

## פוריות שזיף ומשמש 2006

רפי שטרן, מרטין גולדווי, גל ספיר, אמיר רוז

### 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, בה הפוריות לקויה, ונדרשות כעשר דבורים לעץ לדקה בשיא הפריחה על מנת להגיע לפוריות סבירה. בעבודה מסכמת שנעשתה ב-2006 נמצא שכדי להגיע למספר אופטימלי זה של דבורים לעץ יש להציב את הכוורות ב"דירוג רב-פעמי" ("Multiple Introduction"), 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 יבול (מאמר מסכם בנושא ההאבקה מצורף כנספח לדוח). אפיון ההתאמה הגנטית בין כל זני השזיף השונים, שנבנה על סמך איתור אללי ה-S של כל זן הסתיים כמעט לחלוטין. נמצא מתאם גבוה מאוד בין טבלת ההתאם הגנטי של הזנים השונים לבין המציאות בשטח.

**משמש:** איתור אללי S בכל אחד מהזנים החל השנה. עד כה הצלחנו לאפיין את האללים של מספר זנים חדשים באופן מלא (2 אללים) או חלקי (אלל אחד). העבודה תמשך גם בשנה הבאה. בזן גולדריץ נמצאה בעיה חמורה של תקינות פרחים, אשר יכולה להסביר, לפחות באופן חלקי, את הפוריות הלקויה. בשנה הבאה (2007) יימשכו הבדיקות בזני משמש איכותיים נוספים, אך בעייתיים מבחינת פוריות.

## 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 האבקה 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 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 האבקה 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 ההתאמה 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).

**משמש:** מעבודה ראשונית שהתחלנו בה רק השנה 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 מלוא 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 מפרה אותו יותר טוב (טבלה 2).

טבלה 1. התאם גנטי בין זני השזיף השונים

א. זני שזיף בעלי פריחה מוקדמת

הערות	אלל II	אלל I	סימון	שם עברי
	E	B	511	511
ייבדק ב-2007			81	8-1
ייבדק ב-2007			82	8-2
ייבדק ב-2007			86	86-2
	H	E	29	GF-29
	F		OG	אוגדן
	H	B	AM	אמברה
	H	C	AN	אנג'לינו
	H	B	BN	בלו נייט
עקר זיכרי	H	B	BB	בלק ביוט
	H	B	BG	בלק ג'ם
	H	E	BD	בלק דיאמונד
	E	B	DR	דורדו
ייבדק ב-2007			ME	מטלי
עקר זיכרי		B	SP	ספרינג ביוט
	E		PR	פרמייר
עקר זיכרי		A	RB	רד ביוט
	E	C	RZ	רויאל זי
	E	B	TO	תומר (1009)

ב. זני שזיף בעלי פריחה בינונית (אמצעית)

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

ג. זני שזיף בעלי פריחה מאוחרת

הערות	אלל II	אלל I	סימון	שם עברי
	E		46	5GF46
	H	B	44	K-44
	H	E	AP	אוטום פרייד
	E	C	AG	אוטום ג'איינט
		B	EB	אמרלד ביוט
	E	C	JR	ג'ואנה 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	פראייר
	E	C	KE	קסלמן
	E		RD	רויאל דיאמונד
	E	C	RU	רויסאם

טבלה 2. התאם גנטי בין זני המשמש השונים (נכון ל- 2/2007)

התאם צפוי	אלל II	אלל I	זן
	S2	S1	גולדריץ'
עצמי	Sc	S1	פולינו
עצמי	Sc		סן ג'איינט
עצמי	Sc	S2	רעננה
עצמי	Sc	S9	תרוג
	S8	S1	ארלי גולד 330
	S9	S1	ארלי קוט 333
	S13	S2	וורדי
	S12	S1	mas 955
		S2	Cluta Gold
	Sc'	S2	Gabriel
עצמי	Sc	S4	ניצן
עצמי	Sc	S2	דסטון
עצמי	Sc		פז 310
עצמי	Sc		חולה בלש 315
		S2	KB
	Sc'	S9	123
עצמי	Sc		אורית
	S13		סייב
		S1	ריבל
	S9	S1	סקהה
עצמי	Sc	S1	פלסטין
עצמי	Sc	S2	MGM 322
		S2	DM 13 147
עצמי	Sc		223
עצמי	Sc		327
		S2	פיצקוט
עצמי	Sc		311
			פופי 312
עצמי	Sc		סן דרופ

## פעילות דבורים במטעים

שזיף: בשנת 2006 הרחבנו את ניסויי הכוורות. 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 בשנה קודמת. נמצא כי דרוג רב-פעמי וביחס כוורות נמוך (1:4 סופי) נתן את התוצאה הטובה ביותר של פעילות דבורים לעץ, שהביאה לשיעורי החנטה הגבוהים ביותר.

מסיכום כל 4 שנות הניסוי עולה כי ישנו מתאם חיובי ומובהק בין מספר הדבורים לעץ לאחוז החנטה. 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 במטע המשמש של אורטל, בצפון רמת הגולן. המטע מורכב מהזן הלא פורה "גולדריץ" ושני המפרים שלו – "פולינז" 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 זו בזו. בשנה הבאה ננסה לאתר חלקות משמש עם הרכב זנים שונה, בתנאי שנמצא שם זנים איכותיים אך בעייתיים מבחינת פוריות (330, 333 וכדומה).

## בחינת בעיות הפוריות של זן המשמש "גולדריץ"

בנוסף לבחינת האטרקטיביות של הזן "גולדריץ" לדבורים (שכאמור לא הצלחנו לבצע עקב השטח הקטן של המטע), ניסינו לבחון כיוונים נוספים אשר עשויים להשפיע על פוריותו הלקויה של זן איכותי זה.

### 1. תקינות מורפולוגית של הפרחים

נמצא כי ב-80% מפרחי הזן "גולדריץ" חסרה המערכת הנקבית (שחלה ועמוד עלי), כלומר מרבית הפרחים אינם תקינים. כל זאת בהשוואה לזן "פולינו" הפורה, שבו כ-80% מהפרחים תקינים, כלומר מכילים גם את המערכת הנקבית. לא ברורה לנו הסיבה לתקינות הפרחים הנמוכה בזן גולדריץ – האם היא נובעת מתכונה גנטית של הזן או מתנאי אקלים המפריעים להתפתחות התקינה של הפרחים. בכל מקרה, נראה שיש כאן הסבר, חלקי לפחות, לפוריותו הלקויה של הזן.

### 2. תקינות אנטומית של הפרחים

מכל אחד משני הזנים – "גולדריץ" הבעייתי ו"פולינו" הפורה – נדגמו בשיא הפריחה 30 פרחים תקינים בני יום וקובעו ב-FAA. השחלות נחתכו במיקרוטום לפרוסות בעובי של 10-15 מיקרון, עברו ייבוש בסדרה עולה של כהלים, ונבדקו במיקרוסקופ לבחינת תקינות אנטומית. לא נמצא הבדל בשיעור התקינות האנטומית בין שני הזנים, כלומר בשניהם נמצא שיעור דומה של פרחים בהם היו שחלה תקינה, שהכילה תא ביצה, סינרגידים וגרעין פולרי. מכאן שההבדל בין שני הזנים הוא בעצם יצירת המערכת הנקבית, אך מהרגע שנוצרה היא התפתחה באופן נורמלי.

### 3. איכות האבקה

גם במדד זה נמצאו הבדלים משמעותיים ומובהקים בין ה"גולדריץ" לשני המפרים שלו – "פולינו" ו"סאן-ג'אינט" ולזנים האחרים שנבדקו – סקא ורעננה (טבלה 3). אחוז נביטת גרגרי האבקה של ה"גולדריץ" היה נמוך מאוד (22.5% בחלקה הבוגרת ו-13.8% בחלקה הצעירה) בהשוואה לשני המפרים שלו (פולינו וסאן-ג'אינט – 44.5%), ובוודאי בהשוואה לזן הפורה רעננה הנטוע בחלקה סמוכה (73%).

**טבלה 3. שיעורי נביטת האבקה של זני משמש שונים ממטע אורטל 2006. כל זן נבדק בארבע חזרות שונות (עצים שונים), בשיא הפריחה של כל זן.**

זן	אחוז נביטת גרגרי האבקה
גולדריץ צעיר	13.8 c
גולדריץ בוגר	22.5 bc
סקא	44.5 b
פולינו	44.6 b
סאן גאינט רגיל	44.5 b
רעננה	72.7 a



## 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 המפריה (מתאים, חצי-מתאים או לא מתאים כלל) על שיעורי החנטה והיבול בצרופי זנים שונים.

**במשמש** אנו עדיין רק בתחילת הדרך. התחלנו באפיון מספר זנים, ואנו מקווים לסיים את כל העבודה בשנתיים הקרובות.

### 2. האבקה והפריה -

**שזיף** – מסיכום פרק הדבורים והמפריים עולה שכאשר יש במטע מפריים 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 מפריים 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 המפריים רק חצי מתאימים.

**במשמש** בשנת 2006 לא הצלחנו לאתר חלקה מספיק גדולה שיש בה את הזן הבעייתי גולדריץ, ולכן נכשלו בניסיון הדבורים. בשנה הקרובה (2007) מתוכנן ניסוי דומה בזן 330, שאף הוא מצטיין באיכותו ובהבכרתו, אך סובל מפוריות לקויה שיכולה להסביר לפחות חלק מבעיות הפוריות של זן זה.

### 3. תקינות פרחים במשמש -

נמצאה בעיה חמורה של תקינות פרחים בזן גולדריץ. אחוז התקינות הנמוך (20% בלבד לעומת 80% בזן פולינז) התבטא בעיקר במנגנון הנקבי של הפרח – שחלה ועמוד עלי – והוא שאחראי על הפוריות הלוקויה. עם זאת, גם תקינות המנגנון הזכרי (גרגרי אבקה) נמצאה לקויה בגולדריץ בהשוואה לפולינז הפורה (כ-20% נביטה של גרגרי אבקה בהשוואה ל-45% בפולינז ול-73% ברעננה). ייתכן שהתפתחות אברי הרבייה בפרח הגולדריץ רגישה מאוד לתנאי סביבה, אך יתכן גם שזוהי תכונה גנטית המאפיינת את הזן.