

דו"ח שנה ג', לשנת 2025, מוגש לקרן המדען הראשי- קול קורא למחקרים בתחום השבחת מטעים,

מוגש ע"י ד"ר נבות גלפז, navotg@migal.org.il

**שם המחקר:** השבחת זני מנגו חדשים: הארכת עונת השיווק, שיפור רמת היבול ואיכות הפרי, והתאמה לתנאים הסביבתיים בישראל

Breeding new mango varieties: extending the marketing season, enhancing fruit quality, and adapting to local environmental conditions

### שותפים:

ד"ר סטנלי פרימן ומרסל מיימון, מנהל המחקר החקלאי; בחינת עמידות של זני בר של מנגו למחלת עיוות התפרחות

ד"ר עדי פייגנבאום- דורון, מדעי הצמח, חקר ירקות וגידולי שדה; אנליזות ביואינפורמטיות לצורך פיתוח סמנים גנטיים

ד"ר יאיר אהרן, חוות מארטקס, פורטו-ריקו; ייבוא מיני בר

שי צעדי, שה"מ; הדרכה מקצועית וליווי הניסויים

דניאל בנאי, שתלן ומגדל מנגו; סריקת הזריעים

### תודות

לצוות צמח טכנולוגיות חקלאיות: לגד ארקנד על עזרה רבת ערך בתחזוקת חלקות הניסוי, וניצוח על ביצוע הניסויים השונים ואיסוף הנתונים, לעידן אלינגולד, עינת בן עמי, אמיר קינן, אבי צרפתי, גלעד הדר וירדן לב על השתתפותם באיסוף הנתונים ותחזוקת חלקות הניסוי.

לגופים המממנים: קרן המדענית הראשית במשרד החקלאות, שולחן מגדלי המנגו, ומו"פ צפון

לרמג"ש (עמנואל דאסה וטל ינאי) על עזרה בתחזוקת חלקות הניסוי

### **תוצאות המחקר הן לא המלצה למגדלים.**

### תקציר:

**הצגת הבעיה:** בשנים האחרונות התחזקה התחרות על שוקי ייצוא המנגו עם מגדלים ממדינות אחרות, הנהנים מיתרונות ניכרים ביחס לישראל (בעיקר עלויות יצור נמוכות ותנאים אקלימיים יציבים ומתאימים יותר לגידול המנגו). על מנת להבטיח המשך קיום ענף מנגו ישראלי חזק, רווחי ותחרותי בשוקי הייצוא, נדרשת הרחבה של עונת השיווק (ליוני-נובמבר), פרי בעל איכות משופרת (קליפה צבעונית, איכות פנימית מעולה, כושר אחסון גבוה), והתאמה לתנאים הסביבתיים המקומיים, שצפויים להחמיר בשנים הבאות. הכלי המרכזי לצורך השגת מטרות אלה הוא הגישה הגנטית-פיתוח, בחינה, והכנסה לשימוש של זנים משופרים ביחס למצאי הקיים היום.

### **שיטות העבודה:**

- אספנו והנבטנו פירות, ממקורות גנטיים מגוונים, לצורך קבלת זריעים שיורכבו על כנה 13/1 בשנת 2026.
- הרכבנו זריעים, שנגזרו ממקורות גנטיים שונים, על כנות 13/1.
- ביצענו סריקה מורפולוגית בשדה, לאיפיון תכונות איכות פרי בקרב אוכלוסיית הזריעים.
- ביצענו סריקת עמידות מיני בר לגורם עיוות התפרחות במנגו.
- איפיינו את מועדי הפריחה והבשלת הפרי בקרב הגנטטיפים (מיני בר זנים) באוסף האינטרודקציה שיצרנו.
- איפיינו בקרב אוכלוסיית זריעים את רמת סיביות הפרי, צבע קליפה, ומשקל פרי, כשלב מקדים לפיתוח סמנים גנטיים לתכונות אלה.

## תוצאות עיקריות לתקופת הדוח הנידון:

- אספנו 1,168 פירות מצירופי הורים שונים. הזרעים הונבטו, והתקבלו כ-930 שתילי זרעיים מהם ניתן לקחת חומר להרכבה. מהזרעיים יילקח רכב שיורכב על כנות 13/1 בחלקת ההשבחה, במאי 2026.
- הרכבנו 960 זרעיים על כנות 13/1 שניטעו ב-2022. צפי לתחילת סריקות תכונות פרי בזרעיים אלה: 2027/28.
- ביצענו איפיון מורפולוגי בשדה לתכונות איכות פרי ל-547 זרעיים שפרחו ונתנו יבול בשנת 2025. איתרנו מספר זרעיים מבטיחים, הנושאים תכונות מבוקשות, למשל אפילות ואיכות פרי גבוהה. מאותם זרעיים נאספו פירות, לצורך קבלת צאצאים דור F2, במטרה להשיג צירופי תכונות משופרים.
- חזרנו על ניסוי איפיון רמת עמידות מיני הבר למחלת עיוות התפרחות. שלושה מיני בר הראו פוטנציאל לסבילות/עמידות למחלת עיוות התפרחות. בולט מין הבר מנגיפרה קסטורי-לא נמצאו בו כלל סימפטומים למחלה זו. בנוסף, במחקרים נוספים שאנחנו מבצעים, נראה שלמין בר זה עמידות למחלות מרכזיות נוספות: אנתרקנוז וקמחון.
- נמצאה שונות רבה באוכלוסיית הזרעיים בתכונות מפתח: צבע הקליפה, גודל הפרי, ורמת סיביות הפרי. בוצע ריצוף גנומי של צברים הנושאים ערכים קיצוניים של שלושת התכונות, ואנליזה ביואינפורמטית, לצורך איתור סמנים גנטיים לתכונות אלה, נמצאת כעת בעיצומה.
- מצאנו שהזן ההודי קולומביין, ומין הבר מנגיפרה קוודריפידה פורחים פעמיים בשנה, בסתיו ובאביב, ומניבים פרי תקין הן בחורף, והן בקיץ. קווים אלה יורכבו בעצים של זני עילית, במטרה להחדיר תכונה זאת, לקווים אלה, לקבלת פרי איכותי חורפי.

**מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות:** בשנתיים הראשונות של הפרוייקט (2023-24) יצרנו תשתיות, שמטרתן פיתוח כלים לפרוייקט השבחה יעיל ומודרני: שליטה על התהליך של הפירות זרות מכוונות, יצירת מגוון גנטי רחב של זנים בעלי תכונות שונות, ייעול סריקת הזרעיים, וקיצור תקופת היובנליות של הזרעיים. בשנת 2026 נסיים את הרכבת החלקה כולה בזרעיים, ונכנס לפעילות מעגלית של סריקה סימולטנית של למעלה מ-5,000 זרעיים והעברה לבחינה קלונלית של זרעיים מצטיינים בחלקה חצי-מסחרית, חיתוך הזרעיים לאחר 3 שנות סריקה, והרכבה של זרעיים חדשים במקומם.

ב-2024 התחלנו בסריקת הזרעיים, ושימוש בזרעיים מצטיינים, כמשאב מרכזי לפיתוח זרעיים בשנים הבאות. לאחר שנתיים של סריקת זרעיים, נמצאו מספר זרעיים מבטיחים-חלקם אפילים, חלקם בעלי איכות פרי גבוהה. הזרע המבטיח ביותר, A030, משלב בין איכות פרי גבוהה לאפילות. זרעיים אלה יורכבו במאי 2026 במספר חלקות מסחריות, לצורך תחילת בחינה קלונלית. גנוטיפים שאיתרנו בהם תכונות מבטיחות: מין הבר מנגיפרה קסטורי (עמידות לעיוות התפרחות), מנגיפרה קוודריפידה (פריחה ויבול פעמיים בשנה), והזן ההודי קולומביין (פריחה ויבול פעמיים בשנה) יורכבו בצימוד לזנים מסחריים מובילים, לצורך החדרת תכונות אלה לזנים המסחריים, לקבלת פרי חורפי איכותי.

**תוכן העניינים**

**עמוד**

1..... דף שער

1..... תקציר

4..... מבוא

4..... מטרות המחקר

5..... שיטות העבודה ומהלך המחקר

7..... תוצאות

16..... דיון

16..... רשימת ספרות

ענף המנגו בישראל הוא ענף חזק כלכלית, מוטה ייצוא, הנמצא במגמה של התרחבות. היקף הייצור הרב-שנתי הממוצע הוא 45,000 - 55,000 טון, ולמעלה מ-50% מהפרי מיוצא לאירופה. שטח מטעי המנגו בישראל עומד על כ-25,000 דונם, המרוכזים בעיקר באזור סובב כנרת ובקעת בית שאן, וקצב הנטיעות השנתיות עומד על כ-1,000 דונם/שנה (נוי, 2020). גם בעולם ענף המנגו הינו מרכזי, ונמצא במגמת גידול חזקה: הייצור הכולל ב-20 השנים האחרונות, מכ-25 מיליון טון לכ-50 מיליון טון, וענף המנגו שני רק לבננה בהיקף הייצור מבין הפירות הטרופיים (2022 FAO stat).

הזנים המרכזיים המגודלים בארץ הם 'שלי', 'קנט', 'קיט', 'מאיה', ו'עומר'. לצד היתרונות, לכל אחד מזנים אלה חסרונות: 'שלי'-משרעת גודל פרי גבוהה ונטייה לפרי קטן מידי, ואיכות פרי בינונית, 'קנט'- צבע קליפה לא מספק ונטייה לקלקולים פנימיים בפרי, 'קיט'-פרי גדול מידי, וקליפה לא צבעונית, 'מאיה'-יבול נמוך-בינוני, כושר אחסון נמוך, 'עומר'-נטייה לעיוות צורה, רמת יבול בינונית (כהן וחובריו, 2013, סעדה וחובריו, 2015).

בשנים האחרונות מתרחבת התחרות עם יצרנים במדינות שונות, בעיקר באמריקה הלטינית ואפריקה, על שוקי הייצוא. על מנת לשמר ואף לשפר את מעמדו כיוצאים, נדרש ענף המנגו המקומי לשפר את איכות הפרי, להעלות את רמת היבול, ולהאריך את עונת השיווק. הדרך להשגת יעדים אלה, לצד שיפורים אגרוטכניים, הוא פיתוח זנים בעלי תכונות משופרות, בעלי התאמה טובה לתנאים הסביבתיים השוררים והמשתנים בישראל.

שוק המנגו העולמי נשלט ע"י שני זנים ותיקים, קיט וקנט, דבר שהופך את ענף המנגו העולמי רגיש ופגיע למגפות הנגרמות על ידי מחלות ומזיקים והדרדרות בתנאים האקלימיים והסביבתיים, והוא משווע לכניסת זנים חדשים ומשופרים, שיהפכו את התעשייה לחסינה יותר לאיומים אלה. כך שלזנים חדשים בעלי תכונות איכות פרי ייחודיות, שיפותחו במסגרת התכנית יש פוטנציאל שיווק נרחב גם ברמה העולמית.

בפגישה עם מגדלים נבחרים הוגדרו תכונות המפתח המבוקשות לזני העתיד: 1. בכירות או אפילות, 2. יבול גבוה ויציב (סירוגיות נמוכה), 3. איכות פרי גבוהה (ללא סיבים, צבעוניות בקליפה ובציפה, מרקם פנימי ומוצקות טובים וללא קלקולים פנימיים, חיי מדף ארוכים, וטווח משקל 400-550 גרם), 4. סבילות/עמידות למחלות (עיוות התפרחות, קמחון, השחרה בקטריאלית ובוטריוספירה), 5. עמידות יחסית לתנאי אקלים תת-אופטימליים: חנטה טובה בטווח רחב של טמפ', עמידות לנשירת חנטים עקב שרבים ולאירועי קרה בחורף, עמידות יחסית של הפרי לשילוב של טמפ' גבוהות וקרינה חזקה, 6. צימוח מרוסן, המותאם לממשק גידול "קיר פירותי". היעד המרכזי של תכנית ההשבחה המוצעת הוא הרחבת עונת שיווק המנגו הישראלי, בארץ ובעולם, מיולי-ספטמבר כיום, לטווח החודשים יוני-נובמבר. הזן האפיל, בעל הקליפה הירוקה 'קיט', למרות איכות פרי מעולה, מתקשה להתמודד עם הזן 'אוסטין', שאיכות הפרי שלו בינונית, בזכות היותו צבעוני. לכן, תינתן עדיפות גבוהה בתכנית לפיתוח זנים מבכירים/אפילים וצבעוניים, בעלי איכות פרי ורמת יבול גבוהים.

שיפור ויעול תהליך ההשבחה, יתבצע באמצעות פיתוח הפלטפורמות הבאות: 1. ייבוא של מיני בר זנים מסחריים, בדגש על זנים ממוצא הודי (המיוצגים בחסר בישראל), במטרה להחדיר תכונות מפתח, ביניהן עמידות למחלות (עיוות התפרחות, קמחון), והבכרה ואפילות, באמצעות הכלאת קווים הנושאים תכונות חדשות רצויות, עם זנים קיימים מצטיינים, החסרים תכונות אלה. 2. השגת שליטה על תהליך ההאבקה, במטרה לקבל מכלואים באמצעות האבקות מכוונות, 3. איתור מכלואים, תוצרי האבקה זרה, באמצעות סריקת הנבטים עם סמנים גנטיים (SNPs), 4. פיתוח סמנים גנטיים לתכונות מפתח, במטרה לסנן החוצה זרעיים בעלי תכונות שליליות (קליפה ירוקה, פרי גדול/קטן מידי, פרי סיבי) עוד בשלב המשתלה. 5. קיצור תקופת היובנליות של הזרעיים/מכלואים, באמצעות הרכבתם על כנות 13/1 בוגרות.

**מטרות המחקר:** המטרה המרכזית של התכנית היא לפתח ולהכניס לשימוש במטעי המנגו בישראל זנים בעלי רמת יבול גבוהה ויציבה, ואיכות פרי גבוהה, העונה לקריטריונים של שוקי הייצוא, המותאמים לגורמים סביבתיים מגבילים בארץ (בעיקר טמפ' קיצונית), בדגש על זנים בכירים/אפילים צבעוניים, לצורך הרחבת עונת השיווק, בישראל ובשוקי הייצוא. מטרה נוספת של התכנית היא פיתוח כלים תומכים, לצורך שיפור ויעול פרויקט ההשבחה: יבוא זנים נבחרים מארצות שונות, בדגש על בכירות/אפילות, ואפיון הביצועים שלהם בישראל, אפיון רמת העמידות למחלת עיוות התפרחות בקרב מיני בר של מנגו, לצורך החדרת תכונה זו לזנים מסחריים באמצעות הכלאות, פיתוח כלים להאבקות מכוונות, לצורך שליטה מלאה על מטריצת הכלאות, ואיתור QTLs ופיתוח סמנים גנטיים לצורך השבחה מבוססת סמנים.

### שיטות העבודה ומהלך המחקר

**הכנת הזרעים-דור F1:** נאספו פירות מארבעה מקורות: 1. זרוע מורכבת של זן A בעץ מזן B (זנים שונים שהורכבו בחלקות טומי וקנט), 2. זרעים מצטיינים שאותרו בחלקת ההשבחה, 3. צמדי עצים סמוכים מזנים שונים, בהם מתקיים, בסבירות גבוהה, אחוז גבוה של האבקה חופשית זרה, ו-4. עצים שנמצאים בחלקת מונו-בלוק (זן יחיד), משום שגם בזרעים אלה, בהם אנחנו מצפים לאחוז גבוה של האבקה עצמית, אנחנו מצפים למגוון גנטי בקרב אוכלוסיית הצאצאים, עקב הרמה הגבוהה של הטרזיגוטיות המתקיימת בעצים בכלל, ובמנגו בפרט. הפירות נאספו בשלב של שבירת צבע, כשקליפת הזרע קשה, והועברו להנבטה במשתלת צביאלי. כל זרע הונבט בעציץ נפרד, בנפח 1 ליטר, לצורך קבלת נבטים, מהם נלקח רכב להרכבה על כנות 13/1 בחלקת ההשבחה. סה"כ נאספו בשנת 2025 1,168 פירות לזרעים, ונבטו והתפתחו לשתילים ראויים להרכבה 933 שתילים. פירוט ההורים-בטבלה 1, בפרק התוצאות.

**הרכבת הזרעים:** ההרכבות בוצעו במאי 2025, בחלקת ההשבחה, על כנות 13/1 שניטעו במאי 2023. הרכב נלקח מהנבטים שהתקבלו מפירות שנאספו בשנה הקודמת והונבטו במשתלת צביאלי במושבה כנרת. הקריטריונים לרכב מתאים להרכבה: קשיח, ובעובי של עפרון. על מנת לייעל את פרויקט ההשבחה, בהקשר של כח אדם, שטח, והוצאות גידול, הורכבו 2 זרעים על כל כנה, על 2 זרועות שונות.

**סריקת הזרעים:** התבצעה מידי שבוע, בין החודשים יולי-אוקטובר. אפיון הזרעים התבצע בשדה, כמתואר בטבלה 3. התכונות שעליהן נאספים הנתונים: מועד הבשלה (התאריך בו נצפו לראשונה פירות בשלים על העץ), גודל הפרי (קטן, בינוני, גדול), רמת עומס הפרי (סולם 1-5), מספר פירות לתפרחת, פרתנוקרפיה (כן/לא), צורת הפרי (אובלי/עגול/s) צבע הקליפה, צבע הציפה, רמת אחידות הבשלה פנימית (אחיד/לא אחיד), ריח (טרפני/מנגואי, עצמת הריח סולם 1-3), טעם (מנגואי/טרפני, עצמת הטעם בסקאלה 1-3), רמת הסיביות (פרי סיבי/לא סיבי), עובי קליפה (דק, בינוני, עבה), רגישות לשריטת (כן/לא). אותרו מספר זרעים מבטיחים, כמפורט בפרק התוצאות.

**איתור מקורות עמידות למחלת עיוות התפרחות במיני בר של מנגו (ניסוי 2, שנה 1):** נעשה שימוש במיני הבר הבאים, שיובאו לצורך הפרוייקט ומצויים באוסף האינטרודוקציה בחוות המחקר בצמח: *M. casturi*, *M. lalijiwa*, *M. odorata*, *M. laurina*, *M. zeylanica*, *M. Rubropetala*, *M. quadrifida*, *griffithii* הרכבת ענפים מכל אחד ממינים אלה על כנה 1-13. הזן קיט, שהינו רגיש במיוחד לעיוות התפרחות, שימש כזן הביקורת. בסתיו 2024 אולחו השתילים בגורם המחלה. הניסוי התבצע באופן הבא: במהלך תקופת הניסוי בודדו ותוחזקו מספר תבדידי הפתוגן *Fusarium mangiferae* לצורך אילוחי השתילים. כל שתיל (8-5 חזרות שונות) אולח

בסתיו 2024 בלפחות 5 נקודות (פקעים רדומים) לשתיל וסומנו, כך שמספר נקודות האילוח בכל מין היה 25-40. לקראת עונת האביב, בעת פריצות הגידול הווגטיבי ויצירת תפרחות, חושבה רמת הנגיעות שתתורגם לרמת רגישות/סבילות/עמידות מיני הבר השונים.

**אפיון אוכלוסיות זרעים, לצורך פיתוח סמנים גנטיים לתכונות מפתח:** לצורך פיתוח סמנים גנטיים, שיאפשרו סריקה גנטית עוד בשלב הנבט במשתלה, וסילוק זרעים שנושאים תכונות פוסלות זן (פרי קטן או גדול מידי, פרי סיבי, קליפה ירוקה), בוצע אפיון של 200 זרעים, ממקורות אמהיים שונים. נקטפו שישה פירות מייצגים מכל עץ זריע. הפירות אוחסנו בטמפ' של 16 מעלות צלסיוס, ובכל יומיים בוצע אפיון של הפירות שהגיעו להבשלה מלאה. התכונות שאופיינו, וצורת האפיון:

גודל פרי-הפירות נשקלו.

רמת הסיביות-סקאלה 1-5. 1-ללא סיביות כלל, 5-רמת סיביות גבוהה.

צבע הקליפה-סקאלה 1-3. 1-קליפה ירוקה/כתומה, 3-פרי צבעוני-כתמים גדולים בצבע אדום ו/או סגול, 2-מופע ביניים-רמת גוון צבעוני נמוכה/בינונית.

**הכנת הזרעים-דור F1.** בשנת 2025 אספנו פרי לצורך קבלת זרעים מארבעה מקורות: 1. זרוע מורכבת של זן A בעץ מזן B (זנים שונים שהורכבו בחלקות טומי וקנט), 2. זרעים מצטיינים שאותרו בחלקת ההשבחה, 3. צמדי עצים סמוכים מזנים שונים, בהם מתקיים, בסבירות גבוהה, אחוז גבוה של האבקה חופשית זרה, ו-4. עצים שנמצאים בחלקת מונו-בלוק (זן יחיד), משום שגם בזרעים אלה, בהם אנחנו מצפים לאחוז גבוה של האבקה עצמית, אנחנו מצפים לקבל שילובים חדשים ומעניינים של תכונות מבוקשות, עקב ההטרוזיגוטיות הגבוהה הקיימת במגו. סה"כ נאספו בשנת 2025 1,168 פירות לזרעים, ונבטו והתפתחו לשתילים ראויים להרכבה 933 שתילים (טבלה 1). רכב יילקח מ-900 שתילי זרעים, ויורכב בחלקת ההשבחה, על כנות 13/1, במאי 2026.

**טבלה 1. רשימת ההורים מהם נלקחו פירות לצורך הכנת הזרעים,** מספר הפירות שנזרעו והנבטים שהתקבלו בפועל. איסוף הפרי התבצע בחודשים אוגוסט-אוקטובר 2025.

נקבה	זכר*	מספר זרעים	מספר זרעים שנבטו	הערות
טומי	קיט	30	25	
טומי	זנים שונים	115	93	התקבלו מזרוע מורכבת (בזנים קנט, פאלמר, פאירי, ג'מבו קיסר, מאיה, היידן, ארווין, ברוקס לייט) בעצים מזן טומי.
לילי	טומי	80	48	
מאיה	קנט	115	104	
קנט	טומי	60	46	
אוסטין	אוסטין	85	73	מונו בלוק
אוסטין	קנט	70	61	
ברוקס לייט	ברוקס לייט	60	48	מונו בלוק
מאיה	ברוקס לייט	115	94	
קנט	זנים שונים	120	104	התקבלו מזרוע מורכבת (בזנים מאיה, טומי, אוסטין, מלליקה, קיט, ברוקס לייט, פאירי, ) בעצים מזן טומי.
קיט אדום	קיט אדום	80	67	עץ יחיד בחצר
I541_1/3/3		40	32	זריע מרכז עונה, איכות פרי גבוהה
I560_1/3/4		45	34	זריע מרכז עונה, איכות פרי גבוהה
U590_2/9/50		38	32	זריע מרכז עונה, איכות פרי גבוהה
A030_2/7/51		33	26	זריע אפיל, קליפה צבעונית, איכות פרי גבוהה
J260_2/1/49		46	25	זריע אפיל מאד, קליפה ירוקה
J270_1/2/65		36	21	זריע אפיל מאד, קליפה ירוקה
<b>סה"כ</b>		<b>1168</b>	<b>933</b>	

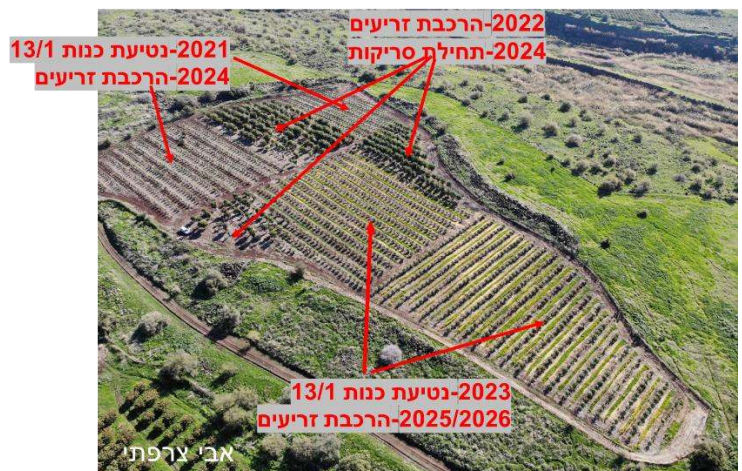
\*זכר פוטנציאלי-על סמך קרבה מרחבית לעץ האם

**הרכבת זרעים:** במאי 2025 בוצעה ההרכבה של 960 הזרעים שהתקבלו מהפירות שנאספו בשנה הקודמת. על מנת לייעל את פרויקט ההשבחה, ולהשיג חסכון בכח אדם, שטח, והוצאות גידול, הורכבו 2 זרעים לעץ, על 2 זרעות שונות (איור 1).



איור 1. כנות 13/1 מורכבת ב-2 זרעים. התמונה צולמה במרץ 2025.

תמונת מצב גרפית של חלקת ההשבחה, ותכנית ההרכבות לשנים 2022-26, מוצגת איור 2:



איור 2. מצב חלקת ההשבחה, נכון לפברואר 2026. צילום באמצעות רחפן: אבי צרפתי.

בשנת 2026 נשלים את תהליך הרכבת הזרעים (סה"כ 5,110 זרעים מורכבים!), בחלקת ההשבחה ונחל בתהליך מעגלי:

1. הרכבות זרעים
  2. סריקה לתכונות פרי במשך שלוש שנים
  3. חיתוך הזרעים
- בחינה קלונלית של זרעים מצטיינים

**טבלה 2. מספר הזרעים המורכבים בחלקת ההשבחה, בשנים השונות.**

שנת תחילת סריקות	מספר זרעים מורכבים	כנה	שנת הרכבה
2025/2024	720	זרעים	2022
2025/2024	930	1/13	2022
2027/2026	1,600	1/13	2024
2028/2027	960	1/13	2025
2029/2028	900	1/13	2026
	<b>5,110</b>		<b>סה"כ</b>

**סריקה-שלב 1-איתור זרעים מצטיינים**

בקיץ 2025 ביצענו סריקות ואפיון בשדה של תכונות פרי ל-547 זרעים שנשאו פרי, מתוך 1,770 זרעים שהורכבו בשנת 2022. הסיבה לכך שרק 37% מהזרעים הניבו פרי, היא היובנליות של הזרעים (מכיוון שהרכב ששימש להרכבות נלקח משתילים בני 9 חודשים, בשונה מהרכבות בחלקות מסחריות, בהן מקור הרכב בעצים ותיקים).

אפיון הזרעים: מטרת האפיון היא לימוד הגנטיקה של הורשת תכונות איכות פרי, לצורך איתור צירופים הוריים מוצלחים, ושליטת הורים לא מוצלחים. האפיון התבצע על כל הזרעים, כולל כאלה שאין להם סיכוי להפוך לזנים מסחריים, עקב סיביות, גודל פרי קטן, וכו'. דוגמא לאפיון הזרעים מוצגת בטבלה 3, על זריע מספר 2024600030. כל הזרעים נושאי הפרי בחלקה אופיינו באותו אופן.

**טבלה 3. אפיון תכונות פרי בזריע 2024600030, קיץ 2025.**

פרמטר	ערך
ברקוד זריע	2024600030
שורה	3
ערוגה	3
תא	1
מספר סידורי	49
עץ אם	מאיה/מיקס
תאריך קטיף	25/08/2025
עומס פרי	5
גודל פרי	בינוני
מספר פירות לתפרחת	מעורב
פרתנוקרפיה	ללא
צורה	עגול
צבע קליפה	אדום/סגול
צבע פנימי	כתום
אחידות הבשלה פנימית	אחיד

ריח	טרפני
טעם	ארומטי
סיביות	ללא סיבים
עובי קליפה	בינוני
רגישות לשריטות	לא
הערות	טעם טרפני עדין. נלקחו 20 לזרעים. לקחת רוכבים במאי 2026

**איתור זרעים מצטיינים:** מטרת הסריקה היא איתור זרעים מצטיינים, שבשלב הבא יועברו לבחינה קלונאלית בחלקה חצי-מסחרית. התכונות המרכזיות שהוגדרו הן שילוב של בכירות/אפילות וקליפה צבעונית. בשנים הבאות בכוונתנו להרחיב את הטווח, לתכונות נוספות, בעיקר איכות פרי גבוהה (צבע חיצוני ופנימי אטרקטיבי, צורה אובלית/עגולה, משקל פרי כ-500 גרם, טעם וארומה טובים, משרעת גדלים קטנה, ללא קלקולים פנימיים, כושר אחסון טוב), גם אם אינם בכירים/אפילים, הנובעת מהעובדה שזני מרכז עונה בעלי איכות פרי טובה (למשל דוד ועומר), פודים מחיר גבוה משמעותית מזנים בעלי איכות פרי פחות טובה, למשל שלי.

הזרעים המצטיינים, שאותרו בשנים 2024-2025, יורכבו במאי 2026 (5 עצים לזריע) אצל מספר מגדלים, לצורך אפיון מעמיק של כלל התכונות החקלאיות (עוצמת צימוח, מועד קטיף, מרכיבי איכות פרי ורמת היבול, כושר אחסון) בחלקות חצי-מסחריות.

זרעים מצטיינים שאותרו בשנת 2025:

### A030

זהו הזריע המבטיח ביותר שאותר עד כה. A030 מסתמן כזריע אפיל יחסית (עונת קטיף-בין דוד לקיט)-באוקטובר אחוז ניכר מהפרי היה על העץ, במצב טוב. צבע חיצוני סגול מרהיב שהופך לאדום בהבשלה, וצבע פנימי כתום חזק, יבול גבוה, איכות פנימית טובה. אמא-מאיה. התמונות צולמו באוקטובר 2025.



**איור 3. זריע A030:** פרי על העץ, ופרי בשל.

## 1541 ו-1560

מסתמנים כזריעי מרכז עונה-תחילת הבשלה ב-19.8.2025, איכויות פרי גבוהות-צבע פנימי וחיצוני אטרקטיבי, משרעת גודל פרי נמוכה, פוריים. אמא-טומי. התמונות צולמו באוגוסט 2025.



איור 4. זריעים 1541 ו-1560-פרי בשל.

## J260 ו-J270

מסתמנים כזריעים אפילים מאד, מאוחרים אף ביחס לזן האפיל ביותר, קיט. הפירות הראשונים נקטפו ב-20 לאוקטובר! הפרי דומה לזה של קיט-ירוק מבחוץ, צבע פנימי טוב. הפרי הבשל קשיח. הטעם מעולה. נראה שיש פוטנציאל לכושר אחסון טוב, כך שלזריעים אלה פוטנציאל להארכת העונה מעבר לזו של הקיט. מכיוון שזריעים אלה הם צאצאים של הזן הצבעוני האפיל אוסטין, נלקחו זרעים לצורך יצירת דור F2, בתקווה שחלק מהצאצאים ישלבו אפילות עם צבע קליפה צבעוני. אמא-אוסטין. התמונות צולמו באוקטובר 2025.



איור 5. זריעים J260 ו-J270. פרי על העץ, ופרי בשל.

זרעים מצטיינים שאותרו בשנת 2024:

שניים מהזרעים שנסרקו בשנת 2024 הם בעלי עניין מיוחד:

U590 - צבע קליפה יוצא דופן, מרכז עונה, גודל טוב. אמא: לילי.

J267-פורה ומאחר מאד (יותר מקיט), ירוק, טעים. אמא: אוסטין.



איור 6. זרעים U590 ו-J267. פרי על העץ.

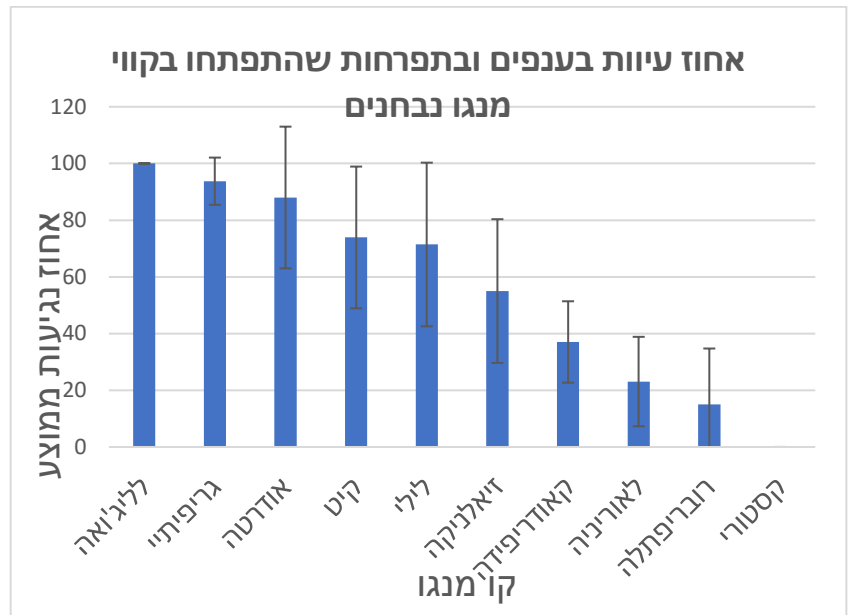
**אפיון במעבדה של תכונות איכות פרי:** בשנת 2025 בוצע פיילוט לאפיון במעבדה של תכונות פרי מרכזיות. פירות של 11 זרעים בעלי איכות פרי גבוהה, 4-5 פירות לזרע, אופיינו במעבדת הפוסט-הרווסט של ד"ר דני גמרסני. התוצאה המעניינת ביותר היא רמת TSS גבוהה באוכלוסיית הזרעים שנבדקה, כולל 2 זרעים שרמת ה-TSS בסביבות ה-20%, נתון שמרמז לרמת סוכר גבוהה מאד, שהיא תכונה אטרקטיבית בקרב הצרכנים.

**טבלה 4.** תכונות איכות פרי של 11 זרעים נבחרים. זרעים בעלי TSS גבוה במיוחד הודגשו בבולד.

קוד זרע	משקל (גרם)	TSS(%)	pH	חומצה מאלית (גרם/ליטר)
508/1	561±92.3	18±0.72	5.18±0.32	0.27±0.07
520/1	508 ±86.5	17.1±1.88	5.36±0.76	0.37±0.04
519/1	528±109	15.7±1.11	4.18±0.49	0.66±0.04
<b>521/1</b>	<b>503±96.6</b>	<b>20.4±0.56</b>	<b>4.05±0.28</b>	<b>0.66±0.07</b>
541/2	443±74.2	16.9±0.55	4.2±0.49	0.58±0.1
246/2	443±74.7	17.9±1.14	5.63±0.24	0.25±0.04
547/1	470±107	18.3±0.26	4.65±0.17	0.55±0.02
545/1	520.37	19	4.86	0.33
<b>608/2</b>	<b>817±134</b>	<b>19.7±0.25</b>	<b>7.11±2.47</b>	<b>0.33±0.1</b>
797/1	385±58.3	18.4±1.3	4.94±0.32	0.29±0.08
058/2	430	18.7	4.65	0.45

### איתור מקורות עמידות למחלת עיוות התפרחות במיני בר של מנגו:

הקיום לליג'ואה, גריפיתיי ואודרטה היו רגישים ביותר. אחוז הנגיעות הממוצעת בהם הייה גבוה ועמד על 88-100, בהשוואה לקווים המסחריים הרגישים לילי וקיט שבהם הייתה נגיעות בכ-70 אחוז מהענפים. קאודריפידה, לאוריניה, רובריפתלה וקסטורי היו הכי פחות רגישים למחלה, בעיקר קסטורי שבו לא נצפו כלל תסמיני מחלה, בעוד שבשלושת הזנים האחרים נמצאו עיוותים וגטטיויים. ראוי לציין שמין בר זה לא פרח בכלל וצריך יהיה לבחון אותו שוב בהשוואה לזנים האחרים, כשיפרח בעונה הבאה (איור 7 וטבלה 5). תמונות של עיוותים בתפרחות ובגידול הווגטטיבי בגנטטיפים שונים לאחר כשבעה חודשים ניתן לראות באיור 8.



**איור 7.** אחוז הנגיעות הממוצע לקווי המנגו השונים כפי שנמדדו כשבעה חודשים לאחר האילוח.

**טבלה 5.** כימות סה"כ הענפים הסימפטומטיים (עיוות וגטטיבי ועיוות תפרחות) מכלל הענפים שהתפתחו לאחר האילוח, בקווי הגנטטיפים השונים. אחוז הנגיעות הממוצע חושב מהתוצאות שהתקבלו שבעה חודשים לאחר האילוח.

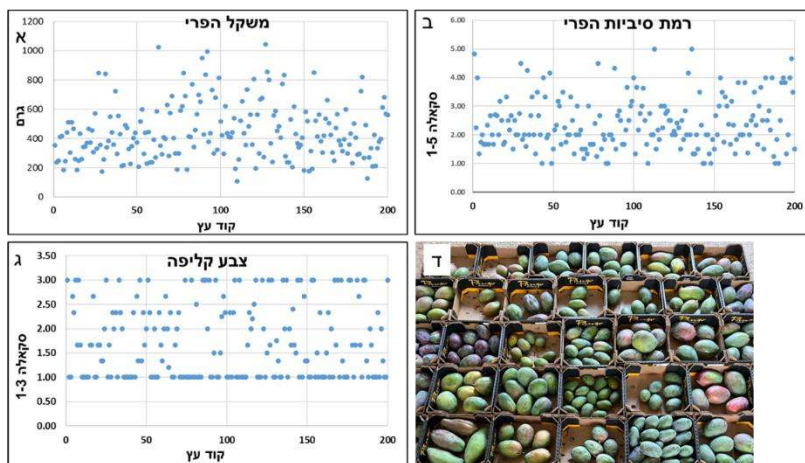
קו	סה"כ ענפים ותפרחות נגועים בקו	סה"כ ענפים ותפרחות שהתפתחו בקו	אחוז נגיעות ממוצע לקו
לליג'ואה	13	13	100 ±0
גריפיתיי	15	16	93.8 ±8.3
אודרטה	22	25	88 ±25
קיט	17	23	73.9 ±25
לילי	5	7	71.4 ±28.9
זיאלניקה	22	40	55 ±25.3
קאודריפידה	10	27	37 ±14.4
לאוריניה	6	26	23.1 ±15.8
רובריפתלה	3	20	15 ±19.7
קסטורי	0	19	0 ±0



**איור 8.** תמונות מייצגות של עיוותים וגטטיביים ותפרחות נגועות בקווי המנגו השונים. התיעוד בוצע ביוני 2025, שבעה חודשים לאחר האילוח.

**איפיון תכונות מפתח, לצורך פיתוח סמנים גנטיים**

לצורך פיתוח סמנים גנטיים, שיאפשרו סריקה גנטית עוד בשלב הנבט במשתלה, וסילוק זריעים שנושאים תכונות פוסלות זן (פרי קטן או גדול מידי, פרי סיבי, קליפה ירוקה), בוצע איפיון של 200 זריעים, ממקורות אמהיים שונים, כמתואר בפרק השיטות בדו"ח. בכל אחת מהתכונות נמצאה התפצלות בקרב אוכלוסיית הזריעים (איורים 9 א-ג'). איור 9ד' מציגה את השונות בקרב האוכלוסיה בצבע הקליפה ובגודל הפרי. לצורך האנליזה, הופק דנ"א מכל אחד מהצמחים, ונוצרו צברים המורכבים מפרטים בעלי ערך גבוה או נמוך בכל אחת מהתכונות לצורך הריצוף הגנומי, כמתואר בפרק השיטות. הצברים רוצפו ביחידה הגנומית של מכון וויצמן, והאנליזה הביואינפורמטית לאיתור סמנים הנמצאים בתאחיזה לתכונות השונות נמצא בעיצומו. תוצאות האנליזה יוצגו בדו"ח שנה ד', ב-2027.

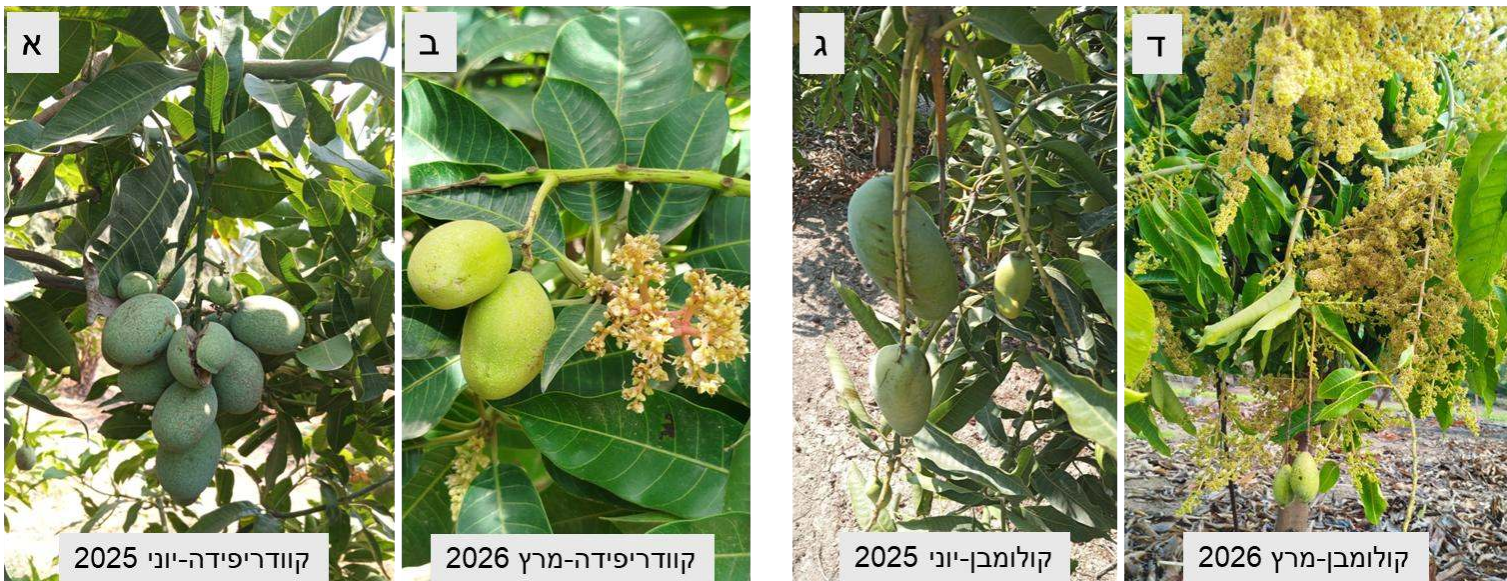


**איור 9.** התפלגות הזריעים באוכלוסיית המיפוי. א. משקל הפרי, ב. רמת סיביות הפרי, ג. צבע קליפה. ד. תמונה של מספר זריעים, המדגימה את השונות באוכלוסיית המיפוי בתכונות צבע קליפה וגודל פרי.

## פעולות נוספות שהתבצעו בשנת 2025, שלא נכללו בהצעת המחקר לשנה זו:

### איתור קווים גנטיים שפורחים פעם בשנה, ונושאים פרי בחורף

במהלך איפיון הזנים ומיני הבר שיובאו במסגרת התכנית בשנים קודמות, נמצאה תכונה מעניינת בשני גנוטיפים, מין הבר מנגיפורה קוודריפידה, והזן ההודי קולומבן-קווים אלה פורחים פעמיים בשנה בסתיו ובאביב, ונושאים פרי תקין בחורף/אביב ובקיץ, בהתאמה (איור 10). פירות קווים אלה הינם בעלי אטרקטיביות נמוכה לצרכנים, עקב הקליפה הירוקה. לצורך פיתוח זנים צבעוניים הנושאים יכול פעמיים בשנה, בדגש על תקופת החורף/אביב, בה ניתן לפדות מחירים גבוהים, נרכיב במאי 2026 קווים אלה על עצי זנים מסחריים צבעוניים-למשל מאיה, טומי, קנט, וכו', בתקווה לקבל כבר בדור F1 מכלואים שישלבו בין איכות פרי גבוהה לשני מועדי פריחה, בדגש על הפריחה הסתוית.



**איור 10. פרי ופריחה מעורבת עם פרי במין הבר מנגיפורה קוודריפידה והזן ההודי קולומבן. א. פרי של מין הבר מנגיפורה קוודריפידה ביוני 2025. ב. פריחה ופרי במין הבר מנגיפורה קוודריפידה במרץ 2026. ג. פרי של הזן ההודי קולומבן ביוני 2025. ד. פריחה ופרי בזן ההודי קולומבן במרץ 2026.**

### פיתוח אוסף גנטי

בשנת 2025 התחלנו בפיתוח חלקה ייעודית, שתשמש לאצירת אוסף גנטי, שיכיל עשרות זני מנגו המשמשים כמשאב חשוב בתכנית ההשבחה כמו גם לבחינה ראשונית של הזרעים המצטיינים שיוצאים מתכנית ההשבחה. החלקה, בשטח 6 דונם, השייכת למשק גפני במושב רמות, תינטע בהדרגה, החל במאי 2026.

מטרת הפרויקט היא שיפור רווחיות מגדלי המנגו בישראל, באמצעות פיתוח זנים חדשים, שיאפשרו את ההרחבה של עונת השיווק (ליוני-נובמבר), פרי בעל איכות משופרת (קליפה צבעונית, איכות פנימית מעולה, כושר אחסון גבוה), והתאמה לתנאים הסביבתיים המקומיים, שצפויים להחמיר בשנים הבאות.

בסיס התכנית הוא יצירת זריעים הנושאים צירופים גנטיים חדשים, באמצעות מגוון אמצעים, כפי שפורט בפרק השיטות והתוצאות, וסריקה בשדה, לצורך איתור זריעים בעלי תכונות מבוקשות.

בשנת 2024, שנה לפני המועד המתוכנן, התחלנו בסריקת הזריעים שהורכבו ב-2022 על כנות ותיקות בחלקת ההשבחה. בשנת 2026 נסיים את שלב ההרכבות בחלקות ההשבחה, ונגיע ל-5,110 זריעים מורכבים! לאחר סיום שלב הרכבות הזריעים, פרוייקט ההשבחה יעבור לתהליך מעגלי: הרכבת זריעים, סריקה בשדה לתכונות איכות פרי למשך 3 שנים, או עד שכ-80% מהזריעים יניבו פרי, איתור זריעים מצטיינים ובחינתם בחלקות חצי מסחריות, וחיתוך הזריעים בסיום הסריקה, והרכבה בזריעים חדשים.

לאחר שתי עונות סריקה, איתרנו מספר זריעים מעניינים. הזריע המבטיח ביותר, A030, משלב אפילות יחסית ואיכות פרי גבוהה. זריעים מבטיחים אחרים הם בעלי איכות פרי גבוהה במיוחד, וזריעים בעלי צבע קליפה ירוק, אבל אפילים במיוחד. זריעים אלה יועברו החל ב-2026 לבחינה קלונלית בחלקות חצי מסחריות, לצורך הערכה רב שנתית, במגוון סביבות, של כלל התכונות החקלאיות הנדרשות מזן מנגו (איכות פרי, רמת יבול, עמידות למחלות, התאמה לתנאי הסביבה, ועוד).

רכיב מרכזי בתכנית הוא אינטרודקציה של זנים ומיני בר מהעולם, לצורך הכנסת תכונות נדרשות לקווים מסחרים מובילים בישראל. במסגרת המחקר איתרנו מיני בר בעלי פוטנציאל לעמידות לעיוות התפרחות, שהיא המחלה הקשה ביותר בישראל, וקווים גנטיים הפורחים פעמיים בשנה, המניבים בקיץ ובחורף. קווים אלה יוכלאו עם הזנים המובילים, לצורך פיתוח זנים מסחריים עמידים לעיוות התפרחות, וקבלת פרי איכותי בחורף.

בשנת 2025 התחלנו בתהליך של פיתוח סמנים גנטיים לתכונות מפתח (צבע קליפה, רמת סיביות, וגודל פרי). מטרת הפרויקט הוא ייעול תהליך ההשבחה, באמצעות איתור, וסילוק עוד בשלב המשתלה, של זריעים בעלי תכונות פוסלות זן: גודל פרי קטן/גדול מידי, פרי סיבי, וקליפה ירוקה.

## **רשימת ספרות**

- נוי מ. (2020). ענף המנגו: תמונת מצב 2020. 'עלון הנוטע' 74: 22-24.
- כהן י, דור ר, סעדה ד, צעדי ש, קינן ע, נוי מ (2020). השבחת מנגו-דוח מדעי מסכם מספר 18-0888-203.
- סעדה א, תומר א, לביא א, כהן י (2015). שדרת זני המנגו הישראלים החדשים. עלון הנוטע 69 (3) 14-18.