

**שיפור ההאבקה וההפריה במטעי האגס של ישראל
ע"י תוספת דבורי בומבוס ואיתור מפרה מצטיין
לשיפור פוריות ולהגדלת פרי**

דו"ח לשנת 2007

**Increasing fertility and fruit size of 'Spadona'
and 'Coscia' pear by improving pollination and
fertilization with better pollinators (Bumble
bees) and pollenizers (new cultivars)**

קוד זיהוי : 596-0350-07

מוגש ע"י רפי שטרן, מרטין גולדווי, ענת זיסוביץ

תקציר :

האגס שייך למשפחת הוורדניים וקיימת בו, כמו בהרבה מיני וורדניים אחרים, תופעת אי התאם עצמי, שלא מאפשרת לו לחנוט פרי לאחר האבקה עצמית. כתוצאה מכך תלויים זני האגס באופן מוחלט בזנים מפרים ובפעילות חרקים מאביקים (דבורים). כאשר אין מפרה מתאים (אבקה זמינה וחיונית ובעלת התאם גנטי), או כאשר פעילות ההאבקה של הדבורים איננה מספקת, הפוריות המתקבלת נמוכה, והעצים אינם מממשים את מלוא פוטנציאל היבול. בעשור האחרון עומד היבול השנתי הארצי הממוצע על כ-1.5 טון/דונם בלבד מתוך פוטנציאל של 4-5 טון/דונם. כדי להתגבר על בעיה קשה זו של פוריות נמוכה החלטנו להתמקד בשלבי ההאבקה וההפריה שנראים לנו קריטיים במכלול התהליכים המביאים בסופו של דבר ליצירת פרי. מניסויי האבקה (יזנית ופתוחה) שערכנו עם שני הזנים המסחריים היחידים שקיימים היום במטעים (ספדונה וקוסציה) ועם שני המפרים המסחריים שלהם (ג'נטיל וספדוצינה) למדנו כי יש הבדלים משמעותיים בפוטנציאל ההפריה של הזנים השונים. כך למשל נמצא כי לזן ספדוצינה יש יתרון גדול כמפרה הן לספדונה והן לקוסציה, למרות שנמצא כבעל התאם גנטי חלקי בלבד עם שניהם. הצטיינותו כמפרה באה לידי ביטוי בעיקר בכושרו להגדיל את הפרי (מטקסניה?) על אף שלא הגדיל את מספר הזרעים. מאפיון גנטי שערכנו לכל ארבעת הזנים הנ"ל מצאנו שכל המפרים המסחריים של הספדונה והקוסציה הינם בעלי התאם גנטי חלקי בלבד איתם, ולכן פוטנציאל היבול שיכול להתקבל מאותם מפרים נמוך.

מטרות המחקר :

כדי להתגבר על בעיית ההתאם הגנטי החלקי, שמביא לפוריות נמוכה ולפרי קטן, בחרנו לפעול בשתי אסטרטגיות שונות במקביל: 1 – איתור מפרה בעל התאם גנטי מלא. 2 – הגדלת פעילות חרקים מאביקים לשיפור האבקה שתפצה על ההתאם החלקי. תוצאות השנה הראשונה:

1. איתור מפרה בעל התאם גנטי מלא : מבין כל זני האגס האירופי (*Pyrus communis*) שנבדקו עד כה במעבדה נמצא כי רק לזן לאוסן יש התאם גנטי מלא עם הספדונה (שני אללים שונים). בבחינת האבקה יזנית עם מפרים שונים נמצא שכל הזנים בעלי התאם גנטי מלא עם הספדונה (לאוסן = *P. communis*, אגס יפני = *P. pyrifolia*, ובטוליפוליה = *P. betulifolia*) העניקו שיעורי חנטה גבוהים יותר ומספר זרעים גדול יותר בפרי הספדונה בשוואה לכל המפרים האחרים שהינם רק חצי מתאימים.
2. שיפור ההאבקה הזרה בעזרת תוספת של דבורי בומבוס : בשנת 2007 היתה פעילות חלשה מאוד של דבורי דבש בכל המטעים. נצפו שתיים עד שלוש דבורים בלבד לעץ לדקה בהשוואה לשש עד שבע בשנים טובות. כתוצאה מכך התקבלו פירות עם מעט זרעים (3-2 לעומת 5-6 בד"כ), מה שהביא לפרי קטן יחסית. תוספת של דבורי בומבוס לא שיפרה את התוצאה, למרות שבניסוי הקדמי היה שיפור. הסיבה לכישלון ניסוי הבומבוסים נובע מחוסר פעילות עוד בכוורת. הבומבוסים כמעט ולא יצאו מהכוורת, ומספרם על העצים היה רק עשירית ממספרם בניסויים הקודמים: 0.2 לעומת 2.0 דבורי בומבוס/עץ/דקה. (בשנה הבאה נחזור על הניסוי לאחר בירור הסיבות לכישלון פעילות הבומבוסים בכוורת).

מבוא ותאור הבעיה:

רווחיות האגסים נמצאת בשנים האחרונות בירידה מתמדת עקב פוריות לקויה וגודל פרי קטן מדי. מניסויים שעשינו לאחרונה למדנו כי שתי הסיבות המרכזיות לכך הן: א – שיעורי האבקה זרה בלתי מספקים, שנובעים מאטרקטיביות נמוכה של פרחי האגס לדבורים. ב – תקלות שונות בתהליכי ההפריה, שנובעות מאי התאם גנטי חלקי בין הספדונה והקוסציה לבין המפרים המסחריים של כל אחד מהם. הצורך בהאבקה זרה הינו קריטי לנוכח העובדה שזני האגס הגדלים בארץ עקרים לעצמם, ועל כן זקוקים להאבקה זרה כדי לחנוט ולשאת פרי.

ממצאים קודמים בתפוח ובשזיף, שסובלים אף הם מבעיה דומה, הראו כי ניתן להעלות את היבולים בעשרות אחוזים ע"י העלאת שיעורי ההאבקה וההפריה באמצעות דבורים, וע"י מציאת מפרה מתאים לכל זן. יצאנו מההנחה כי גם באגס ניתן יהיה להעלות את היבולים מממוצע ארצי של 1.5 טון/ד' כיום לממוצע של כארבעה טון/ד'. כתוצאה מכך תוכפל הכנסת החקלאים, והתוספת לכלל הענף תגיע לעשרות מליוני ₪.

מטרת המחקר המוצע כאן היתה לבחון את ההיפותזה של העלאת היבולים וגודל הפרי דרך –

1. **הגדלת שיעורי ההאבקה הזרה** ע"י תיגבור דבורי דבש בדבורי בומבוס, שיפצו על ההתאם

הגנטי החלקי בין הספדונה והקוסציה לבין המפרים המסחריים שלהם.

2. **התאמת מפרה אופטימלי** לספדונה ולקוסציה ע"י אפיון גנטי של הזנים המפרים

החדשים, וע"י ניסויים בהאבקות ידניות.

הנחנו כי האבקה והפריה משופרות יביאו למספר רב יותר של זרעים בפרי, וכתוצאה מכך יתקבלו שיעורי חנטה ויבול גבוהים ופרי גדול.

מטרות המחקר:

שיפור היבולים וגודל הפרי באגסי ספדונה וקוסציה ע"י הגדלת שיעורי ההאבקה הזרה (בעזרת תוספת של דבורי בומבוס) וע"י איתור מפרה אופטימלי בעל התאם גנטי מלא עם כל אחד מהזנים.

I. שיפור ההאבקה ע"י תוספת של דבורי בומבוס (BB)

מבוא

בניסוי הקדמי שנעשה בשנים 2005 ו-2006 במטעי האגס של ראש פינה (גליל עליון) ולביא (גליל תחתון) נמצא כי תוספת של כוורות דבורי בומבוס (Bumble Bee = BB) ביחס של 1:1 (כוורת אחת לדונם) על רקע של דבורי דבש שהוכנסו למטעים בהצבה מדורגת של 1:4 (כוורת אחת ל-4 דונם) הביאה להגברת חנטה ולשיפור יבולים בשני זני האגס – ספדונה וקוסציה. נראה כי הסיבה העיקרית לשיפור החנטה נבע מכושרה של דבורת הבומבוס לפעול בטמפרטורה נמוכה מ-15 מעלות, שהיא סף הפעולה התחתון של דבורת הדבש. עם זאת ישנן ככל הנראה סיבות נוספות ליעילותה של ה-BB כמאבקה, כמו למשל חוסר תקשורת בין הפרטים שמונע העברת אינפורמציה על גידול אטרקטיבי יותר שנצמא בסמוך למטע האגס, וכן מספר גבוה מאוד של פרחים מבוקרים בהשוואה לדבורת הדבש (ב-2006 מצאנו כי ה-BB ביקרה ב-40 פרחים במוצע לדקה בהשוואה ל-10 פרחים בלבד שבוקרו ע"י דבורת הדבש). כמו כן נראה כי יעילות ההאבקה של ה-BB גבוהה יותר במפגש עם הפרח עקב גודלה הכפול מדבורת הדבש, מה שמאפשר מגע מצוין בין גופה הגדול שנושא את גרגרי האבקה הרבים לבין הצלקות שאמורות לקבל את האבקה. בשנת 2007 (שנת המחקר הראשונה של קרן המדען) ביקשנו להרחיב ולבסס את תוצאות הניסוי הראשוני במטעים נוספים המיצגים אזורי גידול שונים כמו דרום רמת הגולן והרי הגליל העליון.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך ב-4 מטעים המייצגים ארבעה אזורי גידול שונים:

1. מטע אורן שבראש פינה
2. מטע רמת מגשימים שבדרום רמת הגולן
3. מטע יונתן שבדרום רמת הגולן
4. מטע מלכיה שבהרי הגליל העליון

בכל מטע נבדק טיפול "BB" מול טיפול "ביקורת". ה"ביקורת" הכילה כוורות דבורי דבש בלבד שהוכנסו בדרג וביחס סופי של 1:4. טיפול ה"BB" הכיל בנוסף לדבורי הדבש שהוכנסו כנ"ל גם כוורות של BB שהוכנסו חד פעמית, בתחילת הפריחה, וביחס של 1:1 (כוורת לדונם). בשני מטעים ("אורן" ו"יונתן") נבחנו גם צפיפות נמוכה יותר של BB, כך שהיו שם בפועל 3 טיפולים: ביקורת, BB 1:1 (כוורת לדונם), ו-BB 2:1 (כוורת לשני דונם). המרחק בין טיפול לטיפול בכל מטע היה כ-300 עד 400 מ', כדי לא לאפשר ערבוב של אוכלוסיות דבורים מטיפולים שונים. (כוורת דבורי דבש מכילה כ-50 אלף פרטים לעומת כוורת BB שמכילה רק כ-100 פרטים).

המדדים שנבדקו

1. מס' דבורים לעץ – מעקב יומי אחר מספר הדבורים/עץ/דקה ומספר בומבוסים/עץ/דקה בכל אחד משני הטיפולים ובכל אחד מהמטעים, במטרה לעקוב אחר פעילות וגם לעמוד על יחסי גומלין אפשריים (שליליים או חיוביים) בין דבורי דבש לדבורי בומבוס.
2. מעקב חנטה – סומנו 2000 פרחים לטיפול (50 פרחים לענף X 4 ענפים לעץ X 10 עצים) בספדונה (בצד הפונה לקוסציה) ובקוסציה (בצד הפונה לספדונה). מעקב אחר החנטה הראשונית נערך כשלושה שבועות לאחר שיא הפריחה. חנטה סופית נבדקה לקראת הקטיפה.
3. יבול לעץ – נבדק באותם 10 עצים מסומנים.
4. גודל פרי ממוצע – מתוך מדגם של 100 פירות אקראיים לעץ X 10 עצים.
5. מספר זרעים לפרי – מתוך 20 פירות בגודל אחיד לעץ.

תוצאות

למרות תוצאות ראשוניות חיוביות שהתקבלו במטעי לביא וראש פינה בשנים 2005 ו-2006 (שטרן וחובי, 2006 עלון הנוטע 60 : 265-268), לא הצלחנו לחזור עליהן ב-2007. אם בשנים הראשונות היו לנו בממוצע כ-2.0 דבורי בומבוס/עץ/לדקה בטיפול ה-BB, שהביאו לשיפור ניכר בחנטה, ביבול ואף בגודל הפרי, הרי שב-2007 היו לנו בממוצע רק 0.2 דבורי בומבוס/עץ/לדקה בטיפול ה-BB, כלומר רק עשירית ממספרם הצפוי (טבלה 1). עם זאת יש לציין שבביקורת לא היתה אף לא דבורת BB אחת.

מספר נמוך זה של BB נצפה בכל אחד מארבעת המטעים שנבדקו, ולכל אורך עונת הפריחה. על אף מזג האוויר הקריר והחורפי שאופיין בעונות רבה עם טמפרטורות מקסימום מתחת ל-15 מעלות במחצית הראשונה של הפריחה : 13-22/3/07 (איור 1) ונתן יתרון פוטנציאלי לדבורי הבומבוס על פני דבורי הדבש שפעילותם היתה כצפוי נמוכה (בגלל ה"חורף"), כמעט ולא נראו דבורי בומבוס על העצים. תופעה משונה זו הובאה לידיעת מפעל BioBee שבשדה אליהו אשר מספק לנו את הכוורות כל שנה. בהתייעצות איתם, ועל סמך תצפיות שערכנו על תדירות כניסתן ויציאתן של דבורי הבומבוס מהכוורות, נראה שמשהו בכוורות עצמן לא היה תקין (בשנים קודמות זיהינו עשרות כניסות ויציאות לכוורת במהלך דקה, ואילו השנה זיהינו תנועת BB דלילה ביותר). עם זאת, למרות פעילות BB נמוכה מאוד על העצים ניתן לראות שצפיפות גבוהה יותר של כוורות BB הביאה להגדלה תואמת ומובהקת של מספר BB לעץ לדקה : הכפלת מספר הכוורות מיחס של 1 : 2 ליחס של 1 : 1 הכפילה את מספר ה-BB על העצים : מ-0.2 ל-0.4 ביונתן ומ-0.1 ל-0.2 בראש פינה (טבלה 1). מכאן ניתן להסיק שעל אף הפעילות הנמוכה שהיתה השנה, בכל זאת למדנו שעדיף להכניס כוורות בומבוס בצפיפות גבוהה של 1 : 1, ולא לרדת לצפיפות נמוכה יותר של 2 : 1 (לפחות עד שיוכח אחרת).

רק במטע אחד (ראש פינה) נצפו יותר דבורי דבש בטיפול הביקורת בהשוואה לשני טיפולי ה-BB, לכן לא ניתן להסיק מכאן שמעט דבורי ה-BB שהיו על העצים ידחקו את דבורי הדבש מהשטח).

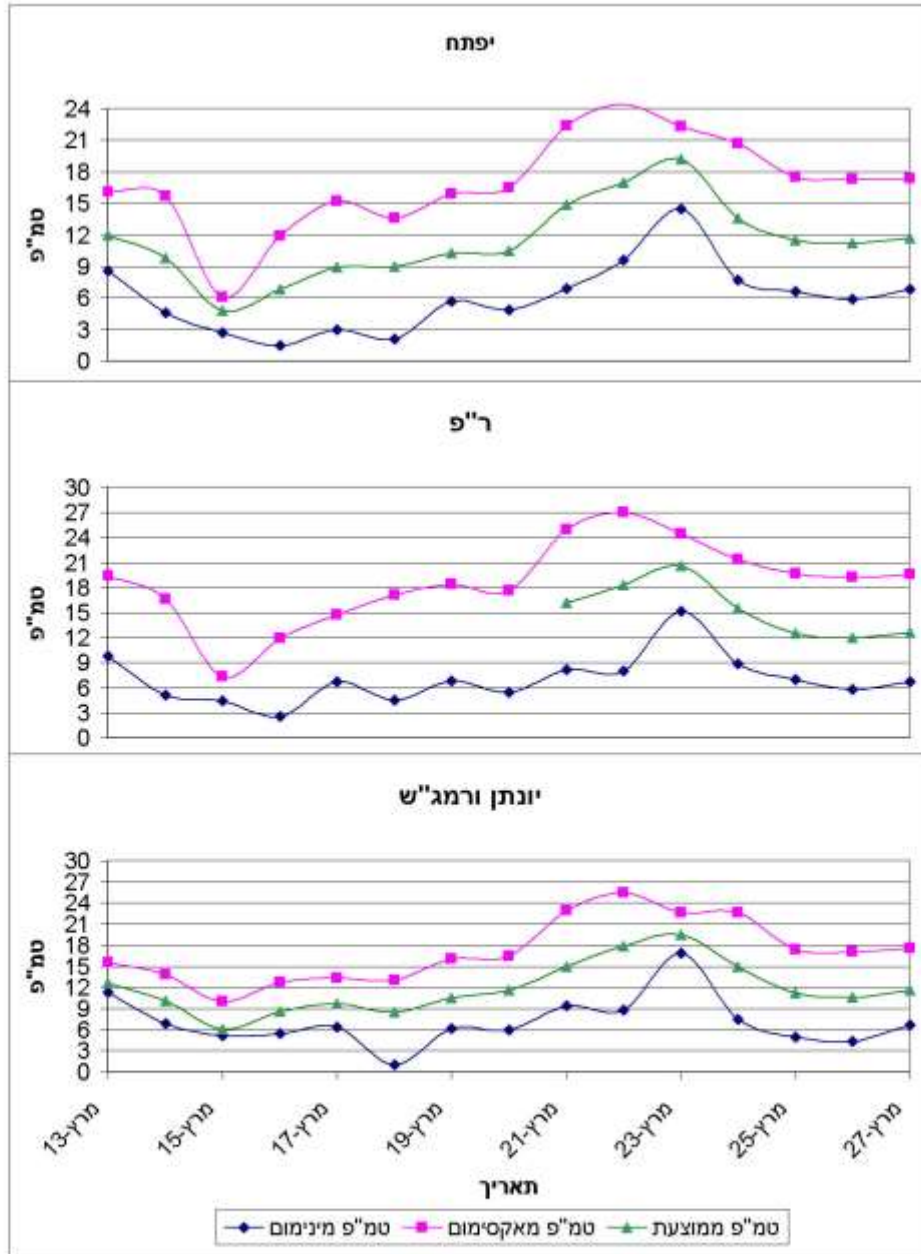
טבלה 1. מספר ממוצע של דבורי בומבוס לעץ ליום בשנת 2007.

ממוצע בומבוסים יומי	ממוצע דבורים יומי	טיפול	מטע
0.3 a	2.7 a	בומבוס 1:1	רמגי"ש
0.0 b	3.5 a	ביקורת	
0.3 a	2.3 a	בומבוס 1:1	יפתח
0.0 b	2.7 a	ביקורת	
0.4 a	2.1 b	בומבוס 1:1	יונתן
0.2 b	3.1 a	בומבוס 1:2	
0.0 c	2.3 b	ביקורת	
0.2 a	2.3 c	בומבוס 1:1	ראש פינה
0.1 b	2.9 b	בומבוס 1:2	
0.0 b	4.5 a	ביקורת	

תוצאות באותו הטור בכל מטע בנפרד, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק.

כתוצאה מפעילותם הנמוכה של ה-BB על העצים לא בא לידי ביטוי היתרון שלהם בשיפור האבקה וההפריה. ואכן, נראה מטבלאות 2+3 שאחוז החנטה הראשוני, כמו גם אחוז החנטה הסופי (בקטיף), היבול על העץ, גודל הפרי (משקל או קוטר) ומספר הזרעים שבפרי היו דומים בטיפולי ה-BB והביקורת בכל ארבעת המטעים ובשני הזנים – ספדונה וקוסציה.

איור 1. טמפרטורות מינימום-מקסימום והממוצע היומי במהלך הפריחה של האגסים (13-27/3/07) בכל אחד מארבעת המטעים שבניסוי: יפתח, ראש פינה, רמג"ש+יונתן.



טבלה 2. השפעת תוספת של דבורי בומבוס בשנת 2007 על היבול ותכונות הפרי בזן ספדונה.

זרעים/פרי (מס')	גודל פרי		יבול (ק"ג/עץ)	חנטה סופית (%)	חנטה ראשונית (%)	טיפול	מטע
	משקל (גרם)	קוטר (מ"מ)					
2.4 a	102 a	55 a	52 a	7.2 b	25.8 b	בומבוס 1:1	רמג"ש
2.0 a	101 a	53 b	53 a	10.7 a	40.2 a	ביקורת	
2.7 a	102 a	55 a	42 a	5.5 a	28.7 a	בומבוס 1:1	יפתח
3.3 a	95 b	54 a	45 a	6.7 a	27.2 a	ביקורת	
3.9 a	114 a	56 a	58 a	7.5 a	33.8 a	בומבוס 1:1	יונתן
4.0 a	104 a	55 a	62 a	6.7 a	37.2 a	בומבוס 1:2	
4.6 a	111 a	56 a	60 a	8.0 a	37.8 a	ביקורת	
3.2 a	95 a	53 a	56 a	16.4 a	56.2 a	בומבוס 1:1	ראש פינה
3.3 a	100 a	54 a	55 a	15.6 ab	53.1 ab	בומבוס 1:2	
4.2 a	100 a	54 a	47 a	11.4 b	49.4 b	ביקורת	

תוצאות באותו הטור בכל מטע בנפרד, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק.

טבלה 3. השפעת תוספת של דבורי בומבוס בשנת 2007 על היבול ותכונות הפרי בזן קוסציה.

זרעים/פרי (מס')	גודל פרי		יבול (ק"ג/עץ)	חנטה סופית (%)	חנטה ראשונית (%)	טיפול	מטע
	משקל (גרם)	קוטר (מ"מ)					
4.5 b	72 b	47 b	35 a	6.2 a	34.0 b	בומבוס 1:1	רמג"ש
5.4 a	90 a	50 a	35 a	6.6 a	43.6 a	ביקורת	
6.5 a	73 a	48 a	34 a	10.2 a	66.4 a	בומבוס 1:1	יפתח
6.9 a	69 a	47 a	36 a	11.2 a	64.6 a	ביקורת	
5.6 a	85 a	50 a	38 a	8.9 a	29.1 a	בומבוס 1:1	יונתן
6.6 a	77 b	48 b	35 a	10.7 a	34.6 a	בומבוס 1:2	
5.8 a	76 b	48 b	40 a	8.8 a	34.7 a	ביקורת	
5.6 a	58 a	44 a	43 a	12.8 a	49.8 ab	בומבוס 1:1	ראש פינה
5.3 a	63 a	45 a	41 a	10.1 a	43.2 b	בומבוס 1:2	
5.6 a	59 a	43 a	45 a	11.6 a	52.1 a	ביקורת	

תוצאות באותו הטור בכל מטע בנפרד, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק.

מעבר לטיפול ה-BB מול ביקורת ראוי לציין את מספר הזרעים הנמוך במיוחד שהיה השנה בספדונה בכל המטעים ובכל הטיפולים (טבלה 2). אם בשנים רגילות נע מספר הזרעים מארבע לשמונה (זיסוביץ, עבודת מוסמך 2004, וכן שטרן וחובי' עלון הנוטע 60 : 265-268, ועוד), הרי השנה התקבלו כשלושה זרעים בלבד לפרי. מספר כה נמוך של זרעים נובע מפעילות חלשה במיוחד של דבורי דבש : 2.3 דבורים/לעץ/לדקה בלבד (טבלה 1) לעומת 6-7 דבורים/עץ/דקה בשנים רגילות, וכן מפעילות נמוכה מאוד של דבורי בומבוס – כעשירית משנים קודמות. כתוצאה מפעילות מאביקים חלשה, שהביאה למספר זרעים נמוך בפרי, התקבל פרי קטן יחסית : קוטר ממוצע של 55 מ"מ בלבד לעומת קוטר ממוצע של 60 מ"מ ומעלה בספדונה בשנים רגילות. תופעה זו של מספר זרעים נמוך לאחר האבקה טבעית, בניגוד למספר הזרעים הגבוה (6-8) שהתקבל לאחר האבקה ידנית, כלומר בעודף אבקה (טבלה 5 בהמשך), מאששת את ההנחה שאחת המגבלות הקשות בקבלת יבול אגסים גבוה עם פרי גדול היא מיגבלת האבקה, ולכן יש צורך להמשיך ולבחון דרכים לשיפור פעילות החרקים המאביקים שיביאו לשידרוג שלב ההאבקה.

מצב החנטה והיבול בקוסציה לא היה שונה באופן משמעותי מהספדונה : גם כאן לא נראתה תרומה של דבורי ה-BB ליבול או לגודל הפרי (טבלה 3). עם זאת, מספר הזרעים הממוצע בפרי היה גבוה יחסית (6) ודומה בכל הטיפולים. מאחר וגם בביקורת התקבל מספר זרעים גבוה, למרות פעילות דבורים חלשה מאוד, נראה כי יתכן שיש בזן קוסציה פוטנציאל להפריה עצמית חלקית, בדומה לזן התפוח "זהוב". בכוונתנו לבחון נושא זה ביסודיות בהמשך העבודה. כמו כן, יתכן גם שמעבר לכושר ההפריה העצמית, שאולי יש בזן קוסציה, נראה שפעילות הדבורים (בכל הטיפולים) בזן קוסציה (משיא הפריחה שלה ב-24/3 והלאה) היתה גבוהה יותר מאשר בספדונה מסיבה אחת בלבד – טמפרטורות שהלכו ועלו ככל שהתקדמה העונה (הספדונה פרוחה מוקדם יותר עם טמפ' קרות מאוד, והקוסציה פרוחה מאוחר יותר עם טמפ' גבוהות יותר).

II. איתור מפרה אופטימלי לספדונה ולקוסציה

מבוא

דרך נוספת להגברת שיעורי ההפריה של הספדונה והקוסציה שתביא להעלאת יבולים היא ע"י איתור מפרה אופטימלי, שיהיה בעל התאם גנטי מלא עם כל אחד מהם. למפרה כזה יהיה פוטנציאל הפריה גבוה יותר מכל אחד מהמפרים המסחריים הקיימים היום במטעים (בתנאי כמובן שפריחתו חופפת את זו של הספדונה או הקוסציה), מכיוון שלכל המפרים המסחריים התאם גנטי חלקי בלבד עם הספדונה או הקוסציה (מה שאומר שרק 50% מגרגרי האבקה שכבר מגיעים לצלקת הפרח מסוגלים לנבוט לאורך עמוד העלי ולבצע את ההפריה).

בחירת המפרה האופטימלי צריכה להתבצע בשני שלבים :

1. אפיון אללי S ברמה המולקולרית
2. האבקה ידנית של ספדונה וקוסציה עם אותם מפרים

1. אפיון אללי S

אפיון ההתאמה הגנטית בין הזנים השונים מתבסס על איתור רצפי הגנים של S-RNase בכל זן. בעבודתנו עד כה הצלחנו לאפיין את אללי ה-S של כל הזנים המסחריים הקיימים היום במטעים (ספדונה, קוסציה, ג'נטיל וספדוצ'ינה) ואף חלק מהזנים החדשים (קסקד, פורל, סנסיישן, רוזמרי).

בעבודה חדשה זו המשכנו לאפיין את אללי ה-S של כל זני האגס שנמצאים באוספים השונים של מדינת ישראל, על מנת לבחון את מידת ההתאם הגנטי (מלא או חלקי) עם הספדונה או הקוסציה. סיכום ההתאם הגנטי בין כל הזנים השונים שנבדקו מופיע בטבלה 4. ניתן לראות כי לספדונה אכן יש בעיה חמורה עם המפרים שלה. מבין כל זני האגס האירופי (*Pyrus communis*) שנבדקו נמצא כי רק לזן לאוסן יש פוטנציאל הפריה גבוה, כיוון שהוא היחיד הנושא 2 אללי S שונים מהספדונה, כלומר, בעל התאם גנטי מלא עימה. לכל שאר הזנים המפרים יש אלל אחד משותף עם הספדונה, מה שאומר שהם רק חצי מתאימים. יתרון תיאורטי נוסף של הלאוסן – הוא חופף באופן מושלם את פריחת הספדונה (מעקב של 3 השנים האחרונות).

טבלה 4. מידת ההתאם הגנטי בין זני האגס האירופי השונים.

	Bon Rouge Sj Si	Coscia Sb Sk	Dr. Jill Guyot Sa Sj	Forelle Sj Sn	Gentile Si Sj	Lawson Sm So	Red Clapp Sd Sj	Spadona Sj Sk	Spadochina a Sk Si	Rosmarie Sj Sn	Kalle Sd Sj	Deibard premiere Sj So
Bon Rouge Sj Si	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Coscia Sb Sk	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dr. Jill Guyot Sa Sj	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Forelle Sj Sn	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●
Gentile Si Sj	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●
Lawson Sm So	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●
Red Clapp Sd Sj	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●
Spadona Sj Sk	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●
Spadochina Sk Si	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●
Rosmarie Sj Sn	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●
Kalle Sd Sj	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●
Deibard premiere Sj So	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○

Incompatibility ○ Semi compatibility ● Full compatibility ●

2. האבקה ידנית של ספדונה עם מפרים שונים

בנוסף לאפיון אללי S במעבדה, בקשנו לבחון את פוטנציאל ההפריה של הזנים החדשים באופן מעשי ע"י האבקה ידנית במטע. מאחר ואין נטיעות מסחריות של הזנים החדשים, יכולנו לבדוק זאת רק ע"י האבקות ידניות. הסיבה לבחינת פוטנציאל ההפריה ע"י האבקות ידניות נובעת מכך שההתאם הגנטי הוא לא חזות הכל, ולעתים יכול זן מסוים להיות מפרה מצטיין למרות שהוא בעל התאם גנטי חלקי בלבד, ולעתים גם להפך – זן בעל התאם גנטי מלא יכול להיות גרוע (הסיבות לכך רבות, ונובעות מהבדלים בחיוניות האבקה, עמידות נחשוני הנביטה לטמפרטורות קיצוניות, כמות גרגרי האבקה לפרח, אטרקטיביות של הפרח לדבורים ועוד).

חומרים ושיטות

הניסוי נערך במטע אגסים בוגר שבקיבוץ יפתח (הנטוע על כנת בטוליפוליה). מרחקי הנטיעה: 4.5 x 2.5 מ' (90 עצים/דונם). החלקה נטועה בגובה של כ-400 מ' מעל פני הים. בשנת הניסוי הראשונה (2007) נבחנו המפרים השונים על הזן ספדונה בלבד (בהמשך יבחנו זנים מפרים גם עבור קוסציה).

מהלך העבודה

לפני האנתזיס כויסו כל פרחי הספדונה המיועדים להאבקה זרה בעזרת רשת מתאימה. אבקת פרחים של כל הזנים החדשים הואבקה ידנית על צלקות פרחי הספדונה.

מבנה הניסוי

כל עץ ספדונה שימש בלוק, עליו הואבקו הזנים השונים. כל טיפול (מפרה) הואבק על כ-50 פרחים לעץ (1 ענף X 7 תפרחות לענף X 7 פרחים לתפרחת). סה"כ מספר הבלוקים (חזרות) = 10 (500 פרחים לטיפול).

המדדים שנבדקו

- אחוז חנטה ראשוני (כשלושה שבועות מפריחה)
- קוטר פרי (מ"מ)
- מס' זרעים ממוצע בפרי
- צורת הפרי (פרי רגולרי לעומת מעוות)

יש לציין שבעבודה הקדמית שעשינו ב-2005 וב-2006 וכן מתצפית שערכנו ב-2007 לא נתקלנו בכל בעיה להשיג פרחים מהזנים השונים שחפפו את פריחת הספדונה.

תוצאות

מס' זרעים

המדד הטיב ביותר של הצלחת תהליכי ההפריה מתבטא במספר הזרעים שנוצר בפרי. מעיון בטבלה 5 ניתן לראות כי כל הזנים המפריים שנמצאו על ידנו כבעלי התאם גנטי מלא עם הספדונה – "לאוסן" (היחיד ששייך לאגס האירופי = *Pyrus communis*), "בטוליפוליה (*P. betulifolia*) – והאגס היפני (*P. pyrifolia*) – יצרו 8 זרעים בספדונה שהופרתה על ידם, בהשוואה ל-5 עד 6 זרעים לפרי שהתקבל מהזנים המפריים האחרים (גינטיל, רד-דרוז, ספדוציינה, אגס סורי וקוסציה), שנמצאו על ידנו כחצי מתאימים עם הספדונה. יש לציין כי תופעה זו של מיעוט זרעים בפרי ממפריים חצי מתאימים הינה מפתיעה, כיוון שהפרחים הואבקו בעודף אבקה, ולכאורה היה צריך להיות כאן פיצוי על חוסר ההתאם המלא. יתכן וחוסר הפיצוי נובע מכך שהנחשונים מגרגרי האבקה הלא מתאימים תופסים את מקומם של הנחשונים מגרגרי האבקה המתאימים ברקמת ההובלה הצרה שבעמוד העלי, ולכן יש צורך קריטי במפרה בעל התאם גנטי מלא.

הזן "אגס 2" (דגן) הוא היחיד מבין הזנים החצי מתאימים שנתן קצת יותר זרעים מהמקבילים החצי מתאימים (7 לעומת 6). האם זה מעיד משהו על פוטנציאל ההפריה שלו? נחזור על הבדיקה ב-2008 על מנת לאשש או לשלול זאת.

האבקה עצמית של ספדונה על ספדונה נתנה רק 0.1 זרעים לפרי, מה שמעיד על אי התאם עצמי מוחלט, שמחייב שימוש במפרה זר. ההאבקה הטבעית נתנה אף היא רק זרע אחד לפרי, מה שמעיד על בעיית האבקה חמורה במטעים בכלל ובמטע ספציפי זה בפרט.

טבלה 5. מספר זרעים ממוצע לפרי ספדונה לאחר האבקה הפרחים עם מפרים שונים. מספר הזרעים לפרי הינו ממוצע מכל פירות הספדונה שנוצרו לאחר ההאבקה הידנית עם המפרה המתאים.

מס' זרעים	התאם גנטי עם ספדונה	זן
8.0 a	מלא	לאוסן
8.0 a	מלא	בטוליפוליה
7.9 a	מלא	אגס יפני
7.2 b	חלקי	אגס 2
6.1 c	חלקי	גינטיל
5.9 cd	חלקי	רד דרוז
5.8 cd	חלקי	ספדוציינה
5.7 cd	חלקי	אגס סורי
5.0 d	חלקי	קוסציה
1.0 e	-	האבקה טבעית
0.2 f	-	האבקה עצמית

אחוז חנטה

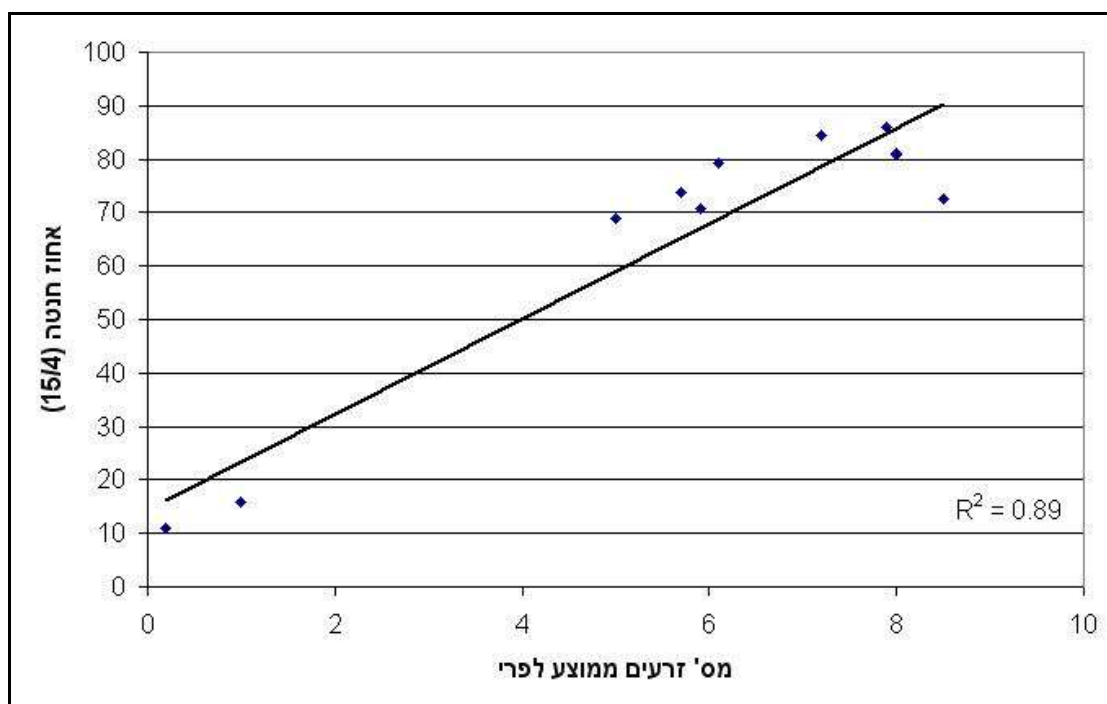
ביטוי נוסף להצלחת תהליכי ההפריה הידנית הינו אחוז החנטה, למרות שניתן לקבל חנט ואף פרי עם מספר זרעים נמוך יחסית של 3-4 בלבד. מעיון בטבלה 6 ניתן לראות שאחוזי החנטה שנבדקו כשלושה שבועות מהפריחה (15/4/07 = לפני "נשירת יוני") היו גבוהים יחסית בטיפולי המפרים המתאימים מלא (יפני, בטוליפוליה ולאוסן) בהשוואה למפרים החצי מתאימים (גינטיל, אגס סורי, ספדוציינה, רד-דרוז וקוסציה) (81-85% לעומת 65-76%, בהתאמה).
 שוב נמצא האגס 2 בשלב ביניים בין החצי מתאימים למתאימים באופן מלא עם 81% חנטה ראשונית. תוצאות אלה עומדות במתאם חיובי למספר הזרעים בפרי (איור 2). יש לציין שגם בתפוח סטרקינג ובשזיף יפני קיבלנו שיעורי חנטה ויבול גבוהים יותר לאחר האבקה עם מפרים בעלי התאם גנטי מלא בהשוואה לחצי מתאימים.
 בהאבקה הטבעית, ששמשה כביקורת לפוטנציאל החנטה בחלקה, התקבלו כמובן שיעורי חנטה נמוכים בהרבה (וסבירים עבור מטע רגיל) בהשוואה להאבקות הידניות (15.8% לעומת כ-70% בממוצע בהאבקות הידניות). כתוצאה מהאבקה הידנית בעודף, ומהעובדה שלא דיללנו את הפירות מאותם ענפים, התקבלו הרבה חנטים/פירות לענף (ממוצע של כ-10 פירות לענף = 20% חנטה סופית, לעומת רבע מזה בהאבקה טבעית), ולכן כל הפירות שהתקבלו היו קטנים במקצת (ממוצע של 55 מ"מ קוטר) וללא הבדל משמעותי ביניהם. אם היה הבדל בגודל הפרי הוא נבע בעיקר מעומס היבול (הפרי) על הענף: כך למשל האגס הסורי כמפרה נתן עומס יבול הכי גבוה (11 פירות לענף), ולכן קוטר הפרי שלו היה הקטן ביותר (49 מ"מ), ללא כל קשר למספר הזרעים.

ההשפעה של מספר הזרעים על גודל הפרי, כפי שאנו מכירים מניסיונו בעבר, לא באה כאן לידי ביטוי עקב עומס הפרי על הענפים.

טבלה 6. אחוז החנטה בזן ספדונה שנבדק 3 שבועות לאחר האבקת הפרחים עם אבקת מפריים שונים. קוטר הפרי הינו ממוצע של כל הפירות שנקטפו מהניסוי.

קוטר פרי (מ"מ)	אחוז חנטה 15/4	זן
55.4 a	86.1 a	אגס יפני
52.9 bcd	84.6 a	אגס 2
51.6 d	81.1 a	לאוסן
54.5 ab	80.8 a	בטוליפוליה
52.5 cd	79.2 a	גינטיל
49.4 e	73.7 a	אגס סורי
53.7 bc	72.6 a	ספדוציינה
54.4 ab	70.8 a	רד דרוז
51.2 d	69.0 a	קוסציה
51.4 d	15.8 b	האבקה טבעית
48.6 ef	11.0 b	האבקה עצמית

איור 2. המתאם בין מס' הזרעים לפרי לבין אחוז החנטה.



המסקנות המדעיות

הראנו כי אחת הבעיות הקשות בקבלת יבולים גבוהים ופרי גדול ואיכותי באגסי ספדונה נובעת ממגבלת האבקה, ובמיוחד כאשר כל המפריים הם רק חצי מתאימים. כתוצאה מכך יש מעט חנטה, שגורמת ליבול נמוך ומספר זרעים נמוך בפרי, שמביא לפרי קטן. שיפור ההאבקה הזרה הושג בעבר באופן חלקי ע"י הכנסה מדורגת של כוורות דבורי דבש, שהביאה להגברת פעילות הדבורים על העצים, להאבקה ולהפריה טובים יותר, שהגדילו במקצת את היבולים וגודל הפרי. עם זאת, התוצאות עדיין אינן משביעות רצון, וההוכחה לכך הן תוצאות 2007 בה קיבלנו מעט מאוד זרעים בפרי (2-3) למרות פריחה שופעת וחפיפה מצוינת עם הספדונה. תוספת כוורות דבורי הבומבוס שהיתה אמורה להגדיל עוד יותר את שיעורי ההאבקה, במיוחד באביב קר מאוד כפי שהיה השנה, לא הוכיחה את עצמה כמו בניסויים ההקדמיים מאחר והתגלתה בעיה בכוורות עצמן. בשנה הבאה נחזור על הניסוי לאחר איתור התקלות בכוורות ותיקונן. בנוסף לבעיית ההאבקה קיימת בעיה חמורה עם המפריים המסחריים של הספדונה: לכולם יש התאם גנטי חלקי איתה, מה שמפחית מאוד את פוטנציאל ההפריה גם כאשר מגיעה אבקה רבה לצלקת הספדונה. בעזרת ניסויי האבקה ידנית מצאנו שכאשר מאביקים ספדונה עם אבקת מפרה בעל התאם גנטי מלא (הזן "לאוסן") פוטנציאל החנטה עולה ומספר הזרעים בפרי עולה. לאור זאת נמשיך בניסויים לחפש עוד זנים בעלי התאם גנטי מלא.