1,14}=111.7$, $P<0.0001$; K_3 -citrate: $F_{1,14}=369.2$, $P<0.0001$; K_2 -phosphate $(F_{1,14}=172.9$, $P<0.0001$). יחד עם זאת בשלושה מקרים היתה הצריכה גבוהה באופן מובהק מצריכת דבש האבוקדו: KCl : $F_{1,14}=22.5$, $P=0.0003$; K -gluconate: $F_{1,14}=62.3$, $P<0.0001$; $(K_3$ -citrate: $F_{1,14}=59.2$, $P<0.0001$; נמצאו הבדלים מובהקים בין צריכת דבש הדרים מועשר באשלגן לצריכת דבש אבוקדו (K_2 -phosphate: $F_{1,14}=1.81$, N.S.). תוצאות אלו מצביעות על כך שנוכחות האשלגן בצוף ובדבש מרתיעה את הדבורים, אולם היא אינה מסבירה את הדחייה במלואה. נראה שגם מינרלים הנמצאים בצוף בריכוזים נמוכים יותר, כגון הזרחן, מגבירים את דחיית הדבורים.

3.2.6. השפעת ריח הפרחים והדבש

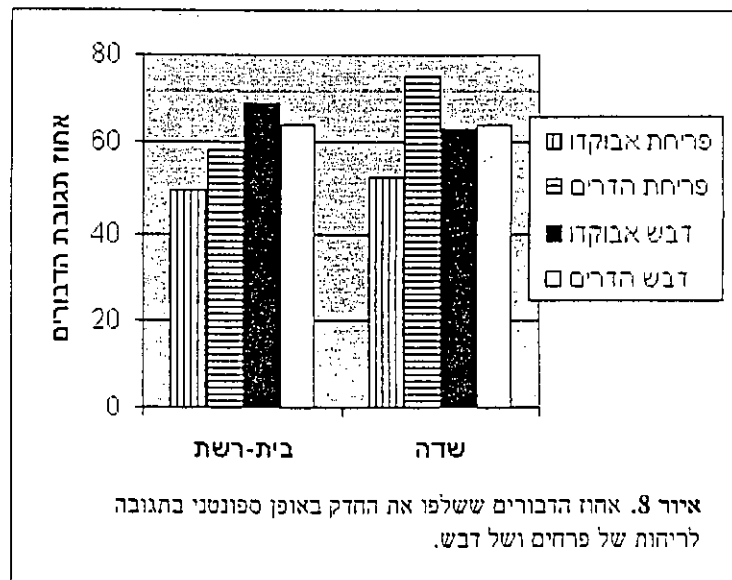
נמצא כי ריח של פרחי הדרים עורר תגובה רבה יותר מריח פרחי אבוקדו בדבורים שהיו פעילות בשדה ($\chi^2_{1,282}=16.8$, $P<0.0001$), אך בדבורים מבית הרשת לא נמצאו הבדלים מובהקים בתגובה לריחות הפרחים ($\chi^2_{1,428}=3.03$, N.S.). לא נמצא כל הבדל במידת התגובה של הדבורים לריחות של סוגי הדבש השונים ($\chi^2_{1,712}=0.4$, N.S.), הן בקרב דבורים מבית הרשת והן בדבורים מהשדה (איור 8).

טבלה 1. ריכוזי המינרלים (מ"ג/ק"ג) שנמצאו בדוגמאות הדבש והצוף. כמויות הצוף שעמדו לרשותנו לצורך הבדיקה היו קטנות מכמויות הדבש, ולכן סף הגילוי היה גבוה יותר.

מינרל	דבש אבוקדו	דבש שאינו מאבוקדו	צוף אבוקדו	צוף הדרים
K	3768.3	324.8	3946.2	184.7
P	651.5	47.0	511.2	18.5
Mg	204.6	18.5	188.3	<5
S	188.3	27.7	170.4	<5
Ca	82.7	75.8	<150	<150
Na	58.9	79.1	53.8	18.5
Si	18.0	7.0	43.9	29.5
Zn	10.9	1.5	<30	<30
B	9.9	7.2	10.8	4.2
Fe	9.3	2.7	13.5	<5
Cu	3.2	0.1	3.1	<0.5
Pb	1.2	2.9	<1	<1



איור 7. אחוזי הצריכה של הדבורים משלוש תמיסות דבש שונות שהוצגו בו זמנית: דבש אבוקדו, דבש מפריחה מתחרה ודבש מפריחה מתחרה מועשר בארבעה מלחי אשלגן שונים.



4. סיכום

4.1. ניסויי שדה

מבחיני הגזעים מראים שקיימים הבדלים בין גזעים שונים של דבורי דבש במידת פעילותם על פרחי האבוקדו. יחד עם זאת נראה שיעילות הגזעים השונים משתנה מאתר לאתר ולעיתים אף משנה לשנה, ככל הנראה בהתאם לתנאי הסביבה. יתכן גם כי קיים הבדל גנטי מסויים בין הדבורים המשתייכות לאותו גזע בין שנות המבחן השונות. הגזע NWC נמצא יעיל יותר במטעים בצפון הארץ בשנתיים הראשונות של הניסוי, ואילו בהמשך לא היה שונה מגזעים אחרים. מנגד במטעים במרכז ובדרום הארץ נמצאו דווקא הדבורים האיטלקיות כפעילות יותר על אבוקדו.

חיזוק להנחה כי קיים רקע גנטי להעדפה נמצא בביצועים הגבוהים והנמוכים שחזרו על עצמם בכוורות מצטיינות שנבחנו שנה שניה באותו אתר. חשוב לזכור שכל אוכלוסיית העמלות בכוורות אלו התחלפה משנה לשנה, והמכנה המשותף היחיד בין השנים היה המטען הגנטי שהעבירה המלכה לבנותיה. בדיקת ביצועי המלכות המוזרעות במטעי האבוקדו מראה שניתן להעביר תכונה זו גם לדור הבא. יחד עם זאת ביצועי הבנות המוזרעות לא היו גבוהים מאלה של כוורות האם. בדיקת תכולת הזפק של הדבורים, הראתה שגם בכוורות בהן נמדדו רמות פרסיטול גבוהות, רק כשלושים אחוז מהדבורים אוספות הצוף הגיעו לפרחי אבוקדו, ולפיכך קיים פוטנציאל להמשך הגדלת רמת הפעילות על פריחת האבוקדו.

בדיקת ביצועי המלכות שעברו דור שני של השבחה תעזור לנו להבין האם ניתן למצוא מגמה של עלייה ברמת הפעילות על פריחת האבוקדו, או שמא אין ביכולתנו להמשיך ולשפר תכונה זו. חשוב לציין שטרם הצלחנו להבין מהי התכונה או התכונות המבדילות בין הקווים המראים מידה שונה של פעילות על פריחת האבוקדו. בחינת התנהגותן במעבדה של כוורות עם מלכות מוזרעות, שהתנהגותן במטע כבר נבחנה, בהתאם לידע שצברנו על הגורמים לדחיית הדבורים מפרחי האבוקדו (ראה רקע התנהגותי) עשויה לתרום להבנת ההבדלים בין הקווים, ובעקבות כך לסייע בהאצה ויעול של תהליך ההשבחה.

4.2. רקע התנהגותי

קיימים הבדלים רבים בין פריחת האבוקדו לפריחה המתחרה שסביב המטע, ולפיכך ניתן להעלות השערות רבות שינסו להסביר את מידת ההעדפה הנמוכה של הדבורים לפריחת האבוקדו. בניסויי המעבדה שנערכו במסגרת עבודה זו נמצאה העדפה ברורה של הדבורים לדבש שמקורו בפריחה המתחרה לאבוקדו, על-פני דבש אבוקדו. מקור הדבש הוא צוף הפרחים, ולפיכך יש להניח שאותו מרכיב הנמצא בדבש ומשפיע על העדפת הדבורים נמצא גם בצוף, ומרחיק את הדבורים מפריחת האבוקדו כל עוד קיימת פריחה מתחרה. בניסיון לקבוע אילו מתוך המרכיבים הרבים של הדבש הם הגורמים להעדפת הדבורים נבדקו מספר קבוצות של מרכיבים.

ראשית נשללה האפשרות שצבע הדבש משפיע על העדפת הדבורים. תכונה זו עשויה לאפיין את הדבש אך בלוט פחות בצוף (אם כי ניתן לראות הבדלי צבע בין צוף אבוקדו לצוף הדורים).

המרכיב המרכזי בדבש ובצוף הם הסוכרים. מצאנו שרגישות הדבורים לסוכרוז, הסוכר המאפיין צוף אבוקדו, דומה לרגישותן לתערובת של גלוקוז ופרוקטוז, וגבוהה מרגישותן לכל אחד

מסוכרים אלה בנפרד. כמו-כן נמצא כי הפרסיאטול הייחודי לצוף האבוקדו אינו דוחה את הדבורים, ולפיכך נראה שהסוכרים אינם מהווים בעיה במקרה זה.

קבוצת מרכיבים שניה שנבדקה היתה למעשה כלל החומרים הנדיפים המשפיעים על ריח הדבש והפריחה. במקרה זה לא נמצאו הבדלים בין התגובה הספונטנית של הדבורים לריח של דבש אבוקדו ובין תגובתן לריח דבש מפריחה מתחרה. מבדיקת תגובת הדבורים לריח הפרחים עולה שדבורי השדה אמנם הראו תגובה רבה יותר לריח פרחי ההדרים, אולם התנהגות זו לא חזרה על עצמה בדבורים נאיביות שהוחזקו בבית-רשת. התמונה המתקבלת היא שהריח עצמו אינו קובע את העדפת הדבורים, אך הוא בעל חשיבות עבור דבורים מנוסות. דבורים אלה למדו לקשר בין הריחות השונים וסוגי הגמול השונים, ולפיכך מגלות רגישות רבה יותר לריח פרחי ההדרים אותו למדו לקשר עם גמול שהוא איכותי יותר עבורן – צוף ההדרים.

קבוצת מרכיבים שלישית שנבדקה היתה תרכובות פנוליות. נמצא שמיצוי פנולים מדבש אבוקדו שהוסף לתמיסת סוכרוז דווקא הגביר את משיכת הדבורים לתמיסה, בהשוואה לתמיסת סוכרוז נקיה. ניתן לשער שהפנולים הוסיפו ריח לתמיסת הסוכר וכתוצאה מכך אפשרו לדבורים למצוא את התמיסה מהר יותר בהשוואה לתמיסת סוכר חסרת ריח. לא נמצאה דחייה של הדבורים בתגובה לנוכחות פנולים בתמיסה, בריכוז דומה לזה שבו הם נמצאים בדבש.

קבוצת המרכיבים האחרונה שנבדקה היתה מינרלים. נמצא מגוון רחב של מינרלים שריכוזם בדבש האבוקדו גבוה באופן משמעותי מריכוזם בדבש מפריחה מתחרה ובהם: אשלגן, זרחן, מגנזיום, גופרית, ברזל ונחושת. כל אותם מינרלים נמצאו בריכוזים גבוהים יחסית גם בצוף האבוקדו, ויש לשער שהשפעתם על הדבורים במטע בשעת איסוף הצוף דומה להשפעתם על איסוף תמיסת הדבש במעבדה. מתוך רשימה זו של מינרלים התמקדנו בהשפעת האשלגן בשל היותו המינרל הדומיננטי בכל המקרים, ובשל ההבדלים הגדולים בריכוזו שנמצאו בין צוף האבוקדו לצוף ההדרים. נמצא שהוספת אשלגן לדבש שאינו מאבוקדו פגעה במשיכת הדבורים, אך הן עדין העדיפו דבש זה על-פני דבש אבוקדו. לפיכך נראה שהאשלגן בעל השפעה משמעותית בדחיית הדבורים, אך הוא אינו הגורם היחיד בדחייה, ונוכחותו יחד עם מינרלים נוספים כמו זרחן מגבירים את ההשפעה.

זיהוי גורם הדחייה המרכזי בצוף האבוקדו מאפשר לנו למקד את הבעיה של משיכת הדבורים ולבחון דרכים חדשות להתמודד עם הבעיה. כיוונים אפשריים הם ברירה של זני אבוקדו בהם ריכוז האשלגן בצוף נמוך יחסית, בדיקת השפעה של כנות שונות על הרכב הצוף או שינוי המדיניות הדישון של המטע. דוגמאות צוף נלקחו מעצים המורכבים על כנות שונות כבר בעונה הנוכחית, אולם טרם התקבלו תוצאות הבדיקה. כיוון נוסף הוא סלקציה של דבורים בעלות רגישות מופחתת לאשלגן. היתרון בסלקציה לתכונה מוגדרת הוא שניתן לבחון במעבדה את התנהגות הדבורים, ולערוך מספר דורות של סלקציה בשנה, בניגוד למצב הנוכחי שבו ניתן לבחון רק דור אחד כל שנה בעת פריחת האבוקדו.