

השפעת המפרה "מיכל" על איכות הפרי והיבול ב"אור 1"

דוח מסכם 2004-2007

דורון שניידר, ניצן רוטמן, זמיר עשור, אהרון משה, ויקטור לוקיינוב, יצחק אדטו, חיליק תנחלסון

רקע ותאור הבעיה: אחת הבעיות המרכזיות של הקליף "אור 1" הינה היבול הרב שנתי הנמוך. בשנים 2004-5 נערכו בפרדס דפנה שני ניסויים שונים, האחד בשורות "אור 1" הסמוכות לשורת "מיכל" והשני בשורות "אור 1" הבאות אחריהן. השוואת תוצאות הקטיפה מחלקות הביקורת משני הניסויים העלתה יתרון לשורות "אור 1" הסמוכות לשורות ה"מיכל" מבחינת היבול, בהשוואה לשורות המרוחקות משורת ה"מיכל". בשנים 2006-7 המשכנו לעקוב אחר חלקות הביקורת משני הניסויים בכדי לבסס תוצאה זו ולהבין מהם הגורמים לה.

חומרים ושיטות:

הניסוי מתבצע בפרדס קיבוץ "דפנה". ה"אור 1" ניטע ב-1999, כיוון השורות צפון-דרום. חלקת הניסוי מכילה שלוש חלקות "אור 1" וחמש חלקות "מיכל" הנטועות לסירוגין. בכל אחת מהן ארבע או שש שורות, בהתאמה. מבנה הניסוי כולל שלושה בלוקים באקראי של עצי "אור 1" משורה סמוכה ומשורה מרוחקת מחלקת "מיכל" (עצי "אור 1" מהשורה ראשונה ממזרח והרביעית ממערב לחלקות "מיכל", ומהשורה השלישית ממזרח והשנייה ממערב לחלקות "מיכל", בהתאמה). כל בלוק בניסוי ממוקם בחלקת "אור 1" נפרדת. עוצמת הפריחה ב"אור 1" וב"מיכל" היתה גבוהה בשנים 2004-6 ונמוכה בשנת 2007, אך שני הזנים פרחו בו זמנית. בכל שנות הניסוי נצפתה בפרדס פעילות הדבורים במהלך הפריחה

מרווחי נטיעה מקוריים 5X2 מטר (100 עצים לדונם). לאחר קטיפה 2004 דוללו 25% מהעצים בשורות הניסוי (כל עץ רביעי נכרת, 75 עצים לדונם) ולאחר קטיפה 2006 דוללו 25% נוספים מהעצים (50 עצים לדונם), בהתאם לכך מספר העצים בכל חזרה ירד משנה לשנה. ב-2004 כל חזרה הכילה עשרה עצים, ב-2005-6 שישה עצים וב-2007 ארבעה עצים..

בדיקות:

א. חיוניות גרגרי אבקה: גרגרי אבקה מחמישה פרחים טריים הודגרו למשך 18 שעות בטמפרטורת החדר במדיום שהכיל 10% סוכרוז, H_3BO_3 2×10^{-3} M ו- $Ca(NO_3)_2$ 3×10^{-6} M. חיוניות גרגרי האבקה נקבעה בעזרת מיקרוסקופ אור (הגדלה פי 100) בשלושה מועדים שונים במהלך הפריחה לפי אחוז גרגרי האבקה שנבטו מתוך 100 גרגרי אבקה.

ב. נביטת גרגרי האבקה בצלקת: פרחי "אור 1", שכוסו ברשת בתחילת הפריחה, הואבכו ידנית עם אבקה מפרחי "אור 1" או "מיכל" טריים. לאחר 24 שעות הצלקות הועברו לתמיסת קיבוע (היסטוצוויס של Amersco) ונצבעו באנילין בלו 1% (Martin, 1959). דרגת נביטת נחשוני האבקה בצלקת נקבעה בעזרת מיקרוסקופ אור לפי הסולם הבא: דרגת נביטה 0: 0 גרגרי אבקה נבטו בצלקת, 1: 1-49, 2: 50-99, 3: 100-199, דרגת נביטה 4: יותר מ-200 גרגרי אבקה נבטו בצלקת.

ג. מספר זרעים בברי: בשנים 2006-7 נבדק מספר הזרעים הכללי (זרעים מפותחים ולא מפותחים) ב-50-25 פירות אקראיים משורות "אור 1" הסמוכה לשורת "מיכל" ומשורה המרוחקת ממנה. במקביל נקבע מספר הזרעים ב-50 פירות ממרכז פרדס "גונן" ובו 20 דונם "אור 1" ללא מפרים.

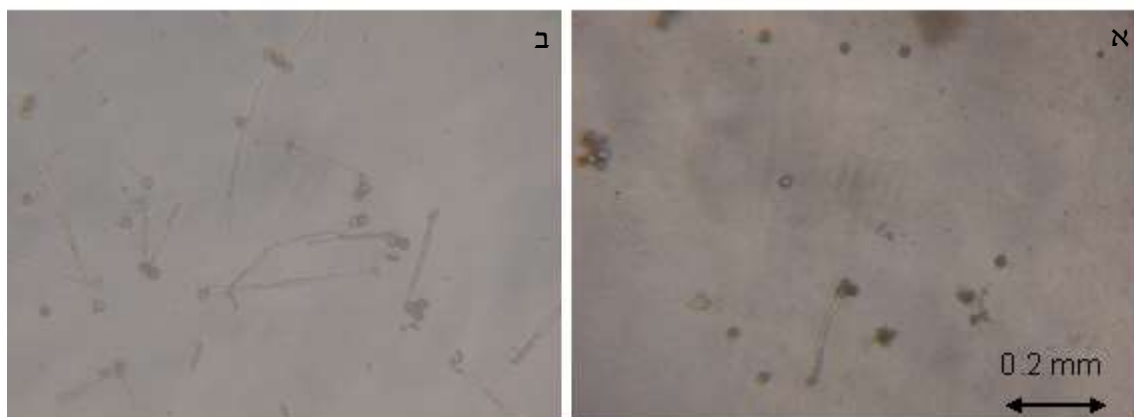
ד. מדדי קטיף: מכל חלקה היבול הכללי נשקל, מספר הפירות נקבע וגודל הפרי עבור 200 פירות לעץ נמדד ב-7-2006. התפלגות גודל הפרי נקבעה עבור קוטר פרי <55 , $55-63$, $63-70$ ו- >70 מ"מ. מכל חלקה נשלחו חמישה פירות אקראיים לבדיקות הבשלה (אחוז מיץ, אחוז סוכר במיץ, אחוז חומצה במיץ ויחס הבשלה)

ה. סטטיסטיקה: ניתוח השונית נעשה על-ידי שימוש בפרוצדורת SAS GLM. לנתונים אחוזיים נערכה טרנספורמציה ל- \arcsin לפני הניתוח לקבלת התפלגות נורמלית. ערכים נבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$) מלוויים באותיות שונות מאותו סוג. כאשר אין הבדלים מובהקים בין הטיפולים מוצגת שגיאת התקן בלבד.

תוצאות

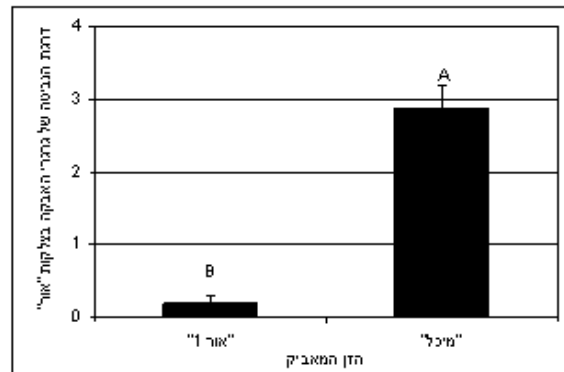
חיוניות גרגרי אבקה: חיוניות גרגרי אבקה מפרחי "אור 1" ו"מיכל" נקבעה בפרחים טריים. נמצא שפרחי "אור 1" פחות גרגרי אבקה, בהשוואה לפרחי "מיכל" (תמונה 1). בנוסף חיוניות גרגרי האבקה מפרחי "אור 1" היתה פחות מ-10% לאורך כל עונת הפריחה, כאשר חיוניות גרגרי האבקה מפרחי "מיכל" היתה גבוהה מ-75%.

תמונה 1: צילום הנבטת גרגרי אבקה מפרחי "אור 1" (א) ומפרחי "מיכל" (ב)



נביטת גרגרי האבקה בצלקת: דרגת הנביטה של גרגרי אבקת "אור 1" בצלקות "אור 1" לאחר האבקה ידנית היתה נמוכה באופן מובהק בהשוואה לדרגת הנביטה של גרגרי אבקת "מיכל" (איור 1). בתשע מתוך 11 צלקות "אור 1", שהואבקו ידנית באבקת "אור 1", לא נבטו גרגרי אבקה כלל. בכל שבע צלקות "אור 1" שהואבקו באבקת "מיכל" נבטו לפחות 50 גרגרי אבקה.

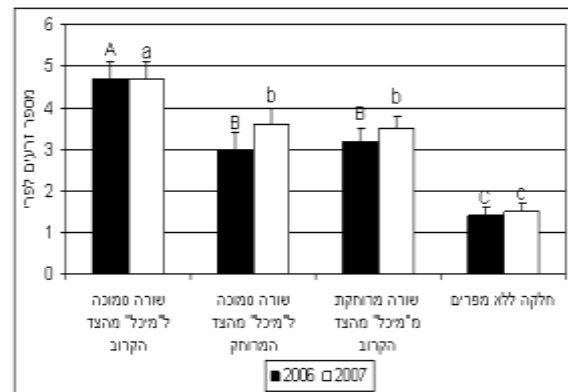
איור 1: דרגת הנביטה של גרגרי אבקה מהזנים "אור 1" ו-"מיכל" בצלקות "אור 1"



ערכים הנבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$) מלווים באותיות שונות.

מספר זרעים בברי: מספר הזרעים בפירות "אור 1" בשורה הסמוכה לחלקת "מיכל" שהתפתחו בצד הפונה אליה נמצא גבוה באופן מובהק בהשוואה לפירות מאותה שורה שהתפתחו בצד המרוחק מחלקת "מיכל" ובהשוואה לפירות משורת "אור 1" המרוחקת מחלקת "מיכל", שהתפתחו בצד הקרוב לחלקת "מיכל" (4.7 לעומת 3-3.5, בהתאמה). מספר הזרעים בפירות "אור 1" מחלקה ללא מפריים היה בממוצע כ-1.5 לפרי, מספר זרעים הנמוך באופן מובהק, בהשוואה לפירות שהתפתחו בשורה הסמוכה לחלקת "מיכל" ובשורה מרוחקת ממנה (איור 2). בטבלה 2 ניתן לראות כי הקרבה לחלקת ה"מיכל" העלתה את מספר הזרעים המירבי בפרי והקטינה את אחוז הפירות ללא הזרעים.

איור 2: מספר הזרעים בפירות "אור 1" משורה הסמוכה לחלקת "מיכל", משורה המרוחקת ממנה ומפרדס ללא מפריים



ערכים נבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$) מלווים באותיות שונות מאותו סוג.

טבלה 2: מספר הזרעים המקסימלי ואחוז הפירות ללא זרעים בפירות "אור 1" משורה הסמוכה לחלקת "מיכל", משורה המרוחקת ממנה ומפרדס ללא מפריים

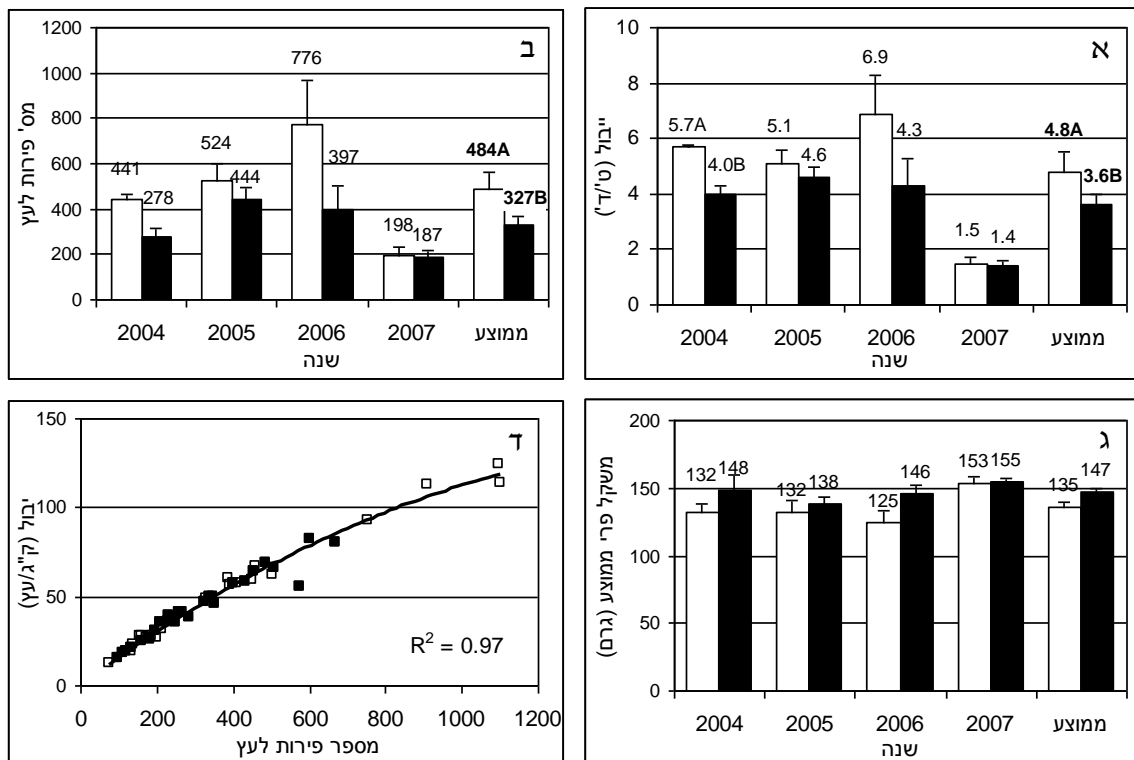
אחוז הפירות ללא זרעים		מספר זרעים מירבי לפרי		
2007	2006	2007	2006	
0%	0%	10	9	שורה סמוכה לחלקת "מיכל"
4%	7%	8	7	שורה מרוחקת מחלקת "מיכל"
36%	33%	5	4	פרדס ללא מפריים

מדדי קטיף: היבול ומספר הפירות לעץ היו גבוהים בכל ארבעת שנות הניסוי בעצי "אור 1" הנטועים משורה הסמוכה לחלקת "מיכל", בהשוואה לאלו הנטועים בשורה המרוחקת ממנה (לא באופן מובהק). הממוצעים השנתיים של היבול ומספר הפירות לעץ שהתקבל מנתוני שנים 2004-07 היו גבוהים באופן מובהק בעצים מהשורה הסמוכה למפרה, בהשוואה לשורה המרוחקת ממנו (**איורים 3 ו-3ב**). למרות זאת גודל הפרי הממוצע היה דומה בין השורות בכל שנות הניסוי (**איור 3ג**). באיור 3ד ניתן לראות את הקשר בין היבול למספר הפירות לעץ. הגרף מסכם תוצאות שהתקבלו עבור כל אחת מחלקות הניסוי בכל שנות הניסוי. ניתן לראות שהיבול עולה עם העליה במספר הפירות. רק ביבולים גבוהים, שהתקבלו עבור עצי "אור 1" מהשורה הסמוכה לחלקת ה"מיכל", היבול מתמתן עם העליה במספר הפירות.

התפלגות גודל הפרי לפי משקל ולפי מספר פירות היתה דומה בעצים משורה הסמוכה לחלקת "מיכל" ומעצים בשורה המרוחקת ממנה (**איור 4**).

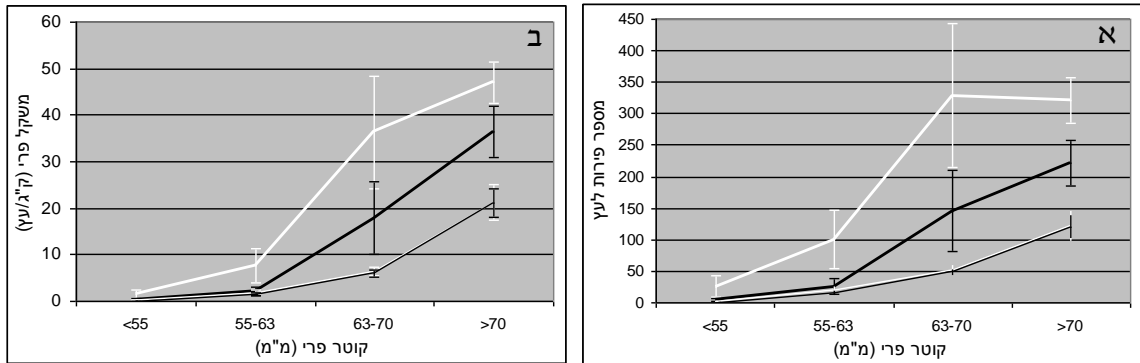
איכות הפרי (**טבלה 3**) היתה דומה בשנות הניסוי בין הפירות שהתפתחו בעצים משורה הסמוכה לחלקת "מיכל" לבין פירות שהתפתחו בשורה מרוחקת ממנה. אחוז מיץ גבוה באופן מובהק התקבל בפירות מהשורה הסמוכה בשנת 2006 ובפירות מהשורה המרוחקת בשנת 2007.

איור 3: היבול (איור), מספר הפירות לעץ (איור), משקל פרי ממוצע (איור) ויחס בין היבול למספר הפירות בשנים 2004-07 בעצי "אור 1" משורה סמוכה לחלקת "מיכל" (לבן) ומשורה מרוחקת ממנה (שחור).



כאשר ערכים נבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$) הם מלווים באותיות שונות.

איור 4: התפלגות גודל הפרי לפי מספר הפירות (א) ולפי משקל הפרי (ב) בעצי "אור 1" בשנים 2006-07 (קווים דקים) וב-2007 (קווים עבים) בעצי "אור 1" משורה סמוכה לחלקת "מיכל" (לבן) ומשורה מרוחקת ממנה (שחור).



טבלה 3: איכות פרי בשנים 2004-07 בפירות "אור 1" משורה סמוכה לחלקת "מיכל" ומשורה מרוחקת ממנה.

שנה:	2007	2006	2005	2004
א. אחוז סוכר בפרי:				
שורה סמוכה	14	13	16	12
שורה מרוחקת	14	14	15	13
ב. אחוז חומצה בפרי:				
שורה סמוכה	0.7	0.5	0.7	0.5
שורה מרוחקת	0.8	0.6	0.6	0.6
ג. אחוז מיץ בפרי				
שורה סמוכה	B 52	A 60	49	53
שורה מרוחקת	A 55	B 58	50	53
ד. יחס הבשלה:				
שורה סמוכה	19	25	23	26
שורה מרוחקת	18	22	26	22

דיון:

- **מספר הזרעים בפרי:** מספר הזרעים בשנים 2006-2007 בפירות שהתפתחו בשורת "אור 1" הסמוכה לחלקת "מיכל" היה גבוה באופן מובהק בהשוואה לשורה מרוחקת ממנה, כ-4.5 וכ-3.5 זרעים לפרי, בהתאמה. מספר זרעים זה גבוה באופן מובהק בהשוואה לפרדס ללא מפריס, בו התפתחו כ-1.5 זרעים לפרי בממוצע. שיעור הפירות ללא זרעים כלל הוא אפסי בפרדס בו נטועות חלקות "מיכל" לסירוגין, ועומד על כ-30% בפרדס ללא מפריס. ממצאים אלו מאשרים שכדי לקבל פירות "אור 1" עם מעט זרעים, יש לטעת את העצים בחלקות ללא מפריס. ניתן להניח כי הזרעים המתקבלים בכל זאת בחלקה ללא מפריס הם תוצרי הפריה עצמית, כיוון שכמות גרגרי האבקה בפרחי "אור 1" אמנם נמוכה, אך כ-10-5% מהם חיוניים. העלייה במספר הזרעים בפרי כתוצאה מהקרבה לעצי "מיכל" נובעת ככל הנראה מהאבקה והפריה זרה עם כמות גדולה של גרגרי האבקה

החיוניים מפרחי "מיכל", כאשר דבורים משמשות נשאויות האבקה. תמיכה להסבר זה התקבלה מנביטת כמות גדולה של גרגרי אבקה מפרחי "מיכל" בצלקות "אור 1", בהשוואה להאבקה עצמית.

- מדדי קטיפ: ממוצע היבול השנתי בשנים 2004-2007 בשורת "אור 1" הסמוכה לחלקת "מיכל" היה גבוה באופן מובהק, בהשוואה ליבול משורה מרוחקת ממנה (4.8, לעומת 3.6 טון/דונם, בהתאמה). גם מספר הפירות לעץ היה גבוה באופן מובהק בשורה הסמוכה לחלקת "מיכל", בהשוואה לשורה מרוחקת ממנה (484 לעומת 327 פירות לעץ, בממוצע). משקל הפרי הממוצע בשתי השורות היה דומה. ידוע שתנאי האבקה זרה טובים מעלים את היבול זני מנדרינות בעלי אי התאם עצמי, כאלו היכולים להפרות את עצמם ו/או לחנוט פירות פרטנוקרפיים (Chao, 2005; Mesejo et al., 2006; Wallace and Lee, 1999). מכאן ניתן להניח כי העלייה בפוריות בשורת "אור 1" הסמוכה לחלקת "מיכל" הינה תוצאה של תנאי האבקה זרה טובים יותר, בהשוואה לעצי "אור 1" משורה מרוחקת מחלקת ה"מיכל". בנוסף לא נמצא קשר בין המספר הזרעים להתפלגות גודל הפרי, למרות שמקובל במינים אחרים שתוספת זרעים תורמת לגודל הפרי (Gillsapy et al., 1993). קוטר הפרי הגדול ביותר שנבדק בניסוי היה 70 מ"מ, כאשר 40-60% מהפירות השתייכו לקבוצה זו. ייתכן והיינו מקבלים קשר בין מספר הזרעים לגודל הפרי אם היינו מחלקים את קבוצת הפירות הזו לשני גדלים: פירות בקוטר 70-80 מ"מ ובקוטר גדול מ-80 מ"מ.

- המשך המחקר: פרי ללא זרעים או מועט זרעים הוא אחת התכונות החשובות בקביעת איכות הפרי בקליפים. בהמשך המחקר נבחן השפעת מפרים נוספים על מספר הזרעים והיבול ב"אור 1". נקבע את המרחק המקסימלי בו המפרה משפיע על מספר הזרעים בפרי "אור 1". בנוסף ננסה למצוא טיפולים להפחתת מספר הזרעים בפרי, המתקבל כתוצאה מהקרבה למפרה, על-ידי שפעול תהליך הפרטנוקרפיה בפרחי "אור 1".

ספרות:

- Chao C.T. (2005) Pollination study of mandarins and the effect on seediness and fruit size: implications for seedless mandarin production. *Hortscience* 40: 362-5
- Martin, F.V. (1959) Staining and observing pollen tubes in style by means of fluorescence. *Stain technology* 34, 125-8.
- Mesejo C., Martinez-Fuentes, A., Reig C., Rivas F. and Agusti M. (2006) The inhibitory effect of CuSO₄ on Citrus pollen germination and pollen tube growth and its application for the production of seedless fruit. *Plant Sci.* 170: 37-43.
- Wallace H.M. and Lee S. (1999) Pollen source, fruit set and xenia in mandarins. *J. Hort Sci. and Biotech.* 74: 82-6.