

העלאת יבול השזיף היפני בישראל

ע"י שיפור ההאבקה וההפריה ואפיון ההתאמה הגנטית בין הזנים השונים

רפי שטרן, מרטין גולדווי, שרוני שפיר, יעל גרינבלט, גל ספיר

א. שיפור פוריות במטעים המכילים מפרה בעל התאם גנטי חלקי

מבוא

השזיף היפני (*Prunus salicina*) שייך למשפחת הורדיים (Rosaceae) וקיימת בו, כמו בהרבה וורדיים אחרים, אי יכולת להפריה עצמית, לכן כדי לחנוט ולשאת פרי יש צורך בהאבקה זרה. ישנם בטבע מנגנוני אי התאם עצמי רבים, זה שבורדיים הינו אי התאם עצמי גמטופיטי (Gametophytic Self-Incompatibility). מנגנון זה נחקר רבות ונמצא כי הוא תלוי בגן רב-אללים המקודד לרנאזה המכונה S-RNase. ה S-RNase הינו חלק ממערך גנטי (לוקוס S) המכתיב את ההתאמה בין זנים. לאחרונה מצאנו כי בכל זני השזיף שני הלוקוס S שונים זה מזה (ספיר וחובי, 2002; Sapir et al., 2004). מכאן כאשר יש התאמה מלאה בין זנים, כל זן נושא שני לוקוסי S שונים וכאשר יש התאמה חלקית לשני הזנים אזי לוקוס S אחד זהה והשני שונה. אפיון רמת ההתאמה הגנטית התאפשר בעקבות יישום שיטות מולקולריות שבאמצעותן ניתן לזהות את אללי ה-S RNase בכל אחד מהזנים.

מתוך עבודתנו במטעי התפוח עלה כי היבולים הנמוכים של הזן סטרקינג, כאשר הזן יונתן משמש לו כמפרה, נבעו מהתאמה גנטית חלקית בין הזנים. נימצא כי יונתן וסטרקינג נושאים את אותו אלל של S-RNase (S9), ולכן מחצית מגרגרי האבקה של יונתן נידחים על ידי סטרקינג וכתוצאה מההפריה חלקייה נפגע היבול.

בחקלאות כדי להגביר את ההאבקה משתמשים בדבורים. בניסויים קודמים שערכנו בתפוח ואגס נמצא כי הכנסה מדורגת של כוורות מעלה את אחוזי החנטה עקב הגברת פעילות הדבורים. פעילות זו מתבטאת בהגדלת מספרן על העצים והגברת ניידותן בין שתי שורות סמוכות (ממפרה למופרה). כך יותר פרחים זוכים לביקורים של דבורים הנושאות אבקה זרה, ולכן סיכויי ההפרייה המוצלחת עולים. התוצאה הסופית היא שיפור ניכר בחנטה וביבול. מרבית מטעי השזיף מורכבים ממגוון זנים גדול יחסית כאשר חלקם שייכים לקבוצת הפריחה המוקדמת כמו רויאל זי (RZ), רד ביט (RB), ביג דאימונד (BD), בלק ג'ים (BG) אנג'לינו (AN) ועוד, וחלקם לקבוצת הפריחה הבינונית או אף המאוחרת כמו וויקסון (W), בלק אמבר (BA), פראייר (FR), קווין רוזה (QR) ועוד. כתוצאה מכך נמשכת פריחת זני השזיף במטעים על פני תקופה ארוכה יחסית, כאשר לעיתים נגמרת פריחתם של הזנים המוקדמים עוד לפני תחילת הפריחה בזנים המאוחרים. תופעה זו שונה מפריחת האגסים והתפוחים בהם הפריחה מרוכזת יותר ולכן ההחלטה על מועד הכנסת הכוורות במינים אלה פשוטה וקלה יותר. במטעי השזיף לעומת זאת יש צורך לדרג את הכנסת הכוורות במספר פעמים רב יותר, וכן ע"פ תקופה ארוכה יותר, לפי מועד פריחת הזנים השונים.

מטרת העבודה הייתה להמשיך ולאפיין את אללי S של כל זני השזיף הקיימים, וכן לבחון את ההיפותזה כי מגבלת אבקה-זרה במטעי השזיף, מהווה גורם מרכזי ליבולים נמוכים. המערכת הניסויית בחנה השפעת תוספת כוורות במטע או הצבתן בדירוג על מספר ביקורי הדבורים ושיעורי החנטה (בשנה זו המשכנו באפיון אללי S של זני שזיף נוספים, אך טרם השלמנו את העבודה. היא תושלם ותפורסם במהלך שנת 2005).

א. זני פריחה מוקדמת

1. ביג דאיימונד (Big Diamond) עם המפרה אנג'לינו (Angeleno) – כ. בלום (שוורץ), 2003
ניסוי הקדמי לבחינת הרעיון של הגברת פעילות הדבורים במטע, שתביא לשיפור ההאבקה הזרה ולהעלאת יבולים, נערך במטע השזיף של כפר בלום על הזן BD באביב 2003. המטע ניטע ב-1998 במרווחי נטיעה של 4.5 x 2.5 מ' (90 עצים לדונם). המפרה של BD (הנושא את אללי ה-S, Se, Sh, RNase) היה הזן AN (הנושא את אללי ה-S-RNase, Sh, Sc) שהנו מפרה בעל התאם גנטי חלקי בלבד ל-BD (משום ששניהם נושאים, כפי שמצאנו, את האלל Sh). במטע שאורכו 700 מ' הוכנסו בצד הצפוני כוורות בצפיפות כפולה מהמקובל במטעים, כלומר ביחס של 2:1 (כוורת אחת לשני דונם), בהשוואה ליחס הסטנדרטי של 1:4 (כוורת אחת לארבעה דונם = בקורת). כל הכוורות, הן של הטיפול הצפוף והן של הביקורת, הוכנסו בתחילת פריחה (9/3/03). בחלק הדרומי של החלקה הוכנסו הכוורות ביחס הסופי המקובל של 1:4 אך בדירוג, כלומר – 50% בתחילת פריחה (יחס כוורות ראשוני של 1:8) ו-50% לקראת שיא הפריחה בתאריך 14/3/03 (השלמה ליחס כוורות סופי של 1:4). כל זאת בהשוואה להצבה חד פעמית בתחילת הפריחה (1:4 = בקורת, שהיא משותפת גם לטיפול הצפוף). מעקב אחר פוריות העצים נערך ע"י סקר חנטה ורישום יבולים.
בכל אחד משלושת הטיפולים (בקורת, צפוף, מדורג) סומנו 2000 פרחי BD (100 פרחים לענף x 2 ענפים לעץ x 10 עצים) בצד הפונה למפרה, ובצד הנגדי. העצים המסומנים היו במרחק של כ-50 מ' מהכוורת. כחודש לאחר הפריחה נבדקו אחוזי החנטה ובקטיף נרשם היבול לעץ.
בניסוי ראשוני זה, לא נבדקה פעילות הדבורים על העצים לכל אורך עונת הפריחה, אך מתצפיות שנערכו במשך יומיים בתקופת שיא הפריחה, ניתן היה לראות כעשר דבורים לעץ לדקה, על עצי הביקורת. אחוזי החנטה בטיפולים הצפוף והמדורג היו גבוהים באופן ניכר ומובהק בהשוואה לביקורת – 15.8, 14.1, 8.5 בהתאמה (טבלה 1). כתוצאה משיעורי החנטה הגבוהים, בטיפולי הצפוף והמדורג, בוצע בתחילת מאי דילול ידני מסיבי, בו הוסרו כ-25% מהפירות. למרות זאת, היבול שהתקבל בשני טיפולים אלה היה גבוה באופן מובהק וכמות הפרי הגדול לא הייתה קטנה יותר למרות העומס.

טבלה 1: ההשפעה של הגדלת צפיפות הכוורות (2:1 לעומת 4:1) או הצבתן בדירוג

(4:1 = 8:1 + 8:1) על אחוזי החנטה וגובה היבול במטע BD, כפר בלום 2003

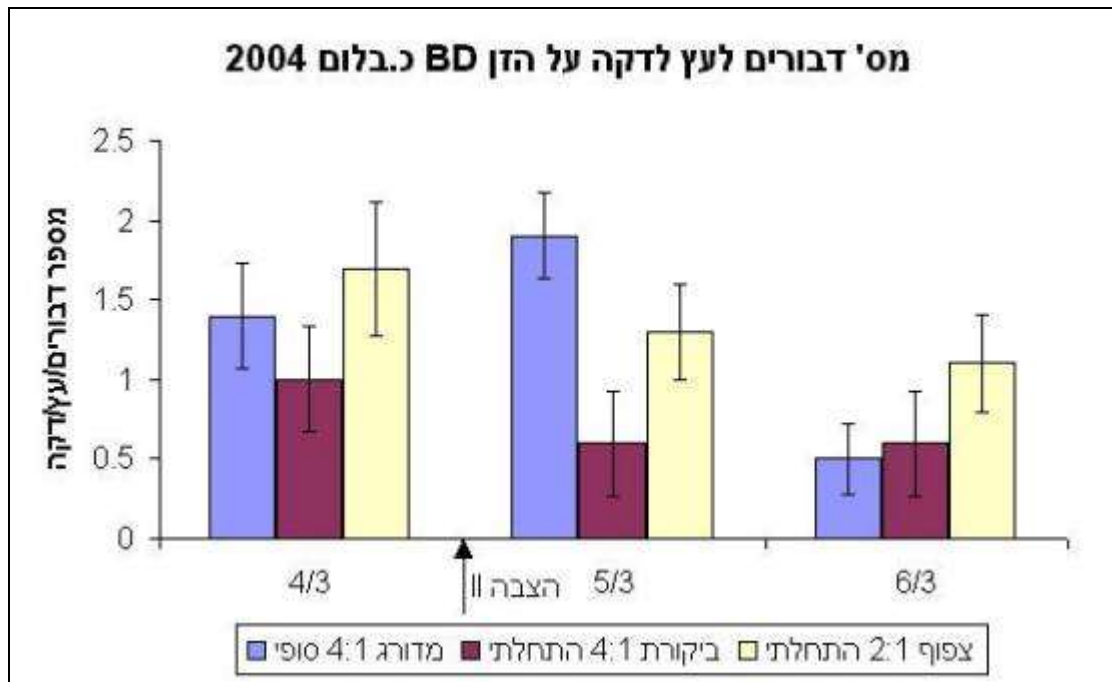
יבול (ק"ג/עץ)		חנטה (%)	טיפול
פרי גדול (<55 מ"מ)	כללי		
48 a	64.2 b	8.5 b	בקורת (1:4 התחלתי)
57 a	83.1 a	15.8 a	צפוף (1:2 התחלתי)
52 a	84.3 a	14.1 a	מדורג (1:4 סופי)

תוצאות באותו הטור, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק, $P=0.05$

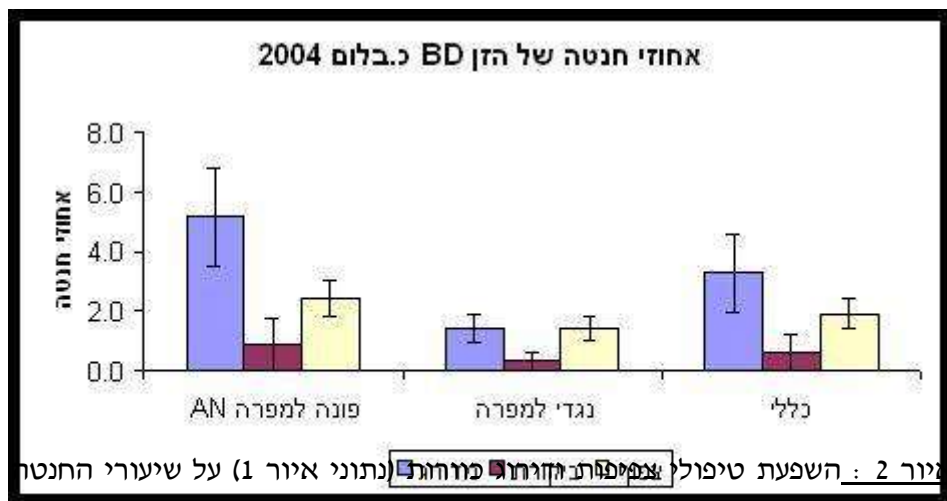
מתוצאות החנטה אפשר להסיק כי ישנו, ככל הנראה, מתאם בין מספר הדבורים לעץ לבין שיעורי החנטה וזאת למרות שלא אספנו נתונים מסודרים לפי טיפולים ולכן איננו יכולים להראות מתאם סטטיסטי בשנה הראשונה של הניסוי ההקדמי. עם זאת, ניתן ככל הנראה להניח שכמות של כעשר דבורים לעץ לדקה מאפשרת חנטה טובה ויבול גבוה, בתנאי שחפיפת הפריחה בין הזנים טובה ועוצמת הפריחה על העצים גבוהה (כפי שאכן היה בשנה זו).

2. ביג דאימונד עם המפרה אנג'לינו - כ. בלום (שוורץ), 2004.

באביב 2004 חזרנו על הניסוי שנערך שנה קודם לכן באותה החלקה, אך הפעם נערכה בדיקה יומית של פעילות דבורים בשלושת הימים של שיא הפריחה. בכ"א משלושת הימים ובכ"א משלושת הטיפולים נערכו תצפיות על 10 עצים בכל טיפול שהיו מרוחקים כ- 50 מ' מהכוורות. התצפיות נעשו בין השעות 8:00 – 15:00 כאשר כל עץ נבדק במשך דקה אחת. בדיקת פעילות הדבורים (איור 1) מראה כי באופן כללי, מספר הדבורים לעץ היה נמוך ב- 2004 באופן משמעותי ביותר בהשוואה לשנה הקודמת (1-2 דבורים/עץ/דקה ב- 2004 לעומת 9 - 10 דבורים/עץ/דקה ב- 2003) וזאת למרות שעוצמת הפריחה הייתה גבוהה וחפיפת הפריחה עם הזן המפרה הייתה מלאה. כתוצאה מכך התקבלו שיעורי חנטה נמוכים ביותר ב- 2004: 2-3 אחוז (איור 2) לעומת 10-15 אחוז ב- 2003 (טבלה 1).



איור 1 : השפעת טיפולי צפיפות ודירוג כוורות על מספר הדבורים לעץ לדקה בשלושת הימים של שיא פריחת BD, כפר בלום 2004. בטיפול הביקורת הוכנסו כל הכוורות בתחילת פריחה (3/3/04) ובצפיפות הסטנדרטית (1:4). בטיפול הצפוף הוכנסו כל הכוורות בתחילת הפריחה (3/3/04) ובצפיפות גבוהה (1:2). בטיפול המדורג הוכנסו מחצית הכוורות (1:8) בתחילת הפריחה (3/3/04) ומחצית נוספת (1:8) בשיא הפריחה (5/3/04 לפנות בוקר). הצפיפות הסופית בטיפול המדורג הייתה 4:1.

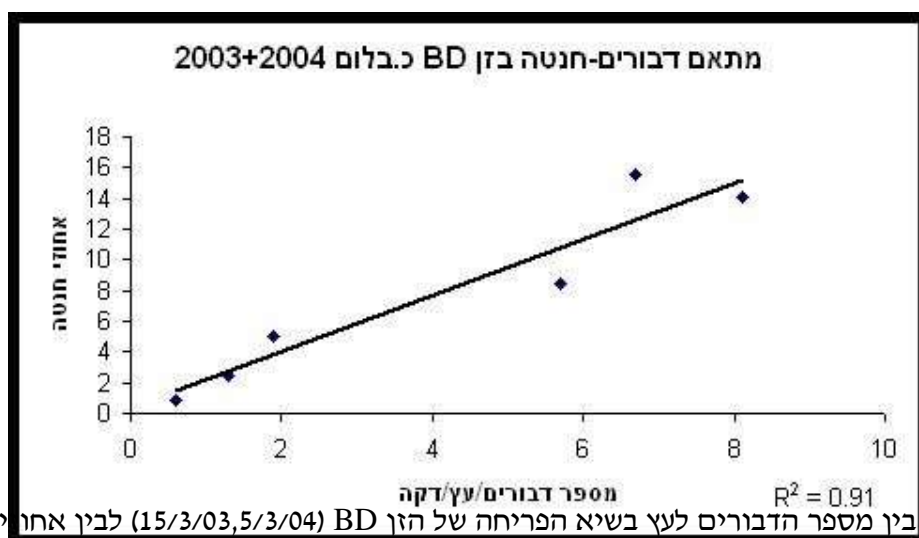


איור 2 : השפעת טיפולי צפיפות ודירוג כוורות (נתוני איור 1) על שיעורי החנטה בזן כ.בלום 2004.

עם זאת, כאשר בוחנים את ההשפעה של טיפולי הכוורות השונים על ביקורי הדבורים ניתן לראות שלמרות פעילות דבורים נמוכה באופן כללי, יש לטיפול המדורג יתרון גדול באופן משמעותי בהשוואה לשני הטיפולים האחרים אך במיוחד לעומת הביקורת: כאשר הוכנסו הכוורות הנוספות

(5/3/04) בשיא הפריחה עלה מספר הדבורים לעץ, בהשוואה לשני הטיפולים האחרים בהם ירד מספר הדבורים לעץ (כתוצאה ממעבר דבורים לפריחה מתחרה?). עליה זו נמשכה יום אחד בלבד, אך מאחר וזה היה בשיא הפריחה ניתן להניח שיש לכך משמעות בהפריה ובחנטה. בנוסף לכך ניתן לראות כי הכפלת מספר הדבורים לעץ בשיא הפריחה (לאחר הכנסת הכוורות השניה של הטיפול המדורג) הושגה למרות שמספר הכוורות בשלב זה (ש.פ.) היה זהה למספר הכוורות שבטיפול הביקורת ורק מחצית מהטיפול הצפוף. כמו כן ניתן לראות שמספר הדבורים לעץ בתחילת הפריחה היה דומה בטיפולי הדירוג והביקורת למרות שבדרוג היו בשלב הראשון רק מחצית ממספר הכוורות שבביקורת. כלומר, יתכן מאוד שבשלב הראשון של הפריחה כמות גדולה של דבורים עוברת לפריחה מתחרה ורק מיעוטן פונה אל השזיף.

את ההשפעה החיובית של הטיפול המדורג על החנטה ניתן לראות באיור 2: למרות שיעורי חנטה נמוכים באופן כללי ניתן לראות עליה של כ- 100% בשיעורי החנטה של הטיפול המדורג (מ- 2.5 ל- 5.0 אחוז). תופעה זו בולטת בעיקר בצד הפונה למפרה (AN) אך בכלל לא בצד הנגדי למפרה – שהוא למעשה מפנה לאותו הזן (מפנה עצמי).



איור 3: המתאם בין מספר הדבורים לעץ בשיא הפריחה של הזן BD (15/3/03, 5/3/04) לבין אחוזי החנטה שהתקבלו בזן זה בכ"א משלושת טיפולי הכוורות (בקורת, צפוף ומדורג) ובכ"א מהשנים הנבדקות. (אחוזי החנטה נבדקו בשורת BD בצד הפונה למפרה AN שהינו בעל התאם גנטי חלקי עם BD).

המתאם החיובי והמובהק בין מספר הדבורים לעץ בשיא הפריחה של הזן BD בכ. בלום (15/3/03 ו- 5/3/04) לבין אחוזי החנטה שהתקבלו בזן זה בכ"א משלושת הטיפולים (בקורת, צפוף ומדורג) ובכ"א משתי השנים (איור 3) מצביע על החשיבות הקריטית של הדבורים בשיפור ההאבקה הזרה שתביא להגברת חנטה ולהעלאת יבולים.

ב. זני פריחה אמצעית/מאוחרת

1. בלק אמבר (Black Amber) עם המפרה פראייר (Frayer) – כ. בלום (שוורץ) 2004.

הכנסת כוורות לזנים הפורחים בגל פריחה שני או שלישי במטע, צריכה להתחשב במצב התחלתי בו יש כבר כוורות שהוצבו במטע לטובת גל הפריחה הראשון. לכן, ערכנו ניסוי בכפר בלום באותה חלקה בה נערך הניסוי שתואר בסעיף א' (BD 2004). הרעיון המרכזי שהנחה אותנו היה להיצמד למציאות הפריחה במטע הכולל את מערך הזנים שקיים כלומר, להכניס כוורות ראשונות לזנים הראשונים שפורחים (AN + BD) ביחס כוורות של 1: 8. לאחר מכן בשיא פריחת הזנים המוקדמים הנ"ל, להכניס את ההצבה השניה של הכוורות ולהגיע ליחס של 1: 4 (אשר היווה מצב התחלתי לזני הפריחה המאוחרת). ולבסוף, בשיא פריחת הזנים המאוחרים (FR + BA), להכניס עוד כוורות כך שהיחס הסופי יגיע ל- 1: 2.

סיכום הטיפולים, אם כן, עבור הזנים המאוחרים היה:

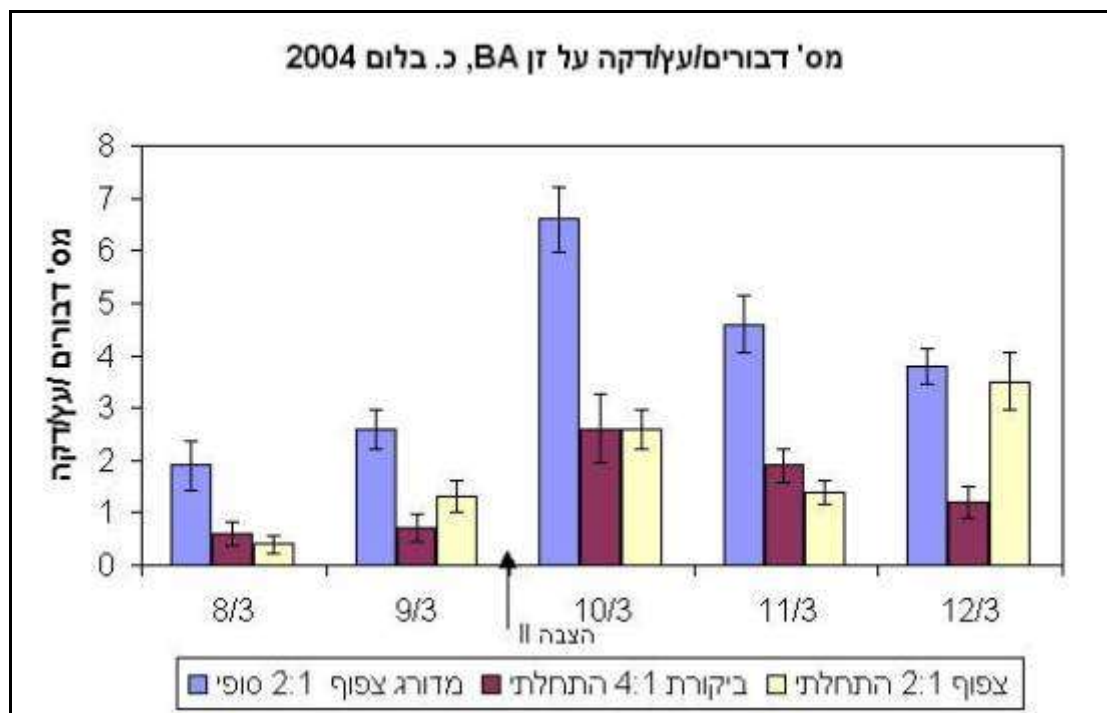
1. בקורת = יחס של 1: 4 התחלתי (מתחילת פריחת הזנים המקדימים AN+BD בתאריך 3/3/04).
2. צפוף = יחס של 1: 2 התחלתי (מתחילת פריחת הזנים המקדימים AN+BD בתאריך 3/3/04).
3. מדורג צפוף = יחס של 1: 2 סופי (1: 4 בתחילת פריחת הזנים המאוחרים בתאריך 5/3/04 ותוספת של עוד 1: 4 בשיא פריחת הזנים המאוחרים (10/3/04), כך שהיחס הסופי היה 1: 2).

בדיקת פעילות הדבורים (איור 4) מראה כי בדומה לניסוי הקודם, (BD 2004) הייתה פעילות דבורים נמוכה יחסית על העצים (2 - 3 דבורים/עץ/דקה) בהשוואה לאותו מטע בשנת 2003 בה נראו כעשר דבורים/עץ/דקה. עם זאת, ניתן לראות הבדלים בין הטיפולים השונים:

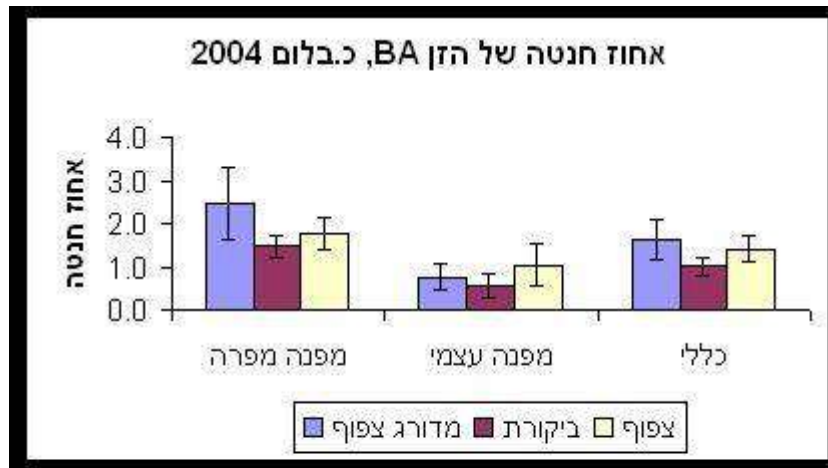
1. במדורג-צפוף נמצאו יותר דבורים לעץ בהשוואה לשני הטיפולים האחרים כבר בתחילת פריחת הזנים המאוחרים, כלומר עוד לפני הצבת הכוורות הנוספות. הסיבה לכך נובעת מהתקדמות קצת יותר מהירה בפנולוגיית הפריחה של עצי טיפול זה בהשוואה לשני הטיפולים האחרים ולא מהטיפול עצמו.
2. בשיא פריחת הזנים המאוחרים, לאחר הכנסת הכוורות הנוספות של הטיפול מדורג- צפוף (יחס סופי של 1: 2) בשעות הבוקר המוקדמות של ה- 10/3/04, עלה באופן דרמטי מספר הדבורים לעץ. הגברה זו של פעילות הדבורים הייתה הרבה מעבר לעליה ההדרגתית שנבעה מהתקדמות הפריחה והיא דומה מאוד לעליית פעילות הדבורים שהתרחשה באותו מטע בזנים המוקדמים

לאחר הדירוג הראשון. שני הטיפולים האחרים נשארו באותה רמת פעילות נמוכה של דבורים לכל אורך תקופת הפריחה.

אחוזי החנטה שהתקבלו (איור 5) משקפים שוב את פעילות הדבורים כלומר, מעט חנטה עקב פעילות דבורים נמוכה. עם זאת ב"מדורג צפוף" (1:2 סופי) התקבלו שוב שיעורי חנטה גבוהים יותר משאר הטיפולים, כשההבדל בולט כמו בניסוי הקודם, רק בצד הפונה למפרה (FR).



איור 4: השפעת טיפולי צפיפות ודירוג כוורות על מספר הדבורים לעץ במהלך עונת הפריחה של שזיף מזן BA, כפר בלום 2004. בטיפול הביקורת הוכנסו כל הכוורות בתחילת הפריחה של הזן המקדים BD (3/3/04) ובצפיפות הסטנדרטית (1:4). בטיפול הצפוף הוכנסו כל הכוורות באותו מועד אך בצפיפות גבוהה (1:2). בטיפול המדורג-צפוף הוכנסו מחצית הכוורות (1:4) באותו מועד, ומחצית נוספת (1:4) בשיא פריחת BA (10/3/04 לפנות בוקר). הצפיפות הסופית בטיפול זה הייתה 2:1.



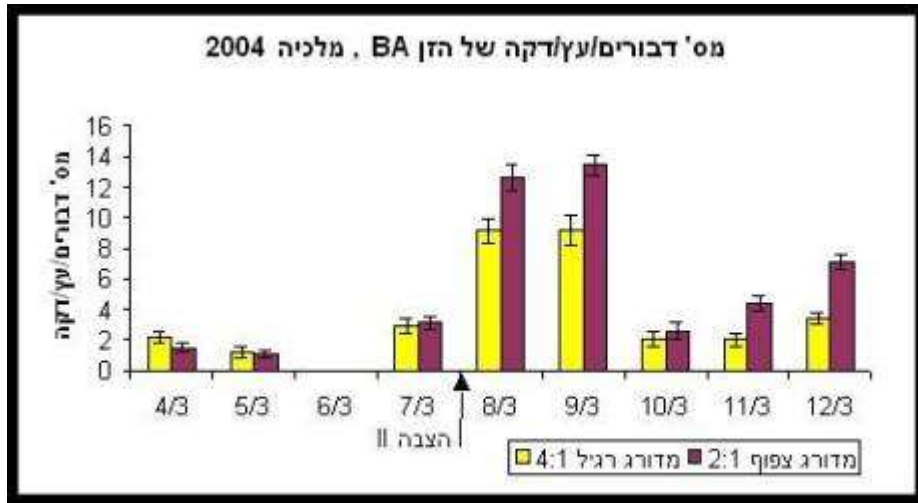
איור 5 : השפעת טיפולי כוורות שונים (נתוני איור 4) על שיעור החנטה בזן BA, כ.בלום 2004.

2. בלק אמבר עם המפרה קווין רוזה (Queen Rosa) – מלכיה 2004.

חיזוק לחשיבות הגדולה של דירוג הכוורות על פעילות הדבורים במטע קיבלנו גם מניסוי בקנה מידה קטן שערכנו במטע מלכיה ב - 2004. בניסוי זה נבדקה פעילות הדבורים (ללא סימון פרחים ומעקבי חנטה) על עצי BA (SbSc) השייכים לקבוצת הפריחה המאוחרת כאשר המפרה שלהם היה QR (ScSh). פריחת שני הזנים חפפה באופן מלא. מתוך הנחה שדירוג הכוורות במטע הוא ככל הנראה טיפול טוב ועדיף מהכנסה חד פעמית, ניסינו לבחון את השפעת הצפיפות הגבוהה (1: 2 סופי) לעומת הצפיפות הנמוכה (1: 4 סופי) כאשר בכל מקרה, בשני הטיפולים, הוכנסו הכוורות בדירוג. ההצבה הראשונה בוצעה בתחילת פריחת ה- BA (3/3/04) וההצבה השנייה בשיא פריחת ה- BA (בשעות הבוקר המוקדמות של ה- 8/3/04).

מתוצאות ספירות הדבורים ניתן לראות (איור 6) את העלייה הדרמטית במספר הדבורים לעץ לאחר הצבת הכוורות השנייה (איור 6). קפיצה זו במספר הדבורים לעץ בלטה מאוד בשני הטיפולים (עם יתרון קל בלבד לצפיפות הגבוהה).

מאחר וגם בניסוי זה, כמו בניסויים קודמים שתוארו, לא היו פחות דבורים על העצים בימים הראשונים של הפריחה בטיפול עם הצפיפות הנמוכה (1: 4) בהשוואה לצפיפות הגבוהה (1: 2), ניראה שצפיפות נמוכה הינה ככל הנראה מספיקה בשלבי הפריחה הראשונים. תוספת כוורות בשני טיפולי הדירוג מעלה מאוד את הפעילות. עם זאת, ניתן לראות את העלייה המשמעותית יותר בפעילות הדבורים בטיפול המדורג-צפוף (1: 2) לעומת מדורג-רגיל (1: 4).



איור 6 : השפעת טיפולי צפיפות שונים של כוורות על מספר הדבורים לעץ במהלך עונת הפריחה של שזיף מזן BA, מלכיה 2004. בשני הטיפולים הוכנסו הכוורות בדירוג (הצבה I – 3/3/04 – הצבה II – 8/3/04). בטיפול הרגיל הצפיפות הסופית 4:1 ובטיפול בצפוף 2:1.

לסיכום, ניתן לאמר שכאשר ההתאמה בין מפרה למופרה היא חלקית בלבד, ובמיוחד כאשר התנאים לפעילות דבורים אינם אופטימליים (מזג אוויר קר מידי או חם מידי, תחרות רבה עם פריחה מתחרה, וכד') יש חשיבות רבה ביותר להעלאת פעילות הדבורים על העצים שתגביר את ניידותן בין השורות ובעיקר בין זן מפרה לזן מופרה, כך שיותר אבקה זרה תגיע אל זן המטרה ובסופו של דבר תתקבל הפריה טובה יותר שתביא לשיעורי חנטה ויבול גבוהים יותר. המתאם החיובי והמובהק שהתקבל בין מספר הדבורים לעץ לבין שיעור החנטה, מחזק מאוד את החשיבות של פעילות הדבורים בשיפור היבולים. להערכתנו יש לשאוף לכמות של 10 דבורים לעץ לדקה בשיא הפריחה של עצי השזיף. הדרך היעילה ביותר לפעילות דבורים טובה, היא ע"י דירוג הכנסת הכוורות ולאוו דווקא ע"י מספר גבוה מאוד שלהם. יחד עם זאת, ברצוננו להדגיש כי אלה הערכות ביניים ואנו צופים כי יתבססו בהמשך המחקר.

ב. שיפור פוריות השזיף במטעים המכילים מפרה בעל התאם גנטי מלא

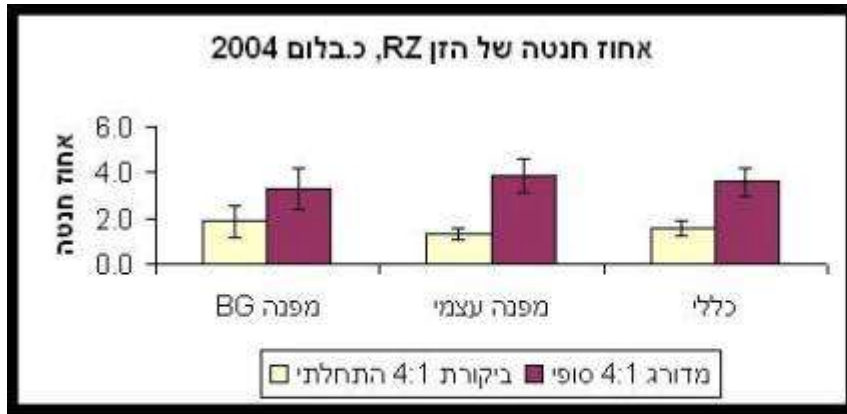
מבוא

בחלק א' של הדו"ח הודגשה חשיבות הדבורים להגברת פוריות השזיף ע"י שיפור ההאבקה הזרה, במטעים בעלי התאם גנטי חלקי. הראנו כי יש מתאם גבוה ומובהק בין מספר הדבורים לעץ לבין החנטה והיבול שמתקבלים. במקרים כאלה פעילות דבורים אינטנסיבית הינה קריטית. בעבודה המתוארת להלן, בחנו את חשיבות פעילות הדבורים כאשר יש התאמה גנטית מלאה בין מפרה למופרה.

א. רויאל זי (Royal Zee) עם המפרה בלק ג'ים (Black Gam) כ. בלום 2004.

בניסוי זה נבדקה השפעת הצבה מדורגת של כוורות (1:4 סופי) לעומת הצבה חד פעמית בתחילת הפריחה (1:4 התחלתי - ביקורת), על אחוזי החנטה של רויאל זי (RZ) (אללים SeSc) הסמוך לשורת מפרה בעל התאם גנטי מלא – בלק ג'ים (BG) (אללים SbSh). בדיקת החנטה בוצעה כפי שתואר במאמרנו הקודם (סימון 2000 פרחים בכל מפנה וכן הלאה). פעילות הדבורים על העצים לא נבדקה.

כפי שעולה מאיור 1 ניתן לראות כי להצבה המדורגת יתרון מובהק (עליה של 150%) על הצבה רגילה. ממצא זה דומה לזה שהתקבל בניסוי שנערך בכפר בלום בשנים 2003/2004 כאשר בלאק דיאמונד (BD) הופרה ע"י מפרה מתאים חלקית - אנג'לינו (AN). בשונה מהניסוי הנ"ל, שבו היתרון נבע מעליה בחנטה במפנה למפרה, בניסוי המתואר כאן היתרון היה הן בצד הפונה למפרה והן בצד הנגדי הפונה לשורה נוספת של RZ. נראה שהסיבה העיקרית לכך הינה יכולתו של הזן המפרה (BG) להעניק הפריה טובה לזן המואבק RZ גם כאשר פעילות הדבורים נמוכה (מס' הדבורים הכללי שנצפה על העצים במהלך תקופת הפריחה עמד על כ- 2 דבורים/עץ/דקה בלבד – אין נתונים מדויקים). הסיבה להפריה המוצלחת בטיפול המדורג, למרות מספר הדבורים הנמוך היא ההתאמה הגנטית המלאה בין שני הזנים. התאמה גנטית מלאה בין מפרה למופרה, מאפשרת ככל הנראה הפריה טובה יחסית גם כאשר מספר הדבורים איננו גבוה ומעט מידי אבקה מועברת לצלקות הפרח המואבק (יתכן שישנו פיצוי בעזרת מפרה מתאים על מס' נמוך של דבורים).



איור 1 : השפעת דירוג הכוורות (1:4 סופי) לעומת הצבה חד פעמית של הביקורת (1:4 התחלתי), על אחוזי החנטה בזן RZ, כפר בלום 2004.

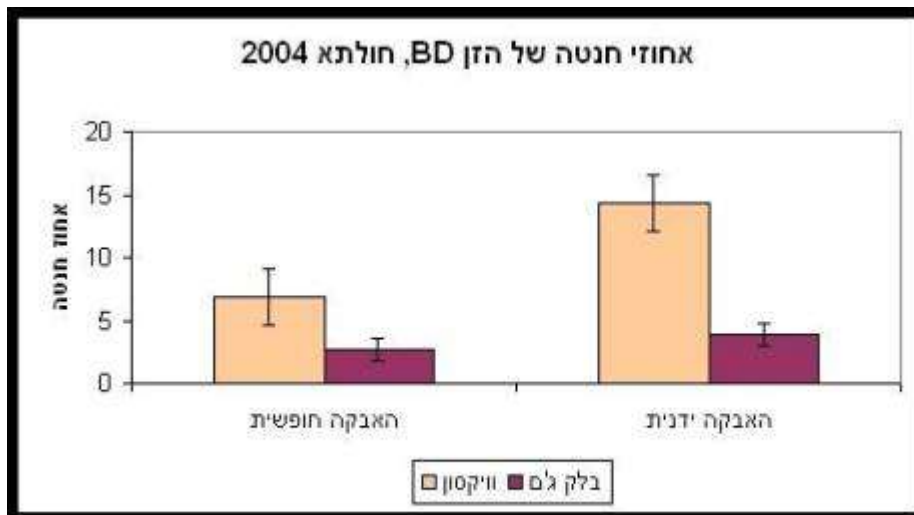
ב. ביג דאימונד (Big Diamond) עם המפרים וויקסון (Wickson) ובלק ג'ים (Black Gam) השוואת מפרים בעלי התאם גנטי מלא מול חלקי - חולתא 2004.

חיזוק ליכולת ההפריה הגבוהה של המפרה המתאים, לעומת המפרה החצי מתאים יכולה להבחן ע"י האבקה טבעית (חופשית) ואו ידנית של זן כלשהו עם כ"א משני המפרים. ניסויים כאלו אכן נערכו בחולתא ובנאות מרדכי באביב 2004, והם מובאים להלן :

בניסוי זה הושושו שעורי החנטה של BD (אללים SeSh) בשורה סמוכה למפרה בעל התאם גנטי מלא - וויקסון (W) (אללים SkSf) לעומת שורה הסמוכה למפרה בעל התאם גנטי חלקי - בלק ג'ים (BG) (אללים SbSh), הן בהאבקה פתוחה והן בהאבקה ידנית, המנטרלת את מגבלת פעילות הדבורים. ע"י העמסת אבקה בעודף על צלקות הפרחים המואבקים. בניסוי לא בוצעו טיפולי כוורות שונים. הכוורות הוצבו בתחילת הפריחה ביחס דומה בשני הטיפולים. בכל אחד משני הטיפולים (מלא, חלקי) סומנו 1000 פרחי BD (100 פרחים לענף x 1 ענפים לעץ x 10 עצים) בצד הפונה למפרה. כחודש לאחר הפריחה נבדקו אחוזי החנטה ובקטיף נרשם היבול לעץ.

כפי שניתן לראות באיור 2 בהאבקה החופשית של BD התקבלו שיעורי חנטה גבוהים באופן משמעותי ומובהק (פי 3) בצד הפונה ל-W בהשוואה לצד הפונה ל-BG.

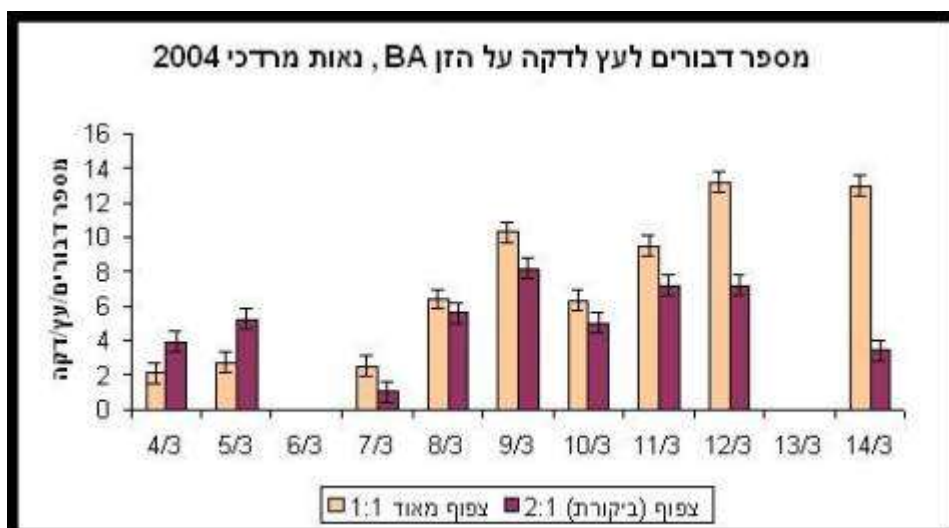
תוצאות ההאבקה הידנית היו דומות לאלו שנמצאו בהאבקה פתוחה, אך הפער לטובת המפרה בעל ההתאם המלא W היה עוד יותר גדול (כמעט פי 4) כלומר, גם לאחר האבקה בעודף כאשר היה אפשר לצפות לפיצוי על אי ההתאם החלקי של אבקת ה-BG וע"כ לקבלת אחוזי חנטה דומים, בכ"ז היה יתרון גדול למפרה המתאים לעומת החצי מתאים. ראוי לציין כי תוצאה דומה קבלנו בהאבקה ידנית של אגסי ספדונה אך לא בהאבקות תפוחי סטרקינג.



איור 2 : השפעת הזן המפרה על שיעורי החנטה של הזן BD לאחר האבקה חופשית וידנית, חולתא 2004. וויקסון (W) - בעל התאם גנטי מלא עם BD, בלק ג'ים (BG) - בעל התאם גנטי חלקי עם BD.

ג. בלק אמבר (Black Amber) עם המפרה וויקסון (Wickson) בעל התאם מלא, נאות מרדכי, 2004

בניסוי זה נבדקה השפעת הזן המפרה בעל ההתאם הגנטי המלא W (SkSf) על חנטת הזן BA (SbSc) בצירוף צפיפות כוורות גבוהה מאוד אך ללא השוואה לזן בעל התאם גנטי חלקי. כל הכוורות הוכנסו בתחילת הפריחה (ללא דירוג) ובצפיפות גבוהה (1: 2) או אף גבוהה מאוד (1: 1). תחילת הפריחה הייתה ב- 3/3/04 ושיאה ב- 10/3/04.



איור 3 : השפעת שני טיפולי צפיפות כוורות (1: 1 לעומת 2: 1) שהוכנסו כולם בתחילת הפריחה על מספר הדבורים לעץ במהלך עונת הפריחה של הזן BA, נאות מרדכי, 2004.

מבדיקת פעילות הדבורים על העצים (איור 3) ניתן לראות שאמנם יש יותר דבורים על העצים בטיפול הצפוף מאוד (1:1) אך גם בטיפול הצפוף (2:1) מספר הדבורים לעץ גבוה יחסית ועומד על כ-8 דבורים/עץ/דקה בתקופת שיא פריחה.

מספר כזה גבוה של דבורים לעץ ובמטע בו יש מפרה בעל התאם גנטי מלא עם המופרה מאפשר הפריה טובה שמביאה לשיעורי חנטה גבוהים במיוחד – כעשרים אחוז חנטה ללא הבדל בין הטיפולים (טבלה 1).

טבלה 1 : השפעת שני טיפולי צפיפות כוורות (1:1 לעומת 2:1) שהוכנסו כולם בתחילת הפריחה (3/3/04) על שיעורי החנטה של הזן BA במטע עם מפרה בעל התאם גנטי מלא (וויקסון W) עם BA.

שיעורי חנטה (%)	צפיפות הכוורות
21	2:1 (צפוף)
22	1:1 (צפוף מאוד)

מסיכום ניסוי זה ניתן לאמר שכאשר יש במטע מפרה מתאים אפשר ככל הנראה להסתפק ביחס כוורות של 2:1 ואין כל צורך לצופף מאוד עד ליחס של 1:1. השאלות שעדיין נותרו פתוחות הן האם אפשר בתנאים אלה של מפרה מתאים לרדת ליחס של 4:1 (בתנאי דירוג) ומנגד האם אפשר במטעים עם מפרה מתאים חלקית (כמו בכ.בלום - שוורץ) לקבל תוספת חנטה בצפיפות גבוהה מאוד של כוורות (1:1).

בנוסף לניסויים שתוארו קודם לכן (עם דבורים או בלעדיהן) נבדקו שיעורי החנטה של הזן BA לאחר האבקה חופשית במטעים נוספים בהם היו שני סוגי מפרים – מתאימים מלא ומתאימים חלקית (טבלה 2). לא נבדקה פעילות הדבורים על העצים כיוון שבכולם היה אותו מספר כוורות, והן הוכנסו באותה טכניקה.

טבלה 2 : השפעת מפרים בעלי התאם גנטי מלא או חלקי על שיעורי החנטה של הזן BA לאחר האבקה חופשית במטעי דפנה ונאות מרדכי בשנים 2003 ו 2004.

אחוזי חנטה			טיפול	
נאות מרדכי	דפנה		התאם גנטי	זן מאביק
2003	*2004	2003		
18 ±1.32	גבוהה	27 ± 2.39	מלא	וויקסון (W)
15 ±1.82	גבוהה	-	מלא	סנגולד (SG)
7 ±0.8	נמוכה	-	חלקי	פראייר (FR)
-	נמוכה	15 ± 1.68	חלקי	k-266

* בדפנה, 2004 נעשתה הערכה של שיעורי החנטה בעזרת המדריכים והנוטעים.

תוצאות הניסוי המוצגות בטבלה 2 מראות שוב את היתרון המשמעותי של המפרה בעל התאם הגנטי המלא עם הזן המופרה, בהשוואה למפרה בעל התאם גנטי חלקי בלבד. תוספת החנטה, בין

אם נספרה במדויק, ובין אם הוערכה בלבד, הייתה של כ – 100%, כלומר הכפלה של שיעור החנטה.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר

מסיכום ביניים של פרק הדבורים והמפרים עולה שכאשר יש במטע מפריים בעלי התאמה גנטית חלקית יש צורך חיוני ביותר להגביר את פעילות הדבורים על העצים כך שיהיו לפחות 10 דבורים/עץ/דקה. דרך מומלצת להגיע לכך היא ע"י דירוג הכנסת הכוורות ולאן דווקא ע"ע הגדלת צפיפותן. עם זאת גם במספר דבורים גבוה שכזה, אין שיפור בחנטה בצד הנגדי למפרה למרות שקיים שיפור בצד הפונה למפרה, ומכאן שככל הנראה בתנאים אלה גם מספר זה של דבורים (10) איננו תמיד מספיק.

לעומת זאת במטעים בהם ישנם מפריים בעלי התאם גנטי מלא, ניתן ככל הנראה להסתפק בפחות דבורים לעץ. המספר המדויק עדיין לא ידוע, (נצטרך לברר זאת בניסויים נוספים) אך העובדה שבמקרים כאלה גם בצד הנגדי למפרה יש תוספת (RZ בכפר בלום עם המפרה המתאים BG) מחזקת את המסקנה שלהתאמה הגנטית של המפרה עם זן המטרה יש חשיבות גדולה ביותר (אולי אף יותר מכמות דבורים כזו או אחרת).

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.