

האבקה והפריה בתפוח - 2002

ד"ר רפי שטרן, ד"ר מרטין גולדווי, דורון שניידר

מבוא:

זן התפוחים המסחרי 'Topred', ואריאנט של הזן 'Delicious', הנו זן מרכזי במטעי הארץ. זן זה וואריאנטים נוספים של 'Delicious' סובלים מבעיות פוריות המוכרות גם בארצות גידול נוספות (Dennis, 1979). מחקרים רבים מצביעים על מספר גורמים התורמים לפוריות הלקויה, רובם, פרט לתחרות שבין הצימוח להתמיינות, מתמקדים בשלבי ההאבקה וההפריה:

1. מבנה הפרח והתנהגות הדבורים – Robinson and Fell (1981) ראו כי בזנים אלו מבנה הפרח מאפשר לדבורים לנחות על עלי הכותרת ולאסוף צוף מהצד ("sideworking") ללא מגע במאבקים ובצלקות וללא ביצוע ההאבקה.
2. חיוניות הפרח ואורך חיי הביצית – דווח כי שיעור הפרחים הפגומים בזנים אלו גבוה מאוד בהשוואה לזנים אחרים. כמו-כן לביצית בפרחים אלה אורך חיים קצר הנגרם מהתנוונות מהירה של שק העובר, כתוצאה מכך הפרח רצפטיבי רק בתחילת פריחתו (Dorsey, 1930; Hartman and Howlett, 1954).
3. השפעת הזן המשמש כמקור לאבקה – לזן תורם האבקה עשויה להיות השפעה על אחוז החנטה, גודל הפרי ומספר הזרעים בפרי התפוח (Keulemans et al., 1996).
4. אי התאם עצמי גמטופיטי – במשפחת הוורדיים (*Rosaceae*), בכללם התפוח קיים אי התאם עצמי גמטופיטי. תכונה זו גורמת לתלות מוחלטת בפריחה חופפת של זן מאביק, מתאים מבחינה גנטית וכן לתלות בניידות דבורים גבוהה בין הזנים לצורך ההאבקה זרה יעילה (Dennis, 1979).

מחקרים קודמים מצביעים על שלב ההאבקה בזן 'Topred' כשלב מגביל לקבלת יבול גבוה במטעי ישראל. Stern et al. (2001) מצאו כי תוספת דבורים בעונת הפריחה, העלתה את שיעורי החנטה במטע. עוד דווח כי בתנאי הארץ רמת היבול בזן זה תלויה בזן המאביק (Goldway et al., 1999). בעבודה זו נלמדים גורמים בעלי משמעות בהאבקה והפריה של הזן 'Topred' בתנאי הארץ. העבודה עוסקת בתכונות הפרח, האבקה בעזרת דבורים ומנגנון אי-ההתאם העצמי הגמטופיטי. המחקר נערך במקביל גם בזני התפוח המסחריים 'Smoothie' ו-'Jonathan' המשמשים הן כמודל לזנים ללא בעיות פוריות והן כזנים תורמי אבקה לזן 'Topred'.

מטרות העבודה:

- א. הכרת התכונות הקשורות בהאבקה בזנים 'Topred', 'Smoothie' ו-'Jonathan': מעקב אחר מועדי הפריחה, בחינת רצפטיביות צלקות 'Topred', מעקב אחר חיוניות גרגרי האבקה של הזנים תורמי האבקה, 'Smoothie' ו-'Jonathan', במהלך חיי הפרח.

- ב. **בחינת השפעתם של הזנים המאביקים 'Smoothee' ו-'Jonathan' על ההאבקה והיבול בזן 'Topred':** לימוד השפעתו של אי התאם חלקי בין הזן 'Topred' לזן המאביק 'Jonathan' על שיעור החנטה לאחר האבקה ידנית בעודף. ניסיון למצוא קשר בין הזן המאביק ליבול ולאיכות פרי ה-'Topred' המתקבל. אפיון אלל S28 מהזן 'Topred' ואלל S10 מהזן המסחרי תורם האבקה 'Granny Smith'. עיבוד שיטה למעקב אחר ההאבקה בעזרת זיהוי ספציפי של כל אללי S של הזנים השונים במטע.
- ג. **לימוד ההאבקה בעזרת הדבורים בזנים 'Topred', 'Smoothee' ו-'Jonathan':** מעקב אחר התנהגות הדבורים, לימוד מבנה הפרח וקביעת תכונות הצוף.

תוצאות:

חלק א': תנאים בסיסיים להאבקת פרחי 'Topred' על-ידי אבקה מהזנים 'Smoothee' ו-'Jonathan'

'Jonathan'

מועדי פריחה

מאחר שהזן 'Topred' בעל אי-התאם עצמי, הוא זקוק להאבקה זרה בכדי לחנוט, ולכן תלוי בפריחה חופפת של זנים תורמי אבקה לשם ההאבקה.

הזנים 'Smoothee' ו-'Jonathan' משמשים בדרך-כלל כזנים מאביקים ל-'Topred' במטע המסחרי, ולכן מועדי הפריחה שלהם נצפו בהשוואה לפריחת 'Topred'. בשנים 1999, 2001 ו-2002 התצפיות נערכו במטע ברעם, ובשנת 2000 במטע חוות-מתתיהו (טבלה).

תנאי ההאבקה בעונות הפריחה השתנו משנה לשנה. בשנים 1999 ו-2001 התנאים היו טובים, הפריחה נמשכה כשבועיים ומזג האוויר במשך היום התאים לפעילות הדבורים (טמפרטורות ממוצעות 24°C ו-17°C, בהתאמה וללא גשם). כמו-כן פריחת הבר, המתחרה על ביקורי הדבורים, היתה דלילה. בשנת 2000 משך הפריחה היה קצר, בשל גשם שירד בתאריך 20/4 והשיר את עלי הכותרת מהפרחים. בשנה זו פריחת הבר שפעה. בשנת 2002 הפריחה אמנם היתה ממושכת, אך ברוב הזמן מזג האוויר היה קר וגשום (טמפרטורה ממוצעת 14°C, גשם בתאריכים 31/3-4/4) ולא התאים לפעילות דבורים. למרות השינויים במזג האוויר, במועדי הפריחה ובאורכה, פריחתם של הזנים 'Topred', 'Smoothee' ו-'Jonathan' חפפה בכל השנים שנבדקו.

טבלה: מועדי פריחה

2002			2001			2000			1999			הזן
פ.ס	פ.ש	פ.ה	פ.ס	פ.ש	פ.ה	פ.ס	פ.ש	פ.ה	פ.ס	פ.ש	פ.ה*	
18/4	10/4	4/4	7/4	2/4	29/3	20/4	17/4	15/4	2/5	22/4	17/4	'Topred'
18/4	10/4	30/3	9/4	2/4	29/3	23/4	17/4	15/4	2/5	20/4	14/4	'Smoothee'
18/4	10/4	4/4	7/4	2/4	29/3	23/4	17/4	15/4	28/4	18/4	14/4	'Jonathan'

*התחלת פריחה (ה.פ.), שיא הפריחה (ש.פ.), סוף פריחה (ס.פ.)

רצפטיביות צלקות

כיושר קליטת גרגרי האבקה על-ידי הצלקת חשיבות רבה, כיוון שרצפטיביות צלקות נמוכה עלולה להפחית את יעילות ההפריה וכתוצאה מכך לפגוע ברמת היבול.

צלקות מפרחים מכוייסים בשלבים שונים, שהואבקו בעודף אבקה, הועברו לאחר 24 שעות לתמיסת קיבוע ונצבעו ב-aniline blue (Martin, 1959). דרגת הרצפטיביות נקבעה לכל צלקת בעזרת מיקרוסקופ אור, לפי מספר גרגרי האבקה שנבטו בה (סולם דרגות הרצפטיביות מופיע בחומרים ושיטות). ממוצע דרגות הרצפטיביות, של 3-6 צלקות המצויות בכל פרח, שימש לניתוח הסטטיסטי. לשם השוואת רצפטיביות הצלקות בין הזנים 'Topred' ו-'Jonathan', אבקת 'Smoothee' שימשה להאבקה, כיוון שגרגרי-אבקה מזן זה אינם נושאים הפלוטיפ S הקיים בזנים המואבקים, ולכן יכולים להפרות את הפרחים. לשם השוואת רצפטיביות הצלקות בין הזנים 'Topred' ו-'Smoothee', מחצית מהפרחים, מכל אחד מהזנים, הואבקו באבקת 'Jonathan' והיתר באבקת 'Granny Smith'. באופן זה כמות גרגרי האבקה המתאימים להפריית פרחי שני הזנים היתה מאוזנת, כיוון שמחצית מגרגרי-אבקת 'Jonathan' נושאים הפלוטיפ $S9$, המצוי גם בזן 'Topred', ומחצית מגרגרי-אבקת 'Granny Smith' נושאים הפלוטיפ $S3$, המצוי גם ב-'Smoothee'. יתר הפלוטיפי S מהזנים המאביקים אינם מצויים ב-'Topred' וב-'Smoothee'.

מהתוצאות המסוכמות בטבלה עולה כי רצפטיביות צלקות פרחי 'Topred' איננה נמוכה בהשוואה לזנים 'Smoothee' ו-'Jonathan', והיא אף גבוהה מהם בחלק משלבי הפרח.

טבלה: דרגת רצפטיביות הצלקות בשלבי הפרח השונים

א. רצפטיביות צלקות פרחי 'Topred' ו-'Jonathan'

Cultivar	Stage of flower		
	1	2	3
'Topred'	0.9 A n=10 S.E.=0.15	2.3 A n=11 S.E.=0.26	2.3 A n=8 S.E.=0.37
'Jonathan'	0.9 A n=9 S.E.=0.2	1.3 B n=9 S.E.=0.10	1.7 A n=9 S.E.=0.37

רצפטיביות צלקות פרחי 'Topred' ו-'Smoothee'

Cultivar	Stage of flower		
	1	2	3
'Topred'	1.3 A n=10 S.E.=0.2	2.6 A n=10 S.E.=0.2	3.1 A n=9 S.E.=0.3
'Smoothee'	0.8 B n=9 S.E.=0.1	2.1 A n=9 S.E.=0.3	2.6 A n=9 S.E.=0.2

'n' מציינ את מספר הפרחים שנבדקו. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

חיוניות גרגרי אבקה

חיוניות גבוהה של גרגרי אבקה מזנים תורמי אבקה הינה תנאי הכרחי להאבקה יעילה של פרחי 'Topred'.

חיוניות גרגרי האבקה מהזנים תורמי האבקה, 'Smoothie' ו-'Jonathan', המשמשים כמאבקים מסחריים ל-'Topred', נבדקה בשלבי הפרח השונים, על-פי שיעור הנביטה של כ-100 גרגרי האבקה לאחר שעה בתמיסת הנבטה. חיוניות גרגרי האבקה הגבוהה ביותר התקבלה ביום פתיחת המאבקים (פרחים בשלב 2). כ-70% מגרגרי האבקה משלב זה נבטו בתמיסת ההנבטה. בשני הזנים התקבלה מגמה של ירידה בחיוניות גרגרי האבקה לאורך חיי הפרח (טבלה).

טבלה: חיוניות גרגרי-אבקה (% נביטה)

Year	Stage of flower (1999)			Stage of flower (2000)		
	2	3	4	2	3	4
'Smoothie'	68 B	50 B	65 A	70 A	68 A	55 A
	n=6	n=5	n=3	n=5	n=5	n=5
	S.E.=3	S.E.=1	S.E.=1	S.E.=2	S.E.=1	S.E.=3
'Jonathan'	77 A	70 A	59 B	76 A	59 B	32 B
	n=5	n=5	n=3	n=6	n=5	n=4
	S.E.=2	S.E.=2	S.E.=2	S.E.=2	S.E.=2	S.E.=2

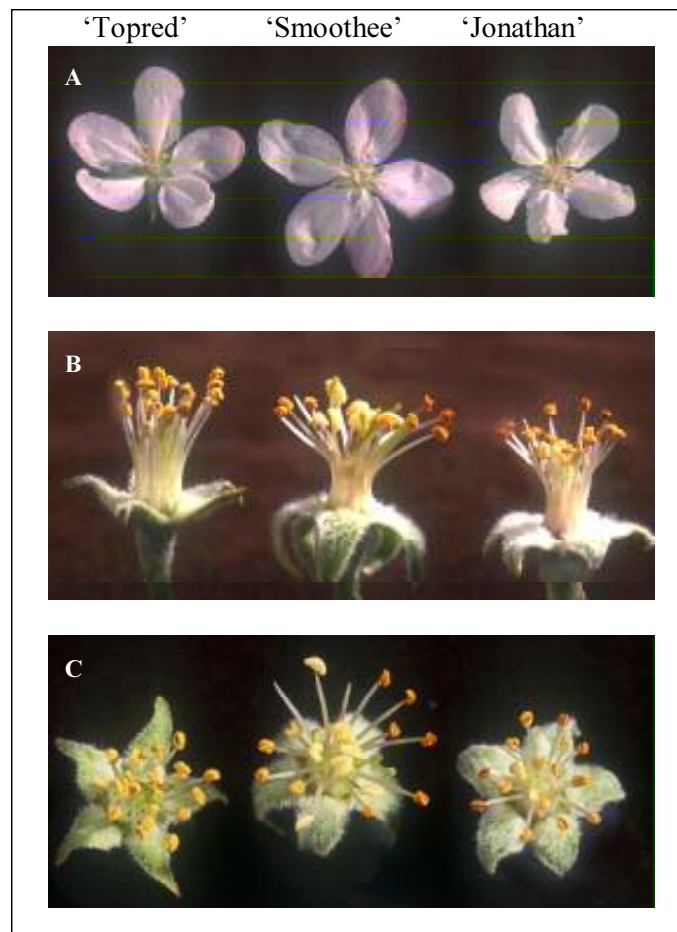
'n' מציינ את מספר החזרות בניסוי. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

חלק ב': יעילות האבקה של פרחי 'Topred' בעזרת דבורי-דבש, בהשוואה לזנים 'Smoothee' ו-'Jonathan'

מבנה הפרח

מבנה הפרח נלמד בכדי להבין כיצד הוא משפיע על התנהגות דבורי הדבש ויעילות ההאבקה. מבנה פרחי 'Topred' נקבע בהשוואה לפרחים מהזנים: 'Smoothee' ו-'Jonathan', כאשר הבדיקות נערכו בפרחים משלב 2 (חומרים ושיטות טבלה), כיוון שהם המועדפים לביקורי הדבורים. קוטר הפרח, גובה הצלקות, גובה המאבקים וקוטר פיזור המאבקים נמדדו בעזרת קליבר דיגיטלי ± 0.1 mm, המרווח בין בסיסי האבקנים נמדד בעזרת תמונות ממקרסקופ אלקטרוני.

התקבלו מספר הבדלים במבנה הפרח בין הזנים השונים: קוטר פרחי 'Topred' גדול בהשוואה לפרחי 'Jonathan', אך קטן בהשוואה לפרחי 'Smoothee' (תמונה A, טבלה). בזנים 'Topred' ו-'Jonathan' הצלקות נמוכות מהמאבקים, ובזן 'Smoothee' הצלקות ממוקמות בגובה המאבקים או מעט מעליהם (תמונה B, טבלה). קוטר פיזור המאבקים בפרחי 'Topred' דומה לזה הקיים בפרחי 'Jonathan', אך קטן בהשוואה לפרחי 'Smoothee' (תמונות B ו-C, טבלה). המרווח בין בסיסי האבקנים בפרחי 'Topred' ו-'Smoothee' רחב ובפרחי הזן 'Jonathan' צר (טבלה, תמונה).



תמונה: פרחי תפוח

פרחים משלב 2 מהזנים 'Topred', 'Smoothee' ו-'Jonathan', עם עלי הכותרת (A) או בלעדיהם (B ו-C).

טבלה : מבנה הפרח

א. שנת 2000

Cultivar	Flower diameter (mm)	Style height (mm)	Stamen height (mm)	Stamen filaments spread (mm)
‘Topred’	38.8 B n=10 S.E.=0.8	7.1 B n=10 S.E.=0.2	10.3 A n=10 S.E.=0.3	8.3 B n=10 S.E.=0.6
‘Smoothee’	46.3 A n=10 S.E.=0.8	8.6 A n=10 S.E.=0.2	9.3 B n=10 S.E.=0.3	12.5 A n=10 S.E.=0.4
‘Jonathan’	31.9 C n=10 S.E.=1.1	6.3 C n=10 S.E.=0.2	8.9 B n=10 S.E.=0.2	9.3 B n=10 S.E.=0.4

ב. שנת 2001

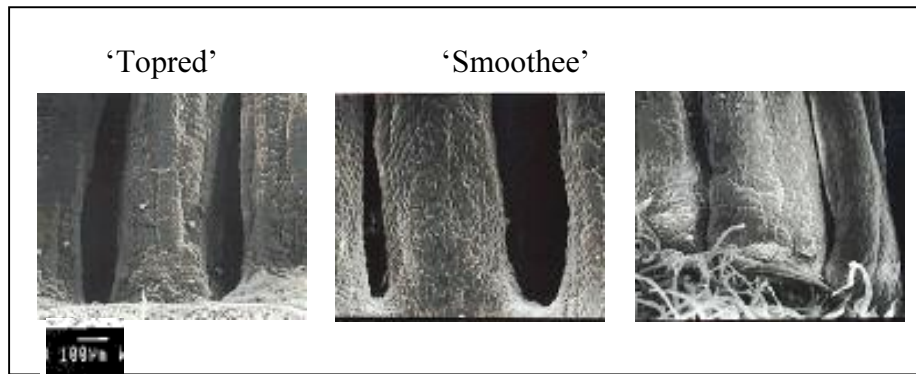
Cultivar	Flower diameter (mm)	Style height (mm)	Stamen height (mm)	Stamen filaments spread (mm)
‘Topred’	39.8 A n=10 S.E.=1.0	8.8 B n=10 S.E.=0.2	9.3 A n=10 S.E.=0.2	8.3 B n=10 S.E.=0.4
‘Smoothee’	42.6 A n=11 S.E.=1.2	10.2 A n=11 S.E.=0.2	9.1 AB n=11 S.E.=0.2	11.4 A n=11 S.E.=0.4
‘Jonathan’	34.5 B n=12 S.E.=0.7	7.4 C n=12 S.E.=0.3	8.6 B n=12 S.E.=0.2	10.9 A n=12 S.E.=0.4

‘n’ מציין את מספר הפרחים שנמדדו. ערכים המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

טבלה : מרווח בין בסיסי האבקנים (μm)

Cultivar	Basal gaps between the stamen filaments at 20μm from the base of the anthers
‘Topred’	60 A n=5 S.E.=7
‘Smoothee’	80 A n=5 S.E.=11
‘Jonathan’	18 B n=6 S.E.=7

‘n’ מציין את מספר המרווחים שנמדדו. ערכים המלווים באותיות שונות נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).



תמונה: מרווח בין בסיסי האבקנים. צולם באמצעות מקרוסקופ אלקטרוני סורק.

תכונות הצוף

צוף הינו הגמול העיקרי של דבורי הדבש מפרחי התפוח (Johnson *et al.*, 1985), ולתכונותיו עשויה להיות השפעה על תדירות ביקוריהן של הדבורים בפרחים (Free, 1993).

תכונות הצוף נבדקו בפרחים מכויסים משלב 2, כיוון שהם המועדפים לביקורי הדבורים. נפח הצוף נקבע בעזרת קפילרה, שהוחדרה לאיזור הצופנים בבסיס הפרח. הרכב הסוכרים בצוף נקבע באנליזת HPLC. ריכוז הסוכרים הכללי בצוף נקבע בעזרת רפרקטומטר ידני (בשנת 1999), או שחושב מתוצאות אנליזת HPLC (בשנים 2000 ו-2001).

מהבדיקות עולה כי בעונות הפריחה בשנת 2000 ובשנת 2001 נפח הצוף בפרחי 'Topred', 'Smoothee' ו-'Jonathan' היה נמוך בהשוואה לשנת 1999 (טבלה). יחד עם זאת נפח הצוף בפרחי 'Topred' היה דומה לזנים 'Smoothee' או 'Jonathan', בהשוואה לאותה עונת פריחה. באנליזת HPLC שנערכה לצוף משלושת הזנים, 'Topred', 'Smoothee' ו-'Jonathan', נמצאו הסוכרים sucrose, fructose ו-glucose בלבד. יחס הסוכרים בזן עצמו ובין הזנים השונים היה דומה בשנים 2000 ו-2001, כאשר צוף מפרחי 'Topred' הכיל sucrose בשיעור מעט נמוך, בהשוואה לשני הזנים האחרים (טבלה). התוצאות השונות, שהתקבלו בשנת 1999, נובעות ככל הנראה מהבדלים באופן שמירת הצוף (בשנה זו הצוף נשמר ב-70% אתנול ב-4°C וביתר השנים הוא נשמר ב-ddH₂O ב-20°C). ריכוז הסוכרים הכללי בצוף נמדד בשנת 1999 ישירות מהפרח בעזרת רפרקטומטר, ובשנים 2000 ו-2001 הוא חושב מסכום ריכוזי הסוכרים, שהתקבלו באנליזת HPLC, ונמצא דומה בשלושת הזנים (טבלה).

טבלה: נפח הצוף

Cultivar	Volume of nectar per flower (μ l)		
	1999	2000	2001
'Topred'	1.7 AB n=7 S.E.=0.1	0.4 A n=7 S.E.=0.05	0.5 A n=10 S.E.=0.03
'Smoothee'	2.5 A n=8 S.E.=0.3	0.5 A n=8 S.E.=0.05	0.54 A n=9 S.E.=0.04
'Jonathan'	1.9 B n=6 S.E.=0.2	0.5 A n=5 S.E.=0.02	0.6 A n=10 S.E.=0.06

'n' מציין את מספר הפרחים שנבדקו. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

טבלה: הרכב הסוכרים בצוף (% מכלל הסוכרים בצוף)

Cultivar	Sucrose			Fructose			Glucose		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
'Topred'	52 B n=3 S.E.=1	29 B n=9 S.E.=5	32 A n=6 S.E.=2	28 A n=3 S.E.=1	36 A n=9 S.E.=3	36 A n=6 S.E.=1	20 A n=3 S.E.=2	36 A n=9 S.E.=2	32 A n=6 S.E.=1
'Smoothee'	60 A n=3 S.E.=2	44 A n=10 S.E.=2	43 A n=6 S.E.=1	23 B n=3 S.E.=1	27 B n=10 S.E.=1	29 B n=6 S.E.=1	17 A n=3 S.E.=2	29 B n=10 S.E.=1	27 B n=6 S.E.=0
'Jonathan'	/	35 AB n=10 S.E.=3	40 A n=6 S.E.=2	/	32 AB n=10 S.E.=2	31 B n=6 S.E.=1	/	33 AB n=10 S.E.=1	29 B n=6 S.E.=1

'n' מציין את מספר החזרות בניסוי. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

טבלה: ריכוז הסוכרים הכללי בצוף

Cultivar	Total sugar concentration (%w/v)		
	1999	2000	2001
'Topred'	50 A n=7 S.E.=3	51 A n=8 S.E.=5	56 A n=6 S.E.=3
'Smoothee'	50 A n=8 S.E.=2	53 A n=9 S.E.=5	60 A n=6 S.E.=4
'Jonathan'	42 A n=6 S.E.=3	55 A n=9 S.E.=3	53 A n=6 S.E.=3

'n' מציין את מספר החזרות בניסוי. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

תדירות ביקורי דבורי הדבש

לתדירות ביקורי דבורי הדבש בעצי 'Topred' חשיבות רבה, כיוון שהן משמשות כקטור העיקרי להעברת אבקה במטע. תדירות ביקורי הדבורים נבחנו בעצי 'Topred' פורחים, ולשם השוואה גם בזנים 'Smoothee' ו-'Jonathan' הנחשבים פוריים, בכדי לראות האם קיימים הבדלים בין הזנים.

תדירות הביקורים נצפתה במועדים שונים במהלך הפריחה, ונקבעה על-פי מספר הדבורים שביקרו בעץ בדקה. בכדי להשוות בין הזנים, נצפו עצים אחידים מבחינת גיל, גודל, שלב הפריחה ועוצמתה. התצפיות נערכו ברצף לכל הזנים, כאשר בכל אחד מהזנים נצפו כ- 10 עצים. בשנת 1999 נצפו עצים אקראיים בכל מועד, בשנים 2000 ו- 2001 נבדקו אותם העצים בכל המועדים. תדירות הביקורים בעצי 'Topred' פורחים נמצאה דומה לזו שנצפתה בעצי 'Smoothee', וגבוהה (לא תמיד באופן מובהק) בהשוואה זו שנצפתה בעצי 'Jonathan' (טבלה.). יתכן ובשנים 1999 ו- 2000 לא התקבלו הבדלים מובהקים בתדירות ביקורי הדבורים בין הזנים 'Topred' ו-'Jonathan' משום שבשנת 2000 נערכו רק שתי תצפיות בזנים אלה, ובשנת 2000 נצפו מעט דבורים במטע.

טבלה: תדירות ביקורי דבורי הדבש

א. בזנים 'Topred' ו-'Smoothee'

Cultivar	Number of honeybees/tree/min.		
	1999	2000	2001
'Topred'	12.4 A n=8 S.E.=0.6	4.2 A n=3 S.E.=0.4	12.5 A n=6 S.E.=0.5
'Smoothee'	9.0 A n=8 S.E.=0.5	4.4 A n=3 S.E.=0.5	13.0 A n=6 S.E.=0.5

ב. בזנים 'Topred' ו-'Jonathan'

Cultivar	Number of honeybees/tree/min.		
	1999	2000	2001
'Topred'	10.6 A n=2 S.E.=0.7	4.2 A n=3 S.E.=0.4	8.3 A n=8 S.E.=0.4
'Jonathan'	5.8 A n=2 S.E.=0.6	3.6 A n=3 S.E.=0.4	4.6 B n=8 S.E.=0.2

'n' מציין את מספר המועדים בהם נבדק כל זן. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$).

התנהגות דבורי-הדבש

הגמול של דבורי-הדבש מהפרח הינו צוף ואבקה. איסוף הצוף מפרחי התפוח יכול להתבצע הן על-ידי החדרת החדק מהחלק העליון של הפרח ("Topworking") והן מצידו ("Sideworking"). לעומת זאת איסוף אבקה הינו רק על-ידי "Topworking" ישירות מהמאבקים (Johansen et al., 1985). איסוף הגמול מהפרח נבדק בזן 'Topred', ולשם השוואה גם בזנים הנחשבים פוריים, 'Smoothie' ו-'Jonathan', כיוון שהאבקה מתבצעת רק על ידי "Topworkers", הנוגעות בצלקות ובמאבקים (Robinson and Fell, 1981). שיעור ה-"Topworkers" נקבע מכלל דבורי הדבש, שפעלו בפרחים הן כ-"Topworkers" והן כ-"Sideworkers". שיעור הדבורים אוספות האבקה נקבע מכלל דבורי הדבש, שנצפו אוספות צוף ו/או אבקה מהפרחים. הבדיקות נערכו במהלך הפריחה, כאשר בכל בדיקה נצפו בכל אחד מהזנים כ- 50 דבורים אקראיות, שביקרו בפרחים בשלב 2. מהתצפיות עולה כי רק 10-40% מכלל הדבורים, שביקרו בפרחי 'Topred' ו-'Smoothie', פעלו כ-"Topworkers", לעומת כ- 90% בפרחי 'Jonathan' (טבלה א.). בשלושת הזנים רק 3-30% אספו אבקה, אך יש לציין ששיעורן בפרחי 'Topred' ו-'Smoothie' היה נמוך בהשוואה ל-'Jonathan' (טבלה ב.).

טבלה : התנהגות דבורי-הדבש

א. דבורים שפעלו מחלקו העליון של הפרח ("Topworkers")

Cultivar	"Topworkers"/total number of honeybees (%)		
	1999	2000	2001
'Topred'	10.0 B n=6 S.E.=2.0	11.3 B n=3 S.E.=2.8	17.7 C n=8 S.E.=1.5
'Smoothie'	31.6 A n=6 S.E.=6.3	7.4 B n=3 S.E.=4.4	39.7 B n=8 S.E.=2.1
'Jonathan'	91.7 n=1	89.8 A n=3 S.E.=3.2	91.0 A n=8 S.E.=2.1

ב. דבורים אוספות אבקה

Cultivar	Pollen gatherers/total number of honeybees (%)		
	1999	2000	2001
'Topred'	2.6 A n=6 S.E.=1.4	6.5 B n=3 S.E.=2.8	10.0 A n=8 S.E.=1.7
'Smoothie'	3.2 A n=6 S.E.=2.8	6.7 B n=3 S.E.=4.5	8.8 A n=8 S.E.=1.6
'Jonathan'	16.7 n=1	28.0 A n=3 S.E.=2.8	16.1 A n=8 S.E.=3.0

תוצאות הניסוי נותחו סטטיסטית בניתוח דו גורמי ללא אינטרקציה. 'n' מציין את מספר התצפיות בניסוי. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

חלק ג: השפעת מקור האבקה על האבקה

השפעת מקור האבקה על החנטה ב- 'Topred' לאחר האבקה ידנית בעודף

מטרת הניסוי היתה לברר האם לרמת ההתאם באלל S בין הזן 'Topred' לזנים המאביקים השפעה על שיעור החנטה בתנאים של האבקה בעודף.

פרחי 'Topred' מכויסים הואבוקו ידנית בעודף אבקת 'Jonathan', לו התאם גנטי חלקי עם 'Topred' (בשני הזנים מבוטא אלל $S9$), או בעודף אבקת 'Smoothee', לו התאם גנטי מלא עם 'Topred' (לשני הזנים אין אלל S משותף). פרחי 'Topred' הואבוקו לביקורת גם בעודף אבקה עצמית. הניסוי נערך בבלוקים באקראי בכ- 10 עצים, שכל אחד מהם מהווה בלוק, בו הואבוקו ענף אחד מכל טיפול. בכל אחד מהענפים הואבוקו כ- 40 פרחים בשלבים שונים. אחוזי החנטה נקבעו חמישה שבועות לאחר ההאבקה.

לא נראתה ירידה בשיעור החנטה של פרחי 'Topred' שהואבוקו בעודף אבקת 'Jonathan', בהשוואה לאלו שהואבוקו בעודף אבקת 'Smoothee'. שיעורי החנטה לאחר האבקה עם עודף אבקה עצמית היו אפסיים כמצופה, בשל תכונת אי ההתאם העצמי בזן 'Topred' (Dennis, 1979) (טבלה).

טבלה: חנטת פרחי 'Topred' לאחר האבקה ידנית בעודף

Source of pollen	% Fruit-set	
	1999	2000
'Jonathan'	12.9 A n=9 S.E.=4.2	8.4 A n=10 S.E.=2.2
'Smoothee'	7.7 A n=9 S.E.=1.7	7.5 A n=10 S.E.=2.7
'Topred' (Self pollination)	0.6 B n=9 S.E.=0.4	0 B n=11 S.E.=0

הניסוי נערך בבלוקים באקראי (כל עץ מהווה בלוק), כאשר 'n' מציין את מספר הבלוקים. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$).

השפעת מקור האבקה על תכונות פירות 'Topred' שהתקבלו לאחר האבקה ידנית בעודף על מנת לבחון האם לזן המשמש כמקור אבקה השפעה על תכונות הפרי, פירות 'Topred', שהתקבלו לאחר האבקה ידנית עם עודף אבקה מהזנים 'Smoothee' או 'Jonathan' (סעיף), נשקלו ונקבע בהם מספר הזרעים.

בתנאי ניסוי אלה הזן המאביק לא השפיע על תכונות פרי ה- 'Topred' שנבדקו. בשנת 1999 התקבלו מעט מאוד פירות מכל טיפול ולכן הנתונים לא נותחו סטטיסטית (טבלה).

טבלה: השפעת מקור האבקה על תכונות פירות 'Topred' שהתקבלו לאחר האבקה יזנית בעודף

Source of pollen	No. of seeds/fruit		Fruit weight (gr)	
	1999	2000	1999	2000
'Smoothie'	3.5 n=4 S.E.=1.5	8.7 A n=17 S.E.=0.5	131.4 n=4 S.E.=8.7	126.7 A n=21 S.E.=4.8
'Jonathan'	5.2 n=5 S.E.=1.8	8.4 A n=18 S.E.=0.2	114.8 n=6 S.E.=20.3	142.0 A n=21 S.E.=7.3

'n' מייצג את מספר הפירות שהתקבלו ונבדקו, מתוך כ- 400 פרחים שהואבקו בכל טיפול. ערכים

באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($P=0.05$).

אפיון אללי S28 ו-S10 מהזנים 'Topred' ו-'Granny Smith'

התאם גנטי חלקי בין הזן 'Topred' לזן תורם האבקה עלול להשפיע על הפוריות (Goldway et al., 1999), לכן קיימת חשיבות לאפיון אללי S מהזן 'Topred' ומהזנים המאביקים אותו. מבין שני אללי S של הזן 'Topred' האחד, S9, אופיין (Goldway et al., 1999) והשני, S28, אופיין לראשונה בעבודה זו. בכדי לקבוע את רמת ההתאם בין הזן 'Topred' לזן המאביק 'Granny Smith', רוצף חלקית גם קטע של DNA גנומי עבור אלל S10 מזן זה. רצף cDNA של יתר אללי S הנישאים בזני התפוח המצויים במטע פורסם על-ידי אחרים (Broothaerts et al., 1995; Janssens et al., 1995).

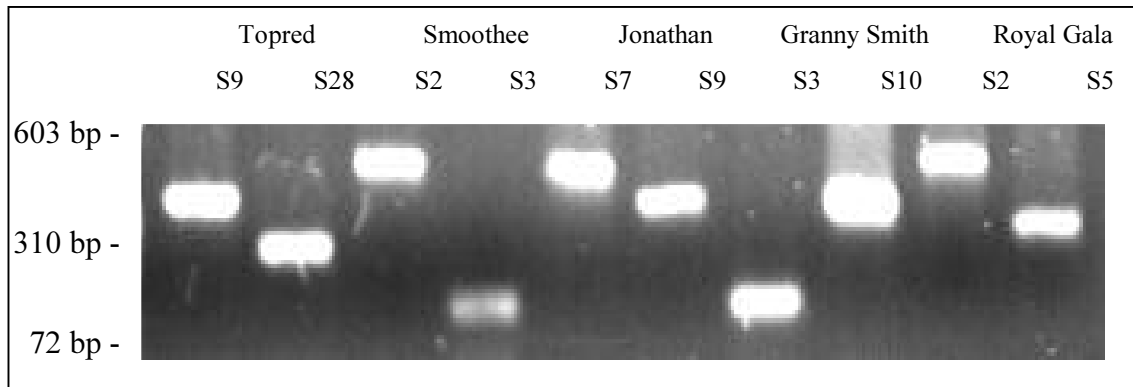
קטעי DNA גנומי של אללי S10 ו-S28 התקבלו בשיטה הבאה: למיצוי DNA גנומי מהזנים 'Granny Smith' ו-'Topred' נערכה תגובת PCR בעזרת תחלים מרצפי DNA השמורים בכל הגנים ל-S-RNase הידועים מתפוחים ("Universal Primers"). להגברת קטע אלל S10 מהזן 'Granny Smith' שימשו התחלים הדגנרטיביים S3sd ו-S3ad, ואילו להגברת קטע אלל S28 מהזן 'Topred' שימשו התחלים S3sd1 ו-S3ad (פרוט בטבלה). רצף הבסיסים של אללי S10 ו-S28 נקבע לאחר שהקטעים שהוגברו שובטו לפלסמיד pGEM-T (Promega) ועברו טרנספורמציה ל-*E. coli* (איור).

בהשוואה עם רצפי c-DNA נוספים של אללי S מצמחים ממשפחת הורדיים נמצא כי אלל S10 מכיל אינטרון בן 169 בסיסים ואלל S28 מכיל אינטרון בן 147 בסיסים. בהשוואה לגנים ידועים מהבנק הגנים נמצא כי לאינטרונים אלה דרגת דמיון גבוהה ביותר לאינטרון מאלל S4 מאגס יפני (*Pyrus serotina*), 90% ו-96% דמיון, בהתאמה. בהשוואה דומה של רצפי האקסונים מאללי S10 ו-S28 התקבלה שוב דרגת הדמיון הגבוהה ביותר לאקסונים מאלל S4 מאגס יפני, 85% ו-94% דמיון, בהתאמה. דרגת הדמיון לרצפי c-DNA של אללי S ידועים מתפוחים היא כ-80%.

חלק ד': הפריה העצמית בזנים 'Topred' ו-'Smoothie'

זיהוי אללי S מהזנים המצויים במטע 'Topred' בתגובת PCR

בעבודה זו עובדה שיטה לזיהוי ספציפי של אללי S בתגובת PCR. שיטה זו יכולה לשמש, בין השאר, ככלי לבדיקת ההורות בצאצאים ולמעקב אחר ההאבקה וההפריה במטע. בתגובת PCR בעזרת תחלים שמקורם באזורים בעלי שונות גבוהה באללי S מתפוחים (טבלה [חומרים ושיטות](#)), זוהו באופן ספציפי אללי S2, S3, S5, S7, S9, S10 ו-S28 מזני התפוח ההוריים המצויים במטע: 'Topred', 'Smoothie', 'Jonathan', 'Granny Smith' ו-'Royal Gala'. כל זוג תחלים הגביר באופן ספציפי קטע מאלל S המתאים לרצף שלו (תמונה), ולא הגביר קטעים מאללי S אחרים (תוצאות לא מובאות).



תמונה: תוצרי תגובת PCR לזיהוי ספציפי של אללי S מהזנים במטע 'Topred'.

אפיון אללי S בצאצאי 'Topred' שהתקבלו לאחר האבקה ידנית עם אבקה עצמית

כפי שהוזכר הזן 'Topred' נחשב בעל אי-התאם עצמי מלא (Dennis, 1979), יחד עם זאת מניסוי האבקה ידנית של פרחי 'Topred' עם עודף אבקה עצמית התקבלו פירות אחדים (טבלה). הועלתה האפשרות כי, למרות המקובל בספרות, יתכן ול-'Topred' יכולת הפריה עצמית מסוימת. במטרה לבחון זאת הונבטו זרעי הפירות הללו ותכולת אללי S בהם נקבעה בתגובת PCR לזיהוי ספציפי של אללי S (סעיף), שנערכה על מיצוי DNA גנומי מהעלים. תכולת אללי S בזרעים הצביעה על כך שהם אינם תוצרי הפריה עצמית. כל אחד מהזרעים הכיל אלל S שמקורו בזן האימהי, 'Topred' (S9 או S28), ואלל S שני שמקורו באבקה זרה מאחד הזנים המאביקים המצויים במטע (טבלה).

טבלה: אללי S בצאצאי 'Topred' (S9-S28) שהתקבלו לאחר האבקה ידנית עם עודף אבקה עצמית

S-alleles	9-2	9-3	9-5	9-7	9-10	28-2	28-3	28-5	28-10
No. of seedlings	6	2	1	1	5	2	1	2	1
Total:									21

חלק ה': יעילות ההפרייה בזן טופרד

יעילות ההפרייה בשלבי הפרח השונים

מהספרות ידוע כי בחלק מביציות הזן 'Delicious' ('Topred') הינו ואריאנט של הזן 'Delicious' (שק העובר מתחיל להתנוון כבר בשלב האנטזיס (Hartman and Howlett, 1954). כתוצאה מכך הסיכויים להפריה מוצלחת עלולים לרדת במהלך חיי הפרח, דבר שעלול לפגוע בשיעורי החנטה ובפוריות. בכדי לבדוק השערה זו נבחנו כושר החנטה לאורך חיי הפרח בזן 'Topred' בהשוואה לזן 'Smoothie', הנחשב פורה.

כושר החנטה לאורך חיי הפרח נקבעה לפי שיעור החנטה של פרחי 'Topred' ו-'Smoothie' מכויסים בשלבים שונים, לאחר האבקה ידנית עם עודף אבקת 'Granny Smith'. הניסוי נערך בבלוקים באקראי ב- 5 עצים מכל זן. כל אחד מהעצים הווה בלוק, בו הואבקו כ- 50 פרחים מכל אחד מהשלבים: 1, 2 ו- 3. אחוזי החנטה נקבעו תמישה שבועות לאחר ההאבקה. נמצא כי כושר החנטה ב-'Topred' נמוכה בכל שלבי הפרח באופן מובהק בהשוואה לזן 'Smoothie' (טבלה).

טבלה: כושר החנטה בשלבי הפרח השונים

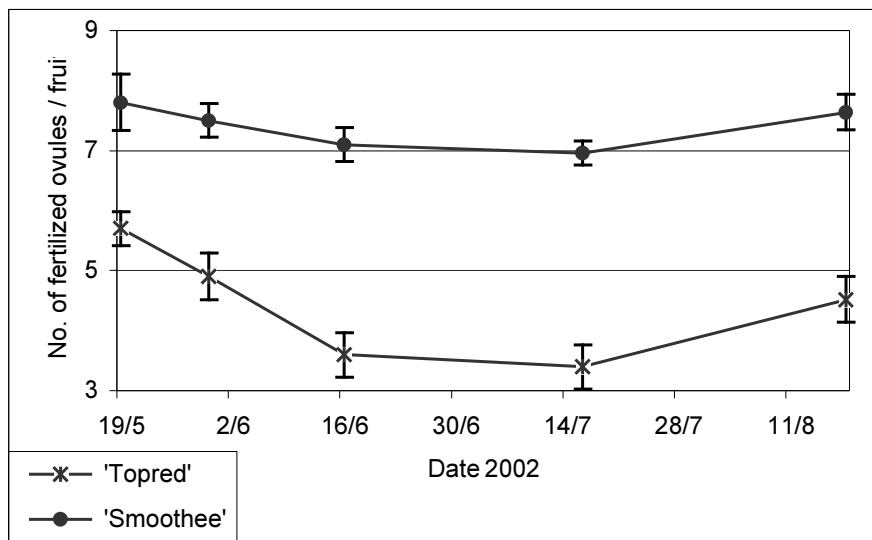
Year	% Fruit-set (2001)			% Fruit-set (2002)		
	1	2	3	1	2	3
'Topred'	23 B n=5 S.E.=3	16 B n=5 S.E.=3	2 B n=5 S.E.=1	18 B n=4 S.E.=4	21 B n=4 S.E.=4	5 B n=4 S.E.=2
'Smoothie'	51 A n=5 S.E.=2	64 A n=4 S.E.=6	27 A n=2 S.E.=13	53 A n=5 S.E.=9	49 A n=5 S.E.=6	24 A n=5 S.E.=3

הניסוי נערך בבלוקים באקראי (כל עץ מהווה בלוק), כאשר 'n' מציין את מספר הבלוקים. ערכים באותה עמודה, המלווים באותיות שונות, נבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$).

מספר הזרעים החיוניים בחנטי 'Topred'

התנוונות שק העובר כבר בשלב האנטזיס עלולה לבוא לידי ביטוי במספר זרעים נמוך. לכן נבדק ממוצע מספר הזרעים החיוניים בחנטי 'Topred'. בניסוי נבדק מספר הזרעים החיוניים במהלך התפתחותם של חנטי 'Topred' משורה הסמוכה לזן האביק 'Smoothee', בהשוואה לחנטי 'Smoothee' משורה הסמוכה לזן המאביק 'Topred'. בכל בדיקה נדגמו 50 חנטים מכל זן, כאשר זרעים עגולים, בהירים ומלאים נחשבו חיוניים. חמישה שבועות לאחר שיא הפריחה מספר הזרעים החיוניים בחנטים היה דומה בשני הזנים (גרף). ככל שהחנטים התפתחו ניכר הבדל בין הזנים, כאשר בחנטי 'Topred' נמצאו פחות זרעים חיוניים בממוצע בהשוואה לחנטי 'Smoothee'.

גרף: מספר הזרעים החיוניים במהלך התפתחות חנטי 'Topred' ו-'Smoothee'



חלק ו: יעילות מפרה מסחרי הנטוע בתוך שורת סטרקינג

מבוא ומטרות הניסוי

בשנת הניסוי הראשונה (2000) לא קיבלנו תוספת יבול בעצי סטרקינג הסמוכים למפריים מסחריים (גרני בעין זיוון) או דקורטיביים (מנצ'וריאן ווירגינייה במרום גולן) הנטועים בתוך שורות הסטרקינג, בהשוואה לעצי סטרקינג רצופים הסמוכים לשורת מפרה מסחרי (זהוב, גרני או יונתן). עם זאת גם לא קיבלנו הפחתת יבול, ובמיוחד לא בעין זיוון – שם נטועות 6 שורות רצופות של סטרקינג עם מפרה מסחרי (גרני) כל שורה שניה – עץ שיש. לאור זאת, ניסינו לבחון בשנת 2001 בעין זיוון האם בחלקות סטרקינג המבוססות על זן זה בלבד (עקב הפדיון הגבוה יותר שמתקבל מק"ג פרי ו/או מיחידת שטח) אפשר להסתפק בנטיעת מפרה (מסחרי) בתוך שורות הסטרקינג במקום שורה שלמה של מפרה מסחרי כפי שמקובל עד היום במרבית המטעים (2 שורות סטרקינג, שורת מפרה, וכן הלאה).

תאור הפעלת המעקב

המטע בעין זיוון ניטע בשנת 1994 (שינטוע) במרווחים של 2.5 X 4.5 מ' (89 עצים לדונם), על כנת חשבי. חפיפת הפריחה בין הזנים השונים היתה טובה. חזרנו על הניסוי משנת 2000 בעין זיוון, אך ללא סימון פרחים ומעקב חנטה. נרשמו היבולים לעץ בכל אחת מ-6 שורות הסטרקינג הרצופות שלהלן:

1. סמוכה לשורת גרני ללא מפרה (גרני) בתוך השורה (שורה 13). לבן
2. סמוכה לשורת זהוב ללא מפרה (גרני) בתוך השורה (שורה 18). אדום
3. אמצעית (שלישית מהמפרה – עם מפרה – גרני) בתוך השורה (שורה 16). כחול
4. אמצעית (שלישית מהמפרה – ללא מפרה – גרני) בתוך השורה (שורה 15). צהוב

מדדים שנבדקו

1. יבול לעץ ב-20 עצים רצופים מתחילת השורה.
2. ספירת פירות לעץ.

תוצאות:

טבלה: יבולי סטרקינג בסמיכות שונה למפרים, עין זיוון 2001

מס' שורה	תיאור שורת הסטרקינג מדרום לצפון	ק"ג/עץ	מספר פירות לעץ	משקל פרי (גרם)
18 (אדום)	סמוכה לזהוב, ללא מפרה בשורה	33.3 a	117.0 a	300 a
16 (כחול)	שורה אמצעית, עם מפרה בשורה	24.1 b	85.0 b	293 ab
15 (צהוב)	שורה אמצעית, ללא מפרה בשורה	15.6 c	60.1 b	276 ab
13 (לבן)	סמוכה לגרני, ללא מפרה בשורה	13.3 c	58.7 b	233 b

בניגוד לתוצאות משנת 2000 בהן קיבלנו יבול דומה בכל אחת משורות הסטרקינג, קבלנו בשנת 2001 יבול שונה מאוד:

1. שורת הסטרקינג הסמוכה לשורת הזהוב (18) נתנה את התוצאה הטובה ביותר – ביבול לעץ, במספר פירות לעץ ואף במשקל הפרי. העובדה שלמרות עומס היבול הגבוה יחסית, הפרי היה גם גדול יותר מרמת על כך שכנראה היו יותר זרעים בפירות אלו, מה שמעיד על הפרייה טובה. מספר הזרעים אמנם לא נבדק, אך לפי נסיונו מהעבר – כאשר המפרה הוא טוב יותר עולים שיעורי ההפרייה, ייצור הזרעים וגודל הפרי.
2. שורת הסטרקינג הסמוכה לגרני (13) נתנה את התוצאה הנמוכה ביותר בכל שלושת המדדים, וזאת למרות שבעבר מצאנו שבד"כ לא היה הבדל בין הזהוב לגרני כמפרים לסטרקינג, ושניהם מתאימים גנטית להפריית הסטרקינג. יתכן שבתנאים קיצוניים של הפרייה יש לזהוב יתרון על-פני הגרני, למרות ההתאמה הגנטית של שניהם עם הסטרקינג. תוצאה דומה קיבלנו בעבר עם גאלה וזהוב; למרות ששניהם מתאימים גנטית לסטרקינג, ואף נתנו תוצאת יבול דומה במשך שנתיים, היה הבדל בולט לטובת הזהוב בשנה שלישית בה היה אביב חם באופן קיצוני.
3. שורות אמצעיות – עם או בלי גרני בתוך שורות הסטרקינג: ההבדל בין שתי השורות דרמטי ומשמעותי מאוד. תוספת הגרני כמפרה, כל עץ שישי בתוך שורת הסטרקינג (שורה

16), העלתה באופן משמעותי ומובהק את היבול הממוצע לעץ (תוספת של 55%) וכן את מספר הפירות ומשקל הפרי (לא מובהק), בהשוואה לשורת ה"ביקורת" ללא גרני (15). תוספת היבול לעץ היתה בד"כ בעצים הסמוכים מאוד לגרני (העץ הראשון והשני ליד הגרני), כאשר העצים האמצעיים נהנים פחות, אם כי לא היתה בכך עקביות והתוצאה לא מובהקת (התוצאות לא מוצגות).

בשנת 2002 חזרנו על אותה מתכונת ניסוי. התוצאות מופיעות בטבלה:
טבלה: יבולי סטרקינג בסמיכות שונה למפרים, עין זיוון 2002.

מס' שורה	תיאור שורת הסטרקינג מדרום לצפון	ק"ג/עץ	מס' פירות/עץ	משקל פרי (גרם)	מס' זרעים ממוצע לפרי
18 (אדום)	סמוכה לזהוב, ללא מפרה בשורה	62	434	145	7.5
16 (כחול)	שורה אמצעית, עם מפרה בשורה	54	392	141	6.2
15 (צהוב)	שורה אמצעית, ללא מפרה בשורה	51	374	142	6.3
13 (לבן)	סמוכה לגרני, ללא מפרה בשורה	48	349	146	5.1

* נבדקו רק 10 פירות אקראיים לכל שורה כחודש לפני הקטיף

- לא התקבל הבדל מובהק בין הטיפולים, אך המגמה היתה דומה מאוד לתוצאות השנה הקודמת (2001):
1. הזהוב נמצא שוב כמפרה הטוב ביותר (סטרקינג בשורה 18) והגרני כמפרה הגרוע ביותר (סטרקינג בשורה 13). הסטרקינג שסמוך לזהוב נתן פעמיים רצופות שנת שיא ביבולים, למרות צפי לשנת שפל ב-2002. תופעה זו מעידה על יכולת ההפריה הגבוהה של הזהוב, שאף מתגברת על תופעת הסרוגיות.
 2. למרות עומס הפרי הגבוה יותר ומס' הפירות הרב יותר בשורה שסמוכה לזהוב (18), לא היתה הקטנה בגודל הפרי, מה שמעיד ככל הנראה על הפריה טובה שהביאה למס' זרעים גבוה יותר, וכתוצאה מכך לפרי גדול יותר. כזכור, גם ב-2001 קיבלנו באותה השורה מס' פירות גבוה יותר ופרי גדול יותר.
 3. בניגוד לשנה שעברה, בה נמצא יתרון בולט ומובהק לשורה האמצעית עם המפרה (16) לעומת השורה האמצעית ללא המפרה (15), קבלנו השנה יבולים דומים וגבוהים יחסית בשתי השורות, עם יתרון קל בלבד לשורה 16.

לסיכום -

לא הצלחנו להוכיח שניתן לוותר על שורת מפרה (זהוב) ולהסתפק בנטיעת מפרה בודד לאורך שורות הסטרקינג. עם זאת, הוכחנו שנטיעת מפרה בודד בתוך שורות הסטרקינג יכולה לשפר באופן משמעותי מאוד את שיעורי ההאבקה, ההפרייה, היבול וגודל הפרי. חיזוק לכך מצאנו בניסוי קטן שערכנו ב-1999 בו קשרנו ענפי גרני סמיט פורחים ("זרים") על עצי סטרקינג, וקבלנו תוספת יבול משמעותית בעצים אלו בהשוואה לעצי סטרקינג מרוחקים מ"הזרים הפורחים".

מתוצאות 2002 למדנו שיתכן והמפרה הנטוע בתוך שורת הסטרקינג (16) שיפר את ההפריה לא רק בעצי אותה השורה אלא גם בעצי השורה הסמוכה, ואילולא אותו מפרה היינו מקבלים בשתי השורות האמצעיות יבולים יותר נמוכים, כפי שקבלנו בעבר במטעי מנרה ומלכיה בעלי 3 שורות סטרקינג רצופות.

מכל הנסיונות עד כה עולה שהזהוב הינו מפרה טוב יותר לסטרקינג בהשוואה לגרני, זאת על אף שניהם מתאימים באופן מלא לסטרקינג מבחינה גנטית. מכאן שכדי לשפר בעתיד את יבול הסטרקינג בחלקות גדולות על טהרת הזן הזה, מן הראוי לשקול אפשרות של נטיעת זהוב כמפרה בתוך שורות הסטרקינג, במקום גרני, או לטעת לסירוגין.

מסקנות והמלצות להמשך המחקר :

המחקר רק בראשיתו, אך כבר היום נראה לנו שהצלחנו לאתר את המפרה הפחות מתאים עבור הסטרקינג (יונתן), את המפרה הבינוני (גרני סמיט) ואת המפרה המצטיין (זהוב), ושיכולתנו להציע שיטת נטיעת מפרים שונה מהמקובל (מפרה בתוך שורות סטרקינג). בהתאם לתוצאות שיושגו בהמשך יוחלט על יישום המחקר בשטח. זיהוי האללים של הגן לאי התאם עצמי בכל זן יאפשרו לנו לקבוע את המפרה האופטימלי לסטרקינג. נראה שנצטרך להמשיך וללמוד את התנהגות הדבורים על כל אחד מהזנים שבמטע, כדי להבין את הסיבות להצטיינות של הזהוב על-פני הגרני סמיט, למרות שניהם מתאימים גנטית לסטרקינג.

רשימת פרסומים:

שניידר ד, גולדווי מ, מתתיהו א, יהודה ה, איזיקוביץ' ד, שטרן ר, 2000. חשיבות ההתאמה הגנטית בקביעת מפרים לתפוח מזן 'טופרד' והשפעתה על הפוריות. עלון הנוטע 54 : 144-145.

שניידר ד, איזיקוביץ' ד, גולדווי מ, שטרן ר. 2002. יחסי גומלין בין מבנה הפרח ליעילות ההאבקה של הדבורים בזני התפוח יונתן וטופרד. עלון הנוטע, 56 : 370-371.

Schneider, D., Stern, R.A., Eisikowitch, D., Goldway, M., 2001. Analysis of *S*-alleles by PCR for determination of compatibility in the 'Red Delicious' apple orchard. J. Hort. Sci. and Biotech. 76:596-600.

Schneider, D., Stern, R.A., Eisikowitch, D., Goldway, M., 2002. The relationship between floral structure and honeybee pollination efficiency in Jonathan and Topred apple cultivars. J. Hort. Sci. and Biotech. 77: 48-51.