

## דוח לתכנית מחקר 21-01-0031

שנת המחקר 2019- שנה 1 מתוך 3 שנים

### שיפור פוריות זני ליצי' חדשים ע"י איתור מפרה מצטיין לכל זן

#### Increasing litchi productivity

#### by identifying the optimal pollenizer for each cultivar

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י:

פרופ' רפי שטרן – ריכוז הפרויקט, תכנון הניסויים, עריכתם וניתוחי התוצאות ([raffi@migal.org.il](mailto:raffi@migal.org.il))

מיקי נוי – ליווי הניסיונות במטעי הצפון

דר' גל ספיר – אחראי על ביצוע הניסויים בשטח ובמעבדה

פרופ' מרטין גולדווי – פיתוח סמנים מולקולאריים

דר' אמיר רז – פיתוח סמנים מולקולאריים

#### תקציר

הצגת הבעיה – ענף הליצי' בישראל "דורך במקום" כבר הרבה שנים, למרות הפוטנציאל הכלכלי הגבוה להפוך לענף ייצוא. הגורמים המרכזיים לכך שנטועים היום כאלף דונם בלבד היא הפוריות הנמוכה של הזן המרכזי מאוריציוס, וכן ההתבססות על זן אחד בלבד שתקופת השיווק שלו (בארץ ובחו"ל) קצרה מאוד. במחקר ראשון שהתחלנו לפני 3 שנים זיהינו שתי סיבות מרכזיות ליכולי המאוריציוס הנמוכים: 1. שיעורי האבקה נמוכים מאוד על אף האטרקטיביות העצומה של פרחי הליצי' לדבורי הדבש. 2. פירות שמרביתם תוצרי האבקה עצמית. הפיתרון לגורם המעכב הראשון נמצא ע"י תוספת דבורי בומבוס למטעים, ששיפרה באופן דרמטי את שיעורי ההאבקה, וכתוצאה מכך עלו שיעורי החנטה והיבול באופן משמעותי ומובהק. רעיון זה אומץ ע"י כלל המגדלים, וכיום אין מטע ליצי' ללא תוספת של כוורות דבורי בומבוס. הפתרון למגביל הפוריות השני (האבקה עצמית של מאוריציוס) נמצא ע"י האבקת מאוריציוס עם אבקה זרה, ובעיקר מהזן הונג לונג, בהשוואה להאבקה עצמית של מאוריציוס. השיפור שהושג בא לידי ביטוי הן בהגדלת שיעורי החנטה ובתוספת פירות לעץ, והן בהגדלת משקל הפרי למרות עומס היבול הגבוה יותר בעץ.

מטרת המחקר הנוכחי - להתרכז בשיפור פוריות הזן מאוריציוס וזנים נוספים חדשים שהגיעו למסחר, אך למרות איכותם הגבוהה הם אינם פוריים. שיטות העבודה – כדי להגיע לכך אנו מנסים לאתר את המפרה האופטימלי עבור מספר זנים חדשים ומבטיחים, הן ע"י בחינת חפיפת הפריחה בין המופרה למפרה והן ע"י בחינת יכולתו ה"פוטנטית" של הזן כמפרה. נושא זה נבדק השנה לראשונה ע"י בחינת שיעורי החנטה, גובה היבול ומשקלי הפרי והזרע של כל זן מטרה ליד המפרים השונים, ובמקביל ע"י איתור סמנים גנטיים (SNPs) חדשים וייחודיים לכל זן כדי שנוכל לאתר את ההורה הזכרי המצטיין של הצאצאים שיווצרו.

#### תוצאות ראשוניות משנת המחקר הראשונה –

1. שיפור ההפריה בזנים השונים: א. FZS – נמצא כי זן זה איננו פורה לעצמו כלל. הזנים המפרים שנמצאו כמצטיינים בשנה זו היו 'ילו רד' (YR) ו'נו-מאי-צה' (NMC). ב. תמוז – נמצא כי זן זה ככל הנראה איננו פורה

לעצמו, למרות שיכול ליצור חנטים שמתחילים את גדילתם. הפריה זרה של זן מאוריציוס שיפרה מאוד את פוריותו של התמוז.

2. פיתוח סמנים גנטיים: התקדמנו באיתור סמנים גנטיים חדשים, וכנראה שבמהלך השנה הקרובה יהיו לנו ביד מספר סמנים שבעזרתם נוכל לאפיין באופן וודאי את ההורה המפרה של כל זן. מסקנות ביניים – הוכחנו את חשיבות ההאבקה הזרה גם בליצי שידוע כפורה לעצמו. עדיין לא הצלחנו להשלים את איתור הסמן הספציפי של כל זן כדי לאתר את המפרה המצטיין לזנים השונים.

#### תוכן העניינים –

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| מבוא .....                         | 2  |
| מטרות המחקר .....                  | 2  |
| עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר ..... | 3  |
| דיון .....                         | 7  |
| רשימת ספרות .....                  | 8  |
| שאלות סיכום .....                  | 10 |

## מבוא ותאור הבעיה

לליצי הישראלי פוטנציאל כלכלי גבוה, בעיקר כגידול ייצוא, אך הוא איננו ממומש במלואו. שלוש סיבות עיקריות מעכבות את פריצתו: 1. קשיים בטיפול בפרי לאחר הקטיף ובמהלך אחסונו. 2. פוריות לא מספיק גבוהה ויציבה של הזן המרכזי מאוריציוס. 3. עונת שיווק קצרה בארץ ובחוו"ל של זן מרכזי אחד (מאוריציוס) בלבד (נוי, 2017).

הנושא הראשון מטופל לאחרונה בצורה אינטנסיבית, והחוקרים שעוסקים בו הגיעו להבנה מעמיקה של תהליכי הסדקות הקליפה והחממתה במטע ולאחר חיי מדף (Fachima et al., 2019; פחימה וחובי, 2017). בנושא השני של פוריות הזן מאוריציוס עסקו בשנתיים האחרונות בצורה אינטנסיבית והגענו לשתי תובנות מרכזיות: 1. למרות פעילות אינטנסיבית מאוד של דבורי הדבש במטעי הליצי, ההאבקה לוקה בחסר. הכנסת דבורי בומבוס למטעים כתוספת לדבורי הדבש שיפרה מאוד את שיעורי ההאבקה, מה שהביא לתוספת יבול משמעותית ומובהקת (Sapir et al., 2019; שטרן וחובי, 2017a). 2. הזן המרכזי שנבדק, מאוריציוס, אמנם מפרה את עצמו, אך נוכחות זנים מפרים לידו שיפרה מאוד את ההאבקה הזרה שהביאה להישרדות חנטיים טובה יותר ולכן לתוספת פירות לעץ בהשוואה להאבקה עצמית (איור 2 בנספח). בנוסף הביאה ההאבקה הזרה להתפתחות פרי טובה יותר שהתבטאה במשקל גבוה יותר של פרי למרות עומס היבול הגבוה (שטרן וחובי, 2017b). בנושא השלישי, שעוסק בהרחבת סל הזנים, חלה בשנים האחרונות התקדמות משמעותית, שמתבטאת בעיקר באינטרודוקציה של זני ליצי חדשים, המבשילים לפני או אחרי המאוריציוס, ואף בפיתוח של זנים תוצרי השבחה מקומית שנעשו ע"י משה גורן ממרכז וולקני (גורן, 2013; גורן וגזית, 1994; גורן וחובי, 2002).

מאחר ויבולי הליצי של הזן מאוריציוס עדיין נמוכים מהפוטנציאל האפשרי, התמורה המתקבלת לדונם אינה אטרקטיבית לנוטע. בנוסף – הקטיף מתרכז בחודשים יוני-יולי, בהם יש במקביל שיווק מאסיבי לאותן ארצות יעד באירופה ע"י סין ותאילנד בעיקר. לאור זאת – המחיר שפודה הליצי בתקופה זו נמוך משמעותית מהמחיר המתקבל בתקופת שיווק מאוחרת יותר (נוי, 2017).

כדי לשפר את ביצועי המטע ולהעלות את רווחיות הנוטעים הצענו להתרכז במחקר זה בשיפור פוריות כל זני הליצי המבטיחים שקיימים במסחר ע"י איתור המפרה האופטימלי עבור כל זן.

## מטרות המחקר

### מטרה מרכזית

המטרה העיקרית של המחקר היא להעלות את רווחיות גידול הליצי בישראל ע"י שיפור פוריותם של כל הזנים.

### מטרות המשנה של המחקר

1. "איתור זן מפרה מצטיין עבור כל זן שבמסחר":

א. עבור הזן המרכזי מאוריציוס

ב. עבור הזן השני בחשיבותו כיום – הונג לונג

ג. עבור כל יתר הזנים, אך בעיקר לזנים איכותיים מאוד אך לא פוריים, לדוגמה – פיי-זי-סו, תמוז וכדומה.

2. "פיתוח סמנים גנטיים חדשים לצורך איתור המפרה המצטיין של כל זן":

פיתוח SNPs ייחודיים לכל זן במקום השימוש בטכניקת הזיהוי של SSR, בה משתמשים כיום, שאיננה מצליחה להפריד בצורה מושלמת בין הזנים המפרים של כל זן.  
3. "איתור זנים חדשים בנושאי פרי איכותי בזמני הבשלה מוקדמים/ מאוחרים מהמאוריציזוס, ולא רק כמפרים".

### עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר (שנה ראשונה 2019)

#### I. איתור זן מפרה

במסגרת עבודת המחקר הקודמת (2016-2018), שעסקה בהאבקה והפריה של הזן מאוריציזוס, מצאנו בין השאר כי הזן מאוריציזוס "נהנה" מקירבתו לזנים מפרים שונים. מתוצאות הניסויים למדנו שלמרות יכולתו של עץ הליצי להפרות את עצמו הוא מניב פירות רבים יותר, ולעתים אף גדולים יותר, כאשר נמצא לידו עץ מזן שונה. לאור זאת התחלנו בסדרת ניסויים חדשה, בה אנו מנסים לאתר את הזן המפרה המצטיין עבור המאוריציזוס, ובמקביל לאתר את המפרים המצטיינים עבור זני הליצי החדשים שהולכים ונכנסים למסחר.

#### איתור זן מפרה לזן מאוריציזוס –

תוצאות המחקר הקודם הצביעו על כך שהזן הונג לונג (Hong Long = HL) יכול לשמש כמפרה טוב עבור הזן מאוריציזוס (שטרן וחוב' 2018). ההשערה שהועלתה היתה כי תרומתו של הזן HL כמפרה בהשוואה לזנים מפרים אחרים נובעת הן מהקדמת פריחתו, כך שפרחי M2 המצטיינים שלו חופפים את פרחי הנקבה של המאוריציזוס, והן, ככל הנראה, מ"פוטנטיות" גבוהה במיוחד של גרגרי האבקה שלו. כדי לבחון זאת שוב בצורה וודאית (ע"י ניטרול הגורם המגביל של ההאבקה) השווינו עצים של מאוריציזוס בלבד, שגדלו בחממות מי שמיר הממוקמות בחוות המטעים שבעמק החולה, לעצי מאוריציזוס בחממה סמוכה שלידם ניטעו עצי הזן HL. היבול שהתקבל בעצי הזן מאוריציזוס ללא המפרה היה 1.3 טון/ד' לעומת 1.8 טון/ד' בעצי מאוריציזוס עם המפרה HL. גודל הפרי הממוצע היה דומה (23 גר' לפרי) למרות עומס היבול הגבוה מאוד שהתקבל בחממה עם המפרה. ניסוי זה הוכיח לראשונה בתנאי האבקה טבעית (ולא רק ידנית) שנעשתה ע"י דבורי בומבוס, שמפרה זר (ובמיוחד HL) יכול לשפר את יבול המאוריציזוס, למרות שיבול הביקורת (מאוריציזוס בלבד) היה גבוה (1.3 טון/ד'). תוצאה זו מחזקת את תוצאות ההאבקה הזרה שהתקבלו במטעי לביא וריבד בשנת 2018 (שטרן וחוב' 2018).

#### איתור זן מפרה לזן פי-זי-סו (FZS=Fay-Zi-Su) –

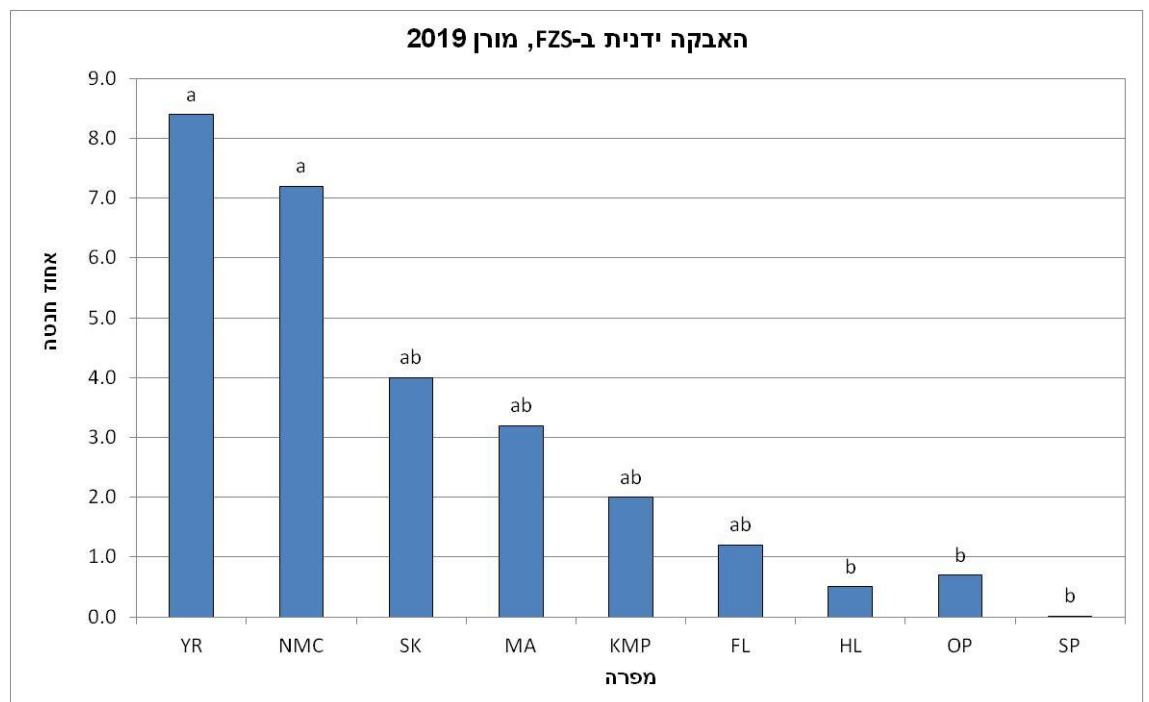
הזן 'FZS' מצטיין בפרי איכותי ביותר שמתאפיין בעיקר בגודלו (30 גר') ובגודל הזרע הקטנטן שבו. עם זאת סובל הזן FZS מבעיית פוריות קשה. היבולים שלו בסין ובישראל נעים מ-5 ק"ג לעץ בלבד למקסימום 20 ק"ג/עץ בעצים בודדים. הסיבה לכך איננה ידועה, אך ממעקב שעשינו אחר זן זה ב-2018 במורן למדנו שכאשר הוא נמצא בין עצי מאוריציזוס הוא מניב יבול אפסי (בדומה לעצי FZS בלביא) ולעומת זאת כאשר נמצא בין זנים שונים (סא-קנג, נו-מאי-צ'י ועוד) הוא מניב יבול גבוה (שטרן וחוב' 2018).  
בשנת 2019 ניסינו לאתר את הזן המפרה המצטיין ע"י האבקה ידנית של עצי ה-FZS במפרים השונים שנמצאים בקרבתו, ובחינת אחוזי החנטה שמתקבלים מכל מפרה. השיטה – כיוס תפרחות FZS והאבקה

ידנית בעזרת אבקה ממפרים שונים. תפרחות ה-FZS כויסו בשקית מתאימה בתחילת גל הפריחה הנקבית שלהם (1/5/19), כל מפרה הואבק ידנית על 10 תפרחות דומות בעלות 100 פרחים נקביים X 2 עצי FZS שיש לנו בחלקה זו. כעבור 3 שבועות נספרו החנטים וחושב אחוז החנטה.

המפרים שנבדקו עבור הזן FZS היו: סא-קנג (SK), יילו רד (YR), נו מאי ציי (NMC), מאוריציוס (MA), קוואי-מי-פינק (KMP), פלורידני (F), הונג לונג (HL) בהשוואה להאבקה פתוחה (OP) ולהאבקה עצמית (SP).

תוצאות אחוזי החנטה שהתקבלו הראו כי שני זנים מפרים, YR ו-NMC, שיפרו באופן מובהק ומשמעותי את שיעורי החנטה בהשוואה להאבקה פתוחה: כ-8% חנטה בשניהם בהשוואה ל-0.8% בלבד בהאבקה פתוחה, ואפס חנטה בתפרחות FZS סגורות (=SP), איור 1. השרב הכבד (טמפי' מכסימום של 40 מעלות ולחות של 15%) ששרר במשך יומיים רצופים בתאריכים 23+24/5/19 הפיל את מרבית החנטים. הבודדים והיחידים ששרדו היו תוצרי אותם שני זנים מפרים – NMC (5.0% חנטה) ו-YR (3.2% חנטה) שאף הגיעו לפרי בקטיף.

איור 1. אחוזי חנטה של הזן FZS לאחר האבקה ידנית באבקת זנים מפרים שונים, מורן 2019.



#### איתור זן מפרה לזן תמוז –

בעונת 2018 מצאנו שהזן 'תמוז' הוא מעניין מאוד: פרי גדול, אפיל, עם זרע מנוון עד קטן מאוד, לא רגיש כלל לנשירה (לא נשר בכלל כמו הזן מאוריציוס בחמסין הכבד ששרר במחצית מאי 2018 ברביד ובמורן <40 מעלות עם 10% לחות), לא רגיש כלל לכתמים חומים כמו מאוריציוס, ובמיוחד בהשוואה ל'סיוון' הרגיש. עם זאת פורייתו נמוכה (אפילו לאחר שפורח היטב).

במורן יש חלקה הנטועה בשורות מעורבות של תמוז-מאוריציוס (בכל שורה יש עץ אחד מאוריציוס ואחריו עץ תמוז, כך לסירוגין עד סוף השורה) עם פוריית בינונית (25 ק"ג/עץ). ברביד לעומת זאת יש בלוק אחד של

תמוז בלבד, והיבול שם נמוך ביותר (5-10 ק"ג/עץ). המסקנה שעולה מכך היא שהתמוז נהנה ככל הנראה מהאבקה זרה.

ממעקב שעשינו ברביד אחר יבולי התמוז שסמוכים או רחוקים ממאוריציוס והונג לונג למדנו על הפוטנציאל לשיפור יבולי התמוז ע"י האבקה זרה (שטרן וחוב' 2018), ולאור זאת בוצע ניסוי חדש ב-2019. מטרת הניסוי – בחינת היתרון של האבקה זרה לעומת האבקה עצמית של הזן תמוז.

הניסוי בוצע בשני שלבים שנבחנו במקביל:

1. האבקה פתוחה בחלקת תמוז ללא מפרים (רביד = "האבקה עצמית") בהשוואה לחלקת תמוז סמוכה עם המפרה מאוריציוס (מורן = "האבקה זרה"). בכל אחת משתי החלקות נבחרו 10 עצי תמוז בעלי עוצמת פריחה דומה ומצב פנולוגי דומה. בכל עץ סומנו 6 תפרחות דומות (כ-150 פרחים נקביים לתפרחת). ספירת החנטים בוצעה: 3 שבועות מהפריחה (לפני גל הנשירה העיקרי של החנטים) ולקראת הקטיף (18/7/19).
2. האבקה ידנית של תפרחות תמוז באבקת M2 עצמית מול האבקה זרה של M2 ממאוריציוס, הונג לונג וזנים נוספים (מאחר וזרעי התמוז מנוונים ברובם (בדומה לזן NMC שהוא אחד ההורים), אין אפשרות להנביטם כדי להפיק מהם DNA לזיהוי ההורה המפרה, ולכן הדרך היחידה לבחון את תרומת ההורה המפרה היא ע"י ההאבקה הידנית ובחינת אחוז החנטה מכל מפרה).

#### תוצאות אחוזי החנטה והיבול שהתקבלו –

#### **1. האבקה פתוחה ברביד ("עצמית") מול "זרה" במורן –**

שיא פריחה נקבית של הזן תמוז בשתי החלקות היה דומה (10/5/19). בדיקת חנטה ראשונית בוצעה כ-3 שבועות מהפריחה (5/6/19) ובדיקה סופית לקראת הקטיף ב-18/7/19.

טבלה 1. השפעת האבקה טבעית (פתוחה) עצמית מול זרה על אחוזי החנטה וגובה היבול בזן תמוז, 2019.

| סוג האבקה    | אחוז חנטה       |                | יבול   |         |
|--------------|-----------------|----------------|--------|---------|
|              | ראשוני (5/6/19) | סופי (18/7/19) | ק"ג/עץ | ק"ג/ד'* |
| עצמית (רביד) | 4.8 a           | 0.3 b          | 3 b    | 201 b   |
| זרה (מורן)   | 6.4 a           | 3.7 a          | 12 a   | 804 a   |

\*67 עצים/ד' במרחקים של 5X3 מ'

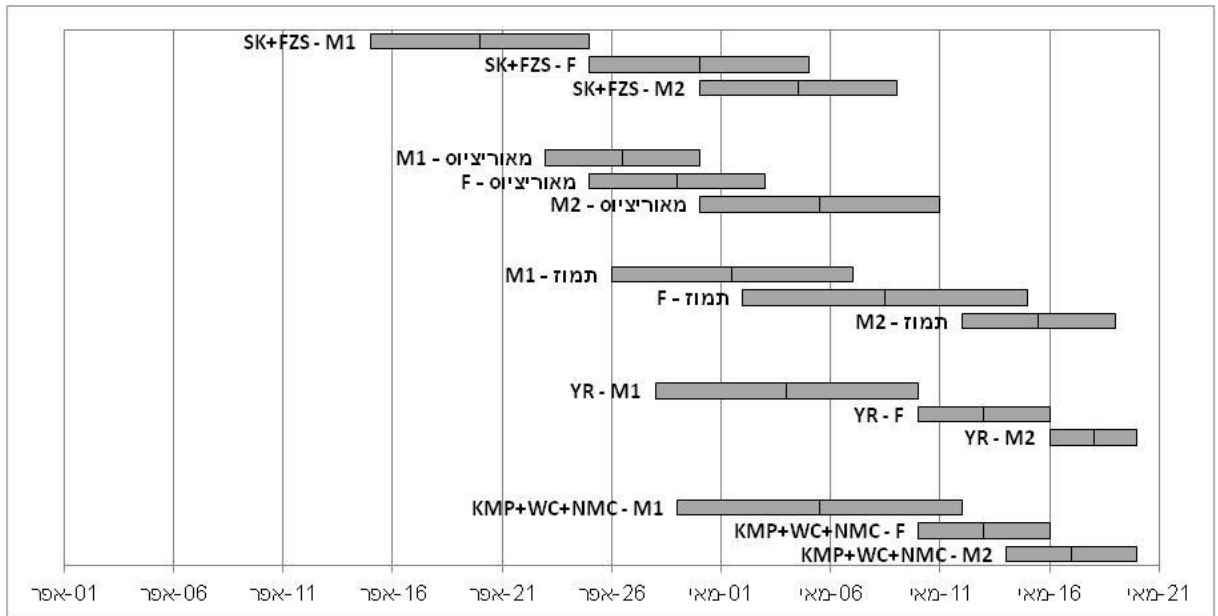
תוצאות באותו הטור, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק,  $P < 0.05$ .

ההאבקה הזרה בזן תמוז היתה טובה לאין שיעור מההאבקה העצמית. בתמוז שהואבק עצמית נוצרו אמנם חנטים רבים מיד לאחר ההפריה, אך בגל הנשירה המרכזי של חנטי הליצ"י (2 גר'), ובמיוחד לאחר השרב הכבד ששרר ב-23+24/5/19, נשרו כמעט כולם (תוצרי האבקה עצמית). מכאן שככל הנראה תרומת ההאבקה הזרה של המאוריציוס להישרדות חנטי התמוז חשובה ביותר. יתכן שמעבר לפוטנציאל ההפריה הגבוה של הזן מאוריציוס קיימת סיבה נוספת להצלחתו כמפרה, והיא – חפיפת פריחה טובה של פרחי M2 מאוריציוס עם פרחי נקבה של התמוז (איור 1). מעניין שהזן מאוריציוס נמצא כמפרה חלש מאוד עבור הזן FZS (ראה סעיף קודם), ואילו בזן תמוז הוא מפרה טוב. לאור זאת יש לבחון זנים מפרים נוספים עבור הזן תמוז (ולאו דווקא בהקשר לחפיפת פריחה).

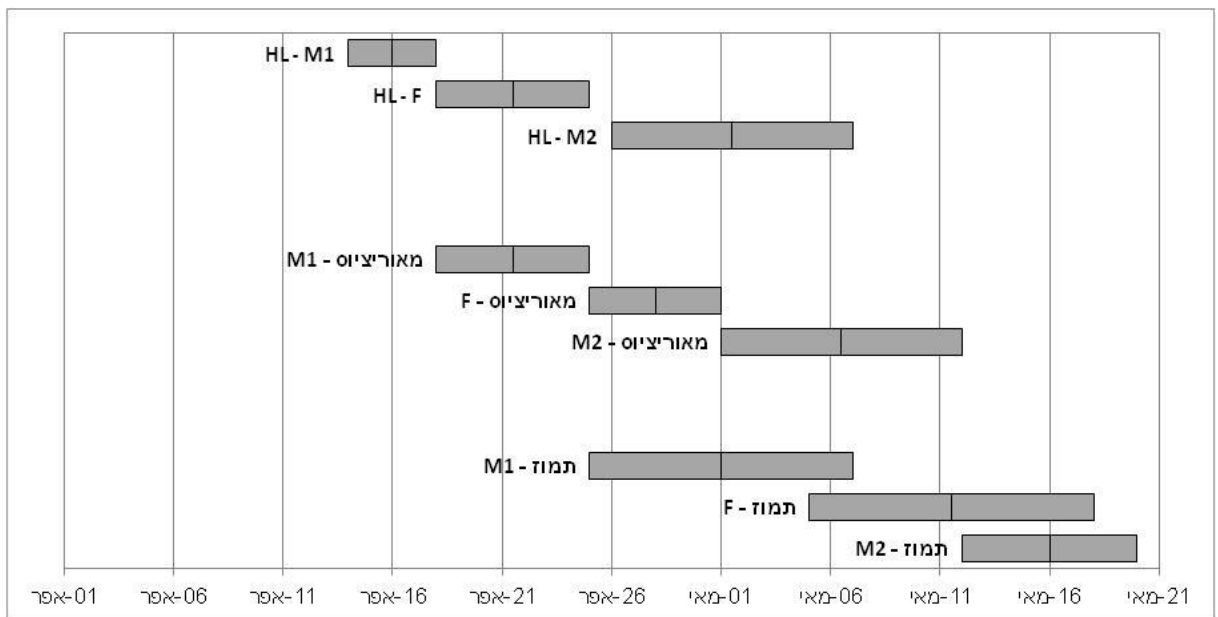
יבול התמוז אמנם היה נמוך יחסית למאוריציוס (0.8 טון/ד' בהשוואה לכ-1.5 טון/ד' ממוצע במאוריציוס), אך נראה שבעזרת מפרה מתאים ניתן יהיה להמשיך ולשפר את יבוליו בצורה משמעותית.

איור 1. סדרי הפריחה במורן (א) וברביד (ב) בעונת 2019.

א.



ב.



## 2. האבקה ידנית ברביד –

נערך ניסוי גדול של האבקה ידנית, בדומה לניסוי שנערך ב-FZS. לצערנו, למרות עבודה רבה מאוד ומוקפדת נשרו בחמסין הגדול (23+24/5/19), שהתרחש כשבועיים לאחר ההאבקות, כל החנטים שהיו על התפרחות (גם החנטים שהואבקו באופן טבעי באותם העצים נשרו כמעט כולם).

## **II. פיתוח סמנים גנטיים לזיהוי ההורה המפרה של הזנים מאוריציוס, FZS ותמוז –**

על מנת לאתר באופן ודאי באנליזה מולקולרית את הזן שהפרה את הפרח ליצירת הפרי יש לאתר סמנים גנטיים. בעבודתנו הקודמת (שטרן וחוב' 2018) הצלחנו לאתר סמנים גנטיים אשר יבדילו בין האבקה עצמית של הזן מאוריציוס לבין האבקה של זנים זרים כמו הונג-לונג ופלורידני על בסיס עבודה מוקדמת לזיהוי זני ליציי בשיטת SSR (Viruel and Hormaza, 2004). מנגד, הנסיון למצוא סמנים אשר יבדילו בין הזנים מאוריציוס FZS ותמוז כשל. אי לכך, התחלנו בפיתוח סמנים חדשים על בסיס עבודה שבמסגרתה אופיינו מעל 5800 גנים של ליציי באמצעות קביעת רצף באחת משיטות של "הדור הבא" (Next generation sequencing technology, Li et al., 2013). מכאן שמצויים רצפים רבים שבאמצעותם ניתן לאתר SNPs ספציפיים לכל זן, כפי שעשינו לאחרונה עבור זני אבוקדו בארץ (Stahl et al., 2019). עבודה זאת הינה בשלביה הראשונים והמסלול הוא כלהלן:

1. בחירת גן מטרה בעל אזורים שמורים ואזורים בעלי שונות גבוהה: במסגרת סריקת הגנום של הליציי נמצא כי לגן האחראי על מנגנון פריחה (LFY) תכונות מתאימות לדרישות אלו. בגן זה קיימים שני אינטרונים בעלי שונות ריצפית גבוהה אשר משמשים בימים אלו לבניית הסמנים.
2. קביעת הרצף באזורים המשתנים לכל זן בנפרד – שלב זה נמצא כרגע בעבודה ויש לנו באופן כמעט ודאי 3 מתוך 6 סמנים (שניים לכל זן). בהמשך העבודה אנו מתכוונים גם להרחיב את האפיון לזנים נוספים.
3. בניית סמן: על בסיס הרצפים המשתנים ייבנו סמנים בשיטת SSR או AFLP כתלות באנליזה המולקולרית.

### **הפקת דנ"א מהצאצאים**

בעבודתנו הקודמת על הזן מאוריציוס הצלחנו להפיק דנ"א של הצאצאים רק לאחר הנבטת הזרעים וגידול שתילון, כאשר הדנ"א הופק מהעלים הצעירים. הניסיונות שלנו להנביט זרעי FZS נכשלו עד כה. ככל הנראה האופי המצומק של הזרעים מהווה בעיה לגדילת שתיל מזן זה (ייתכן כי עובר הזרע המנוון ב-FZS מת בשלב כלשהו בגידול הפרי). לפיכך עלינו לנסות בשנה הקרובה מספר שיטות להפקת דנ"א מהזרע, שיטה שבעבר נכשלו בה בזן מאוריציוס. מאחר ובמאוריציוס קיימת אלטרנטיבה של הפקה דנ"א משתילון, לא בוצעה עבודה מעמיקה בליציי להפקת דנ"א מהזרעים.

### **דין**

העלאת יבולי הליציי, בעיקר בזן המרכזי מאוריציוס אך גם בזנים החדשים והמבטיחים כמו FZS ותמוז, מהווה אתגר גדול בישראל ובכל הארצות שמגדלות ליציי. בעבודת מחקר זו, המתבססת על תוצאות המחקר הראשון שנעשה בין השנים 2016-2018 (שטרן וחוב' 2018) אנו מנסים לשפר את פוריות הזנים השונים ע"י התמקדות בשני נושאים מרכזיים:

1. איתור הזן המפרה המצטיין עבור כל זן מטרה שנראה מבטיח במסחר (כרגע מדובר על הזנים FZS ותמוז, אך "יש בקנה" עוד מספר זנים מעניינים וחשובים בעלי פוטנציאל כלכלי גבוה).



2. ע"י פיתוח סמן גנטי ספציפי (SNP) לכל זן, מאביק ומואבק, כדי שנוכל לאתר באופן וודאי (בזרעי הפירות שיווצרו) את הזן שהצטיין כמפרה. מתוצאות השנה הראשונה של המחקר (2019) עולה כי אכן כל הזנים שנבחנו (מאוריציוס, FZS ותמוז) הגיבו היטב להאבקה זרה, כלומר שיפרו משמעותית את יבוליהם לאחר האבקה זרה. עם זאת עדיין לא הצלחנו לאתר את המפרה **המצטיין** לכל זן מטרה, ועדיין לא הגענו לאיתור SNP ייחודי המאפיין כל זן. תוצאות ההאבקה הידנית הוכיחו כי אמנם ניתן לקבל פרי, אך עקב שיעורי החנטה הנמוכים לאחר צורת עבודה זו נשנה את שיטת העבודה. נכסה עצים שלמים ברשת גדולה (במקום תפרחות מכוייסות) ונאביק בשיטות שונות: (1). "ידנית" – ע"י הברשה ידנית של פרחי המאביק, (2). ע"י כליאת שני עצים מזנים שונים תחת רשת, והכנסת כוורת דבורי בומבוס אליהם. נבחר בכל פעם זוג עצים מזנים שונים.

### ספרות מצוטטת

1. **נוי מ.** (2017). ענף הליציי: תמונת מצב 2017. עלון הנוטע 71 (7): 30-31.
2. **שטרן ר, גורן מ, נוי מ, מורן י, ספיר ג, גולדווי מ.** (2018). שיפור פוריות זן הליציי המרכזי מאוריציוס ופיתוח טכנולוגיות גידול לזנים חדשים, מוקדמים ומאוחרים, להרחבת עונת השיווק ולהגדלת הרווחיות – דוח סופי למדען.
3. פחימה ע, לווינקרון ס, ליכטר א, **שטרן ר**, אייל י, גורן מ, הרפז ס. (2017). התפתחות הפרי והקליפה בזני הליציי 'הונג לונג' ו'מאוריציוס'. עלון הנוטע 71 (7): 32-36.
4. **שטרן ר, ספיר ג, גולדווי מ, בר-סיני נ, גורן מ, נוי מ, מורן י.** (2017a). תוספת דבורי בומבוס למטע ליציי להעלאת היבול והגדלת הפרי. עלון הנוטע 71 (10): 24-28.
5. **שטרן ר, ספיר ג, גולדווי מ, בר-סיני נ, גורן מ, נוי מ, מורן י.** (2017b). השפעת מפריס שונים לשיפור פוריות הליציי מזן מאוריציוס. עלון הנוטע 71 (11): 48-52.
6. גורן מ, 2013. יתרונות בגידול זני ליציי אחרים ממאוריציוס. עלון הנוטע 67 (2): 44-42.
7. גורן מ, גזית ש. 1994. זני ליציי חדשים ומבטיחים בישראל, תאור הערכה והמלצות. עלון הנוטע 48 (5): 206-202.
8. גורן מ, דגני ע, תומר א. 2002. הרכב הזנים במטע הליציי העתידי בישראל. עלון הנוטע 56 (6): 268-265.
9. Stahl, P., Lev- Mirom, Y., **Stern, R.A.**, and Goldway, M. 2019. Comparing Iriet and Ettinger avocado cultivars as pollinators of Hass using SNPs for paternal identification. *Scientia Hort.* 248: 50-57.
10. Sapir, G., Goldway, M., **Stern, R.A.** 2019. Supplementing bumblebees to Mauritius lychee improves yield. *Scientia Hort.* 251:162-166.
11. Fachima, A. Levinkron, S., Meital, Y, Hugger, A., Lax, I., Huang, X., Eyal, Y., Lichter, A., Goren, M., **Stern, R.A.**, Harpaz, S. 2019. Cytokinin treatment modifies litchi fruit pericarp anatomy leading to reduced susceptibility to post-harvest pericarp browning. *Plant Science* 283: 41-50.

12. Li, C., Wang, Y., Huang, X., Li, J., Wang, H. and Li, J. 2013. De novo assembly and characterization of fruit transcriptome in *Litchi chinensis* Sonn and analysis of differentially regulated genes in fruit in response to shading. *BMC Genomics*  
<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/14/552>.
13. Viruel , M. A. and Hormaza J. I. 2004. Development, characterization and variability analysis of microsatellites in lychee (*Litchi chinensis* Sonn., Sapindaceae). *Theor Appl Genet* (2004) 108:896-902.

### **מטרות המחקר לתקופת הדוח**

לימוד פוטנציאל ההפריה של הזנים החדשים (תמוז ו-FZS) והקיימים (מאוריציוס), וניסיון לעמוד על תרומתה האפשרית של ההפריה הזרה מזנים שונים בהשוואה להפריה עצמית הקיימת היום במרבית המטעים המסחריים בעולם.

### **עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח**

להשגת המטרה ערכנו במקביל ניסויים שונים – האבקות טבעיות, האבקות ידניות ואיתור סמנים גנטיים חדשים וייחודיים לכל זן. בזן המרכזי מאוריציוס מצאנו שהזן החדש יחסית 'הונג לונג' (HL) יכול לשמש כמפרה מצוין ולשפר משמעותית את יבולי המאוריציוס. בזן החדש FZS, שכמעט ואיננו פורה ולכן לא נטוע במטעים המסחריים, מצאנו כי ניתן לשפר את היבול ע"י אחד משני הזנים המפרים – 'ילו רד' (YR) או 'נו מאי צה' (NMC). עם זאת, עדיין לא הצלחנו לפתח סמן גנטי שיכול להוכיח לנו את התוצאה הזו בוודאות. בזן תמוז המצטיין, שאף הוא סובל מפוריות לקויה, מצאנו שהזן המסחרי מאוריציוס יכול לשמש לו כמפרה טוב, וע"י כך לשפר לו מאוד את הפוריות.

### **מסקנות מדעיות**

העלאת יבולי הליצי, בעיקר בזן המרכזי מאוריציוס אך גם בזנים החדשים והמבטיחים כמו FZS ותמוז, מהווה אתגר גדול בישראל ובכל הארצות שמגדלות ליצי. בעבודת מחקר זו, המתבססת על תוצאות המחקר הראשון שנעשה בין השנים 2016-2018 (שטרן וחוב' 2018) אנו מנסים לשפר את פוריות הזנים השונים ע"י התמקדות בשני נושאים מרכזיים:

1. איתור הזן המפרה המצטיין עבור כל זן מטרה שנראה מבטיח במסחר (כרגע מדובר על הזנים FZS ותמוז, אך "יש בקנה" עוד מספר זנים מעניינים וחשובים בעלי פוטנציאל כלכלי גבוה).
  2. ע"י פיתוח סמן גנטי ספציפי (SNP) לכל זן, מאביק ומואבק, כדי שנוכל לאתר באופן וודאי (בזרעי הפירות שיווצרו) את הזן שהצטיין כמפרה.
- מתוצאות השנה הראשונה של המחקר (2019) עולה כי אכן כל הזנים שנבחנו (מאוריציוס, FZS ותמוז) הגיבו היטב להאבקה זרה, כלומר שיפרו משמעותית את יבוליהם לאחר האבקה זרה. עם זאת עדיין לא הצלחנו לאתר את המפרה המצטיין לכל זן מטרה, ועדיין לא הגענו לאיתור SNP ייחודי המאפיין כל זן. תוצאות ההאבקה הידנית הוכיחו כי אמנם ניתן לקבל פרי, אך עקב שיעורי החנטה הנמוכים לאחר צורת עבודה זו נשנה את שיטת העבודה. נכסה עצים שלמים ברשת גדולה (במקום תפרחות מכוייסות) ונאביק בשיטות שונות: 1). "ידנית" – ע"י הברשה ידנית של פרחי המאביק, 2). ע"י כליאת שני עצים מזנים שונים תחת רשת, והכנסת כוורת דבורי בומבוס אליהם. נבחר בכל פעם זוג עצים מזנים שונים.

### **הבעיות שנתרו לפתרון**

1. להמשיך בפיתוח סמן גנטי ייחודי לכל זן.
2. להמשיך בניסיונות האבקה (ידנית וטבעית), כדי לאתר את הזן המפרה המצטיין לכל זן מטרה.

### **האם הוחל כבר בהפצת הידע?**

הרצאה למגדלים ב-7/4/2019.

**פרסום הדוח** – ניתן לפרסמו ללא הגבלה.