

דוח לשנת 2008

**שיפור פוריות בשזיף היפני ובזני משמש חדשים
ע"י העלאת שיעורי ההאבקה וההפריה ואפיון
ההתאמה הגנטית בין הזנים השונים של כל מין**

Increasing yield of Japanese plum and apricot by
improving pollination and fertilization by determining
genetic fit between male and female varieties

ינואר 2009

תקציר

השזיף היפני וזני המשמש החדשים שייכים למשפחת הוורדיים וקיימת בהם, כמו בהרבה וורדניים אחרים, תופעת אי התאם עצמי. חלק ניכר מזני המשמש והשזיף היפני סובל מבעיה חמורה של פוריות לקויה. כתוצאה מכך, העצים אינם מממשים את מלוא פוטנציאל היבול ולכן הכנסות החקלאים בענפים אלו נמוכות. מבין הגורמים הרבים בעלי ההשפעה על יבולי מטעים, התאמה גנטית היא תנאי הכרחי להפריה טובה אבל פרמטרים נוספים כמו: התאמת מועדי הפריחה, חיוניות גרגרי אבקה וכן האבקה יעילה משפיעים אף הם על הפוריות. מתוך הניסיון שצברנו בהבנת מערכת ההאבקה וההפריה בתפוח, אגס ולאחרונה גם במספר זני שזיף, בקשנו לשפר תהליכים אלו ע"י אפיון התבנית הגנטית של אללי S ממנגנון אי ההתאם העצמי בכל זני השזיף המסחריים הקיימים, שעדיין לא סיימנו את אפיונם, ובכל זני המשמש החדשים. על ידי כך אנו מקווים להמליץ על התאמה טובה יותר בין זנים מופרים לזנים מפרים בכל מין.

שזיף: מסיכום הניסויים עד כה עולה כי יש הבדל גדול בפוריות בין מטעים המכילים זנים בעלי התאם גנטי מלא עם זן המטרה לבין מטעים בהם הזנים המפרים הם רק בעלי התאם גנטי חלקי

עם זן המטרה. בראשונים הפוריות גבוהה יותר ונדרש, ככל הנראה, מספר נמוך יחסית של דבורים לעץ בהשוואה לקבוצת המטעים השניה והעיקרית, בה הפוריות לקויה, ונדרשות כעשר דבורים לעץ לדקה בשיא הפריחה על מנת להגיע לפוריות סבירה. נמצא שכדי להגיע למספר אופטימלי זה של דבורים לעץ יש להציב את הכוורות ב"דירוג רב-פעמי", כלומר – אחת ליומיים-שלושה לאורך כל תקופת הפריחה. בשיטה זו ניתן להסתפק ברוב המקרים ביחס כוורות סופי של 1:4 בלבד, כלומר כוורת אחת לכל ארבעה דונם. צפיפות גבוהה יותר לא מוסיפה יכול (סיכום הממצאים מופיע בשני מאמרים (JHSB ו-MERJPSB) שפורסמו לאחרונה ונמצאים ברשימת הפרסומים המצורפת, מס' 3 ו-5 בהתאמה).

אפיון ההתאמה הגנטית בין כל זני השזיף השונים, שנבנה על סמך איתור אללי ה-S של כל זן הסתיים. נמצא מתאם גבוה מאוד בין טבלת ההתאם הגנטי של הזנים השונים לבין המציאות בשטח (סיכום הממצאים מופיע במאמרים שנמצאים ברשימת הפרסומים – מס' 1, 2, 4, 6, 7, 9).

משמש: התחלנו באיתור אללי S בכל אחד מהזנים. עד כה הצלחנו לאפיין את מרבית האללים של מספר זנים חדשים באופן מלא (2 אללים) או חלקי (אלל אחד) (מאמר מס' 9). בזן גולדריץ נמצאה בעיה חמורה של תקינות פרחים, אשר יכולה להסביר, לפחות באופן חלקי, את הפוריות הלקויה. נראה שעל אף איכותו הגבוהה של הגולדריץ אין להמליץ עליו להמשך נטיעה. בשנתיים האחרונות התחלנו לבחון את הסיבות לפוריות הלקויה של זן איכותי נוסף: 333 (Earlycot), הגדל באזור נמוך יותר של עמק החולה. נמצא שהבעיה העיקרית שלו היא התמיינות לקויה לפרחים (למרות שהפרחים שכבר נוצרים תקינים), וניתן לשפרה ע"י ריסוסי מגייק 1% כ-9 חודשים לפני הפריחה. כמו כן נמצא שהזן האיכותי 330 (Early Gold) יכול לשמש כמפרה מצוין שלו על אף שהוא בעל התאם גנטי חלקי בלבד עם ה-333. עם זאת, מאחר והשפעת המרחק מהמפרה על גובה היבול שמתקבל הינה כה קריטית בזנים שנבדקו (330 ו-333), יש להקפיד על נטיעת מפרים רבים שישולבו בתוך חלקות זן המטרה (כל שורה שניה או אף בתוך השורה). יש להמשיך באיתור זני משמש איכותיים בעלי התאם גנטי מלא עם 333, שכמובן חופפים את מועד פריחתו, על מנת לשפר עוד יותר את היבולים.

1. Sapir, G., Stern, R.A., Eisikowitch, D. and Goldway, M. (2004). Cloning of four new Japanese plum S-alleles and determination of the compatibility between cultivars by PCR analysis. *J. Hort. Sci. and Biotech.* 79: 223-227.
2. Goldway, M., Sapir, G. and Stern, R.A. 2007. Molecular Basis and Horticultural Application of the Gametophytic Self-incompatibility System in *Rosaceae* Tree Fruits. In: J. Janick (Ed.). *Plant Breeding Reviews*, Vol. 28 (chapter 7) John Wiley and Sons, Inc. Publishing, USA pp. 215-237.
3. Sapir, G., Goldway, M., Shafir, S. and Stern, R.A. 2007. Multiple introduction of honeybee colonies increases cross-pollination, fruit-set and yield of 'Black-Diamond' Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). *J. Hort. Sci. and Biotech.* 82: 590-596.
4. Sapir, G., Stern R.A., Shafir, S. and Goldway, M. 2007. SFBs of Japanese plum (*Prunus salicina*): Cloning seven alleles and determining their linkage to the S-RNase gene. *HortScience* 42: 1509-1512.
5. Stern, R.A., Sapir, G., Shafir, S., Dag, A. and Goldway, M. 2007. The appropriate management of honey bee colonies for pollination of *Rosaceae* fruit trees in warm climates – Invited review. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotech.* 1: 13-19.
6. Sapir, G., Stern R.A., Shafir, S. and Goldway, M. 2008. S-RNase based S-genotyping of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars and its implication on the assortment of cultivar couple in the orchards. *Scientia Hort.* 118: 8-13.
7. Sapir, G., Stern R.A., Shafir, S. and Goldway, M. 2008. Full compatibility is superior to semi-compatibility among Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) *Scientia Hort.* 116: 394-398.
8. Raz, A., Stern, R.A., Shafir, S., Bercovich, D. and Goldway, M. 2009. SFB-based S-haplotyping of apricot (*Prunus armeniaca*) with DHPLC. *J. Plant Breeding.* (in press)
9. Goldway, M., Sapir, G. Raz, A. and Stern, R.A. 2009. The Molecular Understanding of the S-RNase – Mediated Gametophytic Self-Incompatibility System and its Impact on the Cultivation of *Rosaceae* Fruit Trees. *Advances in Plant Physiology*, Vol. 10: (in press)

10. ספיר ג., שטרן ר., שניידר ד., זיסוביץ ע., מתיתיהו א., גולדווי מ., איזיקוביץ ד., גרינבלט י., אנטמן ש. (2002). שימוש בשיטות מולקולריות לאפיון התאמה גנטית בין זנים של שזיף יפני. עלון הנוטע 56 : 312-313.
11. ספיר ג., שטרן ר., שניידר ד., זיסוביץ ע., מתיתיהו א., גולדווי מ., איזיקוביץ ד., גרינבלט י., אנטמן ש. (2002). בעיות הפוריות בשזיף יפני 'רד-ביוט' נובעות מפעילות דבורים נמוכה. עלון הנוטע 56 : 314-315.
12. ספיר ג., גולדווי מ., גרינבלט י., שפיר ש., שטרן ר. (2005). שיפור פוריות השזיף ע"י הכפלת מספר הכוורות או הצבתן בדירוג, במטעים המכילים מפרה בעל התאם גנטי חלקי. עלון הנוטע 59 : 33-36.
13. ספיר ג., גולדווי מ., גרינבלט י., שפיר ש., שטרן ר. (2005). שיפור פוריות השזיף ע"י הכפלת מספר הכוורות או הצבתן בדירוג, במטעים המכילים מפרה בעל התאם גנטי מלא. עלון הנוטע 59 : 136-138.
14. רז א., גולדווי מ., שפיר ש., רובינשטיין מ., שטרן ר. (2008). חשיבות המפרה לשיפור פוריותו של זן המשמש המבכיר Early Cot. עלון הנוטע 62 : 152-155.
15. רז א., גולדווי מ., שפיר ש., אפלבאום ס., מאירי ע., שטרן ר. (2008). בעיות הפוריות של זן המשמש Goldrich. עלון הנוטע 62 : 156-159.
16. שטרן ר. (2008). הצבת כוורות מושכלת לשיפור פוריותם של עצי אגס, תפוח ושזיף. ילקוט המכורות, 48 : 66-70.

מבוא ותיאור הבעיה:

השזיף היפני (*Prunus salicina* Lind.) מהווה מקור הכנסה חשוב לחקלאים רבים. עם זאת רווחיותו בשנים האחרונות נמצאת בירידה מתמדת עקב פוריות לקוייה. אחד הגורמים לפוריות הנמוכה קשור ככל הנראה לשיעורי האבקה זרה נמוכים, כתוצאה מאטרקטיביות נמוכה לדבורים, או לתקלות שונות בתהליכי ההפרייה, הנובעות ממפרה לא מתאים גנטית. ממצאים הקדמיים שלנו בענפי התפוח והאגס, שסובלים אף הם מבעיה דומה, הראו כי ניתן להעלות את רמת היבולים בעשרות אחוזים בשיטה פשוטה וזולה ע"י העלאת שיעורי ההאבקה וההפרייה דרך הגברת פעילות הדבורים במטע וכן ע"י בחירת מפרה מתאים לכל זן. ממצאים ראשוניים שלנו במספר זנים חשובים של שזיף הצביעו על מגבלת האבקה חמורה במטעים, שנובעת מפעילות דבורים נמוכה על עצי השזיף, וכן על חוסר התאמה גנטית בין זני השזיף הנטועים במטעים. כתוצאה מכך היבולים המתקבלים נמוכים.

בזני המשמש (*Prunus armeniaca* L.) החדשים, הסובלים אף הם מפוריות לקויה, עדיין לא נחקרה התופעה. בשנים האחרונות, הצלחנו בעקבות מחקרנו, להעלות את רמת היבולים הארצית הממוצעת של השזיף מ-1 טון/ד' ל-1.2 טון/ד' (20%). לדעתנו, העלאת היבולים מממוצע ארצי של 1.2 טון לדונם ל-2 טון לדונם בזני השזיף השונים הינו יעד בר השגה. כתוצאה מכך תוכפל הכנסת החקלאי והתוספת לכלל הענף תגיע לעשרות מליוני שקלים. תוספת ההכנסה לכלל ענף-המשמש צנועה יותר, עקב היקפו המצומצם יותר של הענף.

המחקר המוצע כאן אמור לבחון את ההיפותזה של העלאת היבולים דרך שיפור ההאבקה וההפרייה הן ע"י אפיון גנטי של הזנים המאביקים הטובים ביותר עבור הזנים העיקריים, והן ע"י מניפולציות של כוורות שיגדילו את פעילות הדבורים על העצים.

מטרת העבודה הייתה להמשיך ולאפיין את אללי S של כל זני השזיף הקיימים, להתחיל באפיון אללי S של זני המשמש החדשים, וכן לבחון את ההיפותזה כי מגבלת אבקה-זרה במטעי מינים אלה, מהווה גורם מרכזי ליבולים נמוכים. המערכת הניסויית בחנה השפעת תוספת כוורות במטע או הצבתן בדירוג על מספר ביקורי הדבורים ושיעורי החנטה.

בידוד ואפיון אללי S של שזיף ומשמש

אפיון אללי S באמצעות PCR מתבסס על הכרת רצף ה-DNA של כל אלל ואלל. על בסיס ההבדלים בין רצפי האללים השונים ניתן לייצר עבורם תחלים יחודיים. באמצעות תחלים אלה ניתן לערוך אנליזה לאפיון האללים בזנים השונים. אללי ה-S של זני משמש ושזיף בודדו לראשונה במסגרת פרויקט זה. על פי עבודות בורדיים אחרים וסולניים צפוי שימצא דימיון בין אללי S של שזיף ואללי S שכבר אופיינו.

על פי המידע הקיים ניתן לזהות בקרב אללי S שונים רצפים שמורים ורצפים משתנים. הרצפים השמורים יכולים לשמש כאזור שעבורו נסנטז תחלים ל-PCR שבאמצעותם נבודד מיקטעים פנימיים מתוך רצפי אללי S של שזיפים.

במהלך המחקר ניקבע רצף המקטעים, ועל פיו ייצרנו תחלים יחודיים לכל אלל ואלל. תחלים ייחודיים אלה שמשו לאנליזה ולאפיון ספציפי של זני השזיף.

תוצאות יישום אנליזת אללי S לבדיקת התאמה בין זני שזיף ומשמש

האנליזה הספציפית של אללי S, מאפשרת אפיון אללים ישירות מ-DNA גנומי של כל זן נבדק. כך, ניתן למצוא אי התאמה אללית בין זנים, העלולה להוביל לתופעה של פחיתה ביבולים עקב מנגנון אי ההתאם העצמי. במהלך העבודה, בוצעה על פי בקשה של שה"ם אנליזה ספציפית לאללי S עבור זנים שונים של שזיף ומשמש.

שזיף: נמצא כי פרט לזנים וויקסון (W) ואוגדן (OG) כמפרים, במרבית צירופי הזנים אין התאמה גנטית מלאה, ועל כן במקרים אלה יש חשיבות רבה עוד יותר לחיזוק ושיפור ההאבקה ע"י הדבורים (טבלה 1). תוצאות ההתאמה הגנטית בין זנים שונים פורסמו בשלושה מאמרים שהופיעו ב-Scientia Hort ו-HortScience (Sapir et al., 2007, 2008) תחת הכותרת:

1. Sapir, G., Stern R.A., Shafir, S. and Goldway, M. 2008. S-RNase based S-genotyping of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars and its implication on the assortment of cultivar couple in the orchards. *Scientia Hort.* 118: 8-13.
2. Sapir, G., Stern R.A., Shafir, S. and Goldway, M. 2008. Full compatibility is superior to semi-compatibility among Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) *Scientia Hort.* 116: 394-398.
3. Sapir, G., Stern R.A., Shafir, S. and Goldway, M. 2007. SFBs of Japanese plum (*Prunus salicina*): Cloning seven alleles and determining their linkage to the S-RNase gene. *HortScience* 42: 1509-1512.

משמש: בשלב זה נמצא כי בדומה לשזיף חלק מזני המשמש המצויים במטעים אינם מתאימים גנטית זה לזה, או שמתאימים רק חלקית. מכאן שהרכב הזנים במטעים אינו מאפשר מיצוי מלא פוטנציאל ההפריה של הזן המפרה. כך למשל הזן פולינו, המשמש כמפרה לזן גולדריץ הבעייתי, נושא אלל אחד משותף לגולדריץ, ולכן ההתאמה ביניהם היא חלקית בלבד בהשוואה לזן סאן-

ג'אינט, הנושא שני אללים שונים מהזן גולדריץ, ולכן פוטנציאל ההפריה התיאורטי שלו טוב יותר (טבלה 2), בתנאי כמובן שהוא חופף את פריחת הגולדריץ (פירוט ההפריה בזן גולדריץ' מופיע בהמשך הדוח בסעיף "בחינת בעיות הפוריות של זן המשמש גולדריץ").

טבלה 1. התאם גנטי בין זני השזיף השונים (נכון לינואר 2009)

א. זני שזיף בעלי פריחה מוקדמת

שם עברי	סימון	אלל I	אלל II	הערות
511	511	B	E	
GF-29	29	E	H	
אוגדן	OG	G	F	
אמברה	AM	B	H	
אנג'לינו	AN	C	H	
בלו נייט	BN	B	H	
בלק ביוט	BB	B	H	עקר זיכרי
בלק ג'ם	BG	B	H	
בלק דיאמונד	BD	E	H	
גולף רוז		B	C	
דורדו	DR	B	E	
מטלי	ME	B	G	
ספרינג ביוט	SP	B		עקר זיכרי
פרמייר	PR		E	
רד ביוט	RB	A	B	עקר זיכרי
רויאל זי	RZ	C	E	
תומר (1009)	TO	B	E	

ב. זני שזיף בעלי פריחה בינונית (אמצעית)

שם עברי	סימון	אלל I	אלל II	הערות
K266-55	266	B	H	
אל דורדו	ED	B		
בטי אן	BT	H	E	
בלק אמבר	BA	B	C	
דולי	DO	A	E	
הרי פיקסטון	HP	B	K	
וויקסון	W	F	K	
לרודה	LA	B	C	
לטיציה	LT	F		
סנטה רוזה	SR	C	E	
פורצין	FO	B	C	
פלייבר סופרים	FS		E	
קווין אן	QA	B	H	
קווין רוזה	QR	C	H	
רד רוזה	RR	C	E	

ג. זני שזיף בעלי פריחה מאוחרת

הערות	אלל II	אלל I	סימון	שם עברי
	E		46	5GF46
	H	B	44	K-44
	H	E	55	105GD55
	H	E	AP	אוטום פרייד
	E	C	AG	אוטום ג'איינט
	F	B	EB	אמרלד ביוט
	E	C	JR	גיואנה רד
	H		GK	גולדן קינג
	H	B	HR	הירומי רד
	E	B	MO	מוריטה
	H	B	NU	נוביאנה
	E	K	NY	ניו יורקר
	H	K	SG	סן גולד
	H	B	FR	פראיר
	E	C	KE	קסלמן
	E	C	RD	רויאל דיאמונד
	E	C	RU	רויסאם

טבלה 2. התאם גנטי בין זני המשמש השונים (נכון ל- ינואר 2009)

התאם צפוי	אלל II	אלל I	זן
	S2	S1	גולדריץ'
עצמי	Sc	S1	פולינו
עצמי	Sc	S21	סן ג'איינט
עצמי	Sc	S2	רעננה
עצמי	Sc	S9	תרוג
	S8	S1	ארלי גולד 330
	S9	S1	ארלי קוט 333
	S13	S2	וורדי
	S21	S1	mas 955
	S21	S2	Cluta Gold
	Sc'	S2	Gabriel
עצמי	Sc	S4	ניצן
עצמי	Sc	S2	דסטון
עצמי	Sc		פז 310
עצמי	Sc	S20	חולה בלש 315
		S2	KB
	Sc'	S9	123
עצמי	Sc		אורית
	S13		סייב
	S21	S1	ריבל
	S9	S1	סקהה
עצמי	Sc	S1	פלסטין
עצמי	Sc	S2	MGM 322
	S21	S2	DM 13 147
עצמי	Sc	S20	223
עצמי	Sc	S20	327
	Sh*	S2	פיצקוט
עצמי	Sc		311
			פופי 312
עצמי	Sc		סן דרופ

הערות:

אלל C בא מהמילה Compatible כלומר – הזן בעל התאם עצמי
אלל C' דומה לאלל C, אך לא זהה, ולכן הזן איננו בעל התאם עצמי.

* אלל של שזיף

פעילות דבורים במטעים

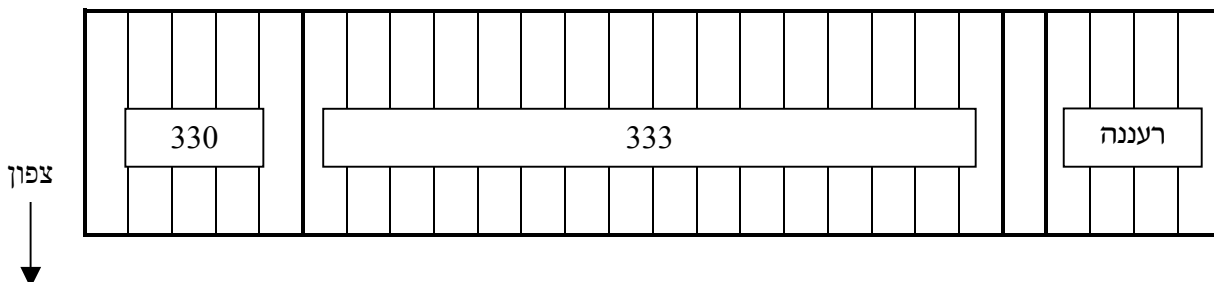
שזיף: בשנת הניסוי האחרונה של הצבת כוורות דבורי הדבש במטעים בחנו את האפשרות לדרג מספר רב של פעמים (4 הצבות בהפרש של יומיים שלושה בין אחת לשניה), אך תוך שמירה על יחס כוורות נמוך של 1:4 (כוורת אחת לארבעה דונם) לעומת 1:2 (כוורת אחת לשני דונם) כפי שעשינו בשנים קודמות (תאור מפורט של הניסוי מופיע במאמר שפורסם בג'ורנל האנגלי JHSB בשנת 2007 ומופיע כמס' 3 ברשימת הפירסומים שבתחילת הדוח). נמצא כי דרוג רב-פעמי וביחס כוורות נמוך (1:4 סופי) נתן את התוצאה הטובה ביותר של פעילות דבורים לעץ (איור 5 במאמר המצורף), שהביאה לשיעורי החנטה הגבוהים ביותר. מכאן שאין צורך בצפיפות כוורות גבוהה, אך לעומת זאת יש חשיבות עצומה לדירוג.

מסיכום כל 4 שנות הניסוי עולה כי ישנו מתאם חיובי ומובהק בין מספר הדבורים לעץ לאחוז החנטה (איור 6 במאמר המצורף). מכיוון שתמיד קיבלנו מתאם דומה בין אחוז החנטה ליבול – ניתן לסכם ולומר שכדי להגיע ליבולים טובים בשזיף יש לשאוף לכ-8 עד 10 דבורים לעץ לדקה בשיא הפריחה. ניתן להגיע למספר זה של דבורים ע"י הצבה מדורגת רב-פעמית.

משמש: ניסוי כוורות בוצע ב-2006 במטע המשמש של אורטל, בצפון רמת הגולן. המטע מורכב מהזן הלא פורה "גולדריץ" ומשני המפרים שלו – "פוליניז" ו"סאן-גאינט". חסרונו של המטע הוא בגודלו הקטן (אך זהו המטע המסחרי הגדול ביותר שקיים היום בארץ). ניסינו לבחון בו, למרות מגבלות הגודל, טיפול של הצבת כוורות מדורגת (חצי מהכוורות בתחילת פריחה ומחצית שניה בשיא פריחה) ביחס סופי של 1:4 לעומת הצבה רגילה (כל הכוורות מוכנסות בתחילת פריחה) ביחס סופי של 1:4. לצערנו, לא הצלחנו לקבל הבדל בין הטיפולים, כיוון שאוכלוסיות הדבורים משני הטיפולים התערבבו אלו באלו. במקביל נבחנה אטרקטיביות הפרח לדבורים ע"י בחינת כמות הצוף וריכוזו, ומספר הדבורים לעץ. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בכל המדדים בין הפוליניז הפורה לגולדריץ' הלא פורה, למרות שדווקא לגולדריץ' היתה כמות צוף גדולה יותר לפרח (ממוצע של 4-5 מיקרוגרם לפרח בהשוואה ל-1-2 בפוליניז ובסאן גיאנט).

הזן 333 – בשנת 2007 החלטנו להתמקד בזן איכותי נוסף של משמש: 333 (Early-cot), שסובל אף הוא מפוריות לקויה מאוד. איתרנו חלקה אחת בלבד באזור ראש פינה, שהיתה אמנם קטנה לניסוי של דבורים (צפיפויות שונות של כוורות או דירוג שונה של כוורות), אך מספיק גדולה לניסוי מפרים.

מבנה החלקה בראש פינה:

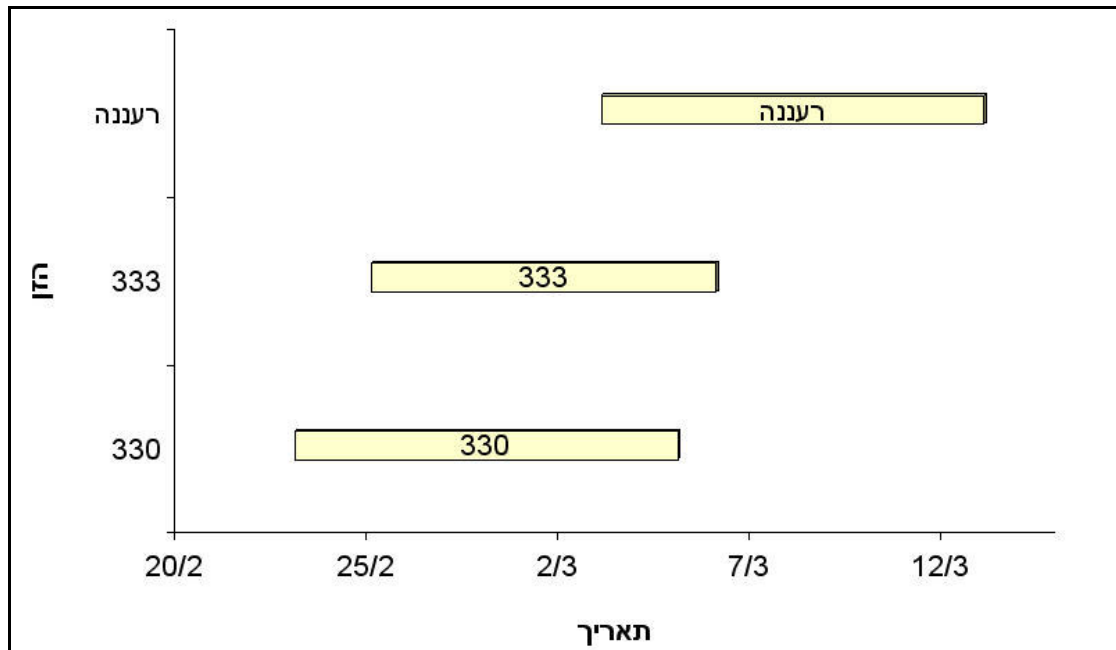


תוצאות 2007

פנולוגיה של הפריחה

הזנים 333 (Early cot) ו-330 (Early gold) נחשבים כזנים מקדימי פריחה, ואכן ניתן לראות מאיור 1 ששניהם הקדימו את פריחת הרעננה בכשבוע ימים. שניהם חפפו היטב אחד את השני, אך כאמור רק מעט עם הרעננה.

איור 1. מועדי הפריחה של שלושת זני המשמש במטע "מודי", ראש פינה 2007.



עוצמת הפריחה של הזן 333 היתה, כמו בכל שנה, נמוכה במיוחד, ועמדה על מאות בודדות של פרחים לעץ בהשוואה לאלפי פרחים ברעננה וב-330.

תקינות הפרחים

נדגמו 100 פרחים מכל אחד משני הזנים החדשים: 330 ו-333 (20 פרחים לעץ 5 X עצים לכל זן). הדגימה נעשתה בשיא הפריחה לבחינת התקינות המורפולוגית של הפרח – נוכחות שחלה ועמוד עלי (ראה סעיף חומרים ושיטות בנושא "בחינת בעיות הפוריות של גולדריץ" בהמשך). לא נמצאו הבדלים בין הזנים. בשניהם היתה תקינות גבוהה של 85% (330) או 88% (333), כך שההסבר לפוריות הנמוכה של ה-333 לא נובעת מתקינות נמוכה כמו בזן "גולדריץ" (שם היו רק 20% תקינים), אלא ככל הנראה מסיבות אחרות הקשורות לפריחה דלה (חוסר התמיינות?) ולבעיות האבקה והפריה.

אטרקטיביות הפרחים לדבורים, ראש פינה 2007

טבלה 3. טבלה מסכמת

מספר דבורים/עץ/דקה בשיא הפריחה		אחוז דבורים אוספות		ריכוז סוכרים בצוף (% כ.מ.מ.)	כמות צוף ממוצעת לפרח (μ l)	אחוז תקינות הפרחים	עוצמת פריחה (5-0)	הזן
1/3/07	28/2/07	צוף	אבקה					
4.1 a	9.2 a	5	95	12.6	11.1	85	5	330
2.3 b	2.2 b	10	90	8.2	11.2	88	1	333
*	*	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	מובהקות

פעילות הדבורים על העצים מושפעת בין השאר מעצמת הפריחה, מכמות הצוף המופרש ע"י הפרחים ומאיכותו. מעקב אחר נפח הצוף וריכוזו בזנים 330 ו-333 נערך פעמיים במהלך שיא הפריחה (28/2/07+2/3/07) בין השעות 9:00 ל-10:00 בבוקר (טבלה 3). הצוף נאסף ע"י מיקרופיפטות מפרחים פתוחים שהדבורה רואה עם תחילת עבודתה ("Standing crop"), וריכוז הסוכרים שבו נמדד בעזרת רפרקטומטר ידני. לא נמצאו הבדלים בכמות הצוף או בריכוז הסוכרים שבו בין הזנים. בשניהם נמדדו כמויות גבוהות מאוד של כ-11 מיקרוליטר לפרח, אך עם ריכוזי סוכר נמוכים מאוד של כ-10% בלבד. ריכוזי סוכר אלה הינם מתחת לסף כדאיות איסוף הצוף ע"י הדבורה, ולכן עיקר ביקורי הדבורים בפרחים היה לאיסוף אבקה (הדבורים היו כל הזמן עם צמידות גדולות של אבקה על רגליהן, ונמצא ש-90 עד 100 אחוז מהביקורים שלהן בפרחים אכן היו לאיסוף אבקה). "אוספות האבקה" בוורדניים יעילות יותר כמאביקות בהשוואה ל"אוספות צוף", כיוון שבאותו במגע טוב יותר עם הצלקות וגם נושאות על גופן אבקה טרחה יותר. יעילותן הגבוהה של אוספות האבקה מוצגת יפה בפרחי האגס המפרישים צוף באיכות ירודה (ריכוז סוכרים נמוך), מה שמביא לפעילות עיקרית של איסוף אבקה, ולכן להאבקה יעילה גם עם מספר נמוך יחסית של דבורים לעץ בהשוואה לתפוחים למשל.

למרות הדמיון באיכויות הצוף ובכושר המשיכה של הפרח הבודד התרכזה פעילות הדבורים על הזן 330 (9.2 דבורים/עץ/דקה בזן 330 לעומת 2.2 בלבד על הזן 333 בשיא פריחת הזנים), מאחר ועוצמת פריחתו הייתה גדולה עשרות מונים מפריחת ה-333 (הרעננה התחילה לפרוח רק לקראת סוף פריחת שני הזנים).

לסיכום פרק זה – ניתן לומר שנראה כי בעיית הפוריות של הזן 333 נובעת בעיקר ממיעוט הפרחים שיש על העצים (בעיית התמיינות) ולא מאיכות הפרח (אחוז תקינות, כמויות צוף וריכוז סוכרים). עוצמת פריחה נמוכה גורמת לחוסר אטרקטיביות, ובעיקר כאשר התגמול לדבורה (צוף ואבקה) אינו עולה על פרחי הזן השני.

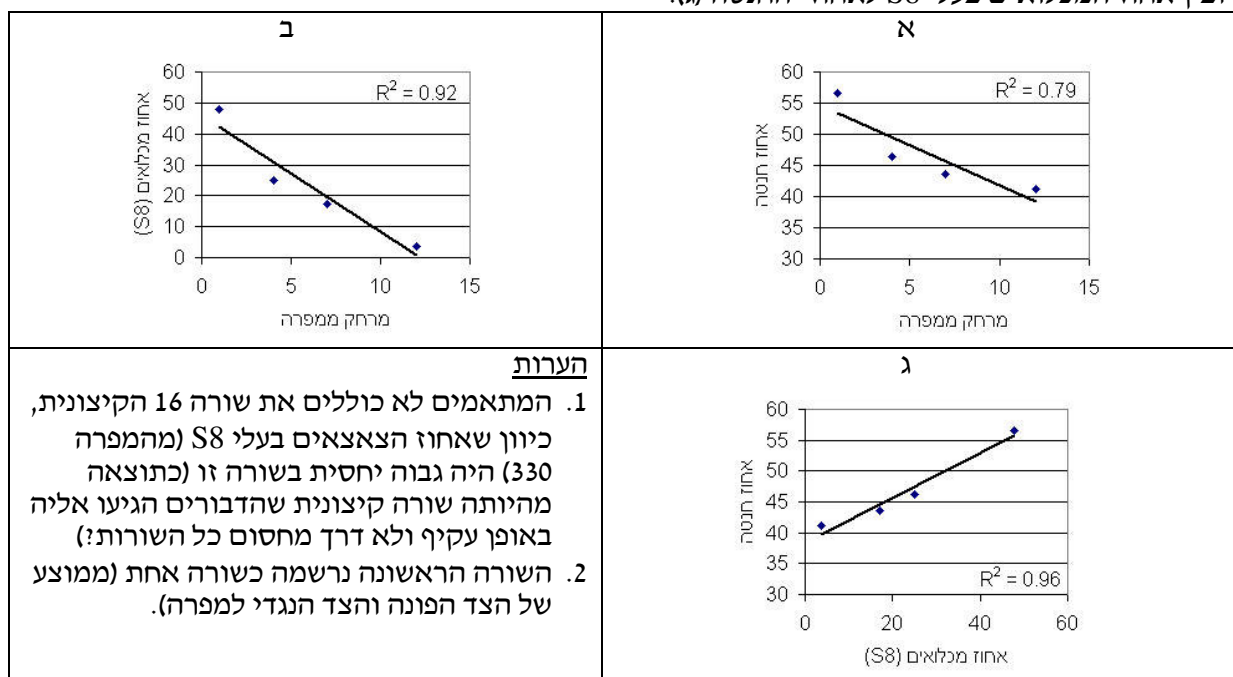
אחוז החנטה של הזן 333 נבדק 3 שבועות ו-4 שבועות מהפריחה (25/3/07, 5/4/07) במרחקים הולכים וגדלים מהמפרה 330. השורות שנבדקו היו: 1 (סמוכה למפרה), 4, 8, 12, 16. בכל אחת מהשורות סומנו במהלך הפריחה 600 פרחים (30 פרחים לענף 2 X ענפים לעץ 10 X עצים). מהתוצאות המוצגות באיורים 2+3 ניתן לראות את ההשפעה הדרמטית של המפרה (330) על שיעורי החנטה של הזן 333.

התקבל מתאם שלילי מובהק ($R^2=0.79$) בין המרחק מהמפרה ושיעורי החנטה. כלומר, ככל שהמרחק עלה שיעורי החנטה ירדו (איור 2א').

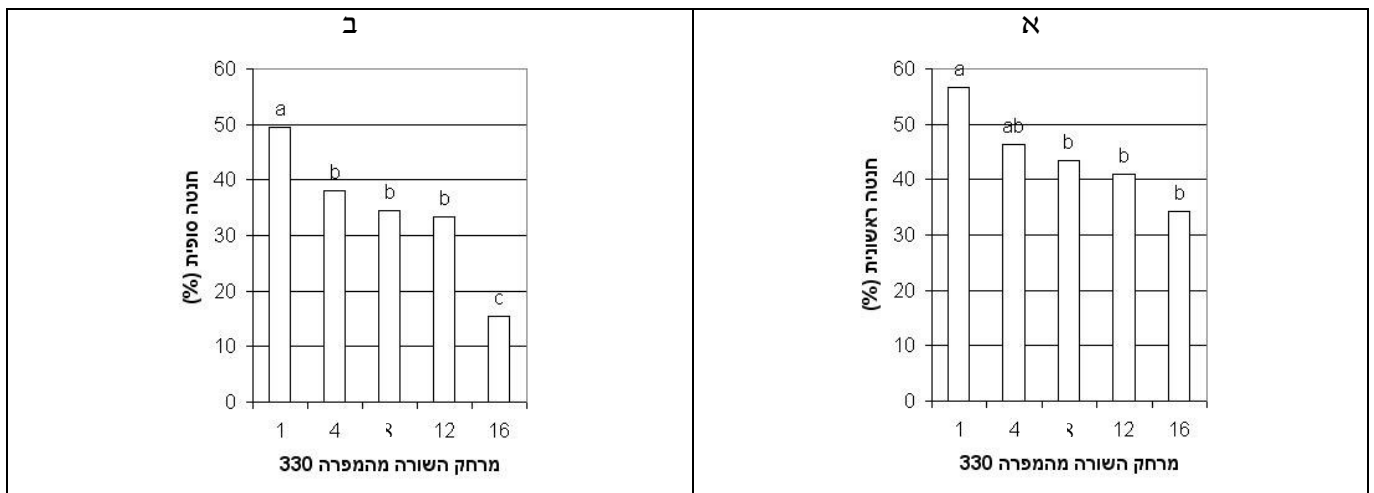
בחינת שיעור הצאצאים של הזן 333, שהופרו ע"י הזן 330 (מיכלואים המכילים את האלל S8)
 כדי לקבוע בוודאות את יעילות המפרה (330) יש לאפיין את ההורה הזכרי שהפרה את פרחי הזן 333. הבדיקה נעשתה ע"י אנאליזת DNA לזרעי הפירות.
 נמצא שבשורה הסמוכה למפרה (שורה 1), בצד הפונה למפרה, 60% מהצאצאים היו תוצרי הפריה של הזן 330 (איור 4), כלומר – הכילו את האלל S8 – (ראה טבלה 2 – התפלגות אללים של הזנים). לעומת זאת, באותה השורה אך בצד הנגדי למפרה – ירד שיעור הצאצאים תוצרי הזן 330 ל-36% בלבד (ירידה של כמעט 50%). בהמשך, ככל שהמרחק מהמפרה גדל, ירד שיעור צאצאי ה-330 עד שהגיע ל-3% בלבד בשורה 12 (בשורה 16 נראית שוב עלייה קלה ל-12%, אך היא נובעת מכך שלקצה החלקה מגיעות לעתים דבורים גם באופן ישיר מהמפרה – מעל לשורות או מצידי החלקה, ולא רק דרך כל השורות שבאמצע החלקה. סיפור דומה נמצא בעבר גם בליצי עם מספר דומה של שורות ומבנה דומה של חלקה). גרדיאנט שלילי זה של אחוז מכלואי S8 כתלות במרחק מהמפרה (איור 2ב) $(R^2=0.92^*)$, תואם בדיוק את הגרדיאנט השלילי של אחוז החנטה שהתקבל כתלות במרחק מהמפרה $(R^2=0.79^*)$, (איור 2א').

לסיכום ניתן לומר שככל שאחוז המכלואים בעלי האלל S8 היה גבוה יותר (עקב הקרבה הגדולה יותר למפרה 330) אחוז החנטה היה גבוה יותר (איור 2ג) $(R^2=0.96^*)$, מה שהוביל ליבול גבוה יותר (איור 5).

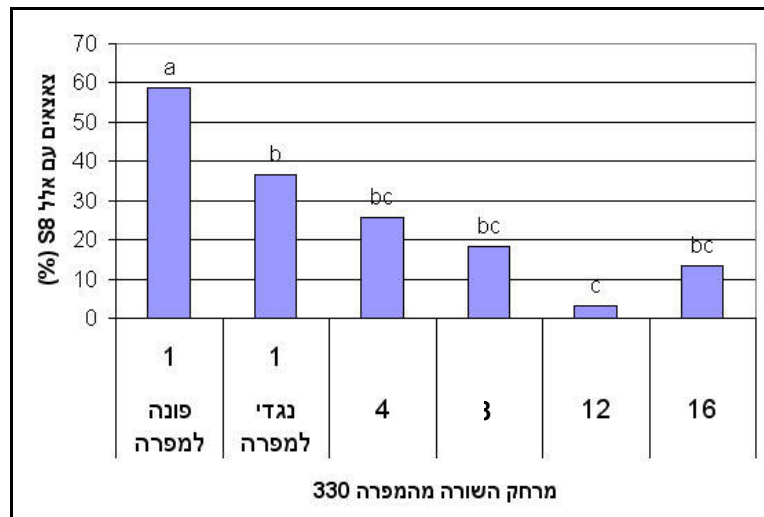
איור 2. היחסים שנמצאו בין המרחק מהמפרה לאחוזי החנטה (א) ולאחוז המכלואים בעלי S8 (ב) ובין אחוז המכלואים בעלי S8 לאחוזי החנטה (ג).



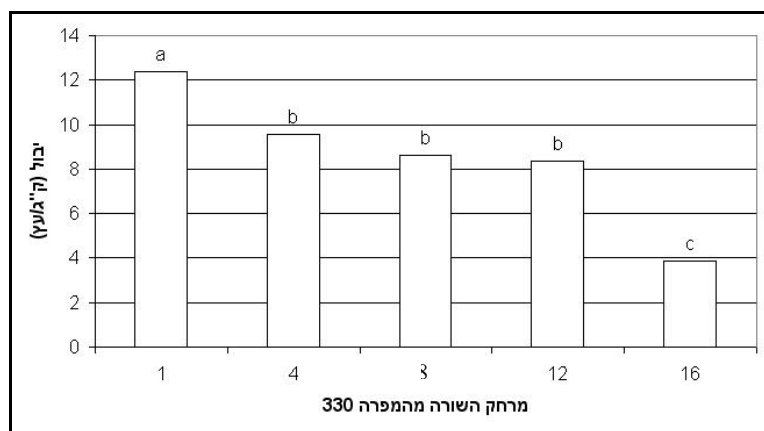
איור 3. אחוזי חנטה ראשונית (א) וסופית (ב) בזן 333, ראש פינה 2007.



איור 4. אחוזי צאצאי 333 בעלי אלל S8 (מהזן 330), ראש פינה 2007.



איור 5. יבול הזן 333, ראש פינה 2007.



תוצאות 2008

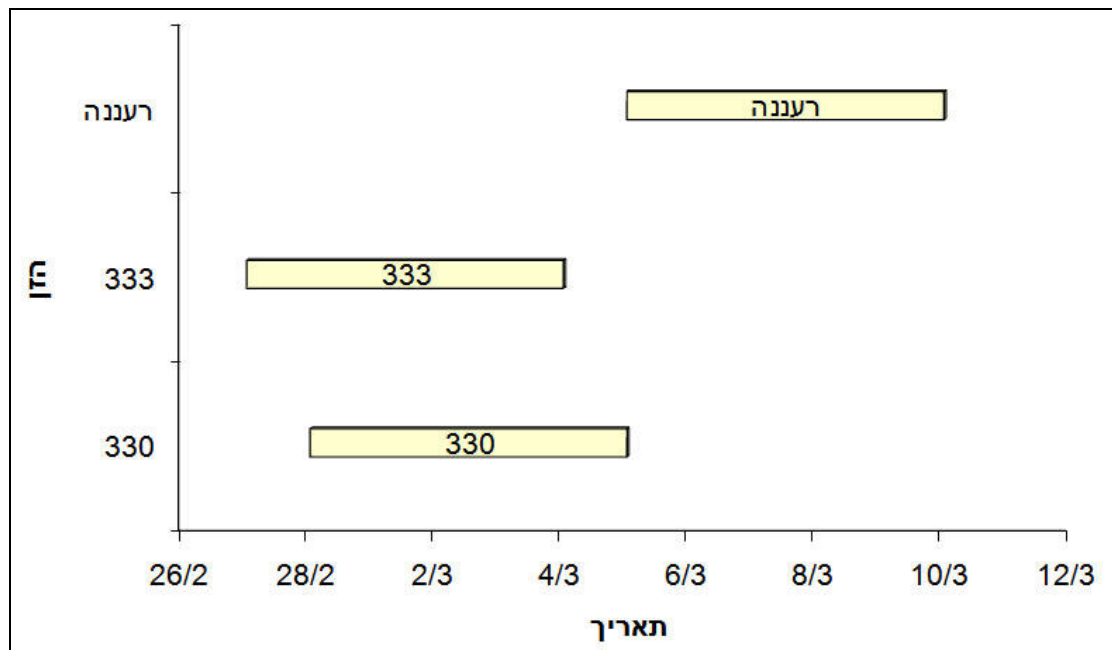
עוצמת פריחה

כדי להתגבר על הפריחה הדלה בזן 333, וע"י כך להעלות את פוטנציאל היבול, ריססנו את העצים בתחילת יוני במעכב סינתזת הגיברלין "מגייק" (1%). הרעיון היה לשפר את ההתמיינות לפריחה בשנה העוקבת ע"י הורדת ריכוז הגיברלינים בפקעים בתקופת התמיינותם. ואכן, שיפור הפריחה באביב 2008 היה דרמטי: מעוצמת פריחה נמוכה ביותר בעצי הביקורת (1.2 מתוך דירוג של 0-5 = מאות בודדות של פרחים) הגענו בעצים המטופלים לעוצמת פריחה גבוהה (4.1 = אלפי פרחים), שהיתה פחותה אך במעט מעצי הזן 330 (4.8) שפורחים כל שנה ללא בעיות מיוחדות, בדומה לרעננה. עוצמת הפריחה של כלל העצים בחלקה (מטופלים ולא מטופלים) דורגה כ-3 מתוך 5, כלומר הרבה יותר מב-2007 אך עדיין פחות, באופן משמעותי, מ-330 (טבלה 4).

פנולוגיה של הפריחה

תוצאה דומה לפנולוגיה ב-2007, כלומר – חפיפה טובה של 330 עם 333, כשהרעננה לא רלוונטית כלל להאבקת 333 (איור 6). מבין כל הזנים הנוספים שנבדקו נמצא כי רק הזנים 310 ('פיז') ו-311 חופפים במידה מסויימת את 333.

איור 6. מועדי הפריחה של שלושת זני המשמש במטע "מודי", ראש פינה 2008.



פעילות דבורים

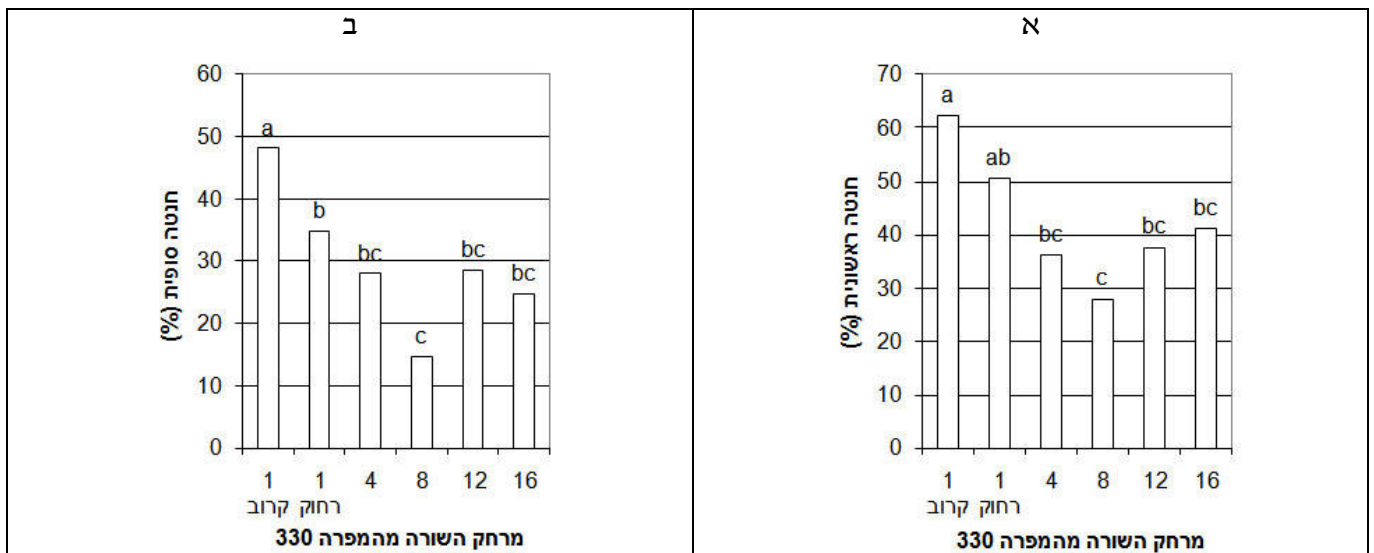
באופן כללי, תוצאות 2008 (טבלה 4) דומות לתוצאות שהתקבלו ב-2007 (טבלה 3). וההסברים שניתנו שם תקפים פחות או יותר גם כאן.

טבלה 4. טבלה מסכמת

מספר דבורים/עץ/דקה בשיא הפריחה 2/3/08	אחוז דבורים אוספות		ריכוז סוכרים בצוף (% כ.מ.מ.)	כמות צוף ממוצעת לפרח (μ l)	עוצמת פריחה (5-0)	הזן
	צוף	אבקה				
21.9	6	94	14.6	8.8	5	330
2.3	33	67	13.2	6.8	3	333
*	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*	מובהקות

אחוזי החנטה של הזן 333 נבדקו 3 ו-5 שבועות מהפריחה (20/3/08, 2/4/08) באותה השיטה ובאותם המרחקים מהמפרה כמו ב-2007. מהתוצאות המוצגות באיור 7 (א+ב) נראית שוב ההשפעה הדרמטית של המפרה (330) על שיעורי החנטה של 333: עד שורה 8 נראית ירידה בשיעורי החנטה ככל שהמרחק גדל. עם זאת במרחקים הגדולים יותר (שורות 12 ו-16) נבלמת מגמת הירידה המתמשכת.

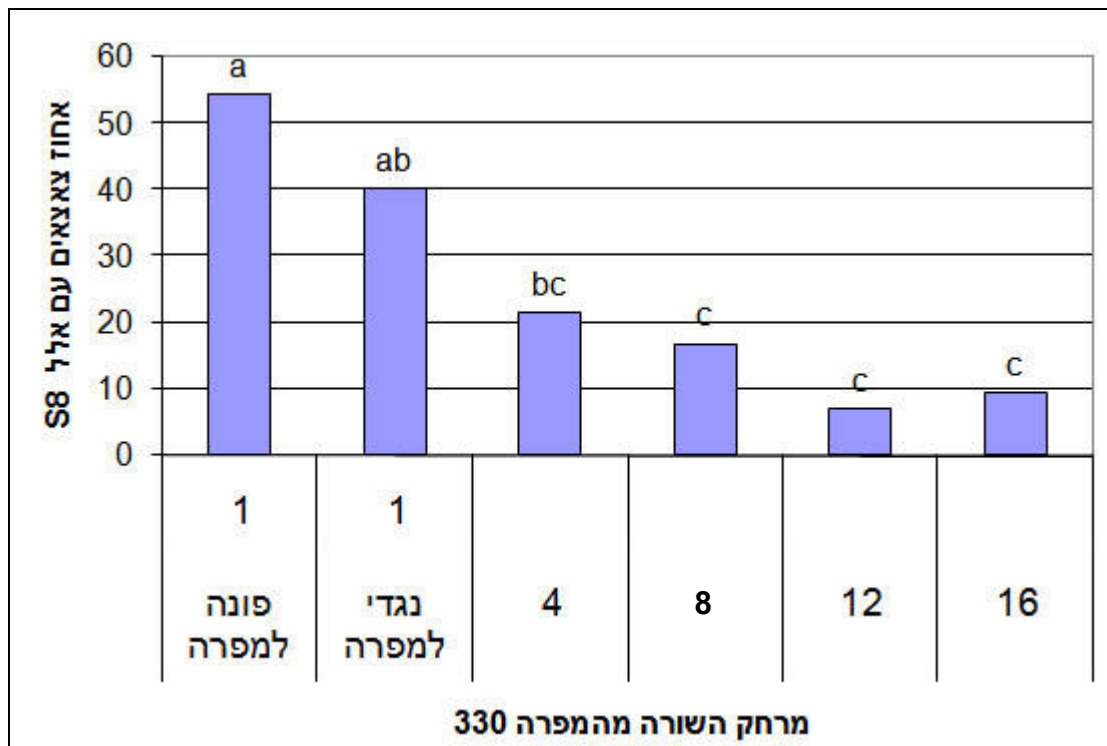
איור 7. אחוזי חנטה ראשונית (א) וסופית (ב) בזן 333, ראש פינה 2008.



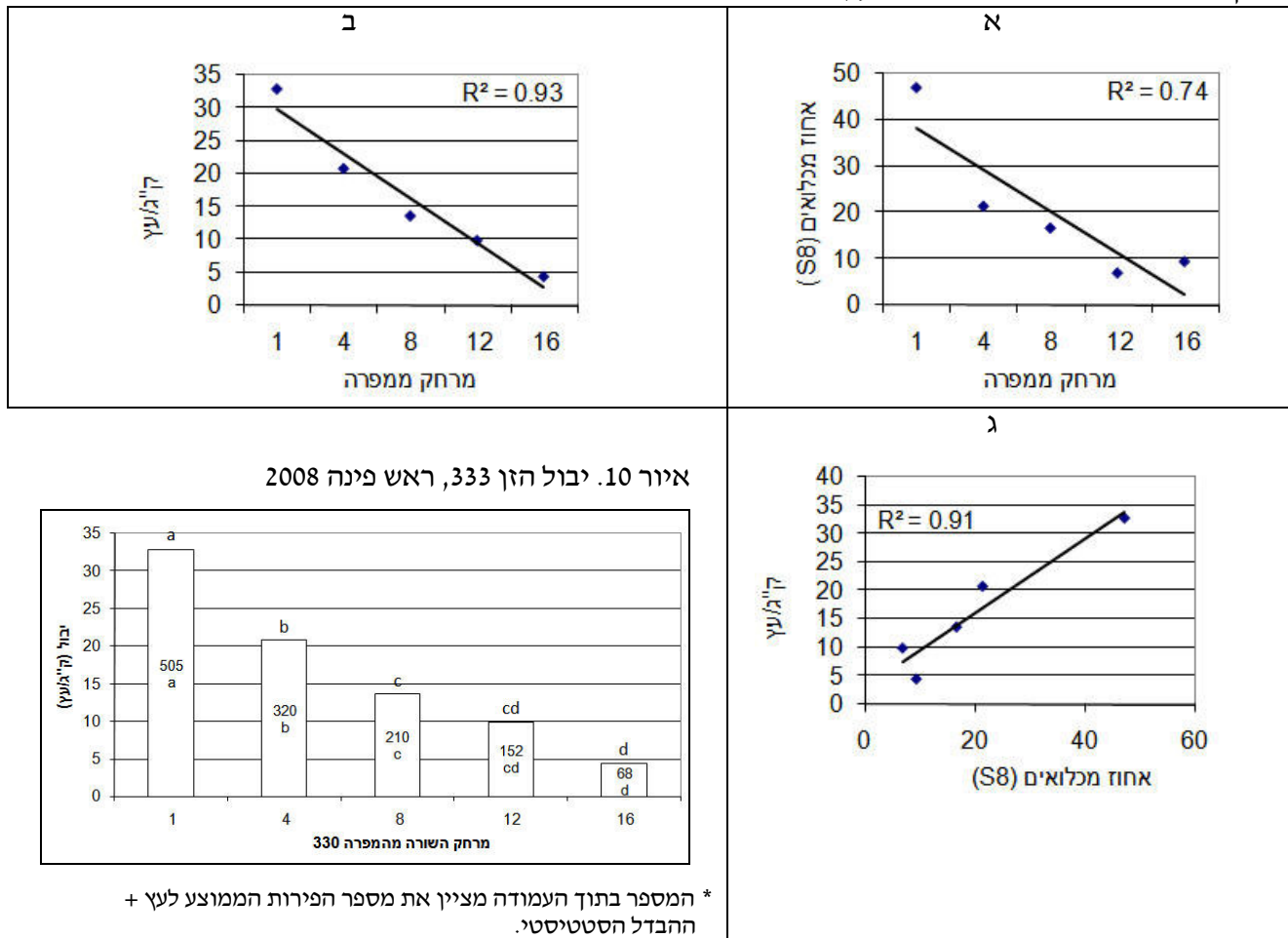
בחינת שיעור הצאצאים של הזן 333 שהופרו ע"י 330 (מכלואים המכילים את האלל S8). בדומה ל-2007 נמצא שבשורה הסמוכה למפרה (שורה 1), בצד הפונה למפרה, 54% מצאצאים היו תוצרי הפריה של הזן 330 (איור 8), כלומר הכילו את האלל S8. לעומת זאת באותה השורה, אך

בצד הנגדי למפרה, ירד שיעור תוצרי הזן 330 ל-40% בלבד (הפחתה של 25%). בהמשך, ככל שהמרחק מהמפרה גדל, ירד שיעור צאצאי ה-330 עד שהגיע לכ-10% בלבד בשורה 16 (הפחתה של כ-80%). גרדיאנט שלילי זה של אחוז מכלואי S8 כתלות במרחק מהמפרה (איור 9 א', $R^2=0.74$) תואם את הגרדיאנט השלילי של היבול שהתקבל כתלות במרחק מהמפרה (איור 9 ב', $R^2=0.93$ ואיור 10). מכאן ניתן לסכם ולומר שוב שעם עליית המרחק מהמפרה יורד שיעור המכלואים המכילים את האלל S8 של המפרה, מה שמביא לירידה בשיעורי החנטה והיבול.

איור 8. אחוז צאצאי 333 בעלי אלל S8 (מהזן 330), ראש פינה 2008.



איור 9. היחסים שנמצאו בין המרחק מהמפרה לאחוז המכלואים בעלי S8 (א) וליבול הכללי (ב), ובין אחוז המכלואים בעלי S8 ליבול (ג).



חיזוק להשפעת המרחק מהמפרה על גובה היבול התקבל מהזן 330, כאשר שימש כנקבה כלומר זן מופרה (טבלה 5). בשורה הסמוכה לזן 333 התקבל יבול גבוה של 32 ק"ג/עץ (500 פירות), ואילו בשורה הרביעית והאחרונה התקבל יבול של 22 ק"ג/עץ בלבד (328 פירות). גרדיאנט שלילי זה של יבולים כתלות במרחק מהמפרה זהה באופן מדויק לתוצאות שהתקבלו בזן 333 כנקבה. [מכאן ניתן גם ללמוד שהשורה הראשונה של הזן 333, שסמוכה ל-330, הגיעה ב-2008 למכסימום היבול האפשרי (לאחר טיפולי מגייק להגברת פריחה) בדומה ליבול המכסימלי שמתקבל בד"כ בזן 330, שידוע כזן פורה וללא טיפולי מגייק].

טבלה 5. השפעת המרחק של הזן המפרה (333) על יבול הזן המופרה (330) במטע ראש פינה, 2008.

תוספת (%)		יבול 330		מרחק ממפרה (מס' שורה)
מס' פירות	משקל	מס' פירות	ק"ג/עץ	
68%	45%	550 a	32 a	1 (סמוכה)
-	-	328 b	22 b	4 (רחוקה)

בחינת מפרים נוספים לזן 333 בעזרת האבקה ידנית

באביב 2008 נבחנו שני זנים נוספים (310, 311) כאופציה עתידית להפריית הזן 333. מאחר ואין לנו אף מטע שמכיל את הרכב הזנים הללו, ערכנו ניסוי של האבקה ידנית.

חומרים ושיטות

ניסוי ההאבקה נערך על הזן 333 במטע "מודי" שבראש פינה. נבדקו הזנים המפרים 330 (חצי מתאים גנטית), לעומת 311 ו-310 (מתאימים גנטית). בכל עץ, שהיווה בלוק (חזרה), הואבקו שתי תפרחות מכל טיפול (מפרה). סה"כ היו 8 חזרות (4 עצים X 2 תפרחות לעץ). מספר הפרחים שהואבקו בכל תפרחת נרשם, ואחוזי החנטה נבדקו כעבור חודש.

תוצאות

טבלה 6. תוצאות ההאבקה הידנית של הזן 333 עם מפרים שונים, ראש פינה 2008.

אחוז חנטה על תפרחות		טיפול	
פתוחות	מכויסות	התאם גנטי עם הזן 333	מפרה
31.0 b	29 b	מתאים	310
49.1 a	72 a	מתאים	311
52.7 a	66 a	חצי מתאים	330
26.3 b	-	-	האבקה טבעית

נמצא כי הזן 330, על אף היותו רק חצי מתאים ל-333, נתן תוצאה גבוהה של חנטה, בדומה ל-311 שהוא בעל התאם גנטי מלא עם הזן 333. מכאן שיש לו ככל הנראה יכולת הפרייה גבוהה במיוחד, למרות ההתאם החלקי שלו. יתרון נוסף של ה-330 הוא בחפיפת הפריחה המושלמת עם ה-333. לא ברור מדוע ה-310 חלש כמפרה, למרות היותו מתאים גנטית ל-333. האם איכות האבקה שלו חלשה? רמז בכיוון זה התקבל לאחר ניסוי האבקה נוסף שנערך באותה החלקה אך בצורה שונה. כל התפרחות שסומנו הואבקו ידנית באחד משלושת המפרים הנ"ל, אך ללא כיוס התפרחות, כלומר, על רקע של האבקה טבעית. גם בשיטה זו התקבל יתרון מובהק של המפרים 330 ו-311 בהשוואה ל-310 שנתן תוצאה דומה לביקורת (שהואבקה רק באופן טבעי). יש להמשיך ולבחון בעתיד עוד מפרה חצי מתאים, כדי לראות האם ה-330 הוא אכן מצטיין למרות ההתאם החלקי שלו.

תוצאות 2007 ו-2008 מלמדות שני דברים חשובים :

1. חשיבות המפרה

- א. מאחר והזן 333 אינו פורה לעצמו, יש צורך בהפרייה זרה ע"י זן אחר.
- ב. למרות שהזן 330 הוא רק חצי מתאים ל-333 (טבלה 2 – התאם גנטי) חפיפת הפריחה שלו עם הזן 333 מצוינת, ולכן הוא כה חשוב להפריה (אין הרבה זנים שחופפים את פריחתו המוקדמת מאוד של 333. יש לציין שפריחה כה מוקדמת הינה אחת מתכונותיו החשובות של זן עם פוטנציאל ייצוא).
- ג. המתאם החיובי בין שיעור צאצאי 333 שהופרו ע"י ההורה הזכרי 330 לבין אחוז החנטה שהתקבל ב-2007 באותם עצים (איור ג2, $R^2=0.96$) ובין שיעור הצאצאים כנ"ל לבין היבול שהתקבל ב-2008 ($R^2=0.91$) מוכיח את חשיבות המפרה הזר בכלל ואת חשיבות המפרה 330 בפרט (אם היו נוטעים את הזן המפרה 330 כל שורה שניה יש להניח שפוריות הזן 333 במטע היתה עולה עשרות מונים).

2. חשיבות הדבורים

מירידת שיעורי ההפריה כתלות במרחק מהמפרה ניתן ללמוד מחד על החשיבות הגדולה של הדבורים בהאבקה ובהפריה, אך מאידך על המרחק הקצר בלבד בו הן עובדות. בשורה הסמוכה למפרה הן עושות עבודה מצוינת, כיוון שמסוגלות לעבור משורה (מפרה) לשורה (מופרה), אך כבר בצד הנגדי של אותה שורה הסמוכה למפרה נראית ירידה דרמטית בצאצאי המפרה (ויש להניח שגם ירידה דומה בחנטה וביבול לו היינו בודקים). תופעה זו של ירידה דרמטית כל כך בפעילות הדבורים לאורך שורות החלקה בולטת מאוד על רקע של אטרקטיביות נמוכה של הזן 333 שנובעת מעוצמת פריחתו הנמוכה יחסית ל-330.

לסיכום בעיות הפוריות של הזן 333 ניתן לומר כי הבעיה העיקרית שלו היא קודם כל בהתמיינות בלתי מספקת לפרחים. איכות הפרחים (תקינות, כמות צוף, ריכוזי סוכר) אמנם גבוהה וטובה, אך מספר הפרחים הזעום לעץ לא מאפשר קבלת פירות רבים, וגם מפחית מאוד מאטרקטיביות העץ לדבורים. ריסוסי מגייק (1%) בתקופת ההתמיינות לפריחה (תחילת יוני) שיפרו באופן משמעותי את עוצמת הפריחה, והביאו לעליה מרשימה ביבול הכללי לעץ (2008 לעומת 2007).

בעיה נוספת של פוריות הזן 333 הינה הצורך במפרה זר כדי להתגבר על העקרות העצמית שלו. מפרה זה חייב להתאים מכל הבחינות (בעל התאם גנטי עם המופרה, חופף את פריחתו, ישמש כזן מסחרי ועוד). נמצא כי לזן האיכותי 330 יש אומנם התאם גנטי חלקי בלבד עם ה-333, אך פריחתו חופפת בצורה מושלמת את פריחת ה-333, ולכן פוטנציאל ההאבקה וההפריה שלו טובים יחסית. ואכן, ראינו שבשורה הסמוכה למפרה 330 התקבלו שיעורי חנטה גבוהים ויבול סביר שנבעו משיעור גבוה של הפריה עם ההורה הזכרי 330 (אחוז גבוה של צאצאים שהכילו את האלל S8 מהמפרה 330). עם זאת, ככל שהמרחק מהמפרה גדל, שיעור הצאצאים מ-330 הלך וירד, כמו גם שיעור החנטה והיבול הכללי. כדי לשפר עוד יותר את היבולים יש להמשיך לבחון מספר נושאים:

1. להתגבר על מגבלת ההאבקה ע"י שיפור פעילות הדבורים.
2. לבחון נטיעת מפרה כל שורה שניה או שלישית.
3. למצוא זן מפרה בעל התאם גנטי מלא שיחפוף את פריחת הזן 333

בחינת מפריס לזן 330 (Early gold)

זן איכותי נוסף של משמש שבדקנו היה הזן 330 (Early gold).

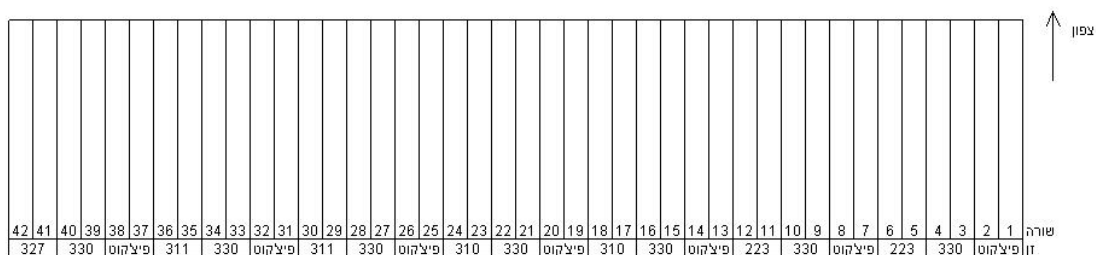
מטרת הבדיקה

למצוא את המפרה האופטימלי לאחר האבקה טבעית

חומרים ושיטות

הניסוי נערך במטע של כפר בלום, המורכב מזוגות שורות של 330, כשלידם כל פעם זוג שורות שונה של מפריס (איור 11).

איור 11. חלקה ב' במשמש, כפר בלום 2007.



במהלך הפריחה סומנו 1000 פרחי 330 לכל טיפול (100 פרחים לענף X 1 ענף X 10 עצים לטיפול) כאשר טיפול הוא המפרה הנבדק שפונה לזן 330. כחודש לאחר הפריחה נערך מעקב חנטה.

טבלה 7. תוצאות החנטה בכפר בלום, 2007.

הזן המפרה	אחוז חנטה
310	20.5 a
223	19.5 ab
327	16.4 ab
311	15.2 ab
פיצקוט	13.5 b
* רעננה	19.0

* הרעננה לא קיימת בחלקת הניסוי הנ"ל, אך נמצאת בחלקה סמוכה יחד עם הזן 330.

נמצאו הבדלים קלים בכושרם של הזנים השונים לשמש כמפריס ל-330. נראה שפרט לזן פיצקוט (אפרסקXמשמש) אין הבדל משמעותי או מובהק בין הזנים, ואי אפשר להצביע בשלב זה על זן מצטיין. אין בחלקה זו 333, אך תוצאות ההאבקה הטבעית שנבדקו ב-2008 בזן 330 הסמוך ל-333 במטע ראש פינה (ראה סעיף קודם) הראו שהזן 333 יכול לשמש כמפרה טוב ל-330 ולהביא ליבול מכסימלי כאשר נטוע בסמיכות (כ-23% חנטה וכ-30 ק"מ/עץ).

בחינת כושר ההפריה העצמית של זני המשמש החדשים

מטרת הניסוי

לבחון את פוטנציאל ההפריה העצמית של זני המשמש החדשים כדי לברר בשלב ראשון האם צריכים בכלל מפריים, ובשלב השני לאתר זן מפרה מתאים לכל זן.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך במטעי מרום גולן וכפר בלום בשנת 2008. במהלך הפריחה כויסו ענפים לקראת פריחה מכל זן (ענף אחד לעץ X 10 עצים) מספר הפרחים בכל תפרחת נרשם, וכעבור חודש נבדק שיעור החנטה.

תוצאות

טבלה 8. פוטנציאל ההאבקה העצמית של זנים שונים לאחר כיוסם לקראת הפריחה. שיעור החנטה נבדק כעבור חודש מהפריחה.

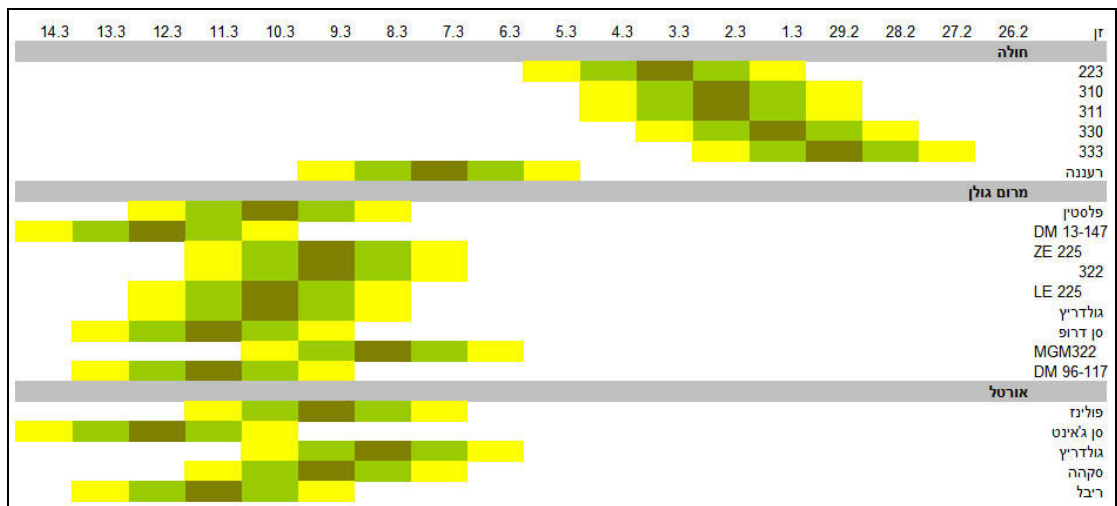
זן	% חנטה
MGM 322	28.0 b
פלסטין	23.9 b
223	40.0 a
311	26.7 b
DM 13-147	1.9 c
310	6.9 c
סאן דרופ	1.8 c

תוצאות ההאבקה העצמית מצביעות באופן ברור על זנים שהם באופן וודאי עקרים לעצמם, כמו ה-DM 13-147 והסאן דרופ, כאלו שיש להם אולי פוטנציאל כלשהו של האבקה עצמית (הזן 310), וכאלו שהם לכל הדעות בעלי יכולת האבקה עצמית טובה, ולא זקוקים למפרה (MGM 322, 311, פלסטין, 223). יש להמשיך ולבחון את פוטנציאל ההפריה של כל הזנים החדשים, ולמצוא להם מפרה מתאים.

חפיפת הפריחה של הזנים הנ"ל

מנתוני חפיפת הפריחה עולה שפרט לרעננה בראש פינה (עמק), שפורחת מאוחר יחסית לזני המשמש החדשים, כל שאר הזנים חופפים פחות או יותר אחד לשני, בין בעמק ובין בהר (מרום גולן או אורטל).

איור 12. זמני פריחת הזנים השונים בחולה, באורטל ובמרום גולן, 2008.



בחינת בעיות הפוריות של זן המשמש "Goldrich"

מבוא ומטרות הניסוי

בדומה לזן Early cot (333), האיכותי והמבכיר, גם לזן Goldrich ישנו פוטנציאל שיווקי גדול עקב גודלו, צבעוניותו, טעמו ואפילו יחסית לזן המשמש "רעננה". עם זאת, גם הוא סובל מבעיה חמורה ביותר של פוריות לקויה. במהלך שלוש השנים האחרונות (2006-2008) ניסינו לבחון מספר גורמים העשויים להשפיע על פוריותו הלקויה, במטרה לבחון דרכים לשיפור הפוריות.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך במטע משמש שבאורטל בצפון רמת הגולן. המטע מורכב מהזן המרכזי "גולדריץ'", ומהמפרים "פולינז" ו"סאן ג'אינט". נבדקו התקינות המורפולוגית והאנאטומית של החלקים הנקביים שבפרח, איכות האבקה, אחוזי החנטה והיבול.

1. תקינות מורפולוגית

מכל אחד משני הזנים שנבדקו, "גולדריץ'" (לא פורה) ו"פולינז" (פורה), נדגמו בשיא הפריחה 100 פרחים בגיל יום אחד. הפרחים הועברו מיידי לבידוק תקינות מורפולוגית בעזרת בינוקולר במעבדה. בכל פרח נבדקה נוכחות המערכת הנקבית: עמוד עלי ושחלה. פרח הוגדר כתקין מורפולוגית רק אם היו לו אותם שני מרכיבים.

2. תקינות אנטומית

מכל אחד משני הזנים שנבדקו, "גולדריץ'" ו"פולינז", נדגמו בשיא הפריחה 30 פרחים תקינים מבחינה מורפולוגית בגיל יום אחד. הפרחים קובעו מיד עם דגימתם בתמיסת FAA (50% אתנול, 10% פורמאלדהיד, 50% חומצה אצטית, 35% מים), ונבדקו במהלך החורף במעבדה. השחלות הוצאו מהפרחים ועברו ייבוש (דהידרציה) בסידרה עולה של שש תמיסות TBA (tert-Butanol), מ-10% ועד ל-100% TBA. בכל אחת מחמשת התמיסות הראשונות נשארה הרקמה למשך כ-12 שעות לפני שהועברה לתמיסה הבאה. בתמיסה האחרונה, השישית, נשארה הרקמה למשך 24 שעות X 3 פעמים. לאחר הייבוש קובעה השחלה בפרפין/שעווה (Paraplast plus), ונחתכה בעזרת מיקרוטום לפרוסות דקות בעובי של 12 מיקרון. הפרוסות הדקות נצבעו ב-safranin (אדום) וב-fast green (ירוק) לקראת בדיקתם במיקרוסקופ אור לקביעת תקינותם.

3. איכות האבקה

איכות גרגרי האבקה של כל זן ניקבעה עפ"י שיעורי הנביטה של הגרגרים. בכל זן נבדקו שיעורי הנביטה של הגרגרים מאבקני פרחים בגיל יום אחד. גרגרי אבקה משלושה פרחים אקראיים לחזרה (X 4 חזרות לכל זן) הוכנסו לתוך תמיסת הנבטה של 1 מ"ל. תמיסת הנבטה במבחנת האפנדורף הורכבה מ-5 מ"ג חומצה בורית (H_3BO_3), 10 מ"ג $Ca(NO_3)_2$, 7.5 גר' סוכרוז, 10 מ"ג

MgSO₄(7H₂O) עם השלמה ל-50 מ"ל מים מזוקקים. כעבור שעה וחצי בתמיסת הנבטה נלקחה הדגימה למיקרוסקופ אור, ונקבע שיעור הגרגרים שנבטו מכלל הגרגרים שנספרו.

4. אחוזי חנטה ראשונית (כארבעה שבועות מהפריחה) וסופית (בקטיף) בזן גולדריץ'

בשיא הפריחה סומנו 4 ענפים לעץ X 20 פרחים לענף X 10 עצים (סה"כ 800 פרחים) בכל אחד משני צידי שורות ה"גולדריץ":

א – בצד הפונה לזן המפרה "פולינז"

ב – בצד הפונה לזן המפרה "סאן-ג'אינט"

כשלושה שבועות לאחר שיא הפריחה נערכה ספירת חנטים ראשונית לחישוב שיעור החנטה הראשוני ב"גולדריץ". ביום הקטיף נספרו הפירות שנותרו, וחושב אחוז החנטה הסופי.

5. יבול לעץ

עקב היבול הנמוך במיוחד על עצי הזן "גולדריץ", נספרו במהלך הקטיף כל הפירות שנותרו על העץ (ולא נבדק משקל היבול הכללי לעץ כפי שנעשה בד"כ במקרים כאלה).

תוצאות 2006

1. תקינות מורפולוגית

נמצא כי ב-80% מפרחי הזן "גולדריץ" חסרה המערכת הנקבית (שחלה ועמוד עלי), כלומר מרבית הפרחים אינם תקינים. כל זאת בהשוואה לזן "פולינז" הפורה, שבו כ-80% מהפרחים נמצאו תקינים מבחינה מורפולוגית.

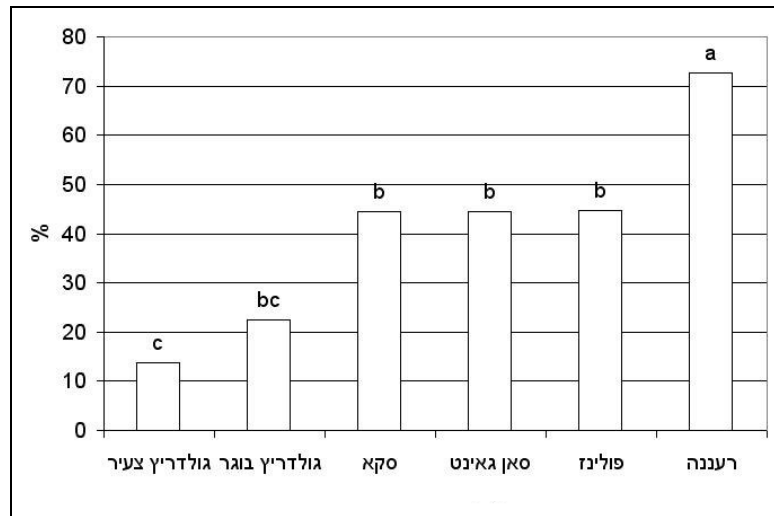
2. תקינות אנטומית

לא נמצא הבדל בשיעורי התקינות האנטומית בין פרחי הזן "גולדריץ" לפרחי הזן "פולינז". כלומר, בשניהם נמצא שיעור דומה (35%) של פרחים בהם היתה שחלה תקינה, אשר הכילה שק עובר עם תא ביצה, סינרגידים וגרעין פולרי. מכאן שההבדל בין שני הזנים הוא בעצם יצירת המערכת הנקבית (תקינות מורפולוגית), אך מהרגע שנוצרה אותה המערכת היא התפתחה באופן נורמלי.

3. איכות האבקה

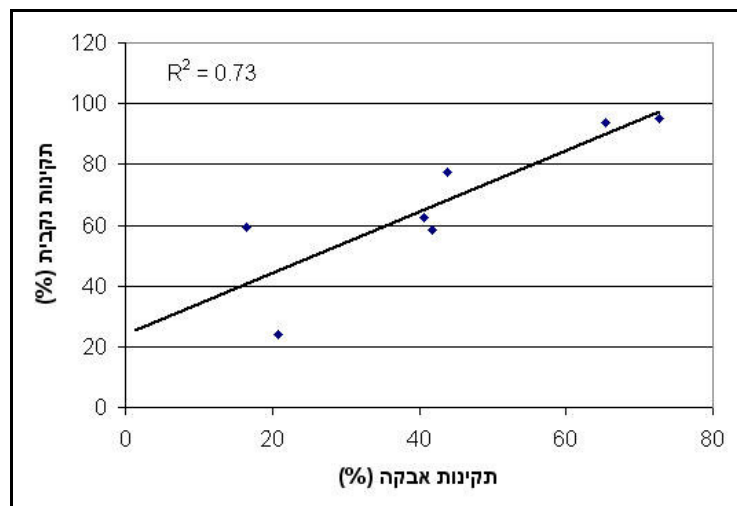
גם במדד זה נמצאו הבדלים משמעותיים ומובהקים בין ה"גולדריץ" לשני המפרים שלו – "פולינז" ו"סאן-ג'אינט" ולזנים האחרים שנבדקו – "סקא" ו"רעננה" (איור 13). אחוז נביטת גרגרי האבקה של ה"גולדריץ" היה נמוך מאוד (22.5% בחלקה הבוגרת ו-13.8% בחלקה הצעירה) בהשוואה לשני המפרים שלו ("פולינז" ו"סאן-ג'אינט" – 44.5%), ובוודאי בהשוואה לזן הפורה "רעננה" הנטוע בחלקה סמוכה (73%).

איור 13. שיעורי נביטת האבקה של זני משמש שונים ממטע אורטל 2006. כל זן נבדק בארבע חזרות שונות (עצים שונים), בשיא הפריחה של כל זן.



בשנת 2007 נבדקו שוב אותם הזנים וכן עצים נוספים. התקבל מתאם חיובי ($R^2=0.73$) בין תקינות האיברים הנקביים לתקינות גרגרי האבקה בכל הזנים שנבדקו (איור 14), כלומר שזן בעל תקינות גרגרי אבקה נמוכה יהיה בעל תקינות נמוכה גם באברים הנקביים.

איור 14. המתאם בין תקינות האברים הנקביים לבין תקינות גרגרי האבקה בכל הזנים שנבדקו.



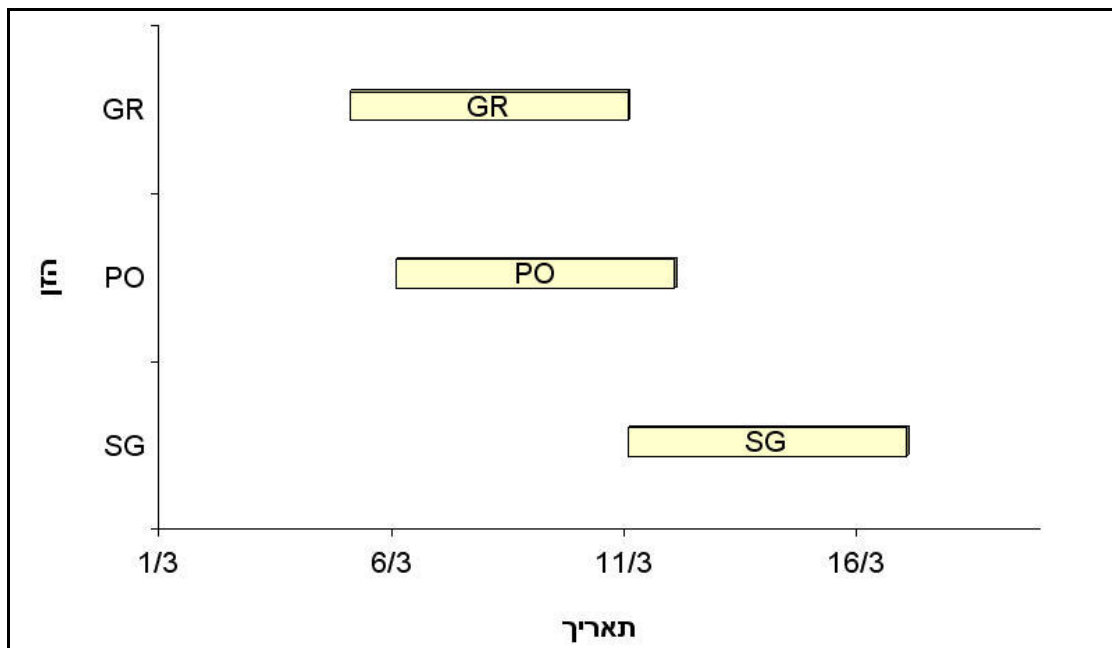
4. אחוזי חנטה ראשונית וסופית ומספר פירות לעץ

שיעור החנטה הראשוני, שנמדד ב-22/4/06, בשני צידי עצי ה"גולדריץ" (משני המפרים: "פולינז" ו"סאן-גיאנט") היה סביר (בסביבות 5%), אם כי נמוך במקצת בהשוואה ל"פולינז" (כנקבה) שחנט בסדר גודל של כ-12% באותו השלב. לעומת זאת שיעור החנטה הסופי (בקטיף) בזן "גולדריץ" היה כבר נמוך באופן משמעותי ביותר משיעור החנטה בזן הפורה "פולינז" – כ-0.5% בלבד לעומת כ-5%, בהתאמה. שיעור כה נמוך של חנטה (עשירית מ"הפולינז") יכול להסביר את היבול הדל במיוחד של הזן "גולדריץ": 15 עד 20 פירות לעץ בהשוואה ל-300 עד 400 פירות לעץ בזן "פולינז".

5. תרומת המפרים השונים לחנטת ה"גולדריץ"

ההבדל בין שני המפרים של ה"גולדריץ" היה משמעותי בכל הפרמטרים שנבדקו: אחוז חנטה ראשוני, סופי ומספר פירות לעץ. בכולם היה יתרון (כזה או אחר) ל"פולינז" לעומת "סאן-גיאנט", למרות שלאחרון יש התאם גנטי מלא עם ה"גולדריץ", ול"פולינז" התאם חלקי בלבד (ראה טבלה 2). ההסבר ליתרון ה"פולינז" הוא בחפיפת הפריחה המושלמת שלו עם ה"גולדריץ" לעומת חפיפה מינימלית של ה"סאן-גיאנט" עם ה"גולדריץ" (איור 15) מכאן שלהתאם גנטי בין זנים יש אומנם חשיבות גדולה, אך ללא חפיפת פריחה ביניהם אין לכך כל ערך.

איור 15. מועדי הפריחה של 3 זני המשמש באורטל, 2006. (GR = גולדריץ, PO = פולינז, SG = סאן גיאנט)



תוצאות 2007

השיעור הנמוך במיוחד של תקינות פרחי ה"גולדריץ'" ב-2006 (שהביא לשיעורי חנטה ויבול כה נמוכים) הפתיע מאוד. לא היה ברור האם הסיבה לכך היא גנטית וקבועה או שמא היא תלויה בתנאי אקלים קיצוניים העלולים להפריע להתפתחות התקינה של הפרחים. כדי לבחון זאת חזרנו שוב על אותן בדיקות ובאותו מטע גם ב-2007 וב-2008 (טבלה 1).

נמצא כי התקינות המורפולוגית של פרחי ה"גולדריץ'" ב-2007 היתה גבוהה באופן משמעותי לעומת 2006: 66% לעומת 20%, בהתאמה. כתוצאה מכך התקבלו שיעורי חנטה ראשונית וסופית גבוהים יותר – פי שניים חנטה סופית בהשוואה לשנת 2006 (1.24% לעומת 0.62% כשהמפרה הוא "פולינז" ו-0.63% לעומת 0.39% כשהמפרה הוא "סאן ג'יאנט"). בעקבות החנטה המשופרת התקבל גם יבול גבוה יותר ב-2007, ושוב בהתאם לזן המפרה: ה"פולינז" כמפרה נתן יבול של 90 פירות "גולדריץ'" לעץ לעומת 55 פירות לעץ שהתקבלו בעצי "גולדריץ'" הסמוכים ל"סאן-ג'יאנט". תאריכי הפריחה של שלושת הזנים ב-2007 היו זהים במדויק לתאריכי הפריחה בשנת 2006, ולכן ההסבר שנתנו שם על יתרון ה"פולינז" כמפרה תקף גם כאן. תוצאות 2008 היו דומות לתוצאות 2006 (הסבר בהמשך).

טבלה 9. ריכוז תוצאות הבדיקות בזן "גולדריץ'" בשנים 2006-2008.

יבול (פירות/עץ)	אחוז חנטה		אחוז תקינות פרחים ¹	מפרה	שנה
	סופי ³	ראשוני ²			
15 a	0.62 a	6.3 a	20 a	פולינז	2006
11 b	0.38 a	6.9 a	20 a	סאן-ג'יאנט	
92 a	1.3 a	14.2 a	69 a	פולינז	2007
55 b	0.7 b	8.7 b	65 a	סאן-ג'יאנט	
21 ± 3.2	0.4 ± 0.1	5.0 ± 2.1	12 ± 4.3	פולינז	2008

תוצאות באותו הטור בכל שנה בנפרד, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק, $P=0.05$.
¹ תקינות פרחים מורפולוגית, ² ארבעה שבועות מהפריחה, ³ ביום הקטיף

סיכום ודיון בבעיות הפוריות של הזן "גולדריץ'" בשלוש שנות הבדיקה

מעיון בטבלה 9 ניתן לראות הבדל משמעותי בין השנים 2006 ל-2007. הבדל זה בא לידי ביטוי בכל הפרמטרים שנבדקו (תקינות פרחים, חנטה ויבול) וללא קשר למפרה, אך הוא החל כבר בשלב הראשון של תקינות הפרחים. ב-2006 היה שיעור נמוך מאוד של תקינות פרחים, שהביא לשיעורי חנטה ויבול נמוכים מאוד עד אפסיים. לעומת זאת ב-2007 התקבלו שיעורי תקינות גבוהים פי שלושה, וכתוצאה ישירה מכך אחוזי החנטה הראשונית והסופית היו גבוהים פי שניים לעומת שנה קודמת, מה שהביא למספר פירות גבוה פי חמש (11 פירות לעומת 55) או שש (15 פירות לעומת 92). המתאם בין תקינות הפרחים ליבול הסופי, ללא קשר למפרה, הוא גבוה ביותר, ונשאלת השאלה מדוע יש פער כזה גדול בתקינות הפרחים בין השנים.

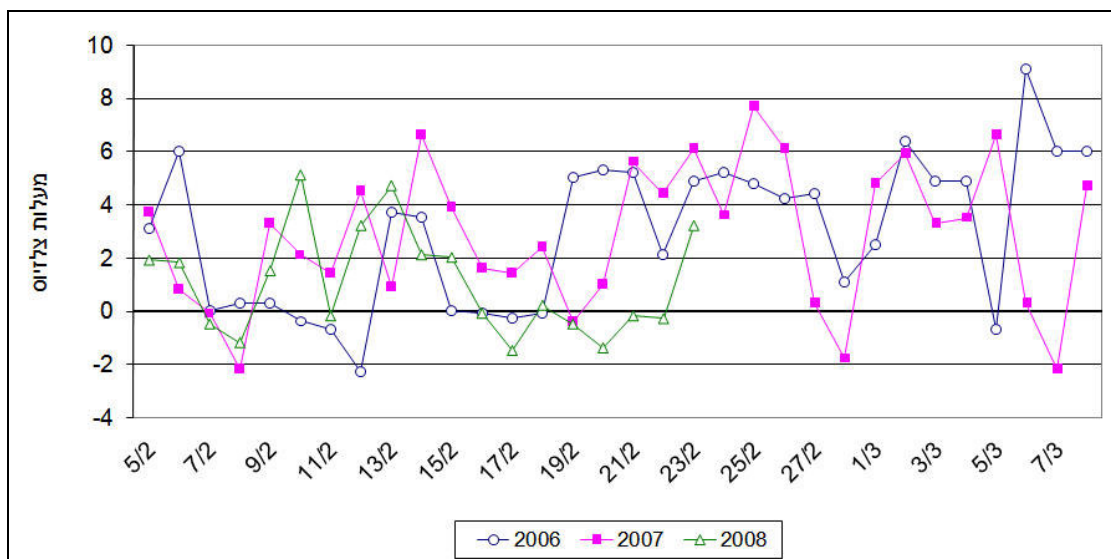
נתוני טמפרטורות המינימום ששררו במחצית הראשונה של חודש פברואר (איור 16), כלומר מארבעה שבועות ועד שבועיים לפני האנתזיס, יכולים להסביר את התופעה. ב-2006 שררו בתקופה זו טמפרטורות נמוכות מאוד (באזור 0°C ומטה) במשך שבועיים רצופים. טמפרטורות נמוכות

שכאלה, במיוחד בתקופה הרגישה של האורגנו-גנזיס (שלב התפתחות אברי הריבוי של הפרח) ותחילת פתיחת הקשקשים שמגנים על הפרח, עלולות לגרום לפגיעה קשה באברי הריבוי ובמיוחד באברים הנקביים של הפרח.

ב-2007 לעומת זאת שררו טמפרטורות מינימום נורמליות לעונה זו של השנה, ולכן התקבל שיעור גבוה יותר של תקינות פרחים, שהביא לחנטה ויבול גבוהים יותר.

אחוז התקינות הנמוך במיוחד שהתקבל ב-2008 (12% בלבד) נמוך אף יותר מב-2006, וקשור אף הוא לטמפרטורות הנמוכות במיוחד ששררו במהלך החודש שקדם לפריחה (איור 16). כתוצאה מכך התקבלו ב-2008 שיעורי חנטה ויבול נמוכים ביותר בזן גולדריץ (בפולינו – תקינות גבוהה ויבול סביר).

איור 16. טמפרטורות המינימום ששררו במחצית הראשונה של חודש פברואר בשנים 2006-2008, אורטל.

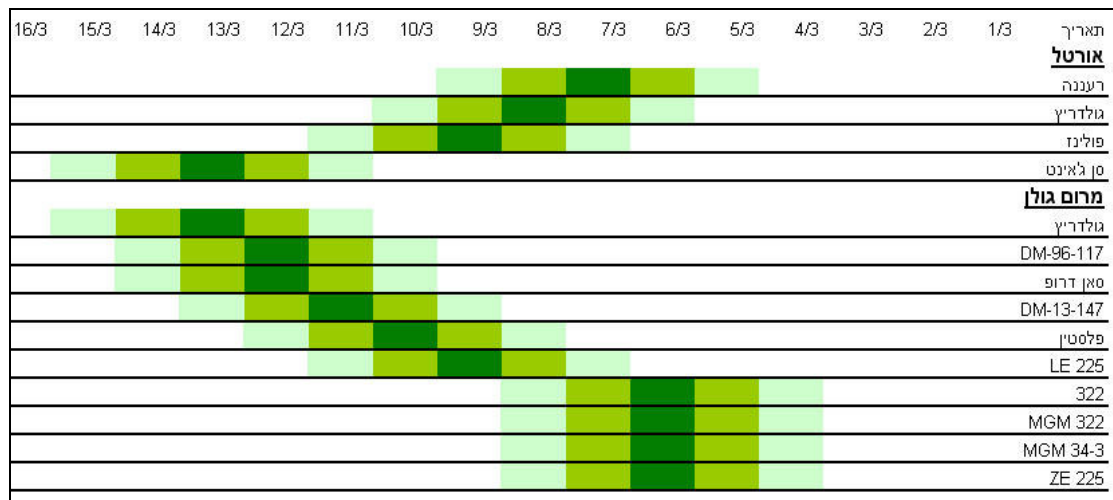


השפעת המפרה

בשתי שנות הבדיקה הראשונות (2007+2006) ניתן לראות יתרון בולט של הפולינו כמפרה לעומת הסאן-ג'יאנט על אף ההתאם הגנטי החלקי של הפולינו עם הגולדריץ'. הסיבה לחולשתו של הסאן-ג'יאנט כמפרה, חרף היותו בעל התאם גנטי מלא עם הגולדריץ', נובעת מחפיפת פריחה גרועה ביותר עם הגולדריץ' – יום אחד בלבד (איור 17).

מבדיקת פנולוגית הפריחה של זני משמש נוספים שהיו באותה החלקה ובחלקה קרובה במרום גולן (איור 17) עולה כי אכן ישנם זנים נוספים שלא חופפים כלל את פריחת הגולדריץ'. לעומתם ישנם זנים נוספים, שבדומה לפולינו חופפים היטב את פריחת הגולדריץ'.

איור 17. זמני פריחת הזנים באורטל ובמרום גולן.



סיכום בעיות הפוריות של הזן "גולדריץ" והמלצות להמשך גידולו

1. אין לו בעיית התמיינות. כמות הפרחים שמייצר גבוהה מספיק כדי לייצר מספר גבוה של פירות.
2. יש לו בעיה חמורה של תקינות פרחים, שמתבטאת בעיקר באי יצירת אברים נקביים (שחלה ועמוד עלי). תופעה זו מתגברת בטמפרטורות נמוכות השוררות שבועיים עד ארבעה שבועות לפני הפריחה, כפי שקרה בשנים 2006 ו-2008.
3. כתוצאה ישירה מהתקינות הלקויה של הפרחים מתקבלים יבולים נמוכים ביותר.
4. כדי להתגבר על הבעיה יש לבחון נטיעת "גולדריץ" במקומות נמוכים יותר מצפון הגולן, בהם שוררות טמפרטורות מינימום גבוהות יותר במהלך פברואר (שלב האורגנוגנזיס).
5. עם זאת נראה שגם אם נשפר במקצת את תקינות הפרחים עדיין יתקבלו יבולים נמוכים ובלתי מספקים מבחינה מסחרית (ב-2007 קיבלנו שיעור תקינות גבוה של 66%, שהעלה את מספר הפירות לעץ ל-90, אך גם זה עדיין רחוק מיבול מסחרי).
6. לסיכום - עדיף לעבור לזן אחר, עם פוטנציאל יבול גבוה יותר.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר

1. התאם גנטי -

בשזיף הצלחנו לאפיין את האללים של הגן לאי התאם עצמי במרבית הזנים, וכתוצאה מכך את מידת ההתאמה הגנטית בין מספר זני שזיף חשובים. עובדה זו מאפשרת לנו לערוך מעקב מפורט על השפעת הזן המפרה (מתאים, חצי-מתאים או לא מתאים כלל) על שיעורי החנטה והיבול בצרופי זנים שונים.

במשמש אפיינו את מרבית הזנים, ואנו מקווים לסיים את כל העבודה במהלך השנה הקרובה.

2. האבקה והפריה -

שזיף – מסיכום פרק הדבורים והמפרים עולה שכאשר יש במטע מפרים בעלי התאמה גנטית חלקית יש צורך חיוני ביותר להגביר את פעילות הדבורים על העצים כך שיהיו לפחות כ-8 עד 10 דבורים/עץ/דקה בשיא הפריחה. הדרך האופטימלית להשיג זאת היא ע"י דירוג רב פעמי של הכנסת הכוורות. בשיטה זו של הצבת כוורות אחת ליומיים שלושה ניתן להסתפק ביחס כוורות נמוך של 1:4 בלבד, ואין צורך לצופף ל-1:2.

כדי לשפר את ההפריה ולהעלות את יבול השזיף יש לדאוג לנטיעת מפרים מתאימים. בנטיעות כאלה, גם אם יש תקלה וכמות הדבורים במטעים איננה מספקת (חורף קר מידי שפוגע בכוורות, תחרות עם פריחה מתחרה, חפיפת זנים לא מספקת ועוד) הפגיעה בהפריה וביבול תהיה פחותה בהשוואה למטעים בהם המפרים רק חצי מתאימים.

במשמש לא הצלחנו לאתר חלקות מספיק גדולות שיש בהן את הזנים האיכותיים אך הבעייתיים מבחינת פוריות: "גולדריץ'" ו-"333", ולכן נכשלו בניסיון הדבורים (הדבורים מהטיפולים השונים התערבבו אלו באלו). לעומת זאת מצאנו שהפוריות של הזן 333 עולה מאוד בהשפעת הזן המפרה 330 (שהוא כשלעצמו איכותי מאוד), אלא שיעילותו גבוהה רק בסמיכות ל-333. לאור זאת יש לחשוב על נטיעת 330 בתוך חלקת 333 בסדר גודל של כל שורה שניה.

3. תקינות פרחים במשמש -

נמצאה בעיה חמורה של תקינות פרחים בזן גולדריץ'. אחוז התקינות הנמוך התבטא בעיקר במנגנון הנקבי של הפרח – שחלה ועמוד עלי – והוא שאחראי על הפוריות הלקויה. עם זאת, גם תקינות המנגנון הזכרי (גררי אבקה) נמצאה לקויה בגולדריץ' בהשוואה לפוליניז הפורה. נראה שהתפתחות אברי הרבייה בפרח הגולדריץ' רגישה מאוד לתנאי סביבה (בעיקר לטמפרטורות נמוכות במהלך פברואר), אך יתכן גם שזוהי תכונה גנטית המאפיינת את הזן.