

שיפור הפוריות באבוקדו 'האס' על-ידי אפיון זנים מפריס מצטיינים ובחינת הצורך בזן

מפרה לקבלת יבול גבוה באבוקדו 'ג'ס'

דו"ח לעונת 2014-15

מגישים: דורון שניידר - מו"פ צפון, יעל לב, מרטין גולדווי, רפי שטרן - מיג"ל והמכללה האקדמית תל חי, ורד יריחימוביץ, עמיר שרמן - המחלקה למטעים, מרכז וולקני,הדר כהן - מו"פ צפון, חוות נסיונות עכו, ירון וייסמרק, תומר לוי - מטע געתון

תוכן עניינים

עמ'	
2	מבוא.....
2	מטרות המחקר.....
	חומרים ושיטות
3	1. המטעים.....
4	2. ניסויי השדה.....
4	3. ניסויי המעבדה.....
	תוצאות ראשוניות
	חלק ראשון: שיפור הפוריות באבוקדו 'האס' על-ידי אפיון זנים מפריס מצטיינים
6	1. ניסויי שדה.....
9	2. ניסויי מעבדה.....
	חלק שני: בחינת הצורך בזן מפרה לקבלת יבול גבוה באבוקדו 'ג'ס'
10	1. ניסויי השדה.....
13	2. ניסויי מעבדה.....
15	מסקנות ראשוניות.....
17	ספרות.....

מבוא

האבוקדו (*Persea americana*) הינו עץ פרי סובטרופי ירוק עד השייך למשפחת העריים (Lauraceae) ומוצאו במרכז אמריקה ומקסיקו. לאבוקדו שלושה גזעים עיקריים, המקסיקני (*Persea americana var. drymifolia* Blake), הגואטמלי (*Persea americana var. guatemalensis* Williams) והמערב הודי (*Persea americana var. americana* Mill). ייצור האבוקדו העולמי ב-2012 עמד על כ-3.8 מיליוני טונות (Arias et al., 2012), רוב הפירות מיוצרים בארצות מרכז אמריקה, כאשר מקסיקו היא היצרנית הגדולה ביותר בעולם (כ-30% מהפירות). בארץ היקף מטעי האבוקדו עומד על כ-75,000 דונם ובשנים האחרונות היקף המטעים גדל באלפי דונמים נוספים. הפרי משווק גם לייצוא וגם בשוק מקומי ובשנים האחרונות הוא פודה מחירים גבוהים.

מנגנון הפריחה באבוקדו הינו מהסוג דיכוגמיה פרוטוגנית סינכרונית. במנגנון זה כל פרח נפתח פעמיים. בפעם הראשונה כפרח נקבי ובו הצלקת רצפטיבית. לאחר מכן הפרח נסגר ונפתח שנית כזכרי. בפרח הזכרי הצלקת אינה רצפטיבית בעוד גרגרי האבקה משתחררים. זני האבוקדו נחלקים לשני טיפוסי פריחה A ו-B. בטיפוס פריחה A הפרח נפתח לראשונה כנקבי בשעות הבוקר, נסגר לקראת צהריים ונפתח שנית כזכר בשעות אחר הצהריים ביום שלמחרת. בטיפוס פריחה B הפרח נפתח לראשונה כנקבי בשעות אחר הצהריים, נסגר לקראת הערב ונפתח שנית כזכר בבוקר של היום למחרת (Alcaraz and Hormaza, 2009; Ish-am et al., 2005). באופן זה זנים מטיפוסי פריחה A ו-B משלימים זה את זה מבחינת ההאבקה, כי במועד בו פרחים מטיפוס אחד במופע הנקבי הפרחים מהטיפוס השני נמצאים במופע הזכרי, ולהיפך (Davenport, 1986). המנגנון הדיכוגמי בפרחי האבוקדו מעודד האבקה זרה בין זנים מטיפוסי פריחה A לזנים מטיפוסי פריחה B, ולהיפך, ואמור להפחית האבקה עצמית. עם זאת, האבקה באבוקדו יכולה להתרחש גם דרך האבקה עצמית בין פרחים שונים מאותו זן, כאשר יש חפיפה בפתיחת פרחים מהשלב הזכרי והשלב הנקבי (שלבם I ו-II) מאותו זן. חפיפה כזו ידועה בזני אבוקדו רבים (Gazit, 2002).

Flower-type cultivar	DAY 1		DAY 2	
	MORNING	AFTERNOON	MORNING	AFTERNOON
"A"	♀			♂
"B"		♀	♂	

איור 1: טיפוסי הפריחה באבוקדו (<http://ucavo.ucr.edu/Flowering/FloweringBasics.htm>)

מקובל להניח שההאבקה בפרחי אבוקדו נעשית בעזרת מאביקים (Gazit and Degani, 2002), אם כי דווח שגם האבקת רוח אפשרית (Ying et al., 2009). החרק המאביק העיקרי ברוב מטעי האבוקדו המסחריים בעולם הוא דבורי דבש. יחד עם זאת דבורי דבש לא היו ביבשת אמריקה במהלך התפתחות האבוקדו, ולכן

סבורים שתכונות הפרחים לא מותאמות בצורה טובה למאביק הזה. מניחים שמיני חרקים אחרים, קטנים יותר, הם המאביקים המקוריים של הפרחים (Gazit and Degani, 2002; Ish-Am, 2005; Afik et al., 2006).

הזן האס הינו תוצר הכלאה של פרטים מהגזעים הגווטמאלי והמקסיקני ופירותיו הם המבוקשים ביותר בעולם. פרי ה'האס' מתאפיין בטעם טוב ובקליפה עבה ונוחה לקילוף שצבעה מתחלף לשחור עם ההבשלה. מנגד, יבולי ה'האס' במטעי ישראל נמוכים יחסית לזני אבוקדו אחרים כמו 'ריד', 'אטינגר' ו'ארד', ועומדים על כ-1.5 ט"ד' עם סירווגיות גדולה. ל'האס', טיפוס פריחה A, יכולת הפריה עצמית. עם זאת ידוע שהפריה זרה תורמת לפוריותו (Alcaras and Hormaza, 2009; Ish-Am, 2005; Gazit and Degani, 2002). בישראל, הזן היחיד המשמש כיום כמפרה ל'האס' הינו ה'אטינגר' (טיפוס B). זן זה נחשב מפרה טוב ל'האס' והפירות שלו מבוקשים בשוק המקומי. יחד עם זאת הפירות מבשילים בתקופה קצרה המחייבת קטיף מהיר, כתוצאה ממנו כמות הפרי לעיתים גדולה מדרישות השוק והמחיר יורד. לכן, יש הכרח למצוא זנים מפרים יעילים נוספים למטעי ה'האס' בישראל

הזן 'ג'ים' (טיפוס פריחה A) הינו זן פטנטי מתוכנית ההשבחה באוניברסיטת "ריבר-סייד" בקליפורניה. ה'ג'ים' התקבל מהכלאה מקרית של פרחי 'גוון' (<http://ucavo.ucr.edu/AvocadoVarieties/VarietyFrame.html#Anchor-47857>). עצים מזן זה הינם קומפקטיים ופוריים והפירות "דמויי האס" באיכות גבוהה. מטעי 'ג'ים' ראשונים ניטעו בעולם לפני כעשור, ומחקרים רבים נערכים במטרה למצוא את תנאי הגידול המיטביים. בין היתר אין עדיין מידע לגבי יכולת ההאבקה וההפריה העצמית של פרחי 'ג'ים' והתלות בזן מפרה לקבלת יבול גבוה טרם נבחנה.

במסגרת המחקר נאפיין את יעילות הזנים המפרים אדרנול, זוטאנו ו-BL667 (טיפוסי פריחה B המשמשים זנים מפרים במטעי 'האס' מסחריים בדרא"פ וקליפורניה) ל'האס' בהשוואה ל'אטינגר'. יעילות הזן המפרה תקבע על-ידי גובה היבול שיתקבל בעצי 'האס' הסמוכים לו וכן לפי שכיחות הזן המפרה בצאצאי ה'האס' שיתפתחו במטע. בחלק נוסף של המחקר תלמד יכולת ההפריה העצמית בי'ג'ים' והתלות שלו בזן מפרה לקבלת יבול גבוה במטע מסחרי. חלק זה של המחקר יתמקד באפיון מקור האבקה שהפרתה את הצאצאים במטע בו נטועים עצי 'אטינגר' (טיפוס פריחה B) ו'לביא' (טיפוס פריחה A). לצורך קביעת הזן המפרה בצאצאי 'האס' ובצאצאי 'ג'ים' נפתח שיטה גנטית המבוססת על סמנים מסוג SNP (Single nucleotide polymorphism). SNP הינו הבדל של בסיס אחד ברצף הדנ"א בין הזנים ההוריים הנטועים במטע. פיתוח סמנים ספציפיים לכל אחד מהזנים ההוריים יאפשר זיהוי ההורה האבהי בצאצאים משני הזנים שהוזכרו.

מטרות המחקר

1. בחינת יעילות הזנים המפרים אדרנול, זוטאנו ו-BL667 ל'האס' בהשוואה ל'אטינגר'.
2. לימוד יכולת ההפריה העצמית בי'ג'ים' והתלות שלו בזן מפרה לקבלת יבול גבוה במטע מסחרי.

חומרים ושיטות

1. המטעים

1.1. מטע 'האס' (געתון)

המטע נמצא בסמוך לקיבוץ געתון, בעמק געתון שבגליל המערבי (E^{35°11'00.62}, N^{33°11'42.82}). המטע ניטע בקיץ 2012, מרווחי נטיעה 4 מ' x 5 מ'. הזן העיקרי במטע הוא האס (H) ולסירוגין נטוע בו כל עץ שלישי בשורה שלישית עץ מהזנים המפרים: אטינגר (ET), זוטאנו (ZU), אדרנול (ED) ו-BL667 (BL) (תמונה 1).

בלוק מס' שורה	2												3												4											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1																																				
2		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
3																																				
4		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
5																																				
6		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
7																																				
8		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
9																																				
10		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
11																																				
12		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
13																																				
14		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
15																																				
16		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
17																																				
18		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
19																																				
20		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
21																																				
22		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
23																																				
24		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
25																																				
26		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
27																																				
28		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
29																																				
30		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
31																																				
32		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
33																																				
34		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	
35																																				
36		ET			ED			ZU			BL			ZU			ET			ED			BL			ZU			ED			BL			ET	

תמונה 1. סכמת מטע 'האס' (H) עם המפרים: 'אטינגר' (ET), זוטאנו (ZU), אדרנול (ED) ו-BL667 (BL). במטע שלוש בלוקים שבכל אחד מהם חזרה של שורה אחת עם כל אחד מהזנים המפרים. עצי 'האס' מתוארים על-ידי משבצות לבנות.

1.2. מטע ג'ים' (געתון):

המטע נמצא באזור רבסיה שבגליל המערבי (E^{35°07'57.41}, N^{32°59'04.49}), הזן העיקרי במטע הוא לביא (LA) ונטועה בו שורת 'אטינגר' (ET) לסירוגין כל שלוש שורות 'לביא'. במרכז המטע נטועות שלוש שורות מהזן ג'ים (GE) (תמונה 2). עצי ג'ים הורכבו בהרכבת סנדוויץ' על 'האס' ב-2008. שתילי 'האס' המקוריים ניטעו ב-2003. מרווחי הנטיעה בכל המטע הם 2.5 מ' x 2.5 מ', 160 עצים/ד'. ניסויי השדה נערכו במטע ג'ים (טיפוס פריחה A) בו נטועים לסירוגין, כל עץ שלישי בשורה שלישית עצי 'אטינגר' (טיפוס פריחה B). נתוני המטע זהים לנתוני מטע 'האס' שהופיעו בפיסקה הקודמת. לבדיקת ההורות נדגמו צאצאי ג'ים ממטע בו שורות 'אטינגר' משמשות כמפרה וביתר המטע נטועות שורות 'לביא' (טיפוס פריחה A).

מס' שורה	29		25		21		17		13		9		5		1
זן	ET	LA	ET	LA	ET	GE	ET	LA	ET	LA	ET	LA	ET	LA	ET

תמונה 2. סכמת מטע 'ג'ם' (GE) עם הזנים אטינגר (ET) ולביא (LA). במטע בלוק אחד של שלוש שורות 'ג'ם' (משבצות כתומות), שמשני צדדיו שורת 'אטינגר' (משבצות צהובות).

2. ניסויי השדה

2.1. פנולוגיה

בתקופת הפריחה נערך בזנים השונים מעקב אחרי מהלך הפריחה בעץ השלם. כמו כן נערך מעקב יומי אחרי מחזור הפריחה של הפרח הבודד. המעקב בוצע כל שעתיים, בין השעות 08:00-18:00. בכל בדיקה נקבע סוג המופע של הפרחים, נקבי או זכרי. מספר ימי הבדיקות בזנים השונים נע בין 2-7 ימים.

2.2. התנהגות דבורי הדבש

מכל זן נבחרו 8-10 עצים אחידים מבחינת גודל, מצב פריחה ועוצמת פריחה. בזן זוטאנו נבדקו רק 3 עצים. מספר דבורי דבש שביקרו בעץ בדקה נקבע כל שעתיים בין השעות 08:00-18:00. הבדיקות נערכו בין התאריכים 5-26/4/15, סביב שיא הפריחה של עצי הזן. בכל זן היו בין 3-6 ימי בדיקות במקביל לבדיקה זו נקבעה פעמיים ביום, בשעות 12:00 ו-16:00, התנהגות הדבורים, איסוף צוף או אבקה, בכס דבורים, שביקרו בפרחים בזנים האס ואטינגר. הבדיקות נערכו בארבעה מועדים: 7/4, 14/4, 20/4 ו-26/4 בעונת הפריחה 2015. בפרחי 'ג'ם' לא נערכו בדיקות ב-7/4/15.

3. ניסויי המעבדה

3.1. חומר צמחי

להפקת דני"א שימשו עלים מכל אחד מהזנים ההוריים. בעונות 2013-14 ו-2014-15 נאספו כ-200 צאצאי 'ג'ם' (100 צאצאים לעונה). הפירות נאספו באקראי מכל אחת משלוש השורות במטע (תמונה 2) הפירות והזרעים נשקלו. הזרעים הונבטו, ומהעלים שהתפתחו הופק דני"א. כל העלים מהזנים ההוריים ומהזרעים המונבטים נשמרו ב-70°C עד לשימוש.

3.2. הפקת דני"א

דני"א גנומי הופק לפי [Doyle and Doyle \(1987\)](#). 100-200mg עלים נכתשו במכתש ועלי בנוכחות חנקן נוזלי. האבקה הכתושה הורחפה ב-700µl בופר הפקה המכיל: 100mM Tris pH 8, 2% 20mM Ethylenediaminetetra Acetic Acid, Hexadecyltrimethylammonium Bromide [CTAB], 1% Polyvinylpyrrolidone [PVP] MW=40000, 1.4M NaCl, [EDTA] pH 8, 1% 2- Mercaptoethanol. התערובת הודגרה 15 דקות ב-65°C, תוך כדי ערבוב מפעם לפעם. לאחר קירור

למפרטורת החדר, נערכו שני מיצויים עם Chloroform:Octanol (24:1). ה-DNA הושקע בעזרת Ethanol והומס במים. הדניא נשמר ב-20°C עד לשימוש בתגובת ה-PCR.

בחלק מהדגימות נעשה שימוש בקיט Phire Plant direct PCR Kit, (FINNZYMES, Epsoo, Finland) למצוי דניא ישירות מהעלה, הנערך במקביל לתגובת ה-PCR.

3.3. תגובת PCR

תגובת PCR עם תחלים אוניברסליים, המגבירים קטעי דניא בהם עשויים להיות SNP נערכה במכשיר Minicycler (MJ Research, Waltman, MA USA). התערובת לתגובת ה-PCR הכילה בנפח 50µl את המרכיבים הבאים: 20ng DNA (1µl), FastStart Taq PCR buffer X1, 200µM מכל אחד מה-dNTP, 30pmol מכל תחל ו- 1 unit FastStart Taq DNA Polymerase (Roche diagnostics, Almere, The Netherlands). רצף התחלים ותנאי תגובת PCR מפורטים בטבלאות 1 ו-2.

טבלה 1: התחלים לתגובת PCR

התחלים	שם ה-SNP	תחל Forward (5'>3')	תחל Reverse (3'>5')
F3H17	SNP17	F3HF1- TTGGGGCTTCTTTTATTGACCAG	F3HR0- TTCTCACCTCCCTAATCGC
SNP3 ¹	SNP3	SNP3F- CATTCAAAACAACCAGTGAATAGATTAG	SNP3R- TCTCAGACTGCTTTGGCTTCTCC
SNP88 long ¹	SNP88	SNP88F0- GCATAACCATCCTCGGCTGTA	SNP88R0- GATTGATACTAAATTGATTTATG

¹ תחלים שהתקבלו מהמרכז הגנומי במכון וולקני, המגבירים רצף ובו SNP (דרי' עמיר שרמן ודרי' רון אופיר)

טבלה 2: תנאי תגובת ה-PCR

תנאי תגובת ה-PCR עם Fast Start Taq			תנאי תגובת ה-PCR בקיט Phire Plant direct PCR Kit		
מספר סיבובים	זמן (דקות)	טמפ' (°C)	מספר סיבובים	זמן (דקות)	טמפ' (°C)
1	5	95	1	5	98
5	0.5	95	5	5	95
	0.5	58		5	58
	0.5	72		20	72
35	0.5	95	35	5	95
	0.5	55		5	55
	0.5	72		20	72
1	5	72	1	60	72

3.4. איפיון SNP ע"י ריצוף דניא מהזנים ההוריים

תוצרי PCR מ-DNA שהופק מהעלים ההוריים שובטו לפלסמיד pTZ57R/T (TA cloning kit, Thermo) ורוצף בעזרת מכשיר הריצוף ABI 3730 XL (Fisher Scientific Inc, Lithuania) (PE Bio System,) (Foster, CA).

תוצרי PCR מדנ"א שהופק מעלי הצאצאים רוצפו בעזרת מכשיר הריצוף ABI 3730 XL (PE Bio System, Foster, CA).

תוצאות ראשוניות

חלק ראשון: שיפור הפוריות באבוקדו 'האס' על-ידי אפיון זנים מפריס מצטיינים

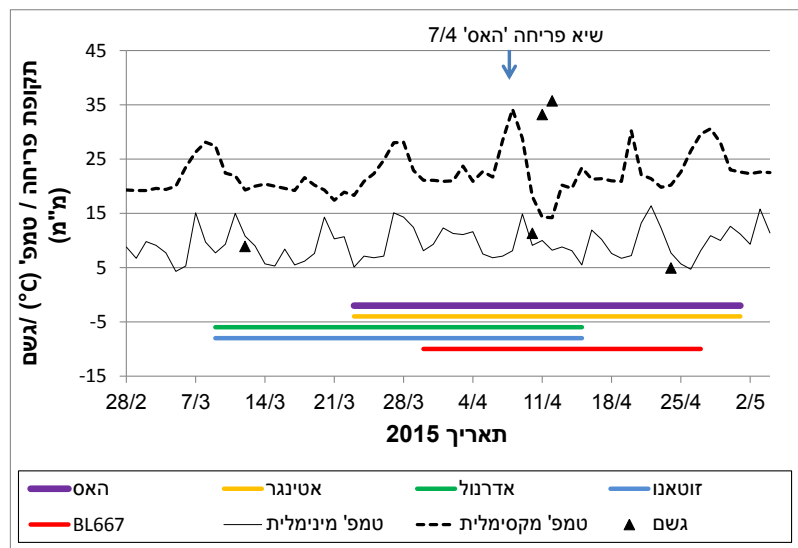
1. ניסויי שדה

הניסויים נערכו במטע 'האס', בו נטוע כל שורה שלישי, עץ שלישי עץ מאחד מהזנים המפריס: אטינגר, אדרנול, זוטאנו ו-BL667 (תמונה 1).

1.1. פנולוגיה של הפריחה

בעונת הפריחה 2015 עוצמת הפריחה הייתה שונה בין הזנים: עצי 'אדרנול' ו'זוטאנו' פרחו פריחה שופעת ביותר. עצי 'האטינגר' ו'האס' פרחו אף הם בעוצמת פריחה גבוהה, אך נמוכה במטע בהשוואה לעצי 'אדרנול' ו'זוטאנו'. את עוצמת הפריחה בעצי ה-BL667 קשה היה לקבוע מאחר והעצים בעונה זו אמנם פרחו אך העצים היו קטנים (גובה חצי מטר) ונראו כמו שיחים "זוחלים". העצים, מארבעת הזנים האחרים במטע, היו בגובה ובנפח דומה (גובה 1.5-2 מ', רוחב כ-1.5 מ').

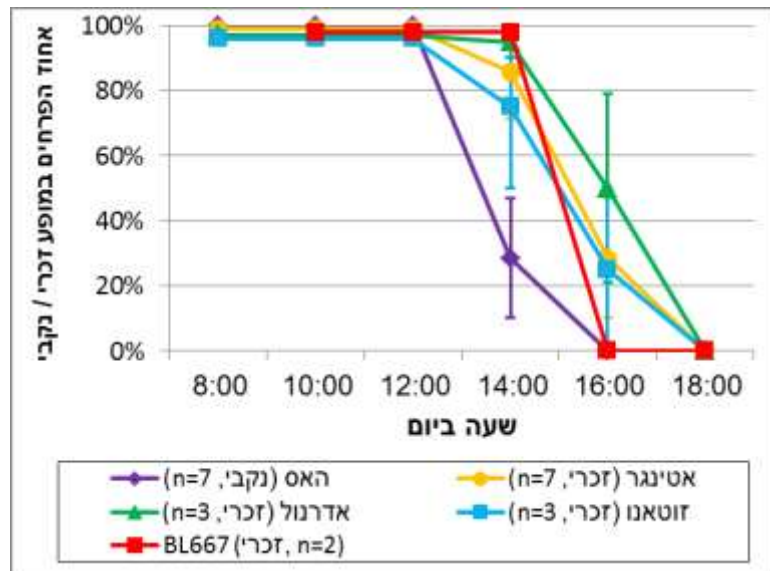
במהלך עונת הפריחה היו תנודות גדולות בטמפי' המקסימום היומית, והיא נעה בין 14-34 מ"צ. בטמפי' המינימום היומית התנודות נעו בין 4-16 מ"צ. ארבעה ימי גשם (≤ 5 מ"מ/ליום) היו במהלך עונת הפריחה של 'האס', שני הימים הגשומים ביותר היו באמצע אפריל (~35 מ"מ), מעט אחרי שיא הפריחה בזן זה (איור 2). תקופת הפריחה בזן 'האס' החלה בסוף מרץ והסתיימה בהתחלת מאי. עצים מכל ארבעת הזנים המפריס: אדרנול, אטינגר, זוטאנו ו-BL667 פרחו בתקופה זו, אך פריחת 'האטינגר' חפפה את תקופת הפריחה של 'האס' בצורה הטובה ביותר (איור 2).



איור 2. תקופת הפריחה של עצי 'האס', 'אדרנול', 'אטינגר', 'זוטאנו' ו-'BL667', טמפרטורות המינימום והמקסימום היומיות וכמות הגשם היומית. מטע געתון אביב 2015.

1.2. פנולוגיה של הפרח

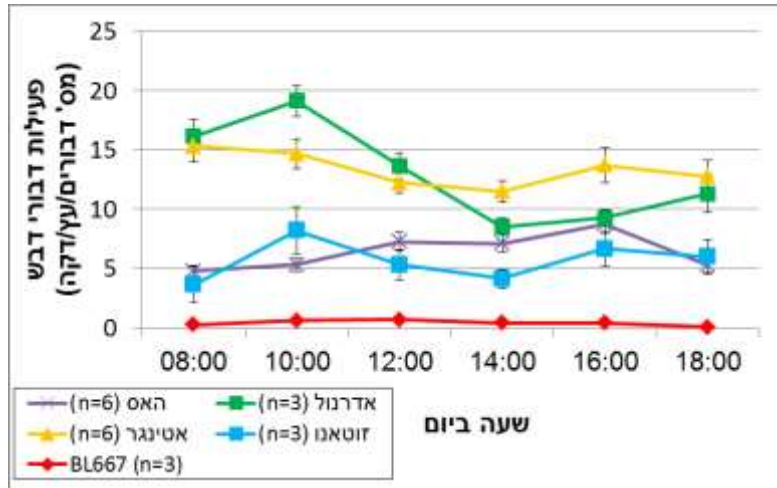
בעונת הפריחה 2015 הפרחים מכל הזנים נפתחו בשעה 8:00 בבוקר, מלבד פרחי BL667 שנפתחו רק בשעה 10:00. לזן האס פרחים מטיפוס A (מופע נקבי בבוקר וזכרי אחה"צ) ואילו לזנים המפרים אדרנול, אטינגר, זוטאנו ו-BL667 פרחים מטיפוס B (מופע זכרי בבוקר ונקבי אחה"צ). ניתן לראות ב**איור 3** מתאם טוב בין מופע הפרחים הנקבי של הזן המופרה, 'האס', למופע הפריחה הזכרי של פרחי ארבעת הזנים המפרים במהלך היום, בהתאם לכך נמצא שבתנאי המטע פרחי 'האס' הנקביים יכולים ליהנות מהאבקה בין השעות 8:00-14:00.



איור 3: מופע פרחי 'האס', 'אטינגר', 'אדרנול', 'זוטאנו' ו-'BL667' במהלך היום. מטע געתון אביב 2015 (n = מס' ימי הבדיקה).

1.3. פעילות דבורי הדבש

במטעי האבוקדו בישראל ההאבקה של פרחי אבוקדו מבוצעת בדרך כלל ע"י דבורי הדבש. פעילות הדבורים כמו גם התנהגותן בפרחים נבחנה לאורך הפריחה, כדי לאפיין את אטרקטיביות פרחי 'האס' ופרחי הזנים המפרים השונים לדבורים. במעקב לאורך היום התקבלה ברוב הזנים מגמה לפיה אטרקטיביות הפרחים הזכריים לביקורי הדבורים גבוהה בהשוואה לפרחים הנקביים (**איור 4**). כך למשל מספר הדבורים לעץ ב'האס' (טיפוס A) היה המרבי ב-10:00 והנמוך ביותר ב-16:00 (5 לעומת כ-10 דבורים/עץ/דקה, בהתאמה) וב'אדרנול' (טיפוס B) המצב היה הפוך (כ-20 לעומת כ-10 דבורים/עץ/דקה, בהתאמה). מצב דומה, אם כי פחות בולט נצפה בפרחי הזנים 'אטינגר' (טיפוס B). בזנים זוטאנו ו-BL667 לא התקבלה מגמה כזו. מבין ארבעת הזנים המפרים שנבדקו אטרקטיביות פרחי 'האדרנול' הייתה הגבוהה ביותר בשעות ההאבקה של פרחי 'האס' (פרחים במופע נקבי, בין השעות 8-14). פרחי 'אטינגר' היו גם הם אטרקטיביים לביקורי הדבורים, כאשר אטרקטיביות פרחי 'זוטאנו' הייתה נמוכה יותר בשעות שהוזכרו. בזן BL667, בעל עצים קטנים וכמות פרחים נמוכה בהשוואה לשאר הזנים במטע, פעילות הדבורים הייתה נמוכה עד אפסית לאורך כל היום. יש לציין, כי בדומה לתוצאות ממחקר קודם שערכנו (תוצאות לא מובאות), אטרקטיביות פרחי 'האס' לביקורי הדבורים הייתה נמוכה באופן יחסי לפרחי 'אטינגר' לאורך כל היום, למרות שעצים משני הזנים פרחו בעוצמת פריחה דומה.

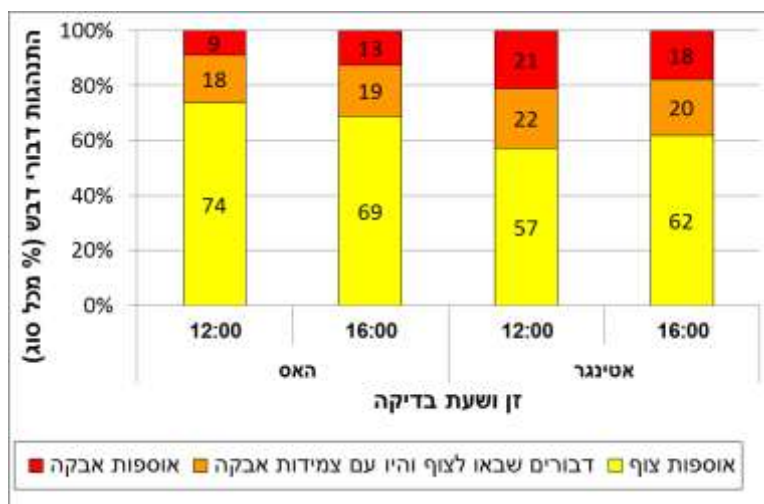


איור 4: פעילות דבורי דבש בעצי 'האס', 'אטינגר', 'אדרנול', 'זוטאנו' ו-'BL667' במהלך היום. מטע געתון אביב 2015 (n = מס' ימי הבדיקה).

1.4. אופן איסוף התגמול של דבורי הדבש מהפרחים

תצפיות אחרי אופן איסוף התגמול מהפרחים נערכו בזנים 'האס' ו'אטינגר' במהלך הפריחה. את אופן איסוף התגמול של דבורי הדבש מהפרחים ניתן לחלק לאוספות צוף ואוספות אבקה. בנוסף לכך, בתצפיות מוקדמות מצאנו שישנן דבורים שבאו לצוף (לאסוף אותו או לשימוש עצמי) והיו להן צמידות אבקה. התנהגות הדבורים נקבעה בשעה 12:00 ובשעה 16:00, שעה בה פרחי 'האס' במופע נקבי ופרחי 'אטינגר' במופע זכרי ולהיפך, בהתאמה (איור 3). לכן נצפה למצוא בפרחי 'אטינגר' אוספות אבקה בעיקר בשעה 12:00, ואילו ב'האס' רק בשעה 16:00. תצפיות מסוג זה לא נערכו בשאר הזנים בגלל שהפריחה הסתיימה ('אדרנול' ו'זוטאנו') או בגלל כמות אפסית של דבורים בפרחים (BL667).

מהממצאים עולה שרוב הדבורים שביקרו בפרחי 'האס' ו'אטינגר' באו לצוף (80-90%) (איור 5). יש לציין, שבשתי שעות הבדיקה שיעור אוספות האבקה מפרחי 'אטינגר' היה כפול בהשוואה לזה שבפרחי 'האס', כ-20% לעומת כ-10%, בהתאמה. לא נמצא הבדל בולט באופן איסוף הגמול של הדבורים מפרחים מאותו זן בין שתי שעות התצפית, 12:00 ו-16:00 (איור 5), למרות ההבדלים במופע הפרחים והעדר אבקה בפרחים במופע הנקבי.



איור 5: שיעור דבורי דבש אוספות צוף, דבורים שבאו לצוף והיו עם צמידות אבקה ודבורים אוספות אבקה בפרחי 'האס' ו'אטינגר' בשעות 12:00 ו-16:00 במהלך הפריחה (מס' ימי הבדיקה n=4). מטע געתון אביב 2015.

2. ניסויי המעבדה

2.1. אפיון הסמן הגנטי SNP88 בזנים ההוריים

תגובת PCR, עם תחלים להגברת הסמן הגנטי SNP88, נערכה על דנ"א גנומי של הזנים ההוריים. מהרצת התוצרים בגיל נמצאו הבדלים באורך הקטעים בין הזנים. הקטע המוגבר ב'האס' וב-BL667 (אורכו כ-300 בסיסים) קצר בהשוואה לקטע המוגבר בזנים אטינגר, אדרנול וזוטאנו (אורכו 503-505 בסיסים) (תמונה 3). בריצוף תוצרי התגובה נמצא אכן מחדר בן כ-200 בסיסים בשלושת הזנים האחרונים (תמונה 4). ההבדלים שתוארו מאפשרים בעזרת סמן זה להבחין בין צאצאי 'האס' העצמיים ואלו שהופרו ע"י BL667 לבין יתר הצאצאים במטע (צאצאי 'האס' שהופרו ע"י הזנים אטינגר, אדרנול וזוטאנו). דנ"א מצאצא שיתקבל כתוצאה מהפריה עצמית או הפריה עם הזן BL667 יראה בתמונת הגיל אלל אחד בלבד, האלל הקצר, כיוון שבצאצאים אלו האלל האימהי הוא תמיד מהזן 'האס' והאלל השני מ'האס' או מ-BL667. באותו אופן, דנ"א מצאצא 'האס' שיתקבל מהפריה עם אחד מהמפרים: אדרנול, אטינגר או זוטאנו יראה בתמונת הגיל את שני האללים, הקצר והארוך.



תמונה 3. תוצרי PCR של הקטע המוגבר ע"י התחלים מ-SNP88 בזנים ההוריים: האס, אטינגר, אדרנול, זוטאנו ו-BL667 (משמאל לימין).

```

ZUTANO      CTTacCGAAtGGAgACCAGGTGCGAGTGCATGAGTTCaaGCCTTTATTGTGGCCAAGAAA
ETTINGER    --TacGGAAtGGAgACCaGGTGCAGTGCaTGAGTTCaaAGCCTTTATTGTGGCCaAGAAA
EDRANOL     -CTTNGAAtGGagACCaGGTGCAGTGCATGAGTTCaaAGCCTTTATTGTGGCCAAGAAA
HAS
BL          -----

ZUTANO      AAGGCACACAAAAACCCCTCAGTTGactCTAGAGACACTATTACATATGAAAGTAATGCA
ETTINGER    AAGGCACACAAAAACCCNTCAGTTGACTCTAGAGACACTATTACATATGAAAGTAATGCA
EDRANOL     AAGGCACACAAAAACCCNTCAGTTGACTCTAGAGACACTATTACATATGAAAGTAATGCA
HAS
BL667      -----

ZUTANO      ATGTAGCAGCATAGAATACAANAAGAATTTGAATAAATTACACCAAAACCCAATTTATTCT
ETTINGER    ATGTAGCAGCATAGAATACAANAAGAATTTGAATAAATTACACCAAAACCCAATTTATTCT
EDRANOL     ATGTAGCAGCATAGAATACAANAAGAATTTGAATAAATTACACCAAAACCCAATTTATTCT
HAS
BL667      -----TTaGGAAtGGaGacCaGGTGCAGTGCATGAGTTC
-----TTGgaAtGGagAcCaGGTGCAGTGCATGAGTTC
* * * * *

ZUTANO      ATCCTCACAACTCAGTGAATCTACTTAAGCCATTTCAAATGAGTCGAGGTAACATTTCTC
ETTINGER    ATCCTCACAACTCAGTGAATCTACTTAAGCCATTTCAAATGAGTCGAGGTAACATTTCTC
EDRANOL     ATCCTCACAACTCAGTGAATCTACTTAAGCCATTTCAAATGAGTCGAGGTAACATTTCTC
HAS
BL667      GTCCTCACAACTCAGTGAATCTACTTAAGCCaTTTCAAATGAGTCGAGGTAACATTTCTC
*****

ZUTANO      CTCCCTACACCTAT TACACACTACCATCTAGATC GTATAAAAAATCCATACATGATGGCT
ETTINGER    CTCCCTACACCTAT TACACACNACCATCTAGATC GTATAAAAAATCCATACATGATGGCT
EDRANOL     CTCCCTACACCTAT TACACACNACCATCTAGATC GTATAAAAAATCCATACATGATGGCT
HAS
BL667      CTCCCTACACCTAT TACACACTACCATCTAGATC GTATAAAAAATCCATACATGATGGCT
*****

```

תמונה 4: השוואת הרצף של קטע דנ"א הכולל את הסמן הגנטי SNP88 מהזנים ההוריים האם, אטינגר, אדרנול, זוטאנו ו-BL667.

חלק שני: בחינת הצורך בזן מפרה לקבלת יבול גבוה באבוקדו 'ג'ס'

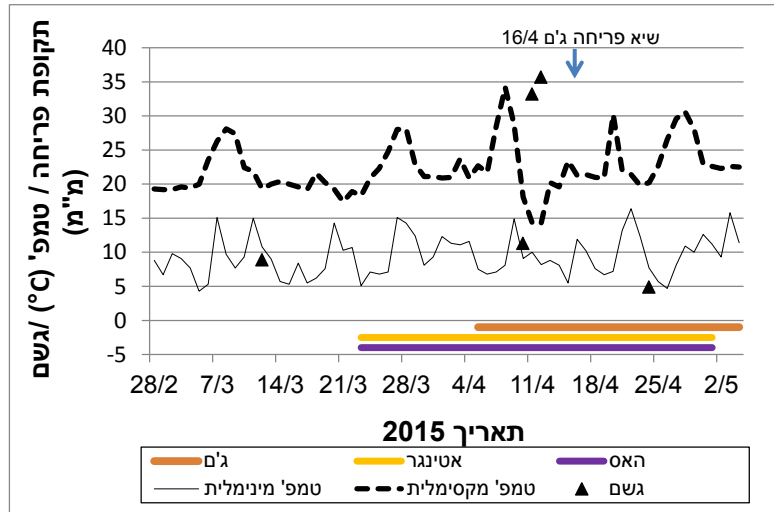
1. ניסויי השדה

הניסויים נערכו במטע 'ג'ס', בו נטוע הזן המפרה אטינגר. בסמוך לחלקה זו נטועה חלקת עצי 'האס', בהם נערכו תצפיות מקבילות להשוואה עם הזן 'ג'ס'.

1.1. פנולוגיה של הפריחה

בעונת הפריחה 2015 עוצמת הפריחה הייתה שונה בין הזנים: עצי 'ג'ס' פרחו פריחה שופעת. עצי ה'אטינגר' וה'האס' פרחו אף הם בעוצמת פריחה גבוהה, אך נמוכה במעט בהשוואה לעצי 'ג'ס'. העצים משלושת הזנים במטע היו בגובה ובנפח דומים (גובה של 1.5-2 מ', רוחב של כ-1.5 מ').

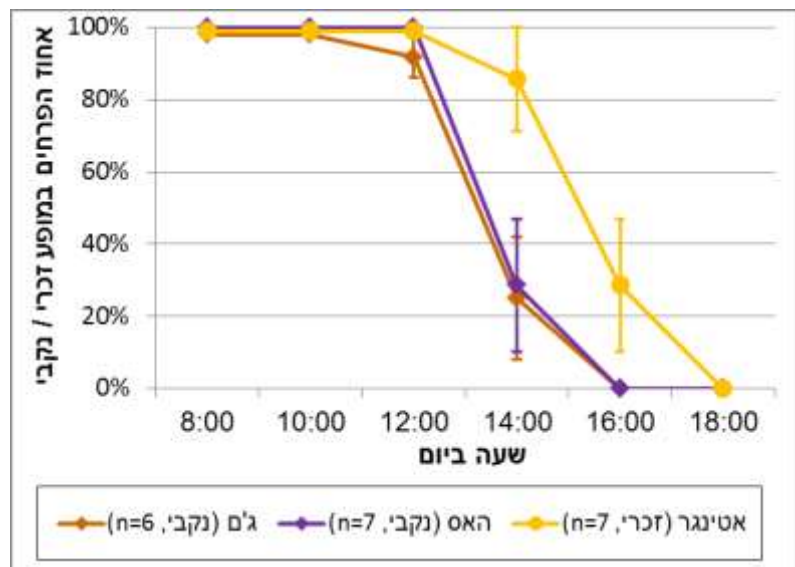
כפי שהוזכר בחלק התוצאות הראשון, במהלך עונת הפריחה היו תנודות גדולות בטמפ' המקסימום היומית ובטמפ' המינימום היומית. ארבעה ימי גשם (≤ 5 מ"מ/ליום) היו במהלך עונת הפריחה בזן ג'ס, שני הימים הגשומים ביותר היו באמצע אפריל (~35 מ"מ), מעט לפני שיא הפריחה בזן זה (איור 6). תקופת הפריחה ב'ג'ס' החלה בהתחלת אפריל והסתיימה בהתחלת מאי, תקופה מעט קצרה ומאוחרת בהשוואה לעונת הפריחה ב'האס' ובזן המפרה 'אטינגר' (איור 6).



איור 6. תקופת הפריחה בעצי 'ג'ם', 'אטינגר' ו'האס', טמפרטורות המינימום והמקסימום היומיות וכמות הגשם היומית. מטע געתון אביב 2015.

1.2. פנולוגיה של הפרח

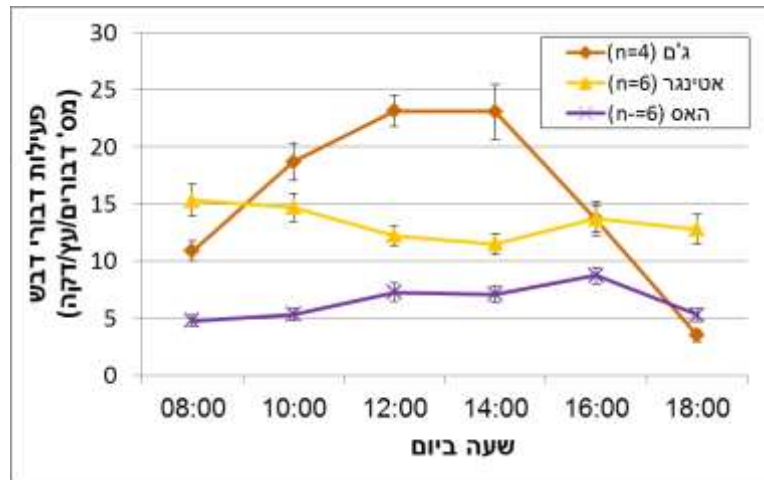
בעונת הפריחה 2015 פרחי ה'ג'ם' נפתחו בשעה 8:00 בבוקר, בדומה לפרחי 'האס' ו'אטינגר'. לזנים ג'ם והאס פרחים מטיפוס A (מופע נקבי בבוקר וזכרי אחה"צ) ואילו לזן המפרה אטינגר פרחים מטיפוס B (מופע זכרי בבוקר ונקבי אחה"צ). ניתן לראות ב**איור 7** זהות כמעט מוחלטת בהתקדמות מופע הפרחים הנקבי והזכרי ב'ג'ם' ו'האס' במהלך היום, ומתאם טוב בין המופע הנקבי של הזנים הללו למופע הזכרי של פרחי ה'אטינגר' ולהיפך. בהתאם לכך נמצא שבתנאי המטע פרחי ה'ג'ם' הנקביים יכולים ליהנות מהאבקה בין 8:00-14:00.



איור 7: מופע פרחי 'ג'ם', 'האס' ו'אטינגר' במהלך היום. מטע געתון אביב 2015 (n = מס' ימי הבדיקה).

1.3. פעילות דבורי הדבש

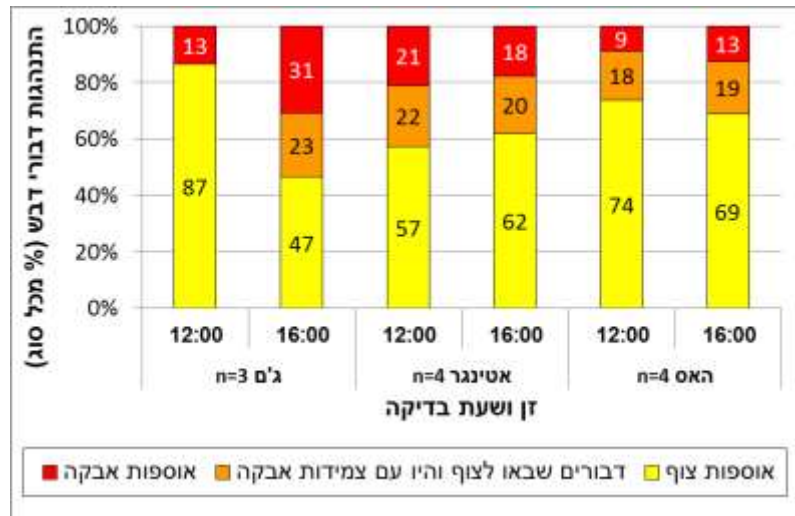
פעילות דבורי הדבש, כמו גם התנהגותן בפרחים, נבחנה לאורך הפריחה כדי לאפיין את אטרקטיביות פרחי היגים ופרחי האיטינגר (הזן המפרה) לדבורים. לצורך השוואה נבחנה גם פעילות הדבורים בעצי 'האס'. במעקב לאורך היום נמצא שבמהלך הפריחה פעילות הדבורים בעצי 'גים' עלתה משעות הבוקר (מופע נקבי) ועד שעות הצהריים, כאשר בין השעות 12:00 (רוחב הפרחים מופע נקבי) ל-14:00 (רוב הפרחים במופע זכרי) היא הייתה המרבית, כ-23 דבורים לעץ לדקה (איור 8). מהתצפיות עולה שלאורך מרבית שעות היום (10:00-16:00) פעילות הדבורים בעצי 'גים' הייתה גבוהה באופן בולט בהשוואה לפעילותן בעצי 'איטינגר' ו'האס' (מקסימום 9 או 15 דבורים לעץ לדקה, בהתאמה). בהציגים 'גים' נצפתה ירידה חדה בפעילות הדבורים בין 16:00-18:00, כאשר כל פרחי היגים מצויים במופע זכרי.



איור 8: פעילות דבורי דבש בעצי הזנים 'גים', 'איטינגר' ו'האס' במהלך היום במטע געתון אביב 2015 (n = מס' ימי הבדיקה).

1.4. אופן איסוף התגמול של דבורי הדבש מהפרחים

תצפיות אחרי אופן איסוף התגמול מהפרחים נערכו בזנים 'גים', 'האס' ו'איטינגר' במהלך הפריחה. כפי שהוזכר, את אופן איסוף התגמול של דבורי הדבש מהפרחים ניתן לחלק לאוספות צוף ואוספות אבקה. בנוסף לכך, בתצפיות מוקדמות מצאנו שישנן דבורים שבאו לצוף (לאסוף אותן או לשימוש עצמי) והיו להן צמידות אבקה. התנהגות הדבורים נקבעה בשעה 12:00 ובשעה 16:00, שעה בה רוב פרחי היגים וה'האס' במופע נקבי ופרחי האיטינגר במופע זכרי ולהיפך, בהתאמה (איור 7). לכן נצפה למצוא בפרחי האיטינגר אוספות אבקה בעיקר בשעה 12:00, ואילו ביגים ו'האס' בעיקר בשעה 16:00. מהממצאים עולה שרוב הדבורים, שביקרו בפרחי שלושת הזנים, באו לצוף (70-90%). למרות שמופע פרחי היגים בשעה 12:00 הוא כמעט ורק נקבי, כ-13% מהדבורים שביקרו בשעה זו בפרחים התנהגו כאוספות אבקה. ממצא דומה התקבל עבור פרחי 'איטינגר' בשעה 16:00 ובפרחי 'האס' בשעה 12:00 (איור 9). יש לציין שהאחוז הגדול ביותר של דבורי דבש אוספות אבקה נצפה בפרחי 'גים' במופע זכרי (שעה 16:00), בהשוואה לפרחי 'האס' במופע הזכרי (שעה 16:00) ופרחי 'איטינגר' במופע הזכרי (שעה 12:00): 31%, 13% ו-21%, בהתאמה (איור 9).



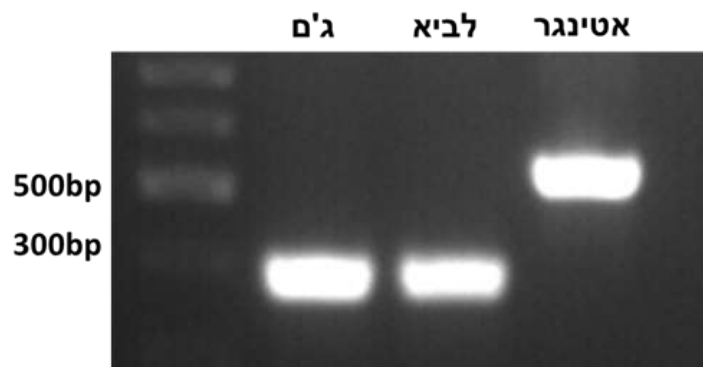
איור 9: שיעור דבורי דבש אוספות צוף, דבורים אוספות צוף עם צמידות אבקה ודבורים אוספות אבקה בפרחי 'ג'ים', 'אטינגר' ו'האס' בשעות 12:00 ו-16:00 במהלך הפריחה (מס' ימי הבדיקה n=3-4). מטע געתון אביב 2015.

2. ניסויי המעבדה:

2.1. אפיון הסמן הגנטי SNP88 בזנים ההוריים

תגובת PCR, עם תחלים המגבירים את הסמן הגנטי SNP88, נערכה על דנ"א גנומי של הזנים ההוריים. מהרצת התוצרים בגיל נמצאו הבדלים באורך המקטעים בין הזנים, כך שאורך הקטע המוגבר ב'ג'ים' וב'לביא' קצר בהשוואה לקטע המוגבר ב'אטינגר' בכ-200 בסיסים (תמונה 5). בריצוף תוצרי התגובה נמצא מחדר בן כ-200 בסיסים ב'אטינגר' (תמונה 6).

ההבדלים שתוארו מאפשרים בעזרת סמן זה להבחין בין כל צאצאי 'ג'ים' העצמיים ואלו שהופרו ע"י 'לביא' לבין צאצאי 'האס' שהתפתחו מהפרייה ע"י 'אטינגר'. דנ"א מצאצא שיתקבל כתוצאה מהפרייה עצמית או הפרייה עם 'לביא' יראה בתמונת הגיל אלל אחד בלבד, האלל הקצר. לעומת זאת, צאצא 'ג'ים', שיתקבל מהפרייה עם 'אטינגר', יראה בתמונת הגיל את שני האללים, הקצר והארוך.



תמונה 5: תוצרי PCR של הקטע המוגבר ע"י התחלים מהסמן הגנטי SNP88 בזנים ההוריים: ג'ים, לביא ואטינגר (משמאל לימין).

```

ETTINGER      GcTtCGGAAtGGagACCaGGTGCgAGTGCaTgAGTTCaAGCCTTTATTGTGGCCaAGAAA
LAVI
GEM
-----
ETTINGER      AAGGCACACAAAAACCNTCAGTTGACTCTAGAGACACTATACATATGAAAGTAATGCA
LAVI
GEM
-----
ETTINGER      ATGTAGCAGCAGCA TAGAA TACAANAAGAATTTGAATAAAATTACACCAAAACC CAATT TATTC
LAVI
GEM
-----CTTaGGAAAtGGa gACCAGGTGCgAGTGCATGAGTTTC
-----TTaGGAAAtGGA gACCa GGTGCgAGTGCaTGAGTTTC
* * * * *
ETTINGER      ATCCTCACAACTCAGTGAATCTACTTAAGCCATTTCAAATGAGTCGAGGTAACATTTCTC
LAVI
GEM
GT CCTCACAACTCAGTGAATCTACTTAAGCCATTTCAAATGAGTCGAGGTAACATTTCTC
GT CCTCACAACTCAGTGAATCTACTTAAGCCATTTCAAATGAGTCGAGGTAACATTTCTC
*****
ETTINGER      CTTCCC TACACCTATTACACACNACCATCTAGATCGTATAAAAATC CATA CATGATGGCT
LAVI
GEM
CTTCCC TACACCTATTACACACTACCATCTAGATCGTATAAAAATC CATA CATGATGGCT
CTTCCC TACACCTATTACACACTACCATCTAGATCGTATAAAAATC CATA CATGATGGCT
*****

```

תמונה 6: השוואת הרצף של קטע דנ"א הכולל את הסמן הגנטי SNP88 מהזנים ההוריים ג'ם, אטינגר ולביא.

2.2. אפיון SNP3 בזנים ההוריים

תגובת PCR עם תחלים המגבירים קטע דנ"א בו SNP3 נערכה על דנ"א גנומי מהזנים ההוריים: ג'ם, אטינגר ולביא, והקטעים המוגברים רוצפו (תמונה 7). נמצא שהאללים האפשריים בשלושת הזנים ההוריים הם הומוזיגוטיים: בדנ"א מיג'ם ומ'לביא מופיע הבסיס T באתר ה-SNP וב'אטינגר מופיע הבסיס C באתר ה-SNP. לכן באמצעות SNP3, בדומה לסמן הגנטי SNP88, ניתן להבחין בין כל צאצאי הג'ם העצמיים ואלו שהופרו ע"י לביא (צאצאים שיכילו באתר SNP3 את הבסיסים C/C) לבין צאצאי ה'האס' שהתפתחו מהפרייה ע"י אבקת 'אטינגר' (צאצאים שיכילו באתר SNP3 את הבסיסים C/T) (טבלה 3).

```

GEM      TTTCTCTCCTTCAAACATTCAAACAACCAGTGAATAGATTAGGAGCTGGGCGAAGAGG
ETTINGER TTTCTCTCCTTCAAACATTCAAACAACCAGTGAATAGATTAGGAGCTGGGCGAAGAGG
LAVI      TTTCTCTCCTTCAAACATTCAAACAACCAGTGAATAGATTAGGAGCTGGGCGAAGAGG
*****
GEM      GTGGGGCACAAA TAAGGATGC TAGGGATGGAGGAGT CAGTGAGGGAGAAG CCAAA GCAG
ETTINGER GTGGGGCACAAA TAAGGATGC CAGGGATGGAGGAGT CAGTGAGGGAGAAG CCAAA GCAG
LAVI      GTGGGGCACAAA TAAGGATGC TAGGGATGGAGGAGT CAGTGAGGGAGAAG CCAAA GCAG
*****
GEM      TCTGAGAGAGTTTGCTGGGTGTGTGGGGCGGCCGGTGC CCAAGGGTTGAAGC CAAAGGAGT
ETTINGER TCTGAGAGAGTTTGCTGGGTGTGTGGGGCGGCCGGTGC CCAAGGGTTGAAGC CAAAGGAGT
LAVI      TCTGAGAGAGTTTGCTGGGTGTGTGGGGCGGCCGGTGC CCAAGGGTTGAAGC CAAAGGAGT
*****

```

תמונה 7: השוואת הרצף של קטע דנ"א בו נמצא SNP3 בזנים ההוריים ג'ם, אטינגר ולביא.

מסקנות ראשוניות

חלק ראשון: שיפור הפוריות באבוקדו 'האס' על-ידי אפיון זנים מפרים מצטיינים

בחלק זה של המחקר נבחנת יעילות הזנים המפרים אדרנול, זוטאנו ו-BL667 ל'האס' בהשוואה ל'אטינגר'.

מזג האוויר בתקופת הפריחה של ה'האס' והמפרים השונים (חודשים מרץ-מאי 2015) התאפיין בחוסר יציבות, אופיינית לעונת האביב. טמפ' המקסימום והמינימום היומיות נעו בין 15-35 ובין 5-15 מ"צ, בהתאמה. ארבעה ימי גשם היו בתקופת הפריחה של ה'האס', ששניים, מהגשומים ביניהם, היו מעט אחרי שיא הפריחה בזן זה. ימים אלו התאפיינו גם במזג אוויר קר (טמפ' מקסימום יומית של 15°C), העלול לפגוע בפעילות דבורי הדבש. יחד עם זאת תקופת הפריחה של ה'האס' נמשכה כחודש וחצי, וכנראה שיתר ימי הפריחה פיצו על כך.

- תקופת הפריחה של עצי ה'האס' חפפה את תקופת הפריחה בכל עצי הזנים המפרים, כאשר החפיפה הטובה ביותר הייתה עם ה'אטינגר'. עצי ה'אדרנול' וה'זוטאנו' היו לקראת סוף הפריחה כאשר עצי ה'האס' התחילו לפרוח, מצב שיכול להוות חיסרון כאשר זנים אלו משמשים כמפרים.

- עוצמת הפריחה בעצי הזנים: אטינגר, אדרנול, זוטאנו והאס היתה טובה ואחידה, וממדי העצים מהזנים האלו היו אחידים (גובה ורוחב עץ כ-2 מ' וכ-1.5 מ', בהתאמה). יוצאי דופן במטע הם עצי 'BL667', שאמנם פרחו בעוצמה טובה, אך היו קטנים מאוד (גובה ורוחב של כ-0.5 מ') באביב 2015 ולכן התפתחו בהם מעט מאוד תפרחות בהשוואה לשאר הזנים.

- פנולוגיה של הפרח: התקבלה חפיפה טובה בין הפתיחה של פרחי השלב הנקבי ב'האס' (הזן המופרה) לפתיחה של פרחי השלב הזכרי בזנים המפרים הנבדקים. מהתצפיות עולה שהאבקה זרה של פרחי ה'האס' הנקביים יכולה להתרחש בין השעות 08:00-14:00, כאשר הפרחים הזכריים מהזנים המפרים פתוחים אף הם בשעות אלה. יש לציין, שהפרחים הזכריים מהזן המפרה 'BL667' נפתחים רק ב-10:00, כתוצאה מכך החפיפה שלהם עם פרחי ה'האס' הנקביים הינה קצרה יותר, דבר המהווה חיסרון לזן זה כמפרה.

- התנהגות הדבורים:

1. בעצי ה'האס' הפורחים נצפו במהלך היום 5-8 דבורים לעץ לדקה. מבין המפרים, 'אדרנול', 'אטינגר', 'זוטאנו' ו-'BL667', עצי השניים הראשונים היו האטרקטיביים ביותר לביקורי הדבורים (8-20, 13-16, 4-7 ו-1-0 דבורים לעץ לדקה, בהתאמה). האטרקטיביות הנמוכה של עצי 'BL667' לביקורי הדבורים קשורה ככל הנראה במיעוט תפרחות בעצים הקטנים. אפשרות להסבר האטרקטיביות הגבוהה של פרחי ה'אדרנול' וה'אטינגר' הינה הריח החזק של הפרחים, בו הבחנו במהלך פריחתם. בעבר ראינו שבפרחי ה'אטינגר' מופרשת כמות גדולה של צוף בהשוואה לפרחי 'האס' (תוצאות לא מובאות). יתכן ומצב זה תורם לריח הפרחים ומשפיע לטובה על האטרקטיביות לביקורי הדבורים.

2. אטרקטיביות פרחי 'אטינגר' ו'אדרנול' לביקורי הדבורים היתה גבוהה יותר בשעות הבוקר, לעומת זאת אטרקטיביות פרחי 'האס' לביקורי הדבורים היתה גבוהה יותר בשעות אחרה"צ. מכאן ניתן להניח שלמופע הפרח הזכרי בזנים אלו יתרון מבחינת האטרקטיביות לדבורים בהשוואה לפרחים הנקביים. יש לבחון את תכונות הצוף בפרחי השלבים השונים כדי להבין מדוע תופעה זו קורית. בפרחי 'זוטאנו' לא נצפתה מגמה כזו.

3. רוב דבורי הדבש שביקרו בפרחי ה'האס' וה'אטינגר' באו לצוף (90%-80). כ-20% מהדבורים שביקרו בפרחי 'אטינגר' אספו אבקה בהשוואה לכ-10% בלבד בפרחי ה'האס'. תוצאה זו נצפתה גם בשעה 12:00 (פרחים זכריים ב'אטינגר' ונקביים ב'האס') וגם בשעה 16:00 (פרחים בעיקר נקביים ב'אטינגר' ופרחים זכריים ב'האס'), למרות ההבדלים במופע הפרחים ואבקנים סגורים (העדר אבקה) בפרחים במופע הנקבי. מעקבים יותר מדויקים ייערכו בעונה הבאה, כדי לאפיין את פעילות הדבורים "אוספות האבקה" המבקרות בפרחים בשלב הנקבי.

4. חלק מדבורי הדבש, שביקרו בפרחים, נצפו כשהן באות לצוף כאשר היו עליהן צמידות אבקה. יש לברר בעונה הבאה האם דבורים מסוג זה הן "אוספות צוף" המתלככות באבקה במהלך פעילותן או "אוספות אבקה" הבאות לצוף לצורך צריכה עצמית.

- סמנים גנטיים לקביעת ההורות בצאצאי 'האס': נמצא הסמן הגנטי SNP88 (מחדר של כ-200 בסיסים בקטע דנ"א ב'אטינגר', 'אדרנול' ו'זוטאנו'), בעזרתו ניתן להבחין בין צאצאי ה'האס' העצמיים ואלו שהופרו ע"י 'BL667' לבין יתר הצאצאים במטע (צאצאי 'האס' שהופרו ע"י הזנים אטינגר, אדרנול ו'זוטאנו'). יש צורך מציאת סמנים גנטיים נוספים כדי להפריד בין סוגי הצאצאים השונים בכל קבוצה.

לסיכום: מהממצאים עד כה נראה של'אדרנול' ו'אטינגר' סיכוי להיות מפרים יעילים יותר מ'זוטאנו' ו'BL667'. יש לאשש הנחה זו בתצפיות בעונה נוספת במהלך הפריחה ועל-ידי איפיון שכיחות המפרים בקרב צאצאי 'האס', שיתפתחו במטע זה. לצורך איפיון הצאצאים יש למצוא סמנים גנטיים נוספים שיהיו ספציפיים לזנים המפרים השונים במטע.

חלק שני: בחינת הצורך בזן מפרה לקבלת יבול גבוה באבוקדו 'ג'ס'

בחלק זה של המחקר נלמדת יכולת ההפריה העצמית ב'ג'ס' (טיפוס פריחה A) והתלות שלו בזן מפרה לקבלת יבול גבוה במטע מסחרי. הזן המפרה במטע הוא 'אטינגר' (טיפוס פריחה B), כאשר בסמוך מצויים גם עצי 'לביא' (טיפוס פריחה A)

- מזג האוויר בתקופת הפריחה של ה'ג'ס' (חודש אפריל 2015) התאפיין כפי שהוזכר בחוסר יציבות, עם ארבעה ימי גשם, ששניים, מהגשומים ביניהם, היו מעט לפני שיא הפריחה בזן זה. ימים אלו התאפיינו גם במזג אוויר קר (טמפ' מקסימום יומית של 15°C), העלול לפגוע בפעילות דבורי הדבש. יחד עם זאת תקופת הפריחה של ה'ג'ס' נמשכה כחודש, וכנראה שיתר ימי הפריחה פיצו על כך.

- תקופת הפריחה של עצי ה'ג'ס' בהשוואה למפרה 'אטינגר' היתה מעט קצרה (כחודש לעומת חודש וחצי) ומאוחרת (החלה בהתחלת אפריל במקום בסוף מרץ). יחד עם זאת תקופת הפריחה בעצי 'ג'ס' חפפה בצורה טובה את תקופת הפריחה בעצי המפרה 'אטינגר'. תקופת הפריחה בעצי 'ג'ס' התאחרת גם בהשוואה לעצי 'האס', דבר היכול להסביר את הבשלת הפירות המאוחרת ב'ג'ס' בהשוואה ל'האס' (התחלת עונת הקטיפה בינואר לעומת נובמבר, בהתאמה).

- פנולוגיה של הפרח: התקבלה חפיפה טובה בין הפתיחה של פרחי השלב הנקבי ב'ג'ס' (הזן המופרה) לפתיחה של פרחי השלב הזכרי ב'אטינגר'. מהתצפיות עולה שהאבקה זרה של פרחי ה'ג'ס' הנקביים יכולה להתרחש בין השעות 08:00-14:00, כאשר הפרחים הזכריים מעצי המפרה 'אטינגר' פתוחים אף הם בשעות אלה. נמצא שמופע פרחי ה'ג'ס' מקביל למופע הפרחים ב'האס'.

• התנהגות הדבורים:

1. בשעות בהן פרחי 'גים' במופע נקבי (00:00-14:00) נצפו בעצים הרבה מאוד ביקורים של דבורי דבש (10-23 דבורים לעץ לדקה). כמות הביקורים היתה גבוהה בהשוואה לעצי האיטינגר (13-16 דבורים לעץ לדקה) ולעצי ה'האסי' (5-8 דבורים לעץ לדקה). הזן גים ידוע כבעל פוריות מאוד גבוהה. ייתכן והאטרקטיביות הגבוהה של הפרחים לביקורי הדבורים תורמת לכך.

2. אטרקטיביות פרחי 'גים' במופע הנקבי גבוהה לזו של פרחים במופע הזכרי (10-23 לעומת 4-13 דבורים לעץ לדקה). תוצאה זו מנוגדת לתצפיות ב'האסי', 'איטינגר' ו'אדרנולי' כנ"ל. יש לבחון את תכונות הצוף בפרחי השלבים השונים ב'גים' לעומת הזנים האחרים, כדי להבין מהי הסיבה לתופעה ייחודית זו.

3. רוב דבורי הדבש שביקרו בפרחי 'גים' באו לצוף (70-90%). בשעה 12:00 (פרחים במופע נקבי) היו בפרחי גים מעט "אוספות אבקה" בהשוואה לשעה 16:00 (פרחים במופע זכרי): 13% לעומת 31%, בהתאמה. ניתן להתרשם שאטרקטיביות האבקה של פרחי 'גים' במופע הזכרי (שעה 16:00) גבוהה מזו של פרחי האיטינגר באותו מופע (שעה 12:00): 31% לעומת 21% מהדבורים אספו אבקה בפרחים אלה, בהתאמה. מעקבים יותר מדויקים ייערכו בעונה הבאה, כדי לאפיין את פעילות הדבורים "אוספות האבקה" המבקרות בפרחים בשלב הנקבי.

4. חלק מדבורי הדבש (23%), שביקרו בפרחי 'גים' הזכריים (שעה 16:00), נצפו כשהן באות לצוף כאשר היו עליהן צמידות אבקה. יש לברר בעונה הבאה האם דבורים מסוג זה הן "אוספות צוף" המתלככות באבקה במהלך פעילותן או "אוספות אבקה" הבאות לצוף לצורך צריכה עצמית, כנ"ל.

• סמנים גנטיים לקביעת ההורות בצאצאי 'גים': נמצאו הסמנים הגנטיים SNP88 (מחדר של כ-200

בסיסים בקטע דנ"א ב'איטינגר') ו-SNP3, בעזרתם ניתן להבחין בין צאצאי 'גים' העצמיים ואלו שהופרו על-ידי 'לביא' לבין אלו שהופרו על-ידי 'איטינגר'. יש צורך מציאת סמנים גנטיים נוספים כדי להפריד בין הצאצאים העצמיים לאלו שהופרו על-ידי 'לביא', למרות שסיכויי ההפריה עם אבקה מפרחי 'לביא' נמוכים, כי הפרחים בזן זה הם מאותו טיפוס פריחה של 'גים' (טיפוס A).

לסיכום: בחודש הקרוב תקבע תכולת אללי הסמנים הגנטיים SNP88 ו-SNP3 בצאצאי 'גים' מעונות 2013-14 ו-2014-15. הממצאים יעידו על שכיחות ההפריה הזרה עם זן מפרה מטיפוס פריחה משלים במטע 'גים'.

ספרות

Alcaraz, M. L., & Hormaza, J. I. (2009). Selection of potential pollinizers for "Hass" avocado based on flowering time and male-female overlapping. *Scientia Horticulturae*, 121(3), 267–271. doi:10.1016/j.scienta.2009.02.001

Davenport, T. L. (1986). Avocado flowering. *Horticultural Reviews*, 8, 257–289.

Gazit S., Degani C. (2002). Reproductive biology of the avocado. *The avocado: botany, production and uses*. CABI Publishing, Wallingford, U.K., 101-133

Ish-am, G., Oshrat, D. N., & Israel, I. (2005). Avocado Pollination – a Review. *Journal Of Horticultural Science*, (September).

Doyle J.J. and Doyle J.L. (1987), A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochemical Bulletin*. 19:11-15.