

הפחתת זרעים ב"אור 1"

דוח מסכם 2007

דורון שניידר, ניצן רוטמן, אהרון משה, משה גרשמן

רקע, תאור הבעיה ומטרת הניסוי: הקליף "אור 1" הינו זן הדריס מועט זרעים, שמקורו בזן "אורה", שבפירותיו זרעים רבים. תצפיות משנים קודמות הראו שבפירות "אור 1" משורה הסמוכה למפרה קלמנטינה "מיכל" מתפתחים יותר זרעים, בהשוואה לפירות מפרדס ללא מפרה (Solid Block) וכתוצאה מכך איכות הפרי נפגעת. מטרת ניסוי זה היא להפחית את מספר הזרעים בפירות "אור 1" מהמפרה "מיכל" על-ידי ריסוס בחומר מעכב נביטה והתארכות של נחשוני נביטה.

Mesejo et al במאמרם מ-2006 דיווחו כי נחושת גפרתית עיכבה נביטה והתארכות גרגרי אבקה מפרחי מנדרינה 'Clemenules' בצלקות מנדרינה 'Afourer', לה אי התאם עצמי. בנוסף ריסוס נחושת גפרתית במהלך הפריחה הקטין באופן דרמטי את מספר הזרעים בפירות 'Afourer' כאשר ההאבקה הזרה היתה מועטת (מ-1.1 ל-0.5 זרעים לפרי, ומ-50% ל-70% מהפירות ללא זרעים) וכאשר היא היתה רבה (מ-3.7 ל-0.7 זרעים לפרי ומ-17% ל-70% מהפירות ללא זרעים). בשני המקרים הפחתת הזרעים לא השפיעה על היבול. בניסוי זה נבחן חומר נוסף Uniconazole, מעכב ייצור ג'ברלין (Rademacher, 2000), בכדי לבחון את השפעתו על תהליך הפרטנוקרפיה.

חומרים ושיטות:

הניסוי מתבצע בפרדס קיבוץ "כפר הנשיא". נטיעת 2000, כיוון השורות צפון-דרום. מרווחי נטיעה 5X3 מטר (67 עצים לדונם). ה"אור 1" מורכב על כנת טרוייר. בחלקת הניסוי נטועות לסירוגין חלקות "אור 1" וחלקות "מיכל", שבכל אחת מהן ארבע שורות. הניסוי בעצי "אור 1" משורה הסמוכה לשורת "מיכל" בשישה בלוקים באקראי, בלוקים שלמים מצויים באותה שורה. בכל חלקה עץ בודד, בין החלקות עץ אחד לפחות. בארבעה מהבלוקים של הניסוי שורת "מיכל" נמצאת ממערב לשורת "אור 1" ובשני הבלוקים הנוספים היא נמצאת ממזרחה. באביב 2007 עוצמת הפריחה ב"אור 1" היתה גבוהה וב"מיכל" נמוכה. שני הזנים פרחו בו זמנית, ונצפתה פעילות דבורים במהלך הפריחה. מועדי ריסוס נחושת גפרתית ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) וה-Uniconazole (תכשיר מגייק של אגן, 50 גרם/ליטר ח"פ) 16-4-07 (התחלת הפריחה, כ-50% מהפרחים פתוחים, היתר סגורים), 22-4-07 (שיא פריחה, רוב הפרחים פתוחים, חלקם עלי כותרת החלו לנשור) ו-29-4-07 (סוף פריחה, כל הפרחים פתוחים, ברוב הפרחים נשרו עלי הכותרת). ריכוז החומרים בכל טיפול מופיע בטבלה 1. בכל הריסוסים הוסף משטח טריטון B בריכוז 0.025%. **נפח התרסיס 4.5 ליטר לעץ.**

טבלה 1: טיפולי הניסוי

חומר וריכוז	מועד ריסוס
CuSO ₄ -5H ₂ O 50mg/liter	התחלת פריחה
CuSO ₄ -5H ₂ O 50mg/liter	שיא פריחה
*CuSO ₄ -5H ₂ O 25mg/liter	התחלה, שיא וסוף פריחה
250 Uniconazole ח"מ (מגייק 0.5%)	התחלת פריחה
250 Uniconazole ח"מ (מגייק 0.5%)	שיא פריחה
125 Uniconazole ח"מ (מגייק 0.25%)*	התחלה, שיא וסוף פריחה
25 Uniconazole ח"מ (מגייק 0.05%)*	התחלה, שיא וסוף פריחה
ביקורת	

* אותו הריכוז בכל אחד ממועדי הריסוס.

בדיקות:

א. הנבטת אבקה: אבקה מחמישה פרחי "מיכל" טריים הונבטה למשך 18 שעות בטמפרטורת החדר במדיום שהכיל 10% סוכרוז $2 \times 10^{-3} \text{M}$ H₃B₀₃ ו- $3 \times 10^{-6} \text{M}$ Ca(NO₃)₂. בבדיקה נפרדת שנערכה במקביל נבחנה השפעתה של נחושת גפרתית (CuSO₄-5H₂O) בריכוז 25 מ"ג/ליטר על נביטת גרגרי האבקה על-ידי הוספתם בנפרד למדיום. אחוז הנביטה נבדק תחת מיקרוסקופ אור וחושב מתוך מספר גרגרי האבקה שנבטו (אורך נחשון גדול מקוטר גרגר האבקה) מתוך 100 גרגרי אבקה.

ב. אחוז חנטה: בפריחה סומנו בכל אחת מעצי הניסוי חמישה ענפים מצד העץ הפונה לשורת המפרה עם 50 פרחים. אחוז החנטה חושב מספירת חנטים ב-7-6-07 וב-11-10-07.

ג. מספר זרעים בפרי: מספר הזרעים לפרי נבדק בדצמבר בעשרים פירות מכל חזרה, עשרה פירות מכל צד של השורה. בעצי הביקורת נבדקו 30 פירות, 15 מכל צד של השורה. בכל פרי נקבע מספר הזרעים המפותחים ומספר הזרעים שלא התפתחו, אך הם גדולים מספיק כדי להפריע באכילה.

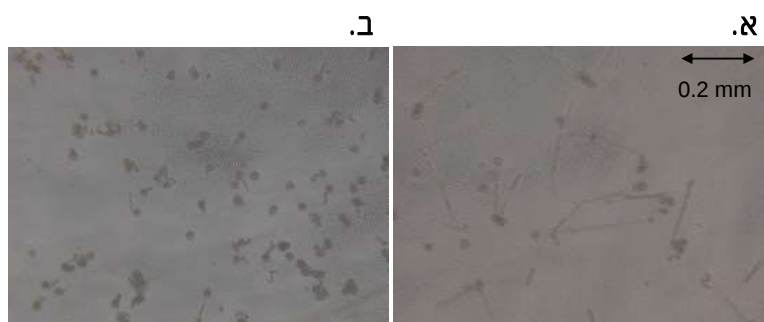
ד. מדדי קטיף: מכל אחד מעצי הניסוי היבול הכללי נשקל, מספר הפירות נקבע. גודל הפרי עבור 100 פירות לעץ נמדד. התפלגות גודל הפרי נקבעה עבור קוטר פרי <55, 55-65, 65-70 ו-70 מ"מ. מכל חלקה נשלחו חמישה פירות אקראיים לבדיקות הבשלה (אחוז מיץ, אחוז סוכר במיץ, אחוז חומצה במיץ ויחס הבשלה).

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

תוצאות:

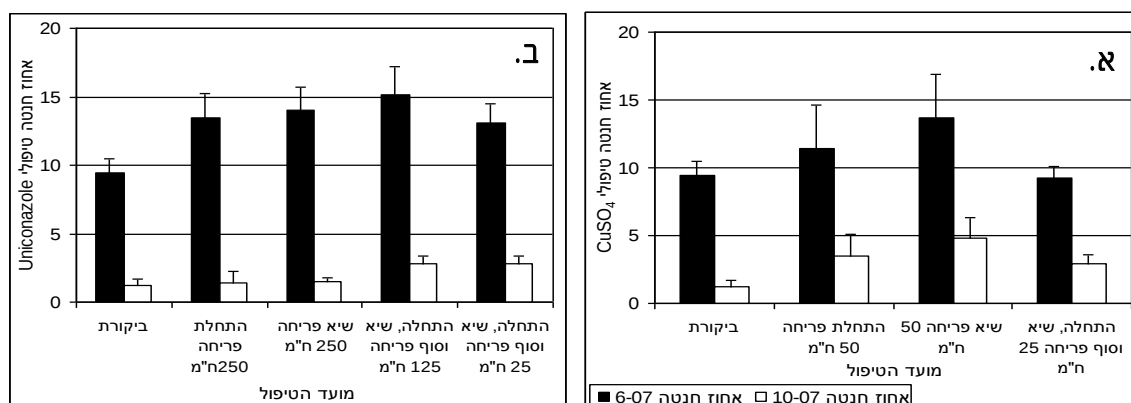
הנבטת אבקה: בתמונה 1 ניתן לראות את עיכוב הנביטה והתארכות הנחשונים של אבקה מפרחי "מיכל" טריים בנוכחות נחושת גפרתית בריכוז 25 מ"ג לליטר, בהשוואה לביקורת. אחוז הנביטה בביקורת (מדיום בלבד) עמד על 75%, בנוכחות נחושת גפרתית 1%.

תמונה 1: נביטת גרגרי אבקה מפרחי "מיכל" טריים במדיום נביטה בלבד (א) ובנוכחות נחושת גפרתית 25 מ"ג/ליטר (ב)



אחוז חנטה: אחוז החנטה בעצי "אור 1" נקבע בצד העץ הסמוך לשורת "מיכל" ביולי ובאוקטובר. אחוז החנטה ירד מ-10-15% ביולי ל-1-5% באוקטובר. בשני המועדים לא נמצאו הבדלים מובהקים באחוז החנטה בין הטיפולים לביקורת (איור 1).

איור 1: אחוז החנטה ב"אור 1" מצד העץ הסמוך לשורת "מיכל" לאחר טיפולי נחושת גפרתית (א) ו-1 Uniconazole (ב).

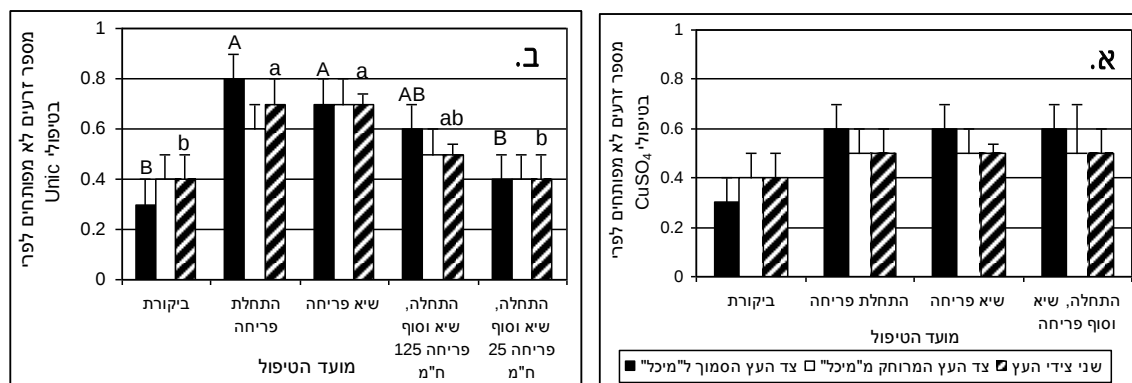


מספר זרעים בפר: מספר הזרעים הלא מפותחים (זרעים שטוחים, שכלל הנראה לא עברו הפריה, אך הם גדולים מספיק כדי להפריע באכילה), בצד העץ הסמוך לשורת "מיכל", בפירות מעצי הביקורת היה נמוך באופן מובהק מפירות מעצים שרוססו ב-Uniconazole בהתחלת הפריחה ובשיאה. תוצאה דומה התקבלה עבור ממוצע מספר הזרעים הלא מפותחים משני צידי העץ. מספר הזרעים הלא מפותחים, בצד העץ המרוחק משורת "מיכל", היה דומה בפירות מעצי הטיפולים ומעצי הביקורת. עבור העצים שטופלו בנחושת גפרתית לא התקבלו הבדלים מובהקים במספר הזרעים הלא מפותחים, בהשוואה לביקורת (איור 2).

מספר הזרעים הכללי בפרי נקבע מחיבור מספר הזרעים המפותחים ומספר הזרעים הלא מפותחים. בצד העץ הסמוך ל"מיכל" כל טיפולי הנחושת הגפרתית וה-Uniconazole העלו באופן מובהק את

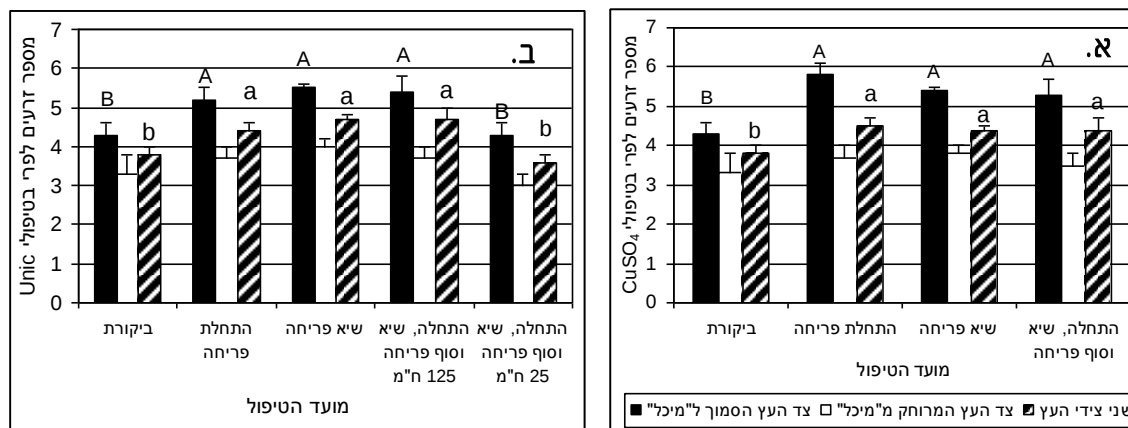
מספר הזרעים בפרי, מלבד הטיפול הריכוז הנמוך ביותר (25 ח"מ בהתחלה, שיא וסוף פריחה). תוצאה דומה התקבלה בחישוב ממוצע מספר הזרעים לפרי משני חלקי העץ (איור 3). בביקורת התפתחו כ-4 זרעים לפרי ובטיפולים כ-5 זרעים לפרי. עבור בכל אחד מהטיפולים מספר הזרעים הכללי בפירות מצד העץ הסמוך לשורת "מיכל" היה גבוה בהשוואה לפירות שהתפתחו בצד העץ המרוחק משורת ה"מיכל" (איור 3).

איור 2: מספר זרעים הלא מפותחים בפרי "אור 1" מצד העץ הסמוך לשורת "מיכל", המרוחק ממנה והממוצע ביניהם לאחר טיפולי נחושת גפרתית (א) ו-1 Uniconazole (ב).



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

איור 3: מספר זרעים הכללי בפרי "אור 1" מצד העץ הסמוך לשורת "מיכל", המרוחק ממנה והממוצע ביניהם לאחר טיפולי נחושת גפרתית (א) ו-1 Uniconazole (ב).

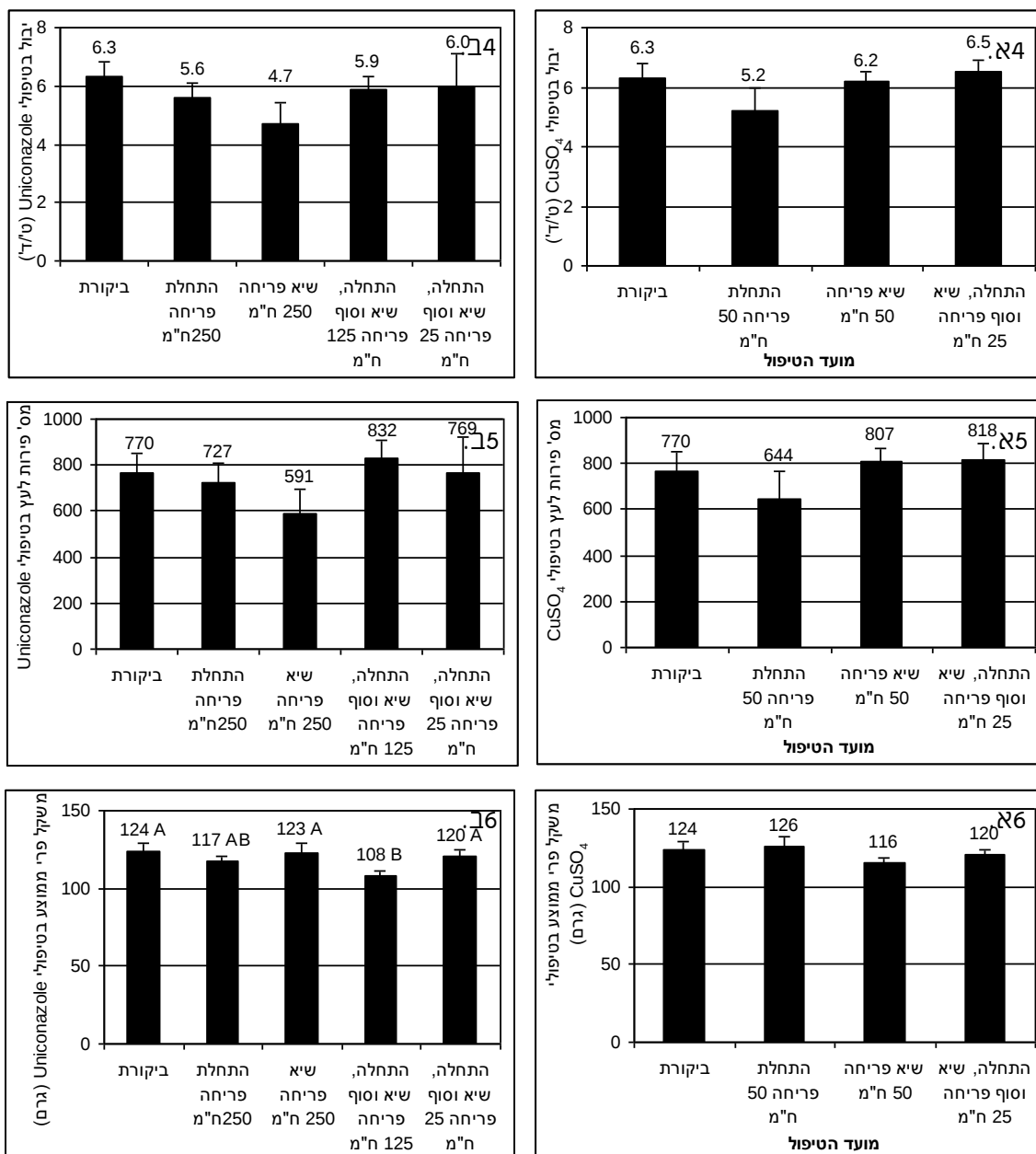


כאשר ערכים נבדלים זה מזה באופן מובהק ($p=0.05$) הם מלווים באותיות שונות מאותו סוג.

מדדי קטיף: נמצא יחס לינארי ישר בין מספר הפירות ליבול ($R^2=0.94$) עבור טיפולי הנחושת הגפרתית והביקורת ו- $R^2=0.92$ עבור טיפולי ה-Uniconazole (תוצאות לא מובאות). טיפולי הנחושת הגפרתית לא השפיעו על היבול, מספר הפירות וגודל הפרי הממוצע (איורים 4, 5 ו-6). טיפולי ה-Uniconazole לא השפיעו על היבול ומספר הפירות לעץ, אך משקל הפרי הממוצע בעצים שטופלו ב-125 ח"מ Uniconazole בהתחלה, שיא וסוף הפריחה היה נמוך באופן מובהק בהשוואה לביקורת.

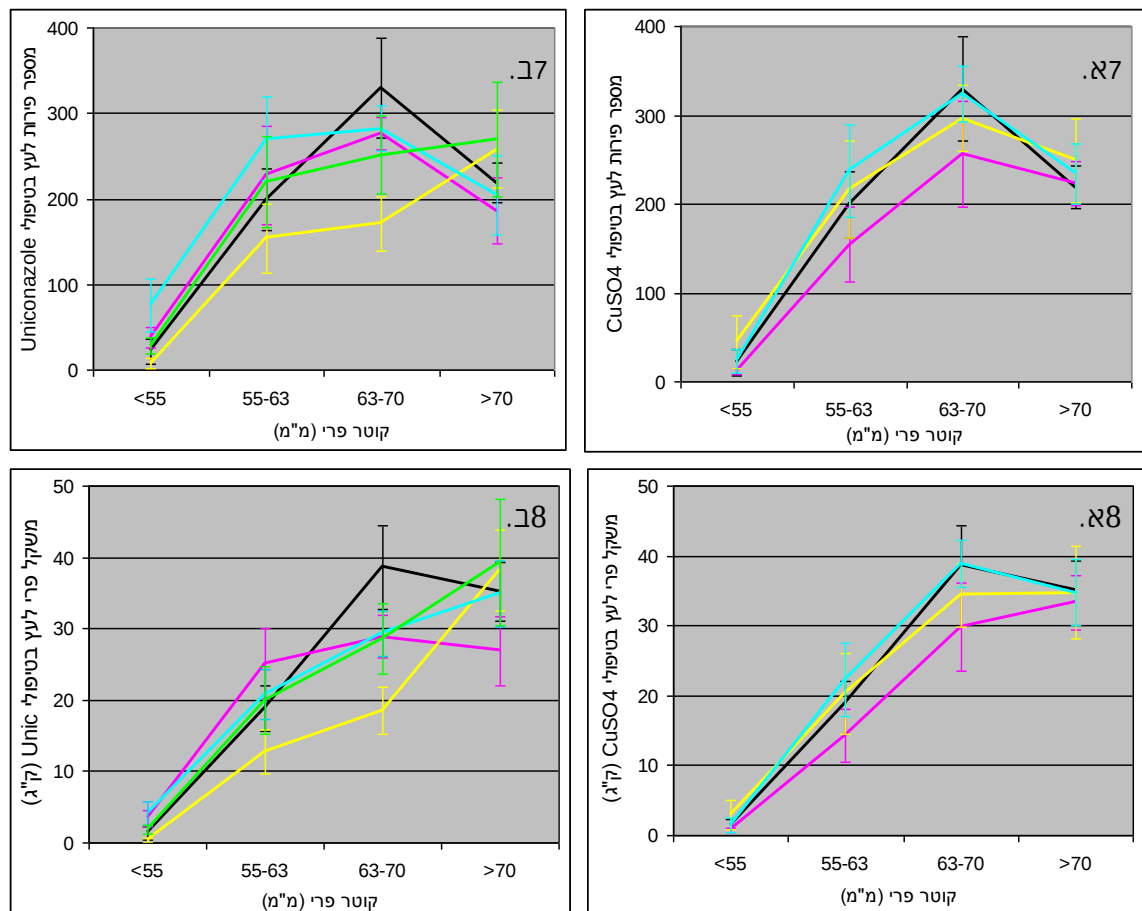
התפלגות גודל הפרי לפי משקל ולפי מספר פירות היתה דומה בין טיפולי הנחושת הגפרתית והביקורת (איורים 7א ו-8א). התפלגות גודל הפרי לפי מספר פירות בעצים שטופלו ב-Uniconazole נוטה לכיוון הפירות הקטנים בהשוואה לביקורת, אך ממצא זה איננו מובהק סטטיסטית (איורים 7ב ו-8ב). תוצאה מדוייקת וברורה יותר היתה מתקבלת אילו מויינו הפירות הגדולים (בקוטר גדול מ-70 מ"מ) גם לקוטר גדול מ-80 מ"מ. מדדי איכות הפרי בכל הטיפולים, שכללו אחוז המיץ, אחוז החומצה, אחוז הסוכר ויחס ההבשלה, היו דומים לאלו שהתקבלו בפירות מעצי הביקורת.

איורים 4, 5 ו-6: היבול (איור 4), מספר הפירות לעץ (איור 5) ומשקל פרי ממוצע (איור 6) בעצי "אור 1" לאחר טיפולי נחושת גפרתית (א) ו-Uniconazole (ב).



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

איורים 7 ו-8: התפלגות גודל הפרי לפי מספר הפירות (איור 7) ולפי משקל הפרי (איור 8) בעצי "אור 1" לאחר טיפולי נחושת גפרתית (א) ו-Uniconazole (ב).



מקרא טיפולי CuSO4 (א8): שחור-ביקורת; ורוד-התחלת פריחה 50 ח"מ; צהוב-שיא פריחה 50 ח"מ; תכלת-התחלה, שיא וסוף פריחה 25 ח"מ. מקרא טיפולי Uniconazole (ב8): שחור-ביקורת; ורוד-התחלת פריחה 250 ח"מ; צהוב-שיא פריחה 250 ח"מ; תכלת-התחלה, שיא וסוף פריחה 125 ח"מ; ירוק- התחלה, שיא וסוף פריחה 25 ח"מ.

דיון:

תצפיות משנים קודמות הראו שבפירות "אור 1" משורה הסמוכה למפרה קלמנטינה "מיכל" מתפתחים יותר זרעים, בהשוואה לפירות מפרדס ללא מפרה (3-5 לעומת 1-2 זרעים בפרי, בהתאמה), וכתוצאה מכך איכות הפרי נפגעת. הנחת הניסוי היא שריסוס במעכב נביטה של גרגרי אבקה והתארכות נחשוני הנביטה במהלך הפריחה תפחית את כמות הזרעים בפירות משורת "אור 1" הסמוכה לשורת "מיכל". בנוסף נלמדה בניסוי השפעתו של Uniconazole על התפתחות הזרעים בפרי. מתוצאות הניסוי עולה:

א) הנחושת הגפרתית עיכבה In-vitro את הנביטה ואת התארכות נחשוני הנביטה של אבקה מפרחי "מיכל". ריסוס חומר זה במהלך הפריחה העלה באופן מובהק את כמות הזרעים בפירות "אור 1" מעצים הנטועים בשורה הסמוכה לשורת "מיכל", בהשוואה לביקורת, מכ-4 לכ-5 זרעים לפרי, בהתאמה. תוצאה זו הינה בניגוד להנחת הניסוי. לא ברור מדוע ריסוס נחושת גפרתית בפריחה הפחית את מספר הזרעים בפירות מנדרינה מהזן 'Afourer' (Mesejo et al., 2006) והעלה את מספרם בפירות "אור 1" בניסוי זה.

ב) מספר הזרעים שהתפתחו בפירות בטיפול ב-Uniconazole, למעט עצים שרוססו בריכוז הנמוך ביותר (25 ח"מ) בהתחלה, שיא וסוף הפריחה, עלה באופן מובהק בהשוואה לביקורת (מכ-4 לכ-5 זרעים לפרי, בהתאמה). עליה מובהקת ודומה במספר הזרעים לפרי התקבלה גם לאחר ריסוס ב-125 ח"מ Uniconazole בהתחלה או בשיא הפריחה (תוצאות לא מובאות). *Talon et al.* (1992) השוו בין שני זני מנדרינות בעלי אי התאם עצמי הנבדלים זה מזה בכושר לפתח פירות ללא זרעים (פרטנוקרפיה). מתוצאותיהם עולה כי רמה גבוהה של ג'ברלין בשחלות חיונית ליצירת פירות פרטנוקרפיים. בהתאם לכך ייתכן וריסוס Uniconazole, הידוע כמעכב ייצור ג'ברלין, גרם בעקיפין להעלאת מספר הזרעים בפרי, כיוון שהפחית את כמות הג'ברלין בשחלות פרחי "אור 1" ואת יכולתם לחנוט ללא זרעים.

ג) העליה במספר הזרעים, כתוצאה מהריסוס ב-Uniconazole ובנחישת הגפרתית, לא השפיעה על החנטה, היבול ועל מספר הפירות לעץ, בהשוואה לעצי הביקורת. לא נמצא מתאם בין מספר הזרעים ליבול או למספר הפירות לעץ או לחנטה. ייתכן וב"אור 1" קיים מינימום של מספר זרעים, מעבר לו לא מתקבלת תרומה לפוריות. יחס לינארי ישר נמצא בין מספר הפירות ליבול עבור כל עצי הניסוי ($R^2=0.94$, תוצאות לא מובאות). זוהי תמיכה נוספת לכך שהטיפולים, שהשפיעו על מספר הזרעים בפרי, לא השפיעו על היבול. יש לציין שהקטנת מספר הזרעים בזן 'Afourer' בעזרת ריסוס נחושת גפרתית בפריחה גם היא לא השפיעה על היבול (*Mesejo et al., 2006*).

ד) נמצא יחס לינארי הפוך בין מספר הפירות לעץ לבין משקל הפרי הממוצע בכל עצי הניסוי ($R^2=0.59$, תוצאות לא מובאות). מכאן שההבדל במשקל הפרי הממוצע בין העצים שטופלו ב-125 ח"מ Uniconazole בהתחלה, שיא וסוף הפריחה לביקורת נובע ממספר פירות גדול ולא מהשפעת הטיפול.

ה) התפלגות גודל הפרי בעצים שטופלו ב-Uniconazole נוטה מעט לכיוון הפירות הקטנים בהשוואה לביקורת. לא נערך מיון מעבר לפרי בקוטר 70 מ"מ, למרות שחלק גדול מהפירות שייך לקבוצה זו. תוצאה ברורה יותר היתה מתקבלת לו היתה נערכת הפרדה בין הפירות בקוטר 70-80 מ"מ ואלו הגדולים מ-80 מ"מ.

בשנה הקרובה נחזור על הטיפולים בנחישת גפרתית וב-Uniconazole בשיא הפריחה בלבד, כדי לבסס את הממצאים המראים עליה במספר הזרעים כתוצאה מכך. בנוסף נרסס בג'ברלין במהלך הפריחה, בהנחה שהג'ברלין יגיע לשחלות ויעודד יצירת פירות ללא זרעים. חיזוק להנחה זו התקבל בתצפית בה התפתחו פחות זרעים לפרי בעצי "אור 1" הסמוכים לשורת "מיכל" שרוססו בסוף הפריחה עם 50 ח"מ ג'ברלין (טיפול מסחרי), בהשוואה לפירות מעצים שלא רוססו כלל (כ-3 וכ-4 זרעים לפרי, בהתאמה).

ספרות:

Mesejo C., Martinez-Fuentes, A., Reig C., Rivas F. and Agusti M. (2006) The inhibitory effect of CuSO_4 on Citrus pollen germination and pollen tube growth and its application for the production of seedless fruit. *Plant Sci.* 170: 37-43.

Rademacher, W. (2000) Growth retardants: effects on Gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Ann. Rev.* 51:501-531.

Talon M., Zacarias L. and Primo-Millo E. (1992) Gibberellins and parthenocarpic ability in developing ovaries of seedless mandarins. *Plant phisiol.* 99:1575-81.