



ריבוי וגטטיבי והקמת חלקות של עצי איקליפטוס הפורחים בקיץ ובסתיו לתמיכה בענף הדבורים

אבי אליהו^{1*} | ארנון דג² | צבי דומן¹ | שרה שרף¹
סלע יחזקאל¹ | מוחמד אבו-עביד¹ | רועי ויינשטיין³ | עינת שדות¹

1 המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני
2 מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני
3 בית הספר למדעי הצמח ובטיחות במזון, הפקולטה למדעי החיים
ע"ש ג'ורג' סי' וייז, אוניברסיטת תל אביב
* avi.eliyahu9@gmail.com

תקציר

הקיץ והסתיו היבשים בישראל מציבים בפני ענף המכוורת מחסור עונתי במקורות מזון טבעיים לדבורי דבש. מספר רב של עצי איקליפטוס ניטעו בישראל לטובת מרעה של דבורי דבש. חלק מהם פורחים בקיץ ובסתיו, אולם ניכרים הבדלים בין פרטים מאותו המין בתכונות הפריחה. מאחר שמרבית עצי האיכליפטוס הנטועים בישראל הם זריעים, אנו מניחים כי שונות זו נגרמת עקב שונות גנטית בין הפרטים. כדי לצמצם את השונות הגנטית נקטנו שיטה של השרשת ייחורים מפרטים מצטיינים בעושר פריחה, בייצור שופע של צוף ובמשיכת דבורי דבש בקיץ ובסתיו. נבחרו ארבעה עצי אם מצטיינים מכפר פינס מהמינים איקליפטוס המקור, איקליפטוס טרבוטי, איקליפטוס ברכיפילה ואיקליפטוס ליאוקוקסילון ליאוקוקסילון. נעשתה הערכה של ייצור הצוף ונמצא שעל אף שפע הצוף שאיקליפטוס ליאוקוקסילון ליאוקוקסילון הפריש, הוא לא משך דבורים. הרבינו בהשרשת ייחורים את שלושת המינים האחרים שנמצאו מושכים דבורי דבש. בהתבסס על הנתונים שנאספו, אנו מעריכים כי לחלקה קלונלית של איקליפטוס טרבוטי ואיקליפטוס ברכיפילה יש פוטנציאל להניב 327 ו-526 ק"ג דבש לדונם לשנה בהתאמה. כדי לבדוק אם השרשת הייחורים אכן תאפשר אחידות בפריחה בתנאי גידול שונים, העצים שנוצרו בתהליך הריבוי ניטעו בחלקת מבחן גדולה במרכז וולקני, ובעשר חלקות מבחן נוספות קטנות יותר באזורים שונים – מהערבה, דרך הר חברון, מערב הנגב, השרון ועמקי הצפון ועד רמת הגולן. עשרה חודשים לאחר הנטיעה במרכז וולקני כל העצים של איקליפטוס המקור וכחצי מהעצים מהמינים האחרים כבר נשאו פקעי פריחה.

מילות מפתח

דבש, ייחורים, מאביקים, נטיעות, צוף

מבוא

במיזם התמקדנו בארבעת העצים הבאים, שכולם ניטעו בכפר פינס לפני כ-25 שנה:

- 1 פרט של איקליפטוס ברכיפילה (*Eucalyptus brachyphylla*); איור 1 א) – נטוע בשוליים הדרומיים של חורשת איקליפטוס יחד עם מינים נוספים ועל סף פרדס מושקה. פורח מדי שנה תקופה ממושכת בין נובמבר לינואר ונמצא אטרקטיבי לדבורי דבש. איקליפטוס ברכיפילה הוא מכלוא של איקליפטוס קרוסיאנה (*E. kruseana*) ואיקליפטוס לוקסופלבה (*E. loxophleba*) (Grayling and Brooker, 1996), ועל כן, בצאצאים מזרעים של מין זה צפויה שונות גדולה בפריחה ובתכונות נוספות.
- 2 פרט של איקליפטוס טרבוטי (*Eucalyptus x trabutii*); איור 1 ב) – נטוע בשורה בודדת מעל לתעלת ניקוז לצד הדרך. פורח מדי שנה בחודשים אוגוסט-נובמבר. המולת הדבורים במהלך תקופת הפריחה נשמעת ממנו למרחקים, על כן, הוא סומן כפרט אטרקטיבי לדבורי דבש. מין זה ידוע כמכלוא של איקליפטוס המקור (*E. camaldulensis*) ושל איקליפטוס בוטרויאידס (*E. botryoides*) (Chippendale, 1988), ולכן צפויה שונות גדולה בין פרטים זריעים ממין זה.
- 3 פרט של איקליפטוס לאוקוסילון לאוקוסילון (*E. leucoxydon*); איור 1 ג) – נטוע בפינה הדרום-מזרחית של חורשה מעורבת על גבול מה שהיה שדה בור, ולפני כשנה ניטע בו מטע אבוקדו. העץ עשיר בפריחה ורודה מרשימה, ועל פי מדידות שערכנו הוא מייצר צוף בנפחים גדולים, אולם לא מושך דבורי דבש. היה לנו עניין בבחינת הפרשת הצוף מעץ זה כדי לנסות להבין בכלים שהיו בידינו מה ההבדל בין הפרטים שמשכו דבורי דבש לבין פרט זה שלא משך אותן.
- 4 פרט של איקליפטוס המקור (*E. camaldulensis*); איור 1 ד) – נטוע בשוליים המערביים של חורשת איקליפטוס יחד עם פרטים נוספים, רובם ממין איקליפטוס המקור גם הם. פרט זה בולט בשטח באופן ניכר בשל גובהו הרם, הפריחה העשירה שלו שנראית מרחוק, והמולת דבורי הדבש סביבו בעת הפריחה, שהיא עדות למידת המשיכה שלו. מגדלי דבורים ברחבי הארץ העידו על שונות גבוהה בין פרטים של איקליפטוס המקור בעייתי הפריחה, ועל כן, היה לנו עניין בריבוי פרט זה שמראה פריחה יוצאת דופן בעונה הצחיחה. יש לציין כי בשל גובהו הרב לא בדקנו את הפרשת הצוף שלו.

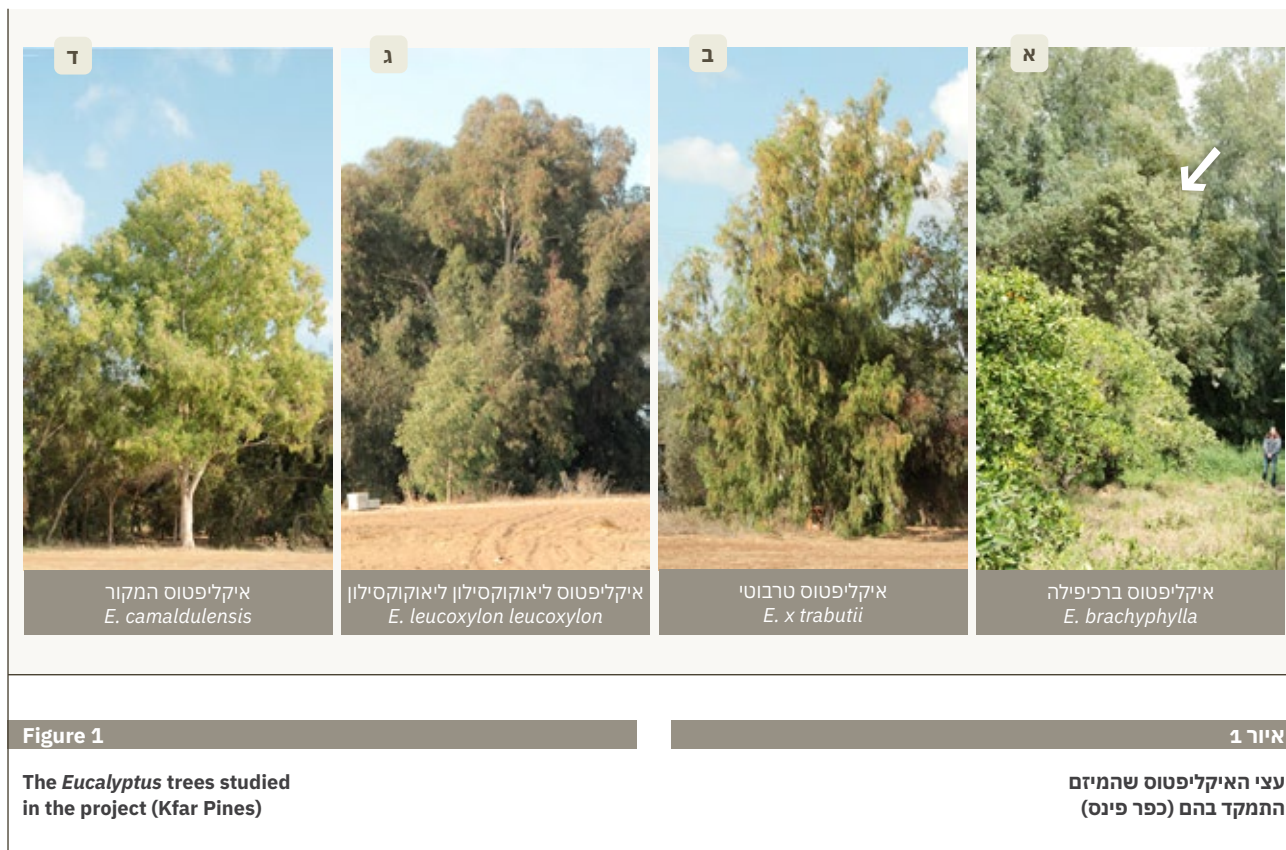
תנובות הסוכר שנמדדו לפרח היו 26.1 ± 9.5 מ"ג באיקליפטוס טרבוטי ו- 19.6 ± 12.8 מ"ג באיקליפטוס ברכיפילה, ושניהם משכו דבורי דבש רבות (טבלה 1). בהתבסס על צפיפות מכסי הפריחה תחת חופת העץ אנו מעריכים כי באיקליפטוס טרבוטי אחד פורחים מדי עונה כ-1.17 מיליון פרחים וכי באיקליפטוס ברכיפילה 1.12 מיליון. על סמך נתונים אלה אנו מעריכים כי תנובת הסוכר העונתית לעץ היא 30 ק"ג לאיקליפטוס טרבוטי ו-22 ק"ג לאיקליפטוס ברכיפילה. בהזנחת ניצול האנרגיה מהצוף על ידי הדבורים ובניצול מלא של הצוף המיוצר, ובהתחשב בכך שתכולת הסוכר בדבש היא 81%, פוטנציאל תנובת

מגוון רחב של מיני צמחים פורחים משמשים מקור מזון לדבורת הדבש. בעוד שהצוף מספק פחמימות, האבקה מספקת חלבונים, חומצות שומן חיוניות, ויטמינים ומינרלים. תזונה מאוזנת של דבורי דבש חיונית לבריאות, לאורך החיים וליכולת החיסונית של הכוורת (Nicolson, 2011). ענף המכוורת בישראל מתמודד בעונות הקיץ והסתיו עם האתגר של פריחה דלה של הצמחייה המקומית. בהיעדר האכלה מלאכותית של הדבורים ניכרת עלייה בתחלואה עד כדי חיסול הכוורת. בסתיו עולה עוד יותר חשיבות היציבות התזונתית בשל החלפת המלכות, פיצול הנחילים ובניית אוכלוסיית דבורי החורף. מינים רבים של עצי איקליפטוס ניחנים בעושר פריחה מבחינת כמות הפרחים, משך זמן הפריחה ושפע הצוף והאבקה שהם מייצרים, ובשל כך הם בעלי ערך רב לענף המכוורת (דג ושות', 2011). קק"ל, בשיתוף מועצת הדבש, מחלקת שתילי איקליפטוס למגדלי דבורים לצורך נטיעת חורשות למרעה דבורי דבש. יש לציין כי קיימות עדויות רבות על שונות גדולה בעייתי, בעוצמת הפריחה ובמידת המשיכה עבור דבורי דבש בין פרטים זריעים ממינים שונים ואף מאותו המין. עדויות דומות דווחו לגבי אוכלוסיות של איקליפטוס קלדוקליקס (*Eucalyptus cladocalyx*) הנטועות במדבר אטקמה בצ'ילה (Cané-Retamales et al., 2011). מאחר שמרבית עצי האיילפטוס בישראל הם זריעים, סביר להניח שהשונות בפריחה נובעת לפחות בחלקה משונות גנטית. על השונות הגנטית הזו ניתן להתגבר דרך בחירת עצים מצטיינים וריבוי וגטטיבי שלהם בהשרשת ייחורים, המאפשרים קבלת צאצאים זהים גנטית להורים. עם זאת, השרשת ייחורים מעצים בוגרים אינה פשוטה, משום שבמעבר מהשלב הצעיר לשלב הבוגר בהתפתחות, עצים נוטים לאבד את כושר ההשתרשות שלהם (Riov et al., 2013). באיקליפטוס השינוי הזה מתרחש באופן משמעותי, ואכן הבעיה בהשרשת ייחורים מעצי איקליפטוס בוגרים ידועה, ודווחה בספרות (Abu-Abied et al., 2014; Levy et al., 2014; Vilasboa et al., 2018). במחקר זה ערכנו סקר בחלקות נטועות של מגדלי דבורים ובחרנו ארבעה עצים שהצטיינו בפריחה עשירה בסוף הקיץ ובסתיו. מתוכם נמצא אחד שלמרות ייצור שופע של צוף, הדבורים לא ביקרו בפרחיו. שלושת האחרים רובו וגטטיבי, והצאצאים שהתקבלו בריבוי נשתלו בחלקת מבחן במרכז וולקני וחולקו לעשרה מגדלי דבורים ברחבי הארץ.

תוצאות

סקר עצים והערכת פוטנציאל ייצור הצוף בעצים נבחרים:

במסגרת הסקר לבחירת העצים, נעשו סיורים עם מספר מגדלי דבורים ברחבי הארץ. בסופו של דבר, הוחלט להתמקד בפרטים הגדלים בכפר פינס, משום שהם השתייכו למינים שעציהם גדולי ממדים ומשופעים בפריחה מחד גיסא, ומאידך גיסא, ניכרת שונות גדולה בתכונות הפריחה בין הפרטים הזריעים.



צמחי אם להמשך הריבוי. הדורות הבאים של הייחורים הורדו מצמחי האם הללו שהוחזקו מושקים ומדושנים בחממה מבוקרת אקלים, והשתרשו בשיעורים גבוהים יותר (כ-45%; טבלה 2). נמצא שהמינים נבדלו ביניהם בקצב ההשתרשות – בעוד שייחורי איקליפטוס טרבוטי השתרשו תוך כשבועיים וכמחציתם לא שרדו, ייחורי איקליפטוס ברכיפלה השתרשו תוך כחודשיים ושרדו כולם.

נטיעת חורשות קלונליות

העצים שנוצרו בתהליך הריבוי (טבלה 2) ניטעו בחלקת מבחן במרכז וולקני באוגוסט 2019, יחד עם פרטים מושרשים של איקליפטוס המקור המתואר לעיל, פרטים זרעיים של איקליפטוס טרבוטי מזרעים שנאספו בכפר פינס, ועצי קורימביה פיצפוליה (*Corymbia ficifolia*) (מין שהוחרג בוטנית מאיקליפטוס אך דומה לו מאוד) שמקורם מפרט מיוחד הגדל במושב סתריה ושהורכבו על כנות זרעיות של קורימביה מקולטה (*Corymbia maculata*). שתילים נוספים ממינים אלה (איור 3) חולקו למגדלי דבורים מרחבי הארץ לטובת נטיעת חלקות מבחן קטנות יותר בישוביהם: יהל, אביגיל, שרשרת, ניר בנים, כפר הנגיד, הוד השרון, עין ורד, היוגב, מעלה גמלא ואילת השחר. כל מגדל קיבל שישה שתילי איקליפטוס ברכיפלה, ארבעה שתילי איקליפטוס המקור ושני שתילים של איקליפטוס טרבוטי. נטיעות אלה ישמשו לטובת מחקר עתידי בנושא השפעת הגנטיקה בהשוואה להשפעת תנאי הסביבה על המועד, העוצמה והאחידות של הפריחה.

הדבש המוערכת לדונם של נטיעה קלונלית (נטיעה שכל הפרטים בה זהים גנטית) הוא 327 ק"ג לאיקליפטוס טרבוטי ו-526 ק"ג לאיקליפטוס ברכיפלה. בהתחשב במחיר של 18 ש"ח לק"ג דבש (למגדל בחבית), מדובר בפוטנציאל הכנסה גבוה של 5,900 ו-9,500 ש"ח לדונם בהתאמה (אם כי ברור שלא כל הצוף בפרחים הופך לדבש). בפרחים מהפרט של איקליפטוס ליאוקוקסילון ליאוקוקסילון נמדדו תכולות סוכר גבוהות הרבה יותר לפרח – 79±32.5 מ"ג – הודות לייצור צוף בנפחים גבוהים יותר, אם כי בריכוזי סוכר דומים לאלה שנצפו בשני הפרטים האחרים (16-32%). למרות זאת, נספרו ביקורים בודדים של דבורי דבש בעץ בכל ארבעת ימי המדידות, וכעדות לכך נמצאו על הקרקע תחתיו מספר רב מאוד של פרחים נבולים, שנשרו כנראה בגלל היעדר האבקה והפריה.

ריבוי וגטטיבי של העצים הנבחרים

בשל גילם של העצים צפינו כי שיעור ההשתרשות יהיה נמוך (Abu-Abied et al., 2012; Vilasboa et al., 2018). המרצת ההשתרשותם השתמשנו בזרזי השתרשות חדשים הנמצאים בפיתוח במעבדתנו (חומרים 52 ו-53 – תצמידים של חומצת פנוקסי 4-chlorophenoxy acetic acid לחומצה אמינית טריפטופן בקונפיגורציה 52 D או 53 L). הטיפולים הניבו השתרשות בשיעור של כ-5-8% בקרב ייחורים שנאספו ישירות מהעצים בשטח. למרות שיעורי ההשתרשות הנמוכים, הייחורים המושרשים הראשונים שימשו

The measurements	איקליפטוס ברכיפילה <i>E. brachyphylla</i>	איקליפטוס טרבוטי <i>E. x trabutii</i>	המידות
Blooming period (measurement dates)	Nov-Jan נובמבר-ינואר	Aug-Nov אוגוסט-נובמבר	תקופת פריחה (תאריכי מדידות)
A – Number of opercula per quarter square meter in the middle of the blooming season	2,673 ± 29 (N=2)	2,039 ± 941 (N=3)	A – מספר מכסי הפריחה לרבע מ"ר באמצע עונת הפריחה
B – The area under the tree canopy (meter)	7 x 7.5	9 x 8	B – השטח תחת חופת העץ (מטר)
C – Estimated number of flowers per tree per season based on the opercula density (A) and the tree area (B)	1,120,000	1,170,000	C – הערכת מספר הפרחים הפורחים בעץ לעונה בהתבסס על צפיפות מכסי הפריחה (A) ועל שטח העץ (B)
D – Sugar yield per flower per 4 days (mg)	19.6 ± 12.8 (N=10)	26.1 ± 9.5 (N=10)	D – תנובת סוכר לפרח בארבעה ימים (מ"ג)
E – Estimated sugar yield per tree per blooming season (kg) based on the floral sugar yield (D) and the blooming intensity (C)	22	30.6	E – הערכת תנובת הסוכר לעץ בעונה (ק"ג) בהתבסס על תנובת הסוכר לפרח (D) ועל עוצמת הפריחה (C)
F – Number of planted trees per 0.1 hectare	20	9	F – מספר עצים נטועים בדונם
G – Estimated sugar yield per 0.1 hectare in clonal plantations	442	275	G – תנובת סוכר מחושבת לדונם בנטיעה קלונלית (ק"ג)
Estimated honey yield per 0.1 hectare in clonal plantations	526	327	תנובת דבש מחושבת לנטיעה קלונלית על פני דונם (ק"ג)
Average number of nectar collector visits per blooming cluster over 5 minutes	7.7 ± 4.6	8.6 ± 5.5	ממוצע ביקורי אוספות צוף מאשכול פריחה בחמש דקות
Average number of pollen collector visits per blooming cluster over 5 minutes	6.7 ± 4.6	6.9 ± 5.0	ממוצע ביקורי אוספות אבקה מאשכול פריחה בחמש דקות

Table 1

טבלה 1

Data on nectar secretion, blooming intensity and attractiveness to honeybees for *E. x trabutii* and *E. brachyphylla* trees in Kfar Pines

נתוני הפרשת הצוף מעצי איקליפטוס טרבוטי ואיקליפטוס ברכיפילה הנטועים בכפר פינס, עוצמת הפריחה שלהם ומשיכת דבורי הדבש אליהם

Rooting rate (%) שיעור השתרשות (%)	Treatment טיפול	Tree עץ
34.9±8 45±14.45 31±5	IBA IBA+52 IBA+53	<i>E. brachyphylla</i> איקליפטוס ברכיפילה
13.3±13.3 42.5±17.5 45±23	IBA IBA+52 IBA+53	<i>E. x trabutii</i> איקליפטוס טרבוטי

Table 2

טבלה 2

Rooting data for *E. brachyphylla* and *E. x trabutii* cuttings
The data (±SE) refer to cuttings that were harvested from plants grown in the greenhouse.

נתוני ההשתרשות של ייחורים מאיקליפטוס ברכיפילה ואיקליפטוס טרבוטי הנתונים מתייחסים לייחורים שהורדו מצמחי אם בחממה. הסטיות מתייחסות לשגיאת תקן.

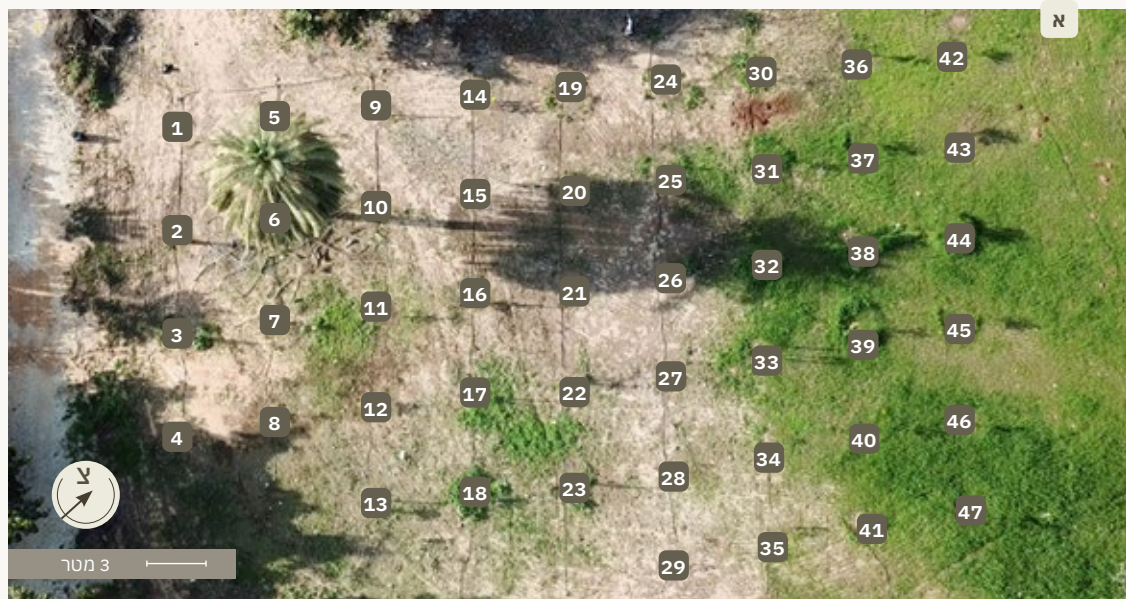


Figure 2

איור 2

The Volcani Center plantation

חלקת המבחן שניטעה במרכז וולקני

- A Planting map
 1–5 *Corymbia ficifolia* scions grafted on *Corymbia maculata* rootstocks;
 6 palm tree;
 7–8 *Corymbia ficifolia* scions grafted on *Corymbia maculata* rootstocks;
 9–29 rooted *E. brachyphylla* trees;
 30–33 rooted *E. x trabutii* trees;
 34–35 rooted *E. brachyphylla* trees;
 36–39 *E. x trabutii* trees propagated from seeds;
 40 rooted *E. x trabutii* trees;
 41 rooted mahogany tree;
 42–47 rooted *E. camaldulensis* trees.
 B The plantation viewed from the southwest

- | מפת הנטיעה | א |
|---|-------|
| עצי קורימביה פיציופוליה מורכבים על קורימביה מקולטה; | 5–1 |
| עץ דקל; | 6 |
| עצי קורימביה פיציופוליה מורכבים על קורימביה מקולטה; | 8–7 |
| עצי איקליפטוס ברכיפילה מושרשים; | 29–9 |
| עצי איקליפטוס טרבוטי מושרשים; | 33–30 |
| עצי איקליפטוס ברכיפילה מושרשים; | 35–34 |
| עצי איקליפטוס טרבוטי זריעים; | 39–36 |
| איקליפטוס טרבוטי מושרש; | 40 |
| עץ מהגוני מושרש; | 41 |
| איקליפטוס המקור מושרש. | 47–42 |
| מבט על החלקה מכיוון דרום-מערב | ב |

ריבוי וגטיבי של העצים הנבחרים

ענפים הורדו מהעצים הבוגרים והבלו בשקיות לחות לחממה מבוקרת אקלים. הייחורים הוכנו על ידי גיזום מקטעי ענפים באורך של כ-7 ס"מ עם שני עלים בקצה העליון של הייחור. כשני שלישים משטח הפנים של כל עלה הוסרו כדי לצמצם דיות. בסיסי הייחורים נטבלו למשך דקה בתמיסה מימית של K-IBA (6000 ח"מ) עם חומרי השרשה ניסיוניים 52 ו-53 בריכוז $100 \mu\text{M}$ או בלעדיהם. נוסף על כך, העלים הוסרו בחומרים הניסיוניים בריכוז $100 \mu\text{M}$ בנוכחות משטח מסוג Triton X-100 (v/v 0.05%). החומרים הניסיוניים נמללו בתחילה ב-DMSO לתמיסה בריכוז 100 mM.

הייחורים המטופלים ננעצו במצע שמכיל כבול, ורמיקוליט וקלקר גרוס ביחס של 3:2:1 בהתאמה, על גבי שולחן המחומם ל-25°C תחת המטרה בתדירות של 10 שניות/10 דקות מהלך שעות האור לקבלת 90% לחות. קוטלי פטריות הוגמעו במצע אחת לשבוע (דאקונויל ומנבגן 0.1% w/v לסירוגין). שיעור ההשתרשות נמדד לאחר כשבוע או שבועיים ולאחר חודש וחודשיים.

דין

הודות למחקר המתואר כאן ניטעו חלקת מבחן גדולה של שתילים קלונליים בבית דגן (46 עצים) ועוד עשר חלקות קטנות יותר ברחבי הארץ, מיהל בדרום ועד מעלה גמלא ואילת השחר בצפון (12 עצים בכל חלקה). זהו השלב הראשון בדרך להוכחת ההיתכנות של תמיכה בענף הדבורים באמצעות חלקות קלונליות של עצים מצטיינים כמקורות מזון בעונות שיש בהן מחסור בפרחים לדבורים. עוצמת הפריחה ואחידותה בחלקות שניטעו יתבררו בשנים הקרובות.

ראוי לציין שכעשרה חודשים לאחר נטיעת החורשה במכון וולקני (יוני 2020), נמצאו עצים רבים עם ניצני פריחה: כל שתילי איקליפטוס המקור, 75% מעצי האיכליפטוס טרבוטי המושרשים, 52% מעצי איקליפטוס ברכיפילה ו-60% מעצי הקורימביה פיציפוליה (איור 4).

חומרים ושיטות

מידודת הפרשת צוף וביקורי דבורי דבש

באמצע עונת הפריחה, יום לפני ביצוע המדידות, נבחרו עשרה פרחים בשלב הקדם-פריחה (כאשר מכסה הפריחה התנתק מהמצעית, אבל עדיין כיסה חלקית את האבקנים; שלב ג (איור 5), שסומנו וכוסו בשקית אורגנזה (50 מש) כדי למנוע גישת מאביקים. במהלך ארבעת הימים הבאים (משך חיי פרח ממוצע) בשעות האור נמדדו אחת לשעתיים נפח הצוף באמצעות מיקרוקפילרות מזכוכית (Drummond Scientific, USA) שהוחדרו לפרח בשלב ה (איור 5), וריכוזו באמצעות הפרקטומטר (Atago, Japan). תכולת הסוכר חושבה על ידי מכפלת שני הגורמים הללו, וסכום המכפלות האלה לאורך היום ובמשך ארבעה ימים (ממוצע בין 10 פרחים). מספר הפרחים שפורחים בעץ בחצי עונה, הוערך על ידי מכפלת צפיפות מכסי הפריחה (אשר נשרו מהפרחים בשלב ד באיור 5) תחת חופת העץ בשטח העץ. לשם הערכת תנובת הצוף של עץ בודד בעונה הוכפלה תכולת הצוף הממוצעת לפרח במספר הפרחים הפורחים בעץ בעונה אחת. חישוב פוטנציאל תנובת דבש מנטיעה שכזו, חושב כערך תנובת הסוכר לדונם שהוכפלה ב-1.19, בהתבסס על כך שתכולת הסוכר בדבש היא 81.1%. באותם קבועי הזמן נמדדו גם ביקורי דבורי הדבש תוך הבחנה בין אוספות צוף לאוספות אבקה.

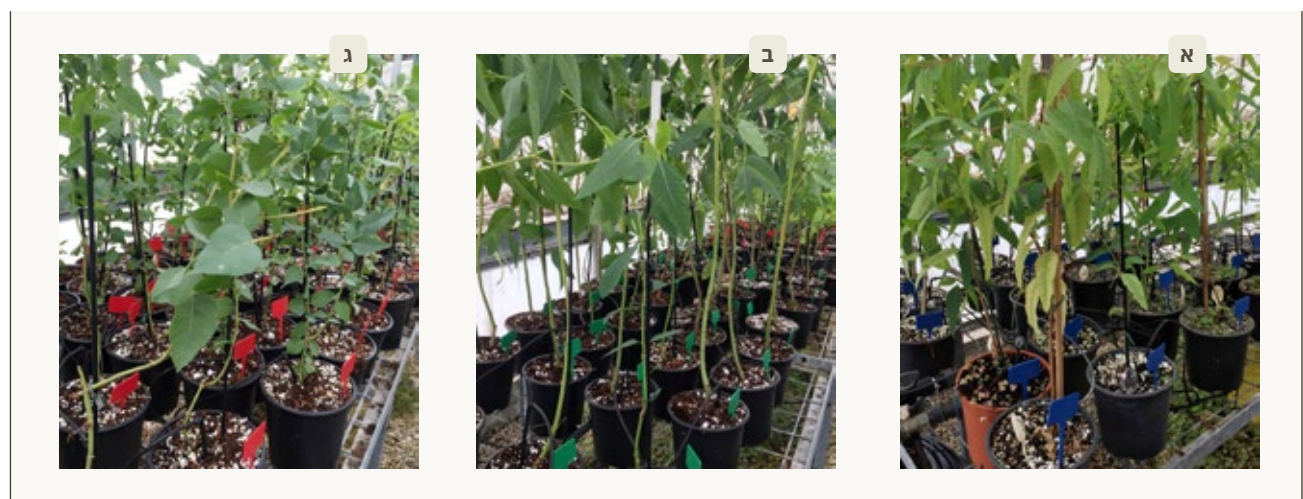


Figure 3

Eucalyptus trees that were given to beekeepers for planting in different regions in Israel

- A – *E. x trabutii* (rooted or propagated from seeds)
- B – *E. camaldulensis* (all rooted)
- C – *E. brachyphylla* (all rooted)

איור 3

שתילים של עצי איקליפטוס שחולקו למגדלי דבורים לטובת נטיעות בחלקים שונים של הארץ להמשך מעקב

- א – שתילי איקליפטוס טרבוטי מושרשים וזריעים
- ב – שתילי איקליפטוס המקור מושרשים
- ג – שתילי איקליפטוס ברכיפילה מושרשים



איקליפטוס טרבוטטי
E x trabuttii

איקליפטוס המקור
E. camaldulensis

איקליפטוס ברכיפילה
E. brachyphylla

קורמביה פיצפוליה
C. ficifolia

Figure 4

איור 4

Flowering buds observed in many of the trees ten months after planting in the Volcani Center

ניצני פריחה בפרטים הנטועים במרכז וולקני (בית דגן; יוני 2020)

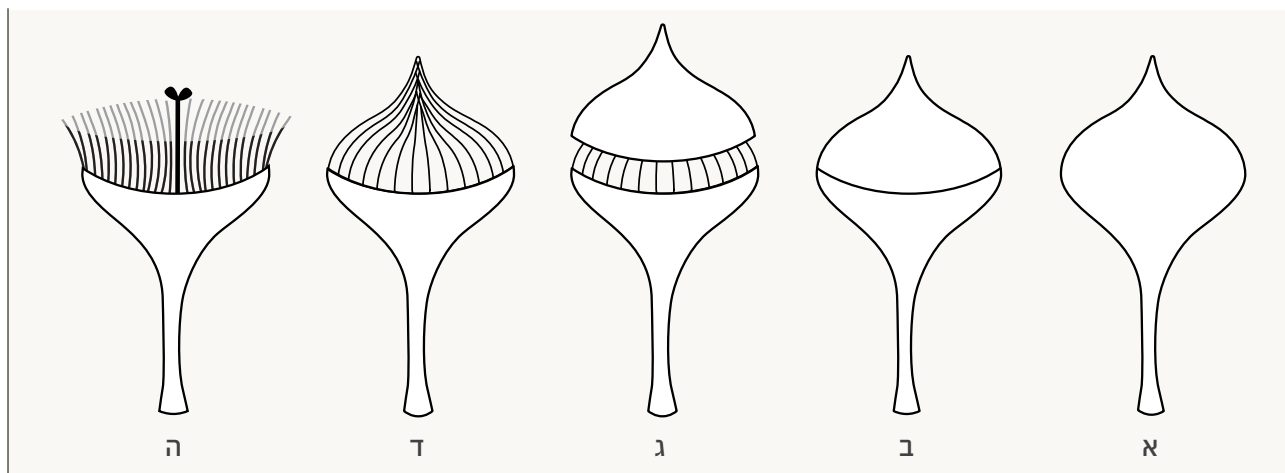


Figure 5

איור 5

Schematic illustration of the *Eucalyptus* flower's development and the stages at which the observations and nectar measurements were conducted

תיאור סכמטי של התפתחות פרחי איקליפטוס ושלב התצפיות ומדידות הפרשת הצוף מהפרחים

- A – Early stage of flower budding when the operculum is still joined to the receptacle.
- B – Beginning of operculum disengagement from the bud.
- C – The operculum is fully disengaged from the bud but still covers the stamens. Flowers at this stage were bagged to prevent pollinator access.
- D – The flower after its operculum has dropped to the ground. The dropped opercula were used for flowering-intensity assesment.
- E – Flowers fully open and beginning of nectar secretion. The nectar volume and concentration measurements were conducted at this stage.

- א – ניצן הפריחה: מכסה הפריחה מאוחה עם המצעית;
- ב – תחילת היפרדות מכסה הפריחה מהמצעית;
- ג – היפרדות מלאה של מכסה הפריחה מהמצעית, בשלב זה שמתרחש כ-24 שעות לפני שלב ד, הפרחים כוסו בשקית אורגנזה כדי למנוע גישת מאביקים;
- ד – נשירת מכסה הפריחה ותחילת הפיתחות הפרח. מכסי הפריחה שנשרו מהעץ בשלב זה נאספו ושימשו להערכת עוצמת הפריחה של העצים;
- ה – פתיחה מלאה של הפרח והתחלת הפרשת הצוף מהצופנים בבסיס עמוד העלי. בשלב זה החלה שאיבת הצוף מהפרחים ומדידת הריכוז שלו.

בחממה. על כן, במועד השתילה היו הבדלים בגודל השתילים. אנו צופים שבשנה הבאה תתייצב האחידות בפריחה ותאפשר לנו לבצע מדידות שונות בקשר לעוצמתה, לתכולת הצוף ולאיכותו ולמשיכת הדבורים בחלקה זו בהשוואה לחלקות הקטנות שניטעו ברחבי הארץ.

הודות

ברצוננו להודות לפרופ' אמריטוס דן איזיקוביץ מאוניברסיטת תל אביב על ההשראה לקיום מיזם זה, ליהודה קנדל מכפר פינס על איתור העצים המצטיינים והסיוע במחקר ולקק"ל על מימון הפרויקט (מענק מספר 10-03-006).

מקורות

דג א, ויינשטיין א ואיזיקוביץ ד. 2011. אקליפטוס למרעה דבורים. בתוך: ויינשטיין א, זהר י וברנד ד (עורכים). **האקליפטוס מצמרתו ומעלה**. עמ' 98-111.

- Abu-Abied M, Szwedzszarf D, Mordehaev I, Levy A, Stelmakh OR, Belausov E, Yaniv Y, Uliel S, Katzenellenbogen M, Riov J, Ophir R, and Sadot E. 2012. Microarray analysis revealed upregulation of nitrate reductase in juvenile cuttings of *Eucalyptus grandis*, which correlated with increased nitric oxide production and adventitious root formation. *Plant Journal*, 71, 787-799.
- Abu-Abied M, Szwedzszarf D, Mordehaev I, Yaniv Y, Levinkron S, Rubinstein M, Riov J, Ophir R, and Sadot E. 2014. Gene expression profiling in juvenile and mature cuttings of *Eucalyptus grandis* reveals the importance of microtubule remodeling during adventitious root formation. *BMC Genomics*, 15, 826.
- Afik O, Dag A, and Shafir S. 2006. The effect of avocado (*Persea americana*) nectar composition on its attractiveness to honey bees. *Apidologie*, 37, 317-325.
- Arien Y, Dag A, and Shafir S. 2018. Omega-6:3 ratio more than absolute lipid level in diet affects associative learning in honey bees. *Frontiers in Psychology*, 9, 1001.
- Arien Y, Dag A, Zarchin S, Masci T, and Shafir S. 2015. Omega-3 deficiency impairs honey bee learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 112, 15761-15766.
- Cané-Retamales C, Mora F, Vargas-Reeve F, Perret S, and Contreras-Soto R. 2011. Bayesian threshold analysis of breeding values, genetic correlation and heritability of flowering intensity in *Eucalyptus cladocalyx* under arid conditions. *Euphytica*, 178, 177-183.

השרשת ייחורים מעצי איקליפטוס בני 25 שנה נחשבת להישג שתלני ומדעי (Abu-Abied et al., 2012, 2014; Riov et al., 2013; Levy et al., 2014; Vilasboa et al., 2018). מכיוון שמוצא הייחורים מענפים בוגרים, צפינו הקדמת פריחה, ואכן חלק גדול מהשתילים במרכז וולקני כבר החלו לפרוח. מאידך גיסא, השימוש בייחורים בוגרים מוריד בצורה ניכרת את שיעורי ההשתרשות. אף על פי שחומרי ההשרשה הייחודיים שלנו צפויים להפוך למסחריים ונגישים, אפשר להשיג את היעד של ריבוי שתילים קלונליים במספרים גדולים גם דרך המרצת פריצה של ענפים צעירים מבסיס הגזע על ידי חיגור חלקי. ההשתרשות של ענפים כאלה קלה יותר, אינה מצריכה שימוש בחומרים מיוחדים, וניתן יהיה לשמור את הייחורים המושרשים כמטע צמחי אם גזומים לקצירת ייחורים רבים. החיסרון בשיטה זו הוא משך הזמן עד הגעה לפריחה, שצפוי להיות ארוך יותר, כ-5-7 שנים. כמו כן, החיגור עלול לגרום סיכון מסוים לבריאות עץ האם המצטיין.

תנובת הסוכר של העצים הוערכה בשיטה שתוארה בעבר בספרות המדעית (Eisikowitch and Lupo, 1990). הממצאים מעידים שלעצים אלה פוטנציאל גבוה לתנובת דבש, או לכל הפחות לאספקת מזון מספקת לכורות בעונות הקיץ והסתיו. תנובת הצוף שנמדדה הייתה גבוהה בהשוואה לזו של איקליפטוס אריתרוקוריס (*E. erythrocoris*) (Eisikowitch and Lupo, 1990) בשל ריבוי הפרחים (למעלה ממיליון בהשוואה לכ-2,000 באיקליפטוס אקיתרוקוריס). עם זאת, יש לציין כי שניים מהפרטים שסומנו במיזם זה כמצטיינים נהנים ממקורות מים, אם מתעלת ניקוז במקרה של איקליפטוס טרבוטי, או מפרדס מושקה סמוך במקרה של איקליפטוס ברכיפילה, ואף אחד מהשלושה לא מתחרה על אור השמש עם עצים סמוכים. לכן, ייתכן שהייתה תרומה משמעותית של תנאי הסביבה לעוצמת הפריחה. הנתונים שנאספו מתייחסים לייצור הצוף, אבל לא לצוף שנאסף אל הכורות והופך בסופו של דבר לדבש. לגבי תרומת האיקליפטוס כמקור אבקה, ממצאים מהשנים האחרונות מעידים כי הרכב חומצות השומן החיוניות באיקליפטוס המקור ובקורומביה פיצפוליה אינו מיטבי בעבור דבורי דבש (Arien et al., 2015, 2018), על כן, יש לבחון היטב את הערך התזונתי של הצוף והאבקה ממני איקליפטוס אחרים ולהביא גם שיקול זה בחשבון בתכנון של נטיעות למרעה דבורי דבש.

הממצאים מבדיקות הצוף שנעשו לפרחים של הפרט איקליפטוס לאוקוקסילון לאוקוקסילון לא נתנו מענה לשאלה מדוע דבורי דבש אינן נמשכות אליו. בספרות מוזכרים מספר גורמים שעשויים לגרום למשיכה של דבורי דבש אל פרח או לדחייה ממנו, ובהם – הרכב הסוכרים (Wykes, 1952), נוכחות של מטבוליטים שניוניים (Stevenson et al., 2017), נוכחות של מינרלים בריכוזים גבוהים, כדוגמת אשלגן (Afik et al., 2006), ונוכחות של מיקרואורגניזמים שמשפיעים על התכונות הכימיות של הצוף ובד בבד מושפעים מנוכחות של המטבוליטים המשניים (Vannette et al., 2013; Vannette and Fukami, 2016). ייתכן שהשיחור הנמוך של דבורי הדבש לפרחי העץ המדובר נובע מאחת הסיבות שצוינו או מכמה מהן.

הקדמת הפריחה לעונה הראשונה לאחר הנטיעה מעודדת מאוד. ההבדלים בין הפרטים השונים מאותו קלון נובעים כנראה מגיל השתיל, שכן השתילים הוכנו על פני תקופה של כשנתיים ונצברו

- formation. In: Eshel A and Beeckman T (Eds). *Plant Roots: The Hidden Half*. Boca Raton: CRC Press, pp. 11.11–11.14.
- Stevenson PC, Nicolson SW, and Wright GA. 2017. Plant secondary metabolites in nectar: Impacts on pollinators and ecological functions. *Functional Ecology*, 31, 65-75.
- Vannette RL and Fukami T. 2016. Nectar microbes can reduce secondary metabolites in nectar and alter effects on nectar consumption by pollinators. *Ecology*, 97, 1410-1419.
- Vannette RL, Gauthier MPL, and Fukami T. 2013. Nectar bacteria, but not yeast, weaken a plant – pollinator mutualism. *Proceedings of the Royal Society B – Biological Sciences*, 280. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2601>.
- Vilasboa J, Da Costa CT, and Fett-Neto AG. 2018. Rooting of eucalypt cuttings as a problem-solving oriented model in plant biology. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 146, 85-97.
- Wykes GR. 1952. The preferences of honeybees for solutions of various sugars which occur in nectar. *Journal of Experimental Biology*, 29, 511-519.
- Chippendale GM. 1988. *Flora of Australia, Volume 19: Myrtaceae, Eucalyptus, Angophora*. Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Eisikowitch D and Lupo A. 1990. *Eucalyptus erythrocotis*: A source of nectar and pollen for honey bees in Israel. *Apidologie*, 21, 25-33.
- Grayling PMP and Brooker MIH. 1996. Evidence for the identity of the hybrid, *Eucalyptus 'brachyphylla'* (Myrtaceae) from morphology and essential-oil composition. *Australian Journal of Botany*, 44, 1-13.
- Levy A, Szwedzszarf D, Abu-Abied M, Mordehaev I, Yaniv Y, Riov J, Arazi T, and Sadot E. 2014. Profiling microRNAs in *Eucalyptus grandis* reveals no mutual relationship between alterations in miR156 and miR172 expression and adventitious root induction during development. *BMC Genomics*, 15, 1-9.
- Nicolson SW. 2011. Bee food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*, 46, 197-204.
- Riov J, Szwedzszarf D, Abu-Abied M, and Sadot E. 2013. The molecular mechanisms involved in adventitious root



פריחה של איקליפטוס ברכיפילה
צילום: עינת שדות

