

1.

## פיתוח אגרוטכניקת הגידול של זני פיטאיות חדשים ומשופרים שמותאמים לתנאי האקלים בארץ

**חוקרים שותפים:** עירית דורי (מו"פ דרום), נעמי תל-צור, יוסף מזרחי, יוסי מויאל, אודי צורגיל (אוניברסיטת בן גוריון), ציפורה טייטל (מנהל המחקר החקלאי).

2.

### תקציר

הפיטאיה הינה פרי יחסית חדש בארץ ובעולם. בידינו כיום בנק הגנים הגדול בעולם. ביצענו הכלאות ויש ברשותנו בני כלאיים עם תכונות משופרות מבחינת טעם וחיי מדף. פיתוח והרחבת הייצוא מחייבים שיפור של תכונות הזנים הקיימים, להתאימם לאקלים בארץ ולהאריך את תקופת השיווק הנוכחית. מטרת המחקר הינה פיתוח אגרוטכניקת הגידול של זני פיטאיות חדשים ומשופרים שמותאמים לתנאי האקלים בארץ. בניסוי נבחנו 21 זני פיטאיה מתוכם 3 זני קיץ ו-18 זני חורף. בעונה השנייה נמצא ששילוב של מספר זנים מאפשר רצף של 9.5 חודשי קטיף. בעונה זו ברב זני החורף הייתה הקדמה של כחודשיים בהתחלת הפריחה והקטיף בהשוואה לעונה הראשונה. ברב הזנים היה גם שיפור משמעותי ביבול בהשוואה לעונת הקטיף הראשונה. הצטיינו בעונה זו הזן הקיצי 78-12-17 (ניו פינקי) והזן החורפי GA-127 שהיו בעלי פרי גדול, יבול גבוה וטעם טוב. ביצענו שיטה "in vivo" של פרוטוקול להכפלה כרומוזומים במטרה לקבל צמחים פוליפלואידים ובעלי התאם עצמי. בהמשך ננסה הכפלה בתרביות תאים.

3.

### רקע קצר ותיאור הבעיה

הפיטאיה (Pitaya) או בשמה באסיה פרי הדרקון Dragon fruit היא צמח ממשפחת הקקטוסיים Cactaceae ומקורה במרכז וצפון דרום-אמריקה. המאפיין צמחים אלו הוא גבעולים מוארכים בעלי 3 צלעות (לפעמים יותר) הגדלים כמטפסים בחובם של נוף העצים כלומר, הם צמחי צל. מכאן משתמע שני דברים: א. בארץ הם חייבים לגדול בתנאי הצללה, ב. חייבים להדלותם. ישנם שני סוגים של פיטאיה Selenicereus (זני חורף) ו- Hylocereus (זני קיץ) השונים אחד מהשני במובנים הבאים: בסוג הראשון יש בדרך כלל לגבעולים יותר משלוש צלעות, ולכל הפירות קוצים יחסית גדולים הנושרים עם ההבשלה, בעוד שלסוג השני יש לגבעולים 3 צלעות ולפירות יש קשקשים והם חסרי קוצים. הפרי בעל מראה וצבע יחודיים ויתרונות בריאותיים רבים. הזנים השונים של הפרי מגיעים בצבעים, גדלים וטעמים שונים: קליפה צהובה, אדומה או ורודה-סגולה, ובשר עסיסי בצבעים לבן, ורוד או אדום-סגלגל. לצמחים אלו יש פרח לילי גדול אשר נפתח עם רדת החשיכה ונסגר בשעות הבוקר. הפרח חיוני פחות מ-24 שעות, ובד"כ לקראת הצהרים מאבד את חיוניותו. הפרח בנוי להפריה על ידי בעלי חיים פעילי לילה, ואין כלל האבקה על ידי רוח. בטיפוסים השונים הנמצאים בארץ יש כאלו המפרים את עצמם ויש כאלו החייבים הפריה זרה כדי לחנוט פרי. בזנים בהם יש אי-התאם-עצמי, יש

חובה להפריה זרה על מנת לקבל פרי ולכן צריך לגדל לפחות שני זנים שפורחים באותו הזמן. משמעות העניין מבחינה מעשית שבזמן הפריחה כל בוקר צריך לאסוף אבקה מהפרחים הפתוחים (לפחות משני זנים) ולבצע האבקה ידנית. פרחים שלא הואבוקו לא יחנטו. דרישה זו להפריה זרה מסבכת את מהלך הגידול ומקשה על החקלאים שנאלצים לגדל לפחות שני זנים שפורחים בו זמנית גם אם אחד הוא אינו איכותי, הן ברמת היבולים והן באיכות פירותיו. לגבי המכלואים החדשים עדיין לא ידוע איזה מהם דורשים הפריה זרה. כל זני החורף שמגדלים היום החקלאים בארץ הם טריפלואידיים, כמעט ללא אבקה, ודורשים הפריה זרה כדי לחנוט פרי (Tel-Zur et al. 2005). במסגרת תכנית טיפוח של זני פיטאיה מצאנו מכלואים פוליפלואידיים אשר מייצרים שפע אבקה חיונית והינם גם בעלי התאם עצמי וכך הצלחנו לשבור את האי-התאם עצמי הקיים בזנים המסחריים (Tel Zur et al. 2012). בנוסף פיתחנו שיטה להכפלה כרומוזמים ובכך הצלחנו לקבל צמחים פוליפלואידיים בעלי התאם עצמי (Cohen and Tel-Zur 2012; Tel Zur et al. 2011). בישראל מגדלים כ- 400 דונם שמשווקים הן לשוק המקומי והן לייצוא. רב הזנים שמגדלים היום בארץ הם זני הקיץ, אך מגדלים גם מעט זני חורף. הזנים שלנו נחשבים לזנים הטובים בעולם. יחד עם זאת יש כמה בעיות בגידול שדורשות פתרון, למשל, הזנים מניבים בגלים ויש דרישות מהשוק לספק את הפרי ברצף. יש חובה לגדל לפחות שני זנים שפורחים ביחד שכן בזנים הקיימים יש אי-התאם-עצמי ויש חובה להפריה זרה על מנת לקבל פרי. יש בעיות של סידוקים בפרי בחודשי החורף. יש עדיין מקום לשיפור הטעם. לזנים הטעימים ביותר יש קוצים ויש רצון להיפטר מהם. יש רצון לספק זנים עם צבעים שונים הן של הקליפה והן של הציפה. אין ספק שטיפוח זו הדרך היעילה והטובה ביותר לטווח הארוך לפתרון בעיות אגרוטכניות מכל הסוגים. בנוסף לכך יש צורך להתאים את תנאי הגידול של הפיטאיה (שהיא גידול טרופי) לתנאי האקלים בארץ (קיץ חם וחורף קר).

#### 4. מטרות המחקר

מטרת המחקר העיקרית היא: פיתוח אגרוטכניקת הגידול של זני פיטאיות חדשים ומשופרים שמותאמים לתנאי האקלים בארץ.

מטרות המחקר המשניות הן:

1. איתור זני פיטאיה משופרים אשר מותאמים לתנאי האקלים בארץ. בעלי טעם משופר וחיי מדף טובים המתאימים גם לייצוא בהובלה ימית, שייצרו רצף הנבה ארוך מיולי עד אפריל.
2. שיפור יבול ואיכות הפרי בזני החורף ע"י גידול במבנה מחופה פלסטיק בתקופת החורף בהשוואה לגידול בבית רשת (כמקובל כיום).
3. איתור מכלואים בעלי התאם עצמי (שאינם דורשים האבקה זרה). 4-5 בני הכלאיים המשופרים שנבחרו עד קיץ 2022 ייבדקו במונחים של פוריות, כלומר אחוז גרגרי אבקה חיוניים והתאם

עצמי : היכולת לייצר פרי לאחר האבקה עצמית, וגם משקל ממוצע של פרי לאחר אבקה עצמית לעומת האבקה זרה.

4. במקביל נבצע את הפרוטוקול של הכפלת הכרומוזומים בזנים מצטיינים בעלי התאם עצמי במטרה ליצור זנים פוליפלואידים בעלי התאם עצמי.

5. בחינת הערך הבריאותי של מספר מכלואים מצטיינים.

### 5. מהלך המחקר ושיטות עבודה

שתילי פיטאיה שהושרשו באוניברסיטת בן גוריון נשתלו בבית רשת 30% צל ב- 3/6/20. נשתלו 21 מכלואי פיטאיה ב- 3 חזרות, 5 צמחים בכל חזרה. מתוכם 3 זני קיץ ו- 18 זני חורף (טבלה 1). כביקורת השתמשנו בזן קיץ מצטיין שבשרו אדום שמו הרשום של הזן הוא "יוסי" כונה בעבר "עומר", שמספרו 04-25, בזן ביקורת שבשרו לבן S-091 ובזן חורף הרשום תחת השם Dragon balls ובזן חורף הנקרא "מלך המדבר" שמספרו 12-14. שלושת זנים אלו גדלים כיום בהיקף מסחרי ומשווקים בארץ ובעולם (זני הביקורת מסומנים בטבלה 1 בצבע אדום). מרווחי הנטיעה 1.5 מטר בין שתילים ו- 3 מטר בין השורות. סה"כ נשתלו 15 שתילים מכל קלון, 5 שתילים לחזרה והחזרות פוזרו באקראי.

### טבלה 1: רשימת המכלואים הנבחנים ותכונותיהם

| מספר | קבוצה    | קוד הצמח    | קבוצה       | הערות      | קליפה צבע | צבע ציפה | כמות אבקה (1-5) |
|------|----------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|-----------------|
| 1    | זני קיץ  | 04-25       | Hylocereus  | זן ביקורת  | אדום      | סגול     | 5.0             |
| 2    |          | S-091       | Hylocereus  | זן ביקורת  | אדום      | לבן      | 3.0             |
| 3    |          | 78-12-17    | Hylocereus  | מאביק חשוב | אדום      | ורוד     | 4.0             |
| 4    | קוי חורף | 12-14       | Desert king | זן ביקורת  | אדום      | סגול     | 0.0             |
| 5    |          | 83-09-30    | pitaya      | פרי עגול   | צהוב      | לבן      | 3.0             |
| 6    |          | 189         | Desert king | NBC        | אדום      | סגול     | 2.0             |
| 7    |          | Z-017       | Desert king |            | אדום      | סגול     | 2.0             |
| 8    |          | NBC-001     | Desert king |            | אדום      | סגול     | 1.0             |
| 9    |          | NBC-003     | Desert king |            | אדום      | סגול     | 1.0             |
| 10   |          | NBC-004     | Desert king |            | אדום      | סגול     | 1.0             |
| 11   |          | NBC-052     | Desert king |            | אדום      | סגול     | 2.5             |
| 12   |          | NER-020     | Desert king | NER        | אדום      | סגול     | 2.0             |
| 13   |          | NER-083     | Desert king |            | אדום      | סגול     | 0               |
| 14   |          | NER-090     | Desert king |            | אדום      | סגול     | 0               |
| 15   | GA-017   | Desert king | כתום        |            | סגול      | 0        |                 |
| 16   | GA-055   | Desert king | כתום        |            | סגול      | 0        |                 |
| 17   | GA-024   | Desert king | כתום        |            | לבן       | 0        |                 |
| 18   | GA-095   | Desert king | כתום        |            | לבן       | 0        |                 |
| 19   | GA-100   | Desert king | אדום        |            | סגול      | 0        |                 |
| 20   | GA-127   | Desert king | אדום        |            | סגול      | 0        |                 |
| 21   | GA-138   | Desert king | אדום        |            | לבן       | 0        |                 |

עם תחילת הפריחה מדי יום בשעות הבוקר המוקדמות נערך איסוף של אבקה מפרחים פתוחים והאבקה ידנית (בעזרת מכחול) של כל הפרחים שנפתחו באותו יום. קטיף הפירות מתבצע פעם בשבוע. הפרי מויין ל- 3 קטגוריות: פרי איכותי, פרי סדוק ופרי קטן. בכל קטגוריה נספרו ונשקלו הפירות. כמו כן נערכות לזנים בדיקות טעם ובדיקות TSS.

## 6. תוצאות ביניים

### מועדי הקטיף:

קטיף זני הקיץ החל בחודש אוגוסט (טבלה 2). הזן S-091 נקטף ראשון והקטיף שלו נמשך כשלושה וחצי חודשים. הזן 78-12-17 (ניו פינקי) החל להיקטף שבוע מאוחר יותר ונקטף במשך 4.5 חודשים. והזן 04-25 החל להיקטף רק אמצע אוגוסט ונקטף במשך 3.5 חודשים. מבין 18 זני החורף, 2 זנים (GA-017 ו-GA-127) החלו להיקטף באוגוסט יחד עם זני הקיץ והקטיף שלהם נמשך 7 חודשים. 9 זנים החלו להיקטף בספטמבר, 5 זנים האוקטובר, זן אחד NER-090 החל להיקטף בינואר והקטיף שלו נמשך חודשיים בלבד. והזן האפיל ביותר 83-09-30 (פיטאיה צהובה) החל להיקטף רק באמצע מרץ והקטיף שלו נמשך כחודשיים עד אמצע מאי. ברב זני החורף הקטיף נמשך 5-6 חודשים והסתיים במהלך חודש מרץ, חוץ מ- 2 זנים בהם הסתיים הקטיף בחודש פברואר.

### משקל פרי ממוצע

משקל הפרי הממוצע של כל זני הקיץ גבוה באופן מובהק מכל זני החורף (343-352 גרם) (טבלה 2). מבין זני החורף הזנים GA-127 ו-83-0930 (פיטאיה צהובה) הם בעלי הפרי הגדול ביותר (296-298 גרם). גם הזנים NER-083, NER-090 ו-GA-095 בעלי פרי גדול יחסית (219-236 גרם). שאר זני החורף בעלי פרי בינוני- קטן (164-212 גרם). בכל זני החורף, פרי שנקטף מוקדם בסוף הקיץ או בסתיו (אוגוסט- אוקטובר) קטן בהשוואה לפרי שנקטף במרכז החורף (ינואר- מרץ).

### מספר פירות לצמח

הזנים: 78-12-17 (ניו פיקי), Z-017, NBC-004, NBC-052 ו-GA-017 הצטיינו במספר הפירות הגבוה ביותר לצמח (35.3-50) (טבלה 2).

### משקל פירות לצמח

זני הקיץ הצטיינו במשקל הפירות הגבוה ביותר (10.2-17.6 ק"ג לצמח) (טבלה 2) (2.3-3.9 טון לדונם) (טבלה 3). הזן 78-12-17 (ניו פינקי) בלט במשקל הפירות הגבוה ביותר (17.6 ק"ג לצמח) (3.9 טון לדונם) שהיה שונה באופן מובהק משני זני הקיץ האחרים S-091 ו-04-25 שהניבו (10.2-12

ק"ק לצמח) (2.3-2.7 טון לדונם). מבין זני החורף הזן GA-127 הצטיין במשקל הפירות הגבוה ביותר (9 ק"ק לצמח) (2 טון לדונם).

טבלה 2: מועדי הקטיף והיבול בעונת הקטיף השנייה. אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן שוניות t Each pair student's

| מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח | מספר פירות לצמח |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 343             | A               | 12.0            | B               | 35.1            | BC              | 4/1/23          | 31/8/22         | 04-25           | זני קיץ         |                 |                 |                 |
| 348             | A               | 10.2            | BC              | 29.6            | BCDEF           | 23/11/22        | 5/8/22          | S-091           |                 |                 |                 |                 |
| 352             | A               | 17.6            | A               | 50.0            | A               | 22/12/22        | 12/8/22         | 78-12-17        |                 |                 |                 |                 |
| 165             | G               | 4.7             | EFGHIJ          | 29.1            | BCDEF           | 8/3/23          | 7/9/22          | 12-14           | קיי חורף        |                 |                 |                 |
| 296             | B               | 3.7             | FGHIJ           | 13.2            | GH              | 21/5/23         | 15/3/23         | 83-09-30        |                 |                 |                 |                 |
| 183             | DEFG            | 5.1             | EFGHIJ          | 27.6            | BCDEFG          | 1/3/23          | 21/9/22         | 189             |                 |                 |                 |                 |
| 180             | EFG             | 6.6             | DEF             | 36.6            | AB              | 1/3/23          | 7/9/22          | Z-017           |                 |                 |                 |                 |
| 178             | EFG             | 5.3             | EFGHI           | 30.4            | BCDEF           | 8/3/23          | 21/9/22         | NBC-001         |                 |                 |                 |                 |
| 175             | FG              | 5.0             | EFGHIJ          | 28.9            | BCDEF           | 15/3/23         | 28/9/22         | NBC-003         |                 |                 |                 |                 |
| 153             | G               | 5.8             | EFGH            | 37.9            | AB              | 22/2/23         | 21/9/22         | NBC-004         |                 |                 |                 |                 |
| 166             | G               | 5.8             | EFGH            | 35.3            | ABC             | 15/2/23         | 21/9/22         | NBC-052         |                 |                 |                 |                 |
| 155             | G               | 3.2             | IJ              | 20.5            | CDEFGH          | 8/3/23          | 4/9/22          | NER-020         |                 |                 |                 |                 |
| 226             | C               | 3.4             | GHIJ            | 16.0            | FGH             | 15/3/23         | 20/10/22        | NER-083         |                 |                 |                 |                 |
| 236             | C               | 2.7             | IJ              | 11.2            | H               | 15/3/23         | 10/1/23         | NER-090         |                 |                 |                 |                 |
| 170             | FG              | 6.4             | DEFG            | 37.7            | AB              | 15/3/23         | 24/8/22         | GA-017          |                 |                 |                 |                 |
| 212             | CDE             | 5.2             | EFGHIJ          | 26.1            | BCDEFG          | 15/3/23         | 14/9/22         | GA-055          |                 |                 |                 |                 |
| 164             | G               | 2.9             | IJ              | 18.0            | EFGH            | 15/3/23         | 12/10/22        | GA-024          |                 |                 |                 |                 |
| 219             | CD              | 4.4             | EFGHIJ          | 20.3            | DEFGH           | 22/3/23         | 20/10/22        | GA-095          |                 |                 |                 |                 |
| 205             | CDEF            | 7.1             | DE              | 34.7            | BCD             | 15/3/23         | 20/10/22        | GA-100          |                 |                 |                 |                 |
| 298             | B               | 9.0             | CD              | 31.3            | BCDE            | 8/3/23          | 10/8/22         | GA-127          |                 |                 |                 |                 |
| 165             | G               | 2.3             | J               | 13.5            | GH              | 15/3/23         | 20/10/22        | GA-138          |                 |                 |                 |                 |

שלושת זני הקיץ (78-12-17, S-091 ו-04-25) ושלושה מזני החורף (83-09-30 - פיטאיה צהובה, GA-127 ו- Z-017) הצטיינו באחוזי פרי איכותי הגבוהים ביותר (84.3-95.9%) (טבלה 3). בזני החורף NBC-004, GA-024 ו- GA-095 היו אחזי פרי איכותי הנמוכים ביותר.

#### אחוז פרי סדוק

הבעיה של סידוקים בפרי הופיעה בתחילת פברואר ונמשכה עד סיום הקטיף. זוהי בעיה קשה בעיקר בזני החורף שגורמת לפסילה של אחוזים ניכרים מהפרי. הפרי הסדוק בחלקו הקטן לא ניתן כלל לשיווק אך ברובו מהווה נזק אסטטי הופך את רב הפרי לסוג ב'. זני החורף NBC-001, NER-083, GA-024 ו- GA-095 היו בעלי אחוזי הפרי הסדוק הגבוהים ביותר (37.7-48.2%) (טבלה 3). בכל 3 זני הקיץ ובזן

החורף 83-09-30 (פיטאיה צהובה), או שלא היה כלל פרי סדוק, או שאחוזי הפרי הסדוק היו זניחים (0.2%).

אחוז פרי קטן

פרי קטן גם מהווה עילה לפסילת הפרי לשיווק. בזן הקיץ S-091 ובזני החורף GA-024, GA-055 ו-GA-138 היו אחוזי הפרי הקטן הגבוהים ביותר (10.4-15.4%) (טבלה 3). ובזן החורף GA-127 היו אחוזי פרי קטן הנמוכים ביותר (2.2%).

**טבלה 3: השפעת הזן על איכות הפרי.** אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן שונויית t של כל זוג תלמידים

| אחוז פרי קטן | אחוז פרי סדוק | אחוז פרי איכותי | זן   |      |       |          |          |
|--------------|---------------|-----------------|------|------|-------|----------|----------|
| 8.6          | BCDEFG        | 0.2             | H    | 91.2 | AB    | 04-25    | זני קיץ  |
| 10.4         | ABCDE         | 0.0             | H    | 89.6 | ABC   | S-091    |          |
| 9.2          | BCDEF         | 0.2             | H    | 90.6 | ABC   | 78-12-17 |          |
| 7.4          | DEFGH         | 24.0            | CDE  | 68.6 | FGH   | 12-14    | קיי חורף |
| 4.1          | FGH           | 0.0             | H    | 95.9 | A     | 83-09-30 |          |
| 6.6          | EFGH          | 18.7            | EF   | 74.7 | DEFG  | 189      |          |
| 4.2          | FGH           | 10.8            | FGH  | 85.0 | ABCDE | Z-017    |          |
| 5.5          | EFGH          | 41.3            | AB   | 53.1 | JKL   | NBC-001  |          |
| 5.0          | EFGH          | 31.9            | BCD  | 63.2 | GHIJ  | NBC-003  |          |
| 7.8          | CDEFGH        | 18.7            | EF   | 73.5 | EFG   | NBC-004  |          |
| 6.9          | EFGH          | 14.6            | EFG  | 78.5 | CDEF  | NBC-052  |          |
| 15.4         | A             | 18.3            | EF   | 66.3 | GHI   | NER-020  |          |
| 6.9          | EFGH          | 37.7            | AB   | 55.3 | IJK   | NER-083  |          |
| 6.4          | EFGH          | 33.4            | BC   | 60.2 | HIJK  | NER-090  |          |
| 9.3          | BCDEF         | 4.4             | GH   | 86.2 | ABCD  | GA-017   |          |
| 13.3         | ABC           | 19.1            | DEF  | 67.6 | FGH   | GA-055   |          |
| 14.4         | AB            | 43.2            | AB   | 42.4 | L     | GA-024   |          |
| 2.8          | GH            | 48.2            | A    | 49.1 | KL    | GA-095   |          |
| 6.7          | EFGH          | 12.4            | EFGH | 80.9 | BCDE  | GA-100   |          |
| 2.2          | H             | 13.5            | EFG  | 84.3 | ABCDE | GA-127   |          |
| 12.8         | ABCD          | 32.3            | BC   | 54.9 | IJK   | GA-138   |          |

יבול פוטנציאלי

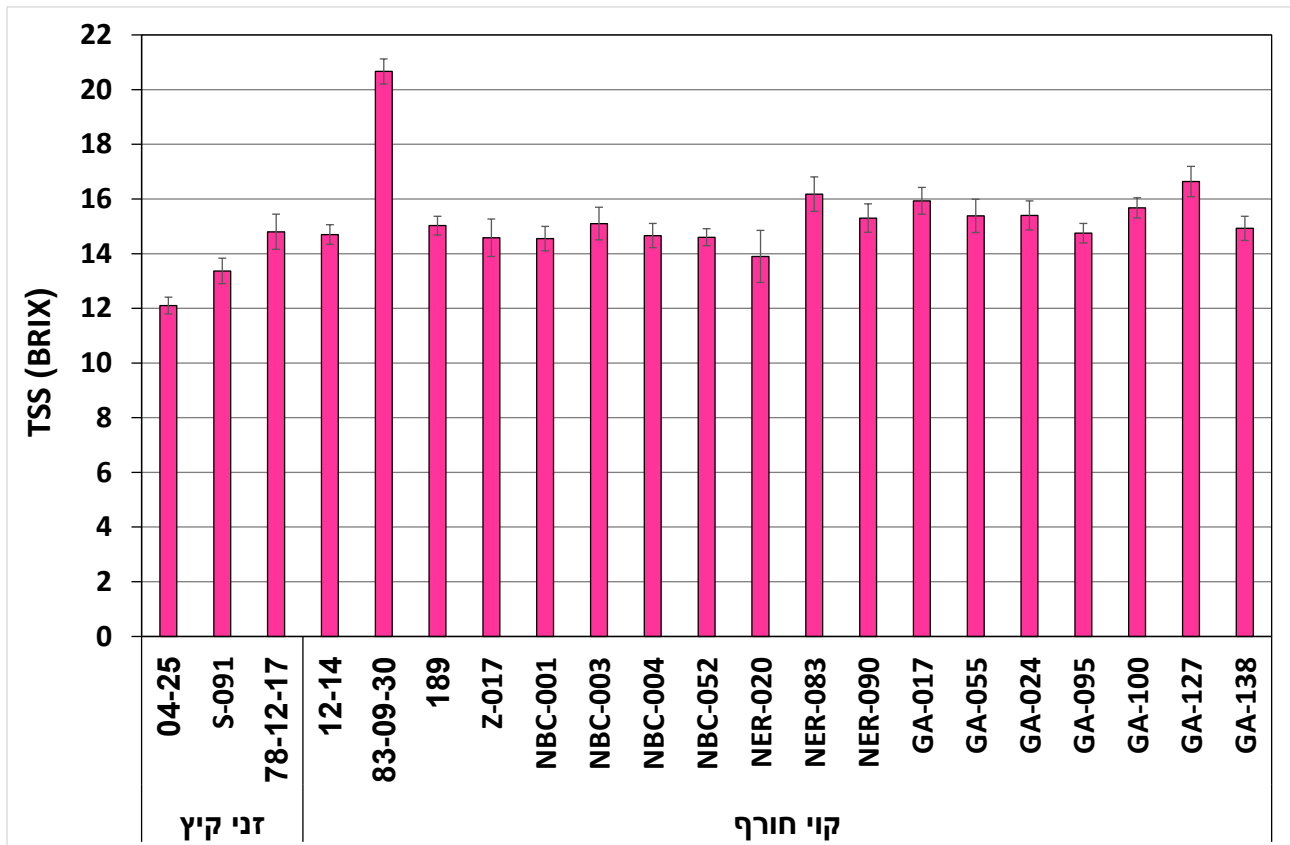
בזני הקיץ היבול של פרי איכותי היה גבוה (2.3-3.9 טון לדונם) וכמות הפרי הסדוק הייתה אפסית או קטנה מאד (0-0.02 טון לדונם), כך שלא הייתה לו השפעה משמעותית על היבול הפוטנציאלי (טבלה 4). לעומת זאת בחלק מזני החורף (GA-127 ו-GA-095, NBC-001) בהם הייתה כמות גדולה של פרי סדוק (0.26-0.95 טון לדונם) פתרון של בעיית הסידוקים בפרי יכול להעלות משמעותית את היבול הפוטנציאלי בזנים אלו מ- 0.97-2 טון לדונם ל- 1.92-2.26 טון לדונם.

טבלה 4: השפעת הזן על היבול הפוטנציאלי. אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן שוניות Each pair student's t

| יבול פוטנציאלי כולל<br>פרי סדוק |        | פרי סדוק בטון לדונם |     | יבול בטון לדונם |        | זן       |          |
|---------------------------------|--------|---------------------|-----|-----------------|--------|----------|----------|
| 2.68                            | B      | 0.01                | G   | 2.70            | B      | 04-25    | זני קיץ  |
| 2.27                            | BC     | 0.01                | G   | 2.30            | BC     | S-091    |          |
| 3.90                            | A      | 0.00                | G   | 3.90            | A      | 78-12-17 |          |
| 1.41                            | DEFGHI | 0.37                | CDE | 1.04            | EFGHIJ | 12-14    | קוי חורף |
| 0.83                            | HI     | 0.00                | G   | 0.83            | FGHIJ  | 83-09-30 |          |
| 1.41                            | DEFGHI | 0.28                | DEF | 1.13            | EFGHIJ | 189      |          |
| 1.63                            | CDEF   | 0.18                | EFG | 1.50            | DEF    | Z-017    |          |
| 2.11                            | BCD    | 0.93                | A   | 1.20            | EFGHI  | NBC-001  |          |
| 1.67                            | CDEF   | 0.55                | BC  | 1.10            | EFGHIJ | NBC-003  |          |
| 1.62                            | DEFGH  | 0.33                | CDE | 1.30            | EFGH   | NBC-004  |          |
| 1.53                            | CDEFG  | 0.25                | DEF | 1.30            | EFGH   | NBC-052  |          |
| 0.89                            | HI     | 0.19                | EFG | 0.70            | HIJ    | NER-020  |          |
| 1.19                            | FGHI   | 0.44                | CD  | 0.80            | GHIJ   | NER-083  |          |
| 0.92                            | GHI    | 0.31                | DE  | 0.60            | IJ     | NER-090  |          |
| 1.50                            | DEFGH  | 0.08                | FG  | 1.40            | DEFG   | GA-017   |          |
| 1.47                            | DEFGHI | 0.32                | DE  | 1.10            | EFGHIJ | GA-055   |          |
| 1.32                            | EFGHI  | 0.67                | B   | 0.65            | HIJ    | GA-024   |          |
| 1.92                            | CDE    | 0.95                | A   | 0.97            | EFGHIJ | GA-095   |          |
| 1.83                            | CDEF   | 0.24                | DEF | 1.60            | DE     | GA-100   |          |
| 2.26                            | BC     | 0.26                | DEF | 2.00            | CD     | GA-127   |          |
| 0.77                            | I      | 0.27                | DEF | 0.50            | J      | GA-138   |          |

#### TSS (BRIX)

בדיקות TSS שנערכו בפרי הקטוף מספר פעמים לאורך תקופת הקטיף (6-3 פעמים), אך בזנים השונים במועדים שונים, מראות שבזני הקיץ רמות ה-TSS נמוכות (12.1-14.8) בהשוואה לזני החורף (13.9-20.7) (תרשים 1). מבין זני הקיץ הזן 78-12-17 (ניו פינקי) היה בעל רמות TSS גבוהות (14.8) בהשוואה לשני הזנים האחרים. בזני החורף הצטיין ברמות TSS גבוהות במיוחד (20.7) הזן 83-09-30 (פיטאיה צהובה), אך גם בזנים: GA-100, GA-127, NER-083 ו-GA-017 רמות ה-TSS היו גבוהות יחסית (15.7-16.6). מבין זני החורף הזן NER-020 היה בעל רמת TSS הנמוכה ביותר (13.9).



תרשים 1: השפעת הזן על רמות TSS בפרי. הנתונים מוצגים כממוצעים  $\pm$  שגיאת תקן

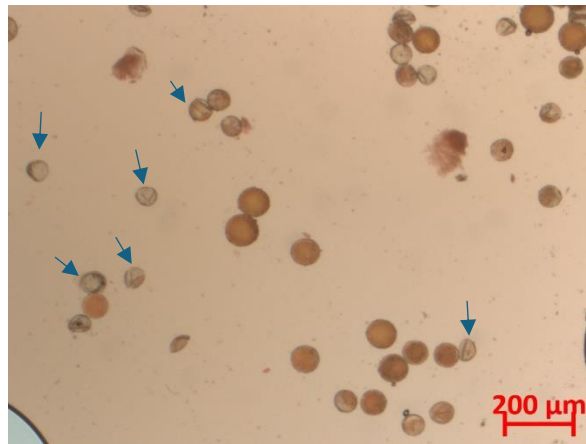
### איתור מכלואים בעלי התאם עצמי (שאינם דורשים האבקה זרה)

4 זני חורף: GA-095, GA-100, GA-127, GA-138 נבדקו בעונת 2022-2023 (עד אביב 2023) במונחים של פוריות, כלומר אחוז גרגרי אבקה חיוניים והתאם עצמי: היכולת לייצר פרי לאחר האבקה עצמית, וגם משקל ממוצע של פרי לאחר אבקה עצמית לעומת האבקה זרה. זאת הייתה העונה הראשונה והתקבל מספר מועט של פירות לאחר הפריה עצמית כך שלא ניתן להגיע למסקנות על אחוזי חנטה וגודל פרי. השנה הינו אמורים להמשיך עם תכנית ההפריה אבל לא ניתן להגיע לחלקה בגלל המלחמה. אנחנו מתכננים להשלים את החלק הזה בעונה הקרובה.

במקביל התחלנו לבדוק חיוניות גרגרי אבקה כמדד של פוטנציאל פוריות בזנים השונים. גרגרי האבקה מתים (לא חיוניים) לא נצבעים בצבע אדום והם "ריקים" מציטופלסמה (תמונה 1). בדיקת רמת החיוניות הראתה שלזנים אלה יש חיוניות יחסית נמוכה, בין 39 ל-67% (טבלה 5). תוצאות אלה מצביעות על יכולת נמוכה של הזנים האלה לספק אבקה הן להפריה זרה והן להפריה עצמית. בחינת גודל גרגרי האבקה, לשלושה זנים GA-095, GA-138 GA-024 יש גרגרי אבקה בגודל העולה על 100  $\mu\text{m}$  נתון המצביע כנראה על פוליפלואידיה. לעומת זאת, בזן GA-127 גודל גרגרי האבקה הוא האופייני לזנים דיפלואידיים (טבלה 5).



תמונה 1: גרגרי אבקה בזן GA-127. החיצים מסמנים גרגרי אבקה לא חיוניים.

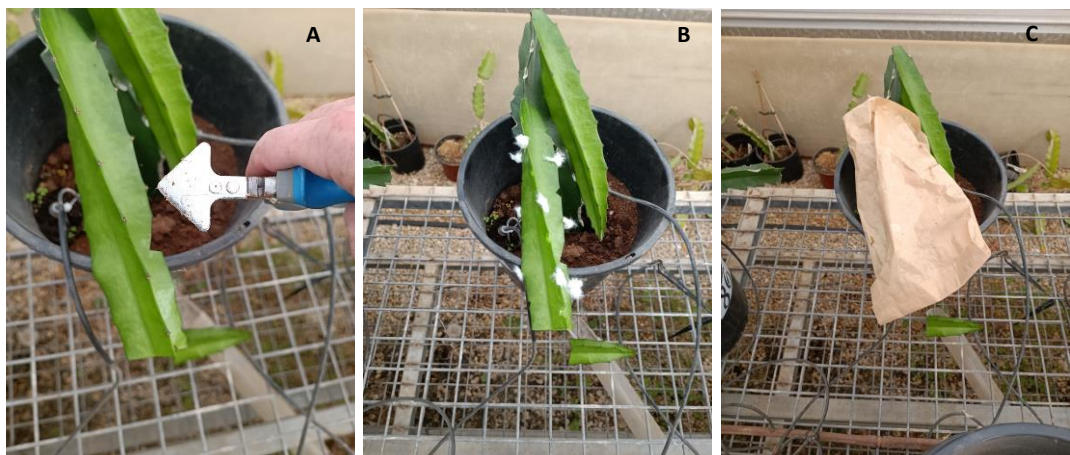


טבלה 5: פוריות הזנים. חיוניות וגודל גרגרי אבקה הנתונים מוצגים כממוצעים  $\pm$  סטיית תקן

| זן     | חיוניות אבקה (%)<br>$\pm$ SD | גודל גרגרי אבקה<br>$\pm$ SD ( $\mu$ m) |
|--------|------------------------------|--|
| GA-024 | 67 $\pm$ 5                   | 102 $\pm$ 15                           |
| GA-095 | 47 $\pm$ 10                  | 114 $\pm$ 12                           |
| GA-127 | 41 $\pm$ 10                  | 85 $\pm$ 9                             |
| GA-138 | 39 $\pm$ 8                   | 109 $\pm$ 13                           |

#### הכפלת מספר הכרומוזומים ושבירת אי התאם עצמי

טיפולנו ב-968 פקעים ווגטטיביים ב-4 זני קיץ שהם בעל אי-התאם עצמי (זנים דיפלואידים). הטיפול כלל הטמעה של נוזל מוטגני (אוריזילין) במשך שני ימים רצופים בחממות של אוניברסיטת בן גוריון בשדה בוקר (תמונה 2).



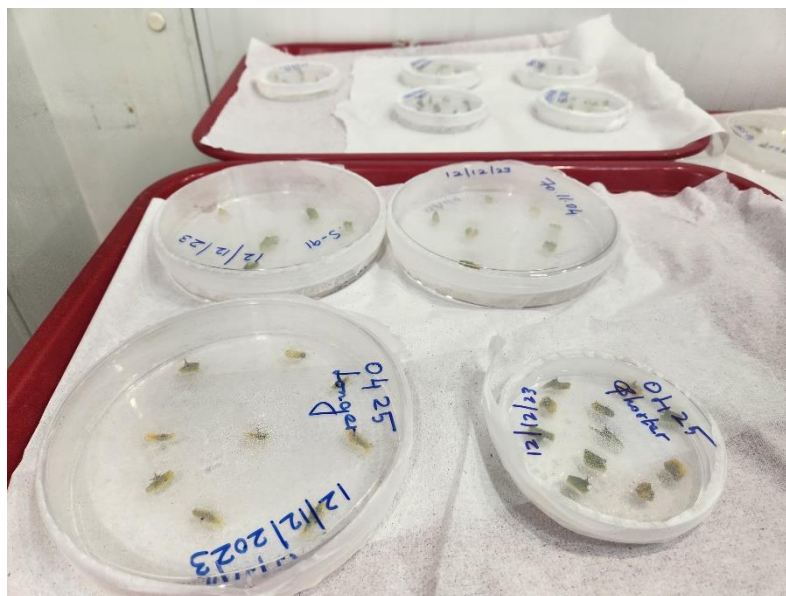
**תמונה 2:** מהלך טיפול בפקעים ווגטיביים בזני פיטאיה. A- הורדת חלק מהפקעים. B- טיפול ביתר הפקעים בענף. C- כיסוי הענף למניעת יבוש תמיסת טיפול. בסך הכל טופלו 968 פקעים ווגטיביים ומהם פרצו 75 ענפים (7.7%). לצערנו לא נמצא אף ענף שעבר הכפלה (טבלה 6).

**טבלה 6:** מספר הפקעים הווגטיביים שטופלו בכל זן ומספר הענפים שפרצו לאחר הטיפול

| זן       | מספר פקעים ווגטיבים שטופלו | מספר ענפים שפרצו (אחוזים) |
|----------|----------------------------|---------------------------|
| 98-338   | 188                        | 7 (3.7)                   |
| 78-12-17 | 278                        | 25 (9.0)                  |
| S-91     | 284                        | 28 (10)                   |
| 04-25    | 218                        | 15 (6.9)                  |

לשנה הבאה הוחלט לעבור לשיטת הכפלה בתרבויות תאים. הקמת המערכת התחילה בספטמבר השנה (תמונה 3).

**תמונה 3:** ריבוי צמחי פיטאיה בתרבית והכנה להכפלת הכרומוזומים



## 7. דין

21 הזנים שנבחנו בחלקה במגוון גדול של צורות, צבעים וטעמים אפשרו בעונה השנייה רצף של 9.5 חודשי קטיף (5/8/22-21/5/23). קטיף הפירות בזני הקיץ החל בתחילת אוגוסט והסתיים בתחילת ינואר. זני החורף החלו להיקטף במהלך חודש אוגוסט והקטיף שלהם נמשך עד אמצע מאי. בעונה זו

ברב זני החורף הייתה הקדמה של כחודשיים בהתחלת הפריחה והקטיף בהשוואה לעונה הראשונה. ברב הזנים היה גם שיפור משמעותי במספר ומשקל הפירות לצמח בהשוואה לעונת הקטיף הראשונה אולם משקל הפרי הממוצע בעונה זו היה נמוך משמעותית ברב הזנים (בהשוואה לעונה הראשונה). השיפור ביבול נובע כפי הנראה מכך שהמטע בוגר יותר, אולם צפויים גם שינויים בין העונות הקשורים במזג האוויר. הפירות בזני הקיץ גדולים באופן משמעותי (343-352 גרם) ויפים. רב זני החורף הרבה יותר קטנים (153-298 גרם) ופחות מרשימים בהשוואה לזני הקיץ.

מבין זני החורף הזנים GA-127 ו- 83-0930 (פיטאיה צהובה) הם בעלי הפרי הגדול ביותר (296-298 גרם). גם הזנים 83-0930, 83-0930 ו- 83-0930 (פיטאיה צהובה) הם בעלי הפרי הגדול ביותר (296-298 גרם). גם הזנים 83-0930, 83-0930 ו- 83-0930 (פיטאיה צהובה) הם בעלי הפרי הגדול ביותר (296-298 גרם). גם הזנים 83-0930, 83-0930 ו- 83-0930 (פיטאיה צהובה) הם בעלי הפרי הגדול ביותר (296-298 גרם).

החורף בעלי פרי בינוני- קטן (164-212 גרם). בכל זני החורף, פרי שנקטף מוקדם בסוף הקיץ או בסתיו (אוגוסט- אוקטובר) קטן בהשוואה לפרי שנקטף במרכז החורף (ינואר- מרץ). מבין זני החורף הזן היחידי שראוי מבחינת גודלו לשיווק בחודשי הסתיו הוא GA-127. בשאר זני החורף שמבשילים בקיץ או בסתיו המוקדם הפרי קטן ואיננו ראוי לשיווק ולכן אין טעם בזנים אלו להאביק את הפרחים בחודשים אוגוסט וספטמבר. זני הקיץ הצטיינו ביבול הגבוה ביותר (2.3-3.9 טון לדונם). מבין זני הקיץ בלט 78-12-17 (ניו פינקי) ביבול הגבוה ביותר (3.9 טון לדונם). מבין זני החורף הזן GA-127 הצטיין ביבול הגבוה ביותר (2 טון לדונם). שלושת זני הקיץ (78-12-17, S-091 ו- 04-25) ושלושה מזני החורף [83-09-30 (פיטאיה צהובה), GA-127 ו- Z-017] הצטיינו באחוזי פרי איכותי הגבוהים ביותר (84.3-95.9%). בזני הקיץ הסיבה העיקרית לפסילה היא פרי קטן (%8.6-10.4). בחלק מזני החורף (NER-020, GA-024, GA-055 ו- GA-138) גם היה הרבה פרי קטן (%12.8-15.4). ברב זני החורף הבעיה העיקרית היא שאחוז גבוה (%4-48) מהפרי שנקטף בחודשים פברואר עד אפריל סובל מסידוקים. רק בפיטאיה הצהובה לא היו כלל סידוקים וזה נובע כנראה מתקופת הקטיף המאוחרת שלה שחלה מאמצע מרץ עד אמצע מאי. תופעת הסידוקים בפרי נגרמת כפי הנראה מתנאי האקלים ששוררים בחורף (טמפרטורות נמוכות וגשמים) והיא גורמת לאובדן של כמות גדולה של פרי שאינו ראוי לשיווק ומטילה בספק את כדאיות הגידול של זנים אלו. גידול של זני החורף בחממה או מנהרה מחופה בפלסטיק ובקיץ במבנה מחופה רשת צל עשוי לפתור את בעיית הסידוקים שגורמת לפגיעה משמעותית ליבול המשוק. בחלק מזני החורף (NBC-001, GA-095 ו- GA-127) בהם הייתה כמות גדולה של פרי סדוק (0.26-0.95 טון לדונם) פתרון של בעיית הסידוקים בפרי יכול להעלות משמעותית את היבול הפוטנציאלי בזנים אלו מ- 0.97-2 טון לדונם ל- 1.92-2.26 טון לדונם. הפרי הקטן נוצר כתוצאה של האבקה או חנטה לא טובה. ייתכן שגידול במבנה סגור במהלך החורף ישפר גם את החנטה ויאפשר לזנים שפורחים מאוחר כמו הפיטאיה הצהובה (83-09-30) לחנוט גם במרכז החורף ובכך להאריך את תקופת הקטיף. בדיקות טעם ובדיקות TSS שנעשו מראות יתרון ברור לזני החורף ע"פ זני הקיץ. מבין זני הקיץ הזן 78-12-17 (ניו פינקי) טעים יחסית לזני החורף רובם טעימים, אך גם מבין זני החורף יש זנים טעימים יותר. בזני החורף הצטיין ברמות TSS גבוהות במיוחד (20.7) הזן 83-09-30 (פיטאיה צהובה), אך גם בזנים: GA-100, GA-127, 83-09-30, GA-100 ו- GA-017 רמות ה-TSS היו גבוהות יחסית (15.7-16.6). באופן כללי זני הקיץ הרבה יותר גדולים ומרשימים מזני הקיץ

אך רובם הרבה פחות טעימים. מכיוון שאנשים קונים "עם העיניים" לפי מראה הפרי, בתקופת שבה משווקים זני הקיץ השוק לא מעוניין בזני החורף שהם הרבה יותר טעימים. נדרשת מחשבה שיווקית בעניין זה.

לאחר 2 עונות של נתוני יבול ואיכות ניתן לציין לטובה את הזן הקיצי 78-12-17 (ניו פינקי) ואת הזן החורפי GA-127 שהיו בעלי פרי גדול, יבול גבוה וטעם טוב (בשניהם הפרי איננו קוצני). הזן 83-09-30 (פיטאיה צהובה) למרות שהיבול שלו איננו גבוה במיוחד, מצטיין בפרי גדול וטעם טוב והוא היחידי מבין הזנים שמניב בחודשי האביב (אמצע מרץ עד אמצע מאי). גם זני החורף GA-100 ו-GA-095 בעלי פרי גדול יחסית ומתוק וכן עם פוטנציאל הנבה גבוה בהנחה שנצליח להתגבר על בעיית הסידוקים בפרי. 4 זני חורף נבחנו במטרה לאתר מכלואים מצטיינים בעלי התאם עצמי ובמקביל בדקנו את חיוניות האבקה כמדד לפוטנציאל הפוריות בזנים אלו. רמת החיוניות הראתה שלזנים אלו חיוניות יחסית נמוכה (39-67%). תוצאות אלה מצביעות על יכולת נמוכה של הזנים האלה לספק אבקה הן להפריה זרה והן להפריה עצמית. בשנה זאת ביצענו שיטה "in vivo" של פרוטוקול להכפלה כרומוזומים במטרה לקבל צמחים פוליפלואידים ובעלי התאם עצמי. ביצענו 968 טיפולי הכפלה בפקעים וגטיביים של 4 זני קיץ. לאחר בדיקה לא נמצא שום ענף שעבר הכפלה. בספטמבר השנה הוחלט להתחיל בשיטה של תרביות תאים. כרגע אנחנו מפתחים את התנאים והפרוטוקול לריבוי בתרביות תאים בהתאם לרשימת הזנים הדיפלואידים בהם חשוב לשבור את אי ההתאם העצמי.

## **ביבליוגרפיה**

- Cohen H., and N. Tel-Zur 2012. Morphological changes and self-incompatibility breakdown associated with autopolyploidization in *Hylocereus* species (Cactaceae). *Euphytica* 184(3): 345-354
- Tel-Zur, N., Abbo, S., and Y. Mizrahi. 2005. Cytogenetics of semi-fertile triploid and aneuploid intergeneric vine cacti hybrids. *Journal of Heredity* 96: 124-131
- Tel-Zur, N., Dudai, M., Raveh, E. and Y. Mizrahi. 2011. In situ induction of chromosome doubling in vine cacti (Cactaceae). *Scientia Horticulturae* 129: 570-576
- Tel-Zur, N., Dudai, M., Raveh E., and Y. Mizrahi. 2012. Selection of interspecific vine cacti hybrids (*Hylocereus* spp.) for self-compatibility. *Plant Breeding* 131(5): 681-685