

תכניות מחקר בתחום המנגו לשנת 2026, וסיכום תוצאות המחקרים לשנת 2025

מוגשות ע"י ד"ר נבות גלפז, מיגל-מו"פ צפון

טלפון: 0525258788

מייל: navotg@migal.org.il

תוכן העניינים

שם התוכנית	סטטוס	עמוד
השבחת זני מנגו	נמשכת	2
השבחת כנות מנגו	נמשכת	9
אינטרודוקציה של מיני בר, זנים וכנות מנגו	נמשכת	14
הקמת אוסף זנים, לצורך תמיכה במחקרים הגנטיים של ענף המנגו	נמשכת	18
איתור זנים מפרים מצטיינים, ובחינת יעילות האבקה עם דבורי בומבוס והאבקה מלאכותית, לצורך שיפור רמת היבול	נמשכת	20
שיפור הפוריות בזנים עומר ודוד: פיתוח ממשק אינדוקציה להתמיינות לפריחה, באמצעות הצמאות ומעכבי צימוח.	נמשכת	26
התמודדות עם נזקי אקלים: העלאת רמת היבול ושיפור איכות הפרי באמצעות רשתות הצללה	נמשכת	32
גידול מנגו תחת בית רשת דינמי ושימוש בהשקייה מדויקת, לצורך הגנה מפני נזקי אקלים, ושיפור יעילות השימוש במים	חדשה	37

רקע ותיאור הבעיה: תכנית השבחת זני מנגו ארצית פועלת כבר עשרות שנים. במהלך התכנית פותחו מספר זנים מוצלחים, הנטועים בהיקפים הולכים וגדלים בישראל. ישנו צורך מתמיד לפתח זנים חדשים, שיקנו למגדלי המנגו בישראל יתרון יחסי בשוקי הייצוא. היעדים המרכזיים של תכנית ההשבחה: פיתוח זנים בכירים ואפילים, לצורך הארכת עונת השיווק, וזנים המשלבים פוריות גבוהה ואיכות פרי משופרת-בעיקר טעם, גודל ומראה חיצוני.

עקרונות הפרויקט:

- **צוות ההשבחה:** גובש צוות מיומן, הכולל חוקרים, מדריכי גידול, חקלאים וטכנאים, המסייע לחוקר הראשי בקבלת החלטות בנוגע להגדרות מטרות הפרויקט וביצוען.
 - **החומר הגנטי:** בכל שנה יורכבו 1,500-1,000 זרעים חדשים, כל אחד מהם בעל הרכב גנטי יחודי, שיתקבלו כתוצאה מהכלאות בין זוגות הורים נבחרים. זרעים אלה יסרקו, והמצטיינים שבהם יבחנו בחלקות חצי-מסחריות.
 - לצורך העשרת המגוון הגנטי, והחדרת תכונות חדשות, יובאו וייובאו זנים ומיני בר, הנושאים תכונות חשובות (למשל בכירות ואפילות, עמידות למחלות, וכו'), שישולבו בתכנית ההכלאות.
 - **יצירת מכלואים:** ביצוע הכלאות בין צמדי זנים, באמצעות צימוד פיזי בין שני זנים, ואיתור של המכלואים, באמצעות שימוש בסמנים גנטיים, במטרה לייצר, בצורה יעילה, צירופים גנטיים חדשים המשלבים תכונות חיוביות משני זנים.
 - **סריקה דינמית של הזרעים:** 1. פסילה, עוד בשלב המשתלה, של זרעים בעלי תכונות לא רצויות (למשל פרי קטן, קליפה ירוקה, סיביות), באמצעות פיתוח ושימוש בסמנים גנטיים. 2. הזרעים מורכבים על כנות 13/1 בוגרות, לצורך קיצור תקופת היובנליות. כל זריע נבחן במשך שלוש שנים בלבד לתכונות איכות פרי בלבד. 3. טיפוסים מצטיינים יועברו מיידית לבחינה בחלקות חצי-מסחריות, להערכת המכלול המלא של התכונות החקלאיות.
 - **שיתוף המגדלים:** הפרויקט יבוצע בשיתוף פעולה מלא עם מגדלי המנגו בישראל, למשל הגדרת התכונות המבוקשות לזנים החדשים, הצגה של זרעים מצטיינים, ובחינתם בחלקות חצי-מסחריות.
- היעדים אותם אמורה התכנית להשיג:** פיתוח זנים המשלבים בין התכונות הבאות: צבעוניים בכירים ואפילים לצורך הארכת עונת השיווק, בעלי יבול גבוה וציב עם איכויות פרי משופרות.

תכנית הניסוי ושיטות המחקר:

פרוייקט ההשבחה מתבצע בשתי חלקות, בשטח כולל של כ-35 דונם, בקרבת בית אריזה יונתן. בחלקה היו נטועים עצים ותיקים, זרעיים על שורשיהם, זנים על כנות 13/1. העצים נעקרו, ומתבצעת החלפה מדורגת ע"י הרכבת זרעיים שייצרו במהלך תכנית המחקר החדשה, על כנות 13/1 שניטעו בחלקה בשנים 2022-2023, לצורך קבלת אחידות גנטית ברמת הכנות, וקיצור תקופת היובנליות.

הפעולות המרכזיות שהתבצעו במסגרת הפרוייקט בשנים 2021-2024:

- ניטעו 2031 כנות 13/1 בחלקת ההשבחה, לצורך הרכבתן בזרעיים, שנתיים-שלוש לאחר הנטיעה.
- הושלמה תשתית לקבלת יעילה של מכלואים בין זוגות זנים נבחרים, באמצעות הרכבת 18 זנים נבחרים בחלקות 'שלי', 'קנט', 'קיס' ו'טומי', במבנה של עץ יחיד מזן A, מוקף בעצים מזן B-תשתית גנטית ליצירת 56 סוגי מכלואים שונים.
- באביב 2026 תושלם הרכבת 14,995 זרעיים על כנות 13/1, שהתקבלו מתוצרי הפירות פתוחות מכוונות (עץ בודד מזן A מוקף בעצים מזן B), לצורך קבלת הזרעיים שהם הבסיס הגנטי לפרוייקט ההשבחה.
- בוצע איפיון גנטי (finger-print) ל-20 זנים וכנות, ונמצאו סמנים גנטיים ייחודיים לכל אחד מהקווים הגנטיים, לצורך אימות מכלואים בין זוגות זנים נבחרים, כמפורט בסעיף הקודם.
- בשנת 2024 החלה סריקת הזרעיים, שהורכבו על כנות בוגרות ב-2022, לצורך איתור זרעיים מצטיינים: ב-2024 פרחו והניבו פרי 65 זרעיים בלבד, מתוך 1,770 זרעיים מורכבים (3.6%). הדבר נובע, ככל הנראה, מהיובנליות של הזרעיים, הנגרמת מכך שהחומר הצמחי להרכבה נלקח משתילי הזרעיים, שהיו בני 9 חודשים (בשונה מהרכבות מסחריות, בהן הרכב נלקח מעצים בוגרים). התבצע אפיון של פרמטרים קובעי איכות פרי (צבע קליפה וצבע הציפה), טעם, גודל הפרי, צורה, מועד הבשלה. שניים מהזרעיים שנסקרו 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 1. פרי הזרעיים U590 (שמאל), ו-J267 (ימין).

כ-50 זרעים נאספו מ-J267, לצורך קבלת זרעיים שיורכבו בשנת 2025, במטרה לקבל זן מאחר צבעוני. מכיוון שהאמא של J267 היא הזן הצבעוני אוסטין, קיימת, להערכתנו, סבירות גבוהה לקבלת צאצאים אפילים וצבעוניים מזרע זה.

זריע U590 הורכב בחלקת ההשבחה, לצורך יצירה עתידית של אוכלוסיית זרעיים (בשנת 2024 היו עליו פירות בודדים).

תוצאות מרכזיות בשנת 2025:

- במאי 2025 הרכבנו 1008 זרעיים בחלקת ההשבחה, שנאספו מ-28 צירופים גנטיים שונות (אמא ידוע, אבא משוער, על סמך קרבה פיזית לאמא), על 504 כנות 13/1 שניטעו ב-2022, במרווח 2 על 5. הורכבו 2 זרועות על כל כנה.
 - אספנו 1,438 פירות, מ-44 צירופים גנטיים שונים, לצורך קבלת זרעיים, שיורכבו ב-2026 על כנות 13/1 שניטעו ב-2023. שמנו דגש על זרעים של זרעיים מאחרים שנמצאו בחלקת ההשבחה בשנה זו.
 - ביצענו סריקות ואפיון בשדה של תכונות פרי ל-547 זרעיים, מתוך 1,770 זרעיים שהורכבו בשנת 2022. הסיבה לכך שרק 37% מהזרעיים הניבו פרי, היא היובנליות של הזרעיים, והצפי הוא שבשנת 2026 אחוז גבוה בהרבה מהזרעיים ישאו פרי ויכנסו למעגל האפיון והסריקות.
- אפיון הזרעיים: מטרת האפיון היא לימוד הגנטיקה של הורשת תכונות איכות פרי, לצורך איתור צירופים גנטיים מוצלחים, ושילת צירופים גנטיים לא מוצלחים. האפיון התבצע על כל הזרעיים, כולל כאלה שאין להם סיכוי להפוך לזנים מסחריים, עקב סיביות, גודל פרי קטן, וכו'. האנליזה תבוצע בחורף 2026, ותוצאותיה תוצגנה בדו"ח לשנת 2026.

טבלה 1. זריע 2024600030-תכונות איכות פרי שאופיינו בשנת 2025. כל הזרעיים בחלקה אופיינו באותו אופן.

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 לזרעיים. לקחת רוכבים באפריל 2026

סריקת זרעים: 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 בכוונתי להרחיב את הטווח, לתכונות נוספות, בעיקר איכות פרי גבוהה, גם אם אינם בכירים/אפילים, הנובעת מהעובדה שזנים בעלי איכות פרי טובה (למשל דוד), פודים מחיר גבוה משמעותית מזנים בעלי איכות פרי פחות טובה, למשל שלי.

זרעים בעלי פוטנציאל גבוה שנמצאו השנה:

A030-מסתמן כזריע אפיל יחסית (בין דוד לקיט)-באוקטובר אחוז ניכר מהפרי היה על העץ, במצב טוב. צבע חיצוני גול מרהיב שהופך לאדום בהבשלה, וצבע פנימי כתום חזק, יבול גבוה, איכות פנימית טובה. זריע זה יירשם עוד בשנת 2025, ויועבר לבחינה בהיקף קטן בחלקות חצי-מסחריות ב-2026.



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.



J260 ו-**J270** מסתמנים כזריעים אפילים מאד, מאוחרים ביחס לזן 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.



ישנם זריעים אפילים נוספים, שהגיעו להבשלה באוקטובר, ונמשיך לעקוב אחריהם בשנים הבאות. **אפיון במעבדה של תכונות איכות פרי:** בשנת 2025 בוצע פיילוט לאפיון במעבדה של תכונות פרי מרכזיות. פירות של 11 זנים בעלי איכות פרי גבוהה אופיינו במעבדת הפוסט-הרווסט של ד"ר דני גמרסני. התוצאה המעניינת ביותר היא רמת TSS גבוהה באוכלוסיית הזריעים שנבדקה, כולל 2 זריעים שרמת ה-TSS בסביבות ה-20%, נתון שמרמז לרמת סוכר גבוהה מאד, שהיא תכונה אטרקטיבית בקרב הצרכנים.

טבלה 2. תכונות איכות פרי של 11 זריעים נבחרים. זריעים בעלי TSS גבוה במיוחד הודגשו בbold.

חומצה מאלית (גרם/ליטר)	pH	TSS(%)	משקל (גרם)	יחידות פרי למדגם	מספר זריע
0.27±0.07	5.18±0.32	18±0.72	561±92.3	4	508/1
0.37±0.04	5.36±0.76	17.1±1.88	508 ±86.5	4	520/1
0.66±0.04	4.18±0.49	15.7±1.11	528±109	6	519/1
0.66±0.07	4.05±0.28	20.4±0.56	503±96.6	3	521/1
0.58±0.1	4.2±0.49	16.9±0.55	443±74.2	7	541/2
0.25±0.04	5.63±0.24	17.9±1.14	443±74.7	6	246/2
0.55±0.02	4.65±0.17	18.3±0.26	470±107	5	547/1
0.33	4.86	19	520.37	1	545/1
0.33±0.1	7.11±2.47	19.7±0.25	817±134	4	608/2
0.29±0.08	4.94±0.32	18.4±1.3	385±58.3	5	797/1
0.45	4.65	18.7	430	1	058/2

- שדרוג תשתיות בחלקת ההשבחה הקטנה ("חלון ראווה"). בוצעו פעולות למניעת כניסת אורחים בלתי קרואים: מעל הגדר הוצבה תלתלית, בכל היקף החלקה. השער המערבי בוטל, באמצעות הצבת תלתלית, ואת השער הדרומי החליף שער תקני בגובה 2 מטר.

סיכום ביניים: המשבר בשיווק הפרי לאירופה בשנת 2025 מחזק את הצורך בפיתוח זנים חדשים, בעלי איכות פרי משופרת ומשרעת גדולה יותר של תקופת השיווק. בשנת 2021 לקחתי על עצמי את ניהול פרוייקט השבחת המנגו. התבצע 'אתחול מחדש' של הפרוייקט, ופיתוח כלים גנטיים ואגרוטכניים שיאפשרו ביצוע פרוייקט יעיל ומודרני: שודרגו התשתיות הפיזיות בחלקה, הזריעים בחלקה נעקרו ובמקומם ניטעו כנות 13/1 עליהן מורכבים הזריעים, לצורך לצורך קיצור תקופת היובנליות וקבלת אחידות גנטית ברמת הכנות, והרכבת 2-3 זריעים על כל כנה, לצורך חסכון במקום ובעלויות הגידול. התחלנו בפרוייקט שמטרתו פיתוח סמנים גנטיים לצורך איתור וסילוק זריעים בעלי תכונות לא רצויות (פרי קטן או גדול מידי, קליפה ירוקה, סיביות) עוד בשלב המשתלה. מפותחים כלים להפריות מכוונות בין צמדי הורים באמצעות פלטפורמת הרכבות זן A בעץ מזן B, ופותחה תעודת זהות גנטית ל-20 הזנים והכנות הנפוצים בישראל, לצורך יצירת מכלואים המשלבים תכונות רצויות בין שני זנים שונים.

אפיון תכונות פרי הזריעים החל ב-2024. נמצאו 2 זריעים בעלי פוטנציאל מעניין: U590 -זריע בעל צבע קליפה יוצא דופן, דומה לשזיף, מרכז עונה, גודל טוב, ו-J267-פורה ומאחר (יותר מקיט), ירוק, טעים. בשנת 2025 אפיינו 3 זריעים מבטיחים נוספים: J260 ו-J270, שמסתמנים כזריעים אפילים בהרבה מקיט, אולם בדומה לקיט, הקליפה אינה צבעונית. זריע A030, מסתמן כזריע אפיל יחסית (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. זריע זה יירשם עוד בשנת 2025, ויועבר לבחינה בהיקף קטן בחלקות מסחריות ב-2026. זריעים 1541 ו-1560 - מסתמנים כזריעי מרכז עונה, איכויות פרי גבוהות-צבע פנימי וחיצוני אטרקטיבי, משרעת גודל פרי נמוכה, פוריים. זריעים J260 ו-J270-מסתמנים כזריעים אפילים מאד, מאוחרים ביחס לזן 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

בנוסף להמשך מעקב, זריעים אלה יהוו את הבסיס לאוכלוסיות זריעים חדשות, במטרה לקבל מהם צירופים גנטיים משופרים. בשנת 2024 פרחו והניבו פרי 65 זריעים בלבד, מתוך 1,770 זריעים שהורכבו בשנת 2022 (3.6%). בשנת 2025 מספר הזריעים נושאי הפרי עלה ל-547 (37%), ואנחנו צופים שבשנת 2026 מרבית הזריעים יניבו פרי.

פעילות מתוכננת ל-2026:

- המשך סריקה ואפיון תכונות פרי (שנה 2) של הזריעים שהורכבו ב-2022. בנוסף לזריעים בכירים/אפילים צבעוניים, נשים דגש על זני מרכז עונה בעלי איכות פרי יוצאת דופן.
- אפיון מלא במעבדה של תכונות איכות פרי בעשרות זריעים מצטיינים.
- הרכבת כ-860 זריעים, שמקורם ב-44 צירופים גנטיים שונים, על כנות 13/1 שניטעו ב-2023.
- סיום רישום זריע A030, בשם D-purple.
- סיום האנליזה הגנטית, לצורך פיתוח סמנים לתכונות פרי מרכזיות: משקל הפרי, צבע קליפה, ורמת הסיביות.

רקע ותיאור הבעיה: כנות משפיעות על מגוון רחב של תכונות בעצי פרי, החל בעוצמת הצימוח ומבנה העץ, וכלה באיכות הפרי ורמת הפוריות והיבול. בארץ נעשה בעבר שימוש במגוון כנות, ביניהן סייבר, פאירי, 9-4, ו-12-1, אולם במהלך השנים ענף המנגו בישראל התכנס לשימוש בכנה יחידה, 13/1, בעיקר בזכות עמידות טובה לקרקעות בעלות אחוז גיר ומליחות גבוהים. שניים מהאתגרים המרכזים בדרך לפריצת דרך ברווחיות הענף, הם: (1) ריסון העצים, שטומן בחובו הקטנת עלויות באחזקת המטע, בזכות חסכון בכוח אדם, לדוגמה בקטיף ובגיזומים, וייעול ההדברה והפחתת השימוש בחומרי ריסוס. ריסון העצים דרוש גם לצורך מעבר לנטיעה צפופה, תהליך שמתרחש בימים אלה בישראל, ויישום ממשק "קיר פירותי", ו-2) העלאת רמת הפוריות ואיכות הפרי, לדוגמה ע"י הפחתה של רמת נשירת החנטים בזנים לא פוריים (למשל 'נועה'), הקטנת הסירוגיות בזנים סירוגיים במיוחד (למשל 'קייט'), ושיפור אחוז הפירות בגודל אופטימלי לשיווק (הקטנת הפרי בזנים 'נועה' ו'קייט' והגדלה בזן 'שלי', לדוגמה). מטרת התכנית היא שיפור הגורמים הנ"ל, באמצעות פיתוח כנות מנגו מרסנות ופוריות, מותאמות לתנאי הסביבה המקומיים. מטרה נוספת של המחקר היא הרחבת המגוון הגנטי של כנות בישראל, באמצעות הכלאות בין כנות שונות הקיימות בארץ, כתשתית לשלב השני של פרויקט השבחת הכנות.

היעדים אותם אמורה התכנית להשיג:

1. פיתוח כנות מנגו מנסות ופוריות.
2. הרחבת המגוון הגנטי של כנות מנגו בישראל.

תכנית הניסוי ושיטות המחקר:

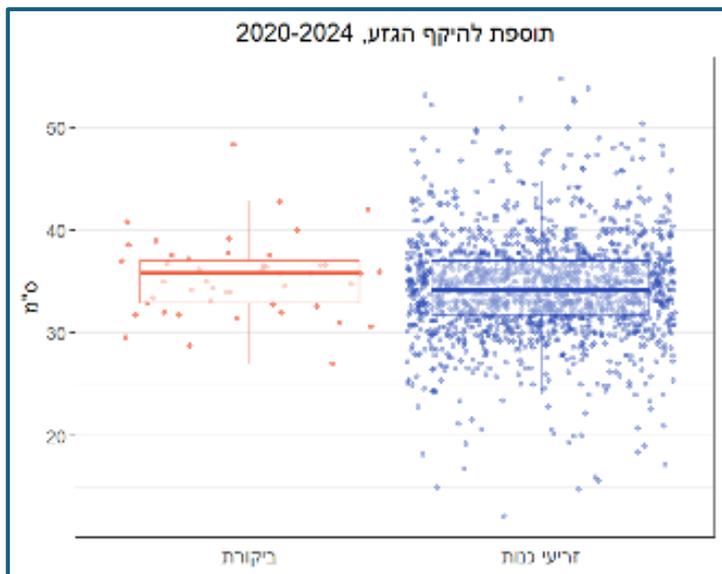
המחקר מורכב משני חלקים:

1. **פיתוח כנות מנסות ופוריות באמצעות ברירת צאצאים מיניים מצטיינים של כנה 13/1:** בסתיו 2016 הונבטו 2,200 זרעים שנלקחו ממטעי אם של הכנה 13/1. הנבטים נסרקו מורפולוגית, ע"פ הקריטריונים המקובלים, לאיתור צאצאים מיניים. הצאצאים הלא-מיניים הושמדו, והצאצא המיני בכל זרע נברר להמשך ריבוי. השתילים הורכבו באפריל-מאי 2017 בזן 'שלי'. סט נוסף של 400 צאצאים מיניים הוכן שנה לאחר מכן, באותו אופן.
2. **העשרת המגוון הגנטי של כנות בישראל:** ב-2020, הורכבו כנות 13/1 ברכב של הכנות הבאות: R2E2, סייבר, פאירי, 9-4, ושני טיפוסים 13/1-אלמגור 1 ו-2. השתילים ניטעו באפריל 2021 בזוגות מצומדים-מרווח מטר בין כל אחד מהעצים-בחלקת האינטרודוקציה בחוות המחקר בצמח, במטרה לקבל אחוז גבוה של האבקות זרות ספונטניות בין זוגות הכנות השונים, ולהעשיר את המגוון הגנטי של הכנות בארץ. במידה וימצא מקור כספי, המכלואים, תוצרי הפריות, יורכבו בעתיד בזן 'שלי', וינטעו בחלקת השבחה ייעודית, לצורך איתור מכלואי כנות מצטיינים.

תוצאות:

פיתוח כנות מנסות ופוריות באמצעות ברירת צאצאים מיניים מצטיינים של כנה 13/1: 2,200 זרעים מיניים שמקורם בכנה 13/1 הורכבו באפריל-מאי 2017 בזן 'שלי'. השתילים ניטעו במאי 2018 בחלקה, ובמקביל ניטעו כנות הביקורת בחלקת הניסוי (13/1 לא מיני, 12 חזרות, כל חזרה בת 3 עצים). 400 שתילים נוספים, שמקורם בזרעים מיניים של כנה 13/1, הורכבו באפריל-מאי 2018 גם הם בזן 'שלי', וניטעו במאי 2019. החלקה מתוחזקת בקפדנות ע"י צוות חוות הניסיונות בצמח, ומלווה מקצועית על ידי שי צעדי.

קצב גדילה: החל מ-2020, בכל שנה, נמדד היקף הגזע של כל העצים בנובמבר, ומחושבת התוספת להיקף הגזע בתגופה נתונה. נמצא טווח רחב בתכונה זו (איור 1), תוצאה המרמזת לשונות גנטית נרחבת הקיימת בקרב אוכלוסיית זריעי הכנות בחלקה.



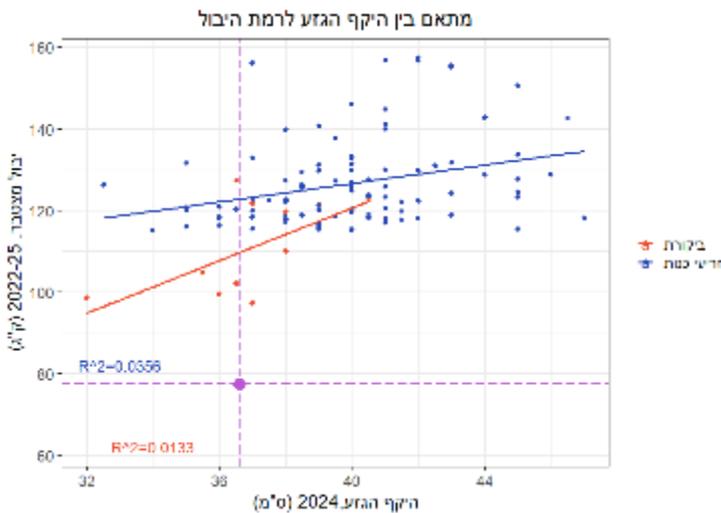
איור 1. תוספת להיקף הגזע בשנים 2020-2024, של זריעי הכנות. כל נקודה בגרף מייצגת את התוספת להיקף הגזע בין השנים 2020-2024. מספר העצים הנמדדים-2064. ביקורת-שלי מורכב על כנות 13/1 לא מיניות.

יבול מצטבר לעץ: ביוני 2022 נקטף היבול הראשון בחלקה, ומשקל הפרי בכל אחד מהעצים בחלקה נקבע. ממוצע המשקל המצטבר בשנים 2022-2025 של 10 עצי הביקורת המצטיינים (שלי מורכב על כנה 13/1 לא מינית, מסומן בגרף בקו הירוק המקוטע) היה 113.3 ק"ג. היבול המצטבר של 19 זריעי כנות היה גבוה בלפחות 20% מהממוצע של 10 עצי הביקורת המצטיינים. היבול המצטבר של 7 זריעי כנות היה גבוה בלפחות 35% מהממוצע של 10 עצי הביקורת המצטיינים.



איור 2. יבול מצטבר לשנים 2022-2025, של זריעי הכנות. מספר העצים הנמדדים-2064. ביקורת-שלי מורכב על כנות 13/1 לא מיניות

בנוסף, נמצא מתאם נמוך ($R^2=0.0356$) בין היקף הגזע לרמת היבול באוכלוסיית זריעי הכנות. בנוסף, היקף הגזע של 16 זריעי כנה, גבוה מזה של זריע הכנה בעל היבול המצטבר הגבוה ביותר (איור 3). נתונים אלה מרמזים לסיכוי טוב לפיתוח כנה מרסנת ופוריה.



איור 3. מתאם בין היקף הגזע לרמת היבול, באוכלוסיית זריעי הכנה. לצורך חישוב המתאם נעשה שימוש בנתוני היקף הגזע בשנת 2024 ורמת היבול המצטברת בין השנים 2022-2025, בתת אוכלוסיית העצים הפוריים ביותר באוכלוסיית זריעי הכנות, ואוכלוסיית כנות הביקורת.

העשרת המגוון הגנטי של כנות מנגו בישראל: הכנות השונות (סייבר, פאירי, 4-9, ושני טיפוסים 13/1-אלמגור 1 ו-2). ניטעו באפריל 2021 בזוגות מצומדים בחלקת האינטרודוקציה בחוות המחקר בצמח, במטרה ליצור הפריות מכוונות בין זוגות הכנות השונים, ובכך להעשיר את המגוון הגנטי של הכנות בארץ. במידה וימצא מקור תקציבי, תוצרי ההכלאות יהוו משאב גנטי מרכזי בשלב השני של פרוייקט השבחת הכנות. בקיץ 2024 התקבלו הפירות הראשונים בפרוייקט זה. **פיילוט לחילוץ כנות:** לאחר שנאתר זריעי כנות מצטיינים, יהיה צורך לחלצם, לצורך בחינתם בחלקה חצי-מסחרית. האסטרטגיה שבחרנו לצורך חילוץ הכנה היא באמצעות הפרי שיתקבל מהם. במאי 2024 התחלנו בניסיונות שונים לחילוץ הכנות. ב-2.5.2024 בוצעו מספר סוגי חתכים שונים, מתחת להרכבה של הזן שלי על כנת 13/1. על החתכים יושמו מיידית מווסתי צמיחה, באמצעות מכחול (טבלה 1).

טבלה 1. סוגי הטיפולים השונים, לקבלת פריצת ענפים.

מווסת הצמיחה	הטיפול
מקסל	חיתוך כל הגזע (גדיעה)
גיברלון	חיתוך כל הגזע (גדיעה)
מקסל	פציעת חלון צד
גיברלון	פציעת חלון צד
מקסל	פציעת חלון צד
גיברלון	פציעת חלון צד
מקסל	חיגור 80%
גיברלון	חיגור 80%
מקסל	חיגור 80%
גיברלון	חיגור 80%
חצי מקסל חצי גיברלון	פציעת חלון צד (שני צדדים)
חצי מקסל חצי גיברלון	חיגור 80% שני צדדים)
חצי מקסל חצי גיברלון	פציעת חלון צד (שני צדדים)



איור 4. סוגי הטיפולים השונים, לקבלת פריצת ענפים.

הטיפול האפקטיבי ביותר הוא טיפול הגדיעה, ללא הבדל בין מווסתי הצמיחה השונים. התקבלה פריצה של מספר רב של ענפים בטיפול זה, ובאוקטובר 2024 השארנו 3 ענפים בלבד. אנחנו מצפים שבשנת 2026 נקבל פירות ראשונים בטיפול הגידום, שנתיים לאחר ביצוע הפעולה, לצורך חילוץ הכנה.



איור 5. פיילוט חילוץ זרעי כנות מצטיינים באמצעות גדיעה-תמונת מצב, נובמבר 2025. התמונות צולמו במאי 2024 (שמאל), נובמבר 2024 (מרכז) ונובמבר 2025 (ימין).

סיכום ביניים:

מדדי צימוח (5 שנות איסוף נתונים): ניכרת שונות גדולה בעצמת הצימוח בחלקה (מחושבת ע"פ התוספת להיקף הגזע בשנה), המרמזת לשונות גנטית נרחבת הקיימת בקרב זרעי כנת 13/1.

מדדי יבול: (4 שנות איסוף נתונים): התוצאות, לאחר 4 שנות איסוף יבולים, נראות מאד מבטיחות: משקל הפרי של 19 זרעי כנות היה גבוה בלפחות 20% מהממוצע של 10 עצי הביקורת המצטיינים (כנת 13/1 לא מינית מורכבת בשלי). משקל הפרי של 7 זרעי כנות היה גבוה בלפחות 35% מהממוצע של 10 עצי הביקורת המצטיינים.

בנוסף, נמצאה קורלציה נמוכה ($R^2=0.0356$) בין היקף הגזע לרמת היבול. כך, היקף הגזע של 16 כנות זרעים, גבוה מזה של כנת הזריע בעלת היבול המצטבר הגבוה ביותר. נתונים אלה מרמזים לסיכוי טוב לפיתוח כנה מרוסנת ופורה.

חילוץ כנות: באביב 2024 התחלנו בפיילוט של חילוץ כנות. הטיפול האפקטיבי ביותר, שהניב פריצה חזקה של ענפים מהכנה, היה גדיעה של הגזע, מתחת להרכבה, ומריחה של ג'ברלון או מקסל על הגדם. אנחנו צופים ששנתיים לאחר הגדיעה יתקבלו פירות. בשיטה זו נעשה שימוש לצורך ריבוי זרעי כנות מצטיינים.

לאחר שש שנות איסוף נתוני יבול, ב-2027, נחל בריבוי זרעי כנות מצטיינים, ובחינת הטיפוסים המצטיינים תתבצע בחלקות חצי-מסחריות.

פעילות מתוכננת ל-2026:

פיתוח כנות מננסות ופוריות באמצעות צאצאים מיניים מצטיינים של כנה 13/1:

1. המשך תחזוקת חלקת הניסוי, ע"י הצוות של צמח נסיונות, ובמימון מערכת המחקר.
2. איסוף נתוני יבול (שנה 5). עקב המורכבות התפעולית בשקילת כל עץ בנפרד, בעצים שרמת היבול בהם עולה כל שנה, ב-2026 נאסף נתוני יבול מ-300 זריעי הכנות בעלי משקל הפרי המצטבר הגבוה ביותר, ו-300 זריעי הכנות בעלי משקל הפרי המצטבר הנמוך ביותר, ומ-50 עצים ביקורת (שלי מורכב על כנה 13/1 לא מינית). נתונים אלה ישמשו, לאחר סיום הפרוייקט, לאיתור RSQTLs-אזורים בגנום המנגו שמעורבים בהשפעת הכנה על תכונות הזן המורכב-עצמת הצימוח, ורמת היבול. איתור אזורים אלה בגנום ייעל דרמטית השבחת כנות עתידית, משום שהוא יאפשר לברור, עוד בשלב המשתלה, זריעי כנות בעלי פוטנציאל לריסון צמיחה ופוריות גבוהה.
3. המשך איסוף נתוני היקף גזע (שנה 6) בכל העצים בחלקה.
4. המשך הפיילוט לחילוץ כנות מצטיינות, באמצעות פרי.

העשרת המגוון הגנטי של כנות בישראל

1. המשך תחזוקת חלקת הזנים והכנות, בחוות המחקר בצמח.

שנות המחקר המבוקשות: 2026-2030

שם התכנית: אינטרודוקציה של מיני בר, זנים וכנות מנגו

החוקרים: נבות גלפז, סטנלי פרימן

רקע ותיאור הבעיה: על מנת לשפר את תחרותיות ענף המנגו המקומי, קיים צורך מתמיד להכניס לשימוש זנים וכנות חדשים, שישפרו היבטים שונים של הגידול: עמידות לעקות סביבתיות שונות, צימוח מרוסן, יבולים גבוהים ויציבים, איכות פרי טובה, ועוד. תכניות ההשבחה המקומיות של כנות זנים הן אמצעי חשוב מאד בכיוון, ומספר זנים שפותחו בארץ בשנים האחרונות נכנסו לשימוש נרחב, ותורמים לכלכלת הענף. לצד מאמצי ההשבחה, יש צורך לייבא לארץ זנים וכנות מצטיינים שפותחו בעולם. חומר גנטי זה יכול לתרום הן ע"י שימוש ישירות כזנים/כנות מצטיינים, והן כתמיכה בפרוייקטי ההשבחה המקומיים, על ידי החדרה של תכונות רצויות באמצעות יצירות מכלואים של זנים שאינם בעלי פוטנציאל מסחרי בישראל, אך נושאים תכונות רצויות (למשל-עמידות למחלות) עם זנים מקומיים מצטיינים.

היעד אותו אמורה התכנית להשיג:

1. הרחבת המגוון הגנטי של זני וכנות מנגו בארץ בחומר גנטי בעל תכונות רצויות, לצורך שילוב בסל הכנות/זנים המקומי.
2. תמיכה בפרוייקט ההשבחה (החדרה של תכונות רצויות ע"י מכלואים).

תכנית הניסוי ושיטות המחקר:

בשנת 2018 ייבאו 17 קווים גנטיים: 8 מיני בר, ו-9 זנים מחוות מארטקס בפוארטו-ריקו (טבלה 1), בעזרת ד"ר יאיר אהרון. הענפים הורכבו על כנת 13/1 בחממת ההסגר בבית דגן, לצורך הערכת ניקיון הזנים ממחלות ומזיקים, ולאחר שחרורם מחממת ההסגר הם הועברו לריבוי במשתלת צביאלי, באמצעות הרכבתם על כנות 13/1. השתילים המורכבים ניטעו בחלקת האינטרודוקציה בחוות המחקר בצמח.

בשנת 2023 ייבאו 7 קווים נוספים (טבלה 1). החומר הגנטי שיובא ב-2023 לא שרד את ההרכבה, עקב המצב הגרוע של הרכב. בכוונתנו לבצע יבוא חוזר של חומר זה בשנת 2026.

תוצאות:

רשימת הקווים הגנטיים שיובאו בשנים 2018-2023 לישראל:

טבלה 1. מיני הבר והזנים, שנת יבוא, וסטטוס נוכחי.

שם	שנת ייבוא	סוג	סטטוס
Honey gold	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Jumbo kesar	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
k kolomban	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Kensington Pride	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Malika	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Nam doc mai	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Rapoza	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Ratna	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Rosy gold	2018	זן	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
Anji	2023	זן	לא שרדו, יבוא חוזר ב-2026

M. Lalijiwa	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. casturi	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. griffithii	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. laurina	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. odorata	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. quadrifida	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. Rubropetala	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. zeylanica	2018	מין בר	נטוע בחלקת האינטרודוקציה
M. Hiemalis	2023	מין בר	לא שרדו, יבוא חוזר ב-2026
M. Papoa 2	2023	מין בר	לא שרדו, יבוא חוזר ב-2026
M. Similis	2023	מין בר	לא שרדו, יבוא חוזר ב-2026
M. Pendnata	2023	מין בר	לא שרדו, יבוא חוזר ב-2026
M. Foetida	2023	מין בר	לא שרדו, יבוא חוזר ב-2026
Piva	2023	כנה	לא שרדו, יבוא חוזר ב-2026

תוצאות עיקריות, שנת 2025:

חלקת האינטרודוקציה: הזנים ומיני הבר הנטועים בחלקת האינטרודוקציה מתפתחים יפה, ורובם נתנו יבול ראשון בשנת 2025.

סבילות/עמידות לעיוות התפרחות:

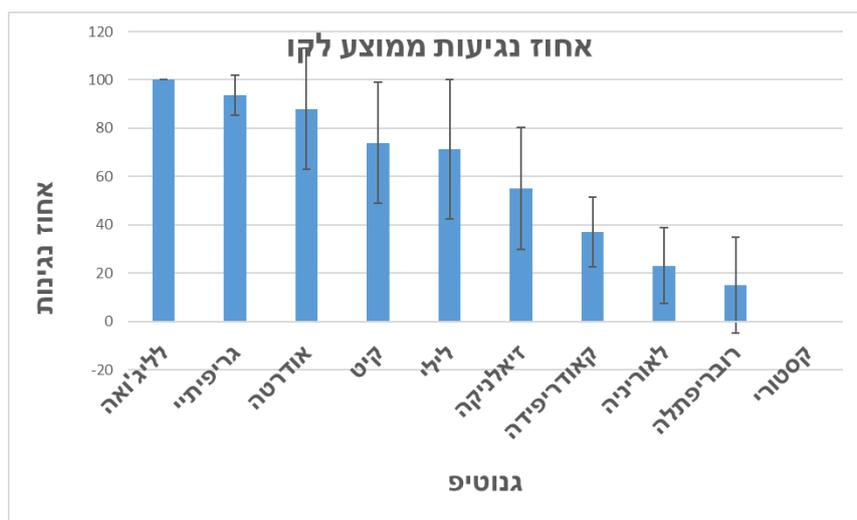
בספטמבר 2024 הועברו שתילים מורכבים (על כנה 13/1) ממיני הבר הבאים: *M. laurina*, *M. odorata* (4 מין שתילים מכל אחד ממיני הבר), למעבדת פרימן בבית דגן. השתילים אולחו בנבגי פוזריום, מחולל מחלת עיוות התפרחות, לצורך סריקתם לעמידות בפני גורם מחלה זו. כביקורת שימשו שתילי הזן מאיה, שהינם רגישים לעיוות התפרחות. ביוני 2025 תועדו הסימפטומים בפריחה, וברקמה וגטטיבית. תמונות של עיוותים בתפרחות ובגידול הווגטיבי בגנוטיפים שונים כפי שנצפו ב-2025:



איור 1. תמונות מייצגות של עיוותים וגטטיביים ותפרחות נגועות במספר גנוטיפים. התיעוד בוצע ביוני 2025, ששה חודשים לאחר האילוח.

טבלה 2. אחוז נגיעות (עיוותים וגטטיביים ותפרחות נגועות). התיעוד בוצע ביוני 2025, ששה חודשים לאחר האילוח.

קו	ענפים ותפרחות	ענפים ותפרחות נגועים	אחוז נגיעות	StDev
לליג'ואה	13	13	100	0
גריפיתיי	16	15	94	8
אודרטה	25	22	88	25
קיט	23	17	74	25
לילי	7	5	71	29
זיאלניקה	40	22	55	25
קאודריפידה	27	10	37	14
לאוריניה	26	6	23	16
רובריפתלה	20	3	15	20
קסטורי	19	0	0	0



איור 2. אחוז נגיעות (עיוותים וגטטיביים ותפרחות נגועות). התיעוד בוצע ביוני 2025, ששה חודשים לאחר האילוח. בארבעה ממיני הבר, קאודריפידה, לאוריניה, רובריפתלה, וקסטורי, נמצאה רמת נגיעות פחותה ביחס לזני הביקורת הרגישים, לילי וקיט.

בגנוטיפים רובריפטלה ולאוריניה לא נצפו תפרחות מעוותות, אולם נמצאו עיוותים וגטטיביים. בגנוטיפ קסטורי לא התפתחו תפרחות מעוותות או עיוות ווגטטיבי, עם זאת היו הרבה עיניים נפוחות. בבידודים שנעשו מענפים אלו בסוף הניסוי בודד גורם המחלה (אומת גם בבדיקות PCR עם פריימרים ספציפיים). השתילים מתוחזקים בחממה בבית דגן לצורך סריקה נוספת בשנת 2026, בתקווה שבשנה זו כל הגנוטיפים יפרחו, ונקבל תשובה ברורה בנוגע לרמת הסבילות/עמידות של ארבעת מיני הבר שנמצא פוטנציאל לעמידות יחסית.

ייבוא כנות גומרה: גומרה היא סדרה של כנות איכותיות שפותחו באיים הקנאריים, ונמצאות בשימוש באיים הקנאריים ובספרד. במאי 2025 ביקרתי באיים הקנאריים את החוקרת ד"ר Maria Jose Grajal Martin, וקיבלתי ממנה רכב של שלושת הכנות (גומרה 1,2,4). אישור לייבוא בכבודת יד התקבל מראש ע"י השירותים להגנת הצומח. הכנות הורכבו בהצלחה על כנות 13/1, ושתיים מורכבים של כל אחת מהכנות ינטעו באביב 2026 בחלקת אוסף הזנים החדשה.

סיכום ביניים: בחמש השנים האחרונות יובאו לישראל 24 קנים גנטיים חדשים, בדגש על מיני בר (פוטנציאל להחדרת עמידות למחלות לזנים מסחריים באמצעות הכלאות, ולשימוש ככנות), וזנים בעלי פוטנציאל גבוה, בדגש על זנים הודיים, להרחבת המגוון הגנטי בישראל. בשנים הבאות, לצד ייבוא זנים נוספים, יושם דגש על תחום הכנות, לצורך העלאת רמת הפוריות של זני המנגו בתנאי הארץ בכלל, ובאופן ספציפי, איתור הכנה המיטבית ביותר לכל זן, ופיתוח תשתית לפרוייקט השבחת כנות עתיד.

פעילות מתוכננת ל-2025:

1. המשך תחזוקת הקנים הגנטיים הנטועים בחלקת הזנים בצמח.
2. אפיון (שנה שנייה) של רמת נגיעות מיני הבר לגורם מחלת עיוות התפרחות.
3. אינטרודוקציה מחודשת של הזנים שיובאו ב-2023 מפורטוריקו, אולם ההרכבות לא תפסו.
4. איסוף פרי ממיני הבר, לצורך ייצור שתיים מורכבים, ובחינתם ככנות.
5. נטיעת שתילי כנות גומרה 1, 2, 4 מורכבים על כנה 13/1 באוסף הזנים החדש.
6. נסיעה לתאילנד, שהיא המדינה עם השונות הגנטית הגבוהה ביותר של זני מנגו, לצורך ייבוא זנים בעלי עניין לפרוייקט ההשבחה (מקדימים, מאחרים, איכות פרי גבוהה, וכו'). במהלך 2024 נוצר קשר עם ד"ר kwanhatai tanongjit.
7. נטיעת חלקת אוסף זנים ייעודית, בשיתוף משק גפני. פירוט בעמודים 19-20.

שם התכנית: הקמת אוסף זנים, לצורך תמיכה במחקרים הגנטיים של ענף המנגו

החוקר: נבות גלפז

רקע ותיאור הבעיה: בשנים האחרונות מתקיימת פעילות נמרצת בתחום הגנטיקה במנגו: השבחה ואינטרודוקציה של זנים וכנות חדשים. לפעילות זו נדרש שטח ייעודי, שימש לאצירת אוספים גנטיים שיכילו מגוון רחב של זנים וכנות, כמו גם לבחינה ראשונית של הקווים הגנטיים החדשים-זנים וכנות. חלקת הזנים בצמח לא נותנת מענה מספק, עקב מגבלת שטח (כ-1.5 דונם), וריבוי הגניבות בה.

היעדים אותם אמורה התכנית להשיג: פיתוח פלטפורמה שתאפשר יצירת אוסף גנטי של זני וכנות מנגו, ובחינה ראשונית של פיתוחים גנטיים חדשים, בתחום הזנים והכנות.

תכנית הניסוי ושיטות המחקר:

יעשה שימוש בשטח ייעודי, בהיקף של כ-5 דונם, המתאים לגידול איכותי של מנגו. תחזוקת החלקה תהיה באחריות בעלי השטח. השטח יוחכר לטווח ארוך (כ-15 שנה). תבוצענה פעולות תשתית, בהתאם לצרכי המחקר. יתקיימו הפעילויות הבאות:

1. הקמת אוסף זנים וכנות. האוסף יורכב מעשרות מיני בר, זנים וכנות, ויכלול את המגוון הגנטי הזמין לנו כיום, וחומר שיגיע בעתיד. יינטעו/יורכבו 2 עותקים מכל קו גנטי.
2. בחינה בקנה מידה קטן (כ-4 עותקים לקו גנטי) של תוצרי תכניות ההשבחה השונות, סלקציות של זנים וכנות מעניינים שמקורם במטעים, מיני בר ככנות, ועוד.

פעילות עיקרית ב-2025:

1. חברנו לגל גפני מרמות, לצורך הקמת אוסף זנים בשטח שבבעלות משפחתו.
2. התחלנו בפעילות להכנת החלקה לנטיעה באביב 2026: נעקרו עצי הפרדס שהיו בחלקה, ושאריות החומר הצמחי וסלעים פונו בעזרת D9. השטח יושר באמצעות מוטור גריידר, והחלו הכנות לתכנון ההדראולי.
3. במשתלת צביאלי מתקיימות הפעולות להכנת החומר הגנטי לנטיעה: שתילים מורכבים, וכנות 1-13 שינטעו בחלקה ויורכבו בהמשך.

פעילות מתוכננת ל-2026:

1. סיום ההכנות לנטיעת החלקה: גידור, הקמת מערכת המים, חפירת בורות.
2. נטיעת החלקה: שתילים מורכבים על 13/1, כנות 13/1 שיורכבו בהמשך.

שם התכנית: איתור זנים מפרים מצטיינים, ובחינת יעילות האבקה מלאכותית והאבקה מבוססת בומבוסים, לצורך שיפור

הפוריות

תודה לאנשי רמג"ש ורביד-מורן על אירוח תכניות המחקר ושיתוף הפעולה.

החוקרים: נבות גלפז (האבקה מלאכותית וזיהוי מפרים מצטיינים לזנים דוד ועומר), רפי שטרן (דבורי בומבוס ואיתור מפרים מצטיינים לזן עומר).

רקע ותיאור הבעיה: אחד הגורמים המגבילים את רווחיות מגדלי המנגו בישראל הוא פוריות נמוכה-בינונית בחלק מהזנים, למשל דוד, עומר, ונועה, עם ממוצע רב שנתי של 2-3.5 טון/דונם. בגידולים שונים, למשל אבוקדו וליצי, נעשה שימוש במפרים מצטיינים (אטינגר והונג-לונג, בהתאמה), שנטיעתם בתוך חלקה מסחרית מעלה במידה ניכרת את רמת היבול של הזנים המועדפים על המגדלים. בשנת 2023 איתרנו סמנים גנטיים ייחודיים לכל אחד מ-20 הזנים והכנות הנפוצים בישראל. פלטפורמה זו מאפשרת לנו להבדיל בין נבטים שהינם תוצרי האבקה עצמית ותוצרי האבקה זרה, ובכך מאפשרת ללמוד על יעילות ההאבקה הזרה. בתכנית המוצעת, נעשה שימוש בסמנים גנטיים אלה, לצורך איתור מפרים מצטיינים לזנים שנדרש שיפור ברמת הפוריות בהם, וללימוד רמת היעילות של האבקה מלאכותית בזנים אלה.

בשנים האחרונות מפותחות טכנולוגיות להאבקה מלאכותית, לצורך שיפור הפוריות, והעלאת היבול. האבקה מלאכותית משמשת בהצלחה להעלאת הפוריות בחלקות מסחריות של שקד, ובניסויים ראשוניים נמצאה יעילה בגידולים שונים, כולל אבוקדו (עדות אישית-ניב קלימי, אגרונום ראשי חברת BloomX).

השימוש בהאבקה מלאכותית במחקר זה ישמש לשתי מטרות: 1. הערכת השפעת ההאבקה המלאכותית על פוריות ורמת היבול בזנים דוד ועומר, שהינם זנים אטרקטיביים בעלי איכות פרי גבוהה, אך סובלים מרמת יבול לא מספקת, 2. בחינה השוואתית של יעילות ההפריה של כל אחד מהזנים המפרים הפוטנציאליים.

בניסויים שעשינו עד היום למדנו שהכנסת דבורי בומבוס למטעי המנגו משפרת את ההאבקה וההפריה ומגדילה יבול. מתצפיות עומק שעשינו בשנה שעברה למדנו שייטכן ותוספת היבול המשמעותית שקיבלנו נבעה לא רק מהגדלת מספר הפירות, אלא לעתים אף משיפור בגודלם, ובעיקר מהפחתת מספר הפירות הקטנים בעלי הזרע המנוון. מעבודות קודמות בליצי למדנו שקבלת זרע קטן, המביא להתפתחות פרי קטן, נובעת בד"כ מהאבקה עצמית, וככל שיש יותר האבקה זרה במטע הפירות לא רק שורדים יותר אלא גם גדולים יותר. נראה לנו שגם במנגו קיימת תופעה דומה, והשיפור הדרמטי ביבול שהושג ע"י הכנסת דבורי בומבוס נובע אולי לא רק מתוספת משמעותית של האבקה (בזה אין לנו ספק), אלא גם מתוספת של האבקה זרה. הוכחות נסיבתיות לכך קיבלנו בשורות של חלקת זן מסוים שהיו סמוכות למפרה, לעומת שורות רחוקות יותר מהמפרה. בשורות הקרובות נראו על העצים יותר פירות גדולים ומעט פירות עם זרע מנוון.

התכנית המוצעת תהיה בקנה מידה קטן יחסית, תשמש לצורך הוכחת היתכנות, ותתמקד בזנים דוד ועומר, שהם זנים בעלי איכות פרי גבוהה, אולם סובלים מרמת יבול לא מספקת. במידה ויתקבלו תוצאות ראשוניות חיוביות, נרחיב את המחקר לזנים מופרים ומפרים נוספים, ונגיש בקשה למימון תכנית המחקר לקרנות חיצוניות.

היעדים אותם אמורה התכנית להשיג:

1. איתור מפרים מצטיינים של הזנים דוד וקנט.
2. לימוד יעילות האבקה מלאכותית במנגו.
3. בחינת השפעת הכנסת כוורות הבומבוס למטע על שיפור ההאבקה והעלאת היבול, ובמקביל בחינת ההאבקה הזרה על היבול וגודל הפרי בזן עומר.

האבקה באמצעות דבורי בומבוס: דו"ח המסכם את תוצאות שנת 2025 במחקר זה נשלח כקובץ נפרד. בעמודים הבאים יוצגו תוצאות ניסויי האבקה מלאכותית ואיתור מפרה מצטיין בזנים דוד וקנט.

תכנית הניסוי ושיטות המחקר:

האבקות: בשיתוף חברת BloomX, ביצענו האבקה מלאכותית, בחלקות קנט ודוד. כיוון השורות-דרום-צפון. הניסוי התקיים במבנה של בלוקים באקראי (5), וכל אחד מהעצים בבלוק הואבק ע"י זן מפרה אחר (קנט, שלי, קנט, דוד, מאיה, טומי, עומר). סה"כ 5 עצי דוד ו-5 עצי קנט הואבקו ע"י כל אחד מהזנים המפרים. כביקורת שימשו 5 עצי דוד וקנט שזכו להאבקה חופשית בלבד (סה"כ עצים נמדדים בכל ניסוי-40). איסוף האבקה וההאבקה התבצעו בין השעות 7:00-9:30. בכל אחד מהזנים התבצעו 3 סבבי האבקה בתקופה שבין ה-10.3.2025 ל-29.3.2025, ע"מ למקסם את אחוזי הפרחים הרצפטבילים בזן המופרה שיזכו להאבקה זרה פוטנציאלית.

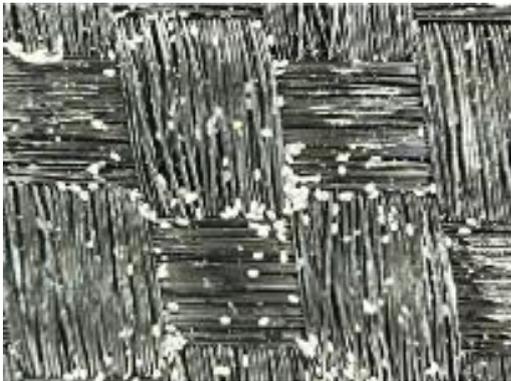
נתוני יבול: בעת הקטיף, נשקל היבול בכל עץ, כומת מספר הפירות לעץ, וחושב משקל פרי ממוצע-לצורך לימוד השפעת ההאבקה המלאכותית על רמת הפוריות והיבול.

תוצאות

ניסוי האבקה מלאכותית:

האבקה נאספה תוך שימוש בטכנולוגיות שפותחו בחברת BloomX. בקצרה-איסוף האבקה מהעץ המפרה מתבצע באמצעות "ליטוף" התפרחת עם מחבט, שבעזרת כח אלקטרוסטטי מושך את האבקה. ההאבקה מתבצעת באמצעות "ליטוף" תפרחות העץ המופרה עם המחבט הטעון באבקה שנאספה מהעץ המפרה. באיור 1-צילום אבקה שנאספה על מחבט. ראוי לציין שהאבקה בצילום נאספה בתנאים מבוקרים, באמצעות חבטה של התפרחת על המחבט, ולא בצורת האיסוף המקובלת, כמתואר לעיל. כשאיסוף האבקה בוצע באמצעות "ליטוף" התפרחת-כמות האבקה שנאספה הייתה דלה מאד, ביחס לגידולים אחרים, למשל אבוקדו.

איור 1. אבקה על המחבט. האיסוף נעשה באמצעות הטחת תפרחות על המחבט, ולא באמצעות "ליטוף", כמקובל בעבודה בשדה.



יבול:

חלקות הניסוי נקטפו ב-27.7.2025-26 (דוד) וב-1.7.2025 (קנט). נאספו הנתונים הבאים: יבול לעץ, מספר פירות לעץ, ומשקל פרי ממוצע.

טבלה 1. נתוני יבול במפרים השונים-בזן דוד. 5 עצי דוד מופרים ע"י כל זן מפרה.

הזן המפרה	יבול (ק"ג)	מספר פירות	משקל פרי (גרם)
ביקורת-דוד ללא האבקה מלאכותית	43.0	81.6	527
טומי	42.3	84.7	499
שלי	45.1	91	496
קיט	45.8	90.2	508
עומר	41.4	82.4	503
מאיה	40.7	85.6	475
דוד	41.7	85.2	489
קנט	41.3	85.4	484

טבלה 2. נתוני יבול במפרים השונים-קנט. 5 עצי קנט מופרים ע"י כל זן מפרה.

הזן המפרה	יבול (ק"ג)	מספר פירות	משקל פרי (גרם)
ביקורת-עומר ללא האבקה מלאכותית	36.2	115	314b
טומי	32.5	96	337b
שלי	33.4	104	321b
קיט	34.7	104	334b
עומר	30.1	93	323b
מאיה	38.3	107	359b
דוד	38.4	86	446a
קנט	34.8	108	324b

דוד-לא נצפו הבדלים מובהקים סטטיסטית ביבול לעץ, משקל פרי ממוצע, או מספר הפירות, במפרים השונים, ביחס לביקורת שלא זכתה להאבקה מלאכותית בזנים המפרים השונים. מגמה, (לא מובהקת סטטיסטית) של תוספת למספר הפירות נמצאה בזנים שלי וקיט (טבלה 1). עומר-לא נמצאה תוספת למספר הפירות או היבול לעץ בטיפול הזנים המפרים השונים (טבלה 2). בטיפול הזן המפרה דוד נמצאה תוספת משמעותית למשקל הפרי. סביר להניח שתוצאה זו נובעת ממספר הפירות הקטן שהתקבל בטיפול זה.

לסיכום, לא נצפו ממצאים המרמזים לכך שההאבקה המלאכותית שביצענו שיפרה את יעילות ההאבקה, למעט אולי הזנים שלי וקיט כמפרים לזן דוד. תוצאה זו נובעת ככל הנראה מבעיות יסוד של המנגו: הפרח הזכרי מכיל אבקן אחד בלבד, וכמות גרגרי האבקה שהוא מכיל נמוכה ביותר, ועומדת על כ-200 עד 500

למרות מגבלות הניסוי (חזרה יחידה על כל זן מפרה נבדק), תוצאות הניסוי מרמזות לפוטנציאל מבטיח: ב-6 מהזנים המפרים, עומר, גיילור, מאיה, קנט, אנג'ט פסט והיידן, מספר הפירות בעץ המופרה מזן דוד היה גבוה בלפחות 29% ומשקל הפרי לעץ היה גבוה בלפחות 24% ביחס לטיפול הביקורת (טבלה 3). לאור זאת, נחזור על הניסוי בשנת 2026.

טבלה 3. נתוני יבול בניסוי איתור זנים מפרים מצטיינים-האבקה טבעית.

משקל (ק"ג)	מספר פירות לעץ	זן
23.3	46	קיט
30.4	60	טלי
33.1	65	רטנה
34.2	68	קסטורי
38.9	74	אסתי
43.1	82	ביקורת (דוד ללא זן מפרה)
39.4	82	רפזזה
42.4	86	פאירי
40.1	87	אלפונסו
46	94	שלי
44	94	גמבו קייסר
45.1	96	לאוריניה
47	98	האני גולד
39.6	99	זלניקה
49.8	104	לילי
54	106	עומר
53.3	113	גיילור
63.2	114	מאיה
59.2	123	קנט
65.9	147	אנג'ט פסט
58.9	147	היידן

סיכום ביניים:

בדומה לניסוי בזן עומר בשנת 2024, גם בשנת 2025 לא נמצאה השפעה להאבקה המלאכותית בזנים דוד וקנט על רמת היבול, מספר הפירות, או גודל הפרי בטיפולי הזנים המפרים השונים, ביחס לטיפול הביקורת, למעט רמז לתועלת בקיט ושלי כזנים מפרים של דוד. נראה שתוצאה זו נובעת ממגבלות בזמינות האבקנים במנגו, הן במספר האבקנים, והן במספר גרגרי האבקה לאבקן. לדברי אנשי BloomX-מספר גרגרי האבקה שהם מצליחים לאסוף באבוקדו גבוה בסדרי גודל ביחס למנגו. לאור זאת-לא נמשיך בשלב זה בכיוון זה, של האבקה מלאכותית, אם כי ראוי לבחון בעתיד את התועלת של טומי כזן מפרה.

בניסוי ההאבקה הטבעית התקבלו תוצאות מבטיחות, למרות מגבלות הניסוי (חזרה אחת על כל זן מפרה). כך שהמשך המחקר בתחום של איתור מפרים מצטיינים יעשה באסטרטגיות אחרות-למשל מיקום עץ מפרה בצימוד לעץ מופרה/הרכבה של ענף מפרה בעץ מופרה, ובחינת השפעת הזן המפרה על רמת היבול, ואחוז ההאבקה הזרה בזן המופרה.

פעילות מתוכננת ל-2026:

ניסוי שדה: לאור כשלון ניסויי ההאבקה המלאכותית, נתמקד בגישת ההאבקה הטבעית. ב-2026 נחזור על ניסוי איתור זנים מפרים מצטיינים לזן דוד באמצעות האבקה טבעית של עצים בעציצים. נבצע את הניסוי באופן זהה לזה שבוצע בשנת 2025. נצמיד עצים בעציצים מזנים שונים לעצי דוד, ונבחן את השפעתם על מספר הפירות והיבול לעץ.

אנליזה גנטית: נעשה שימוש בפרי שייקטף בניסוי איתור המפרים המצטיינים של דוד (שנה שנייה), במתווה של שנת 2025- הזרעים יונבטו במשתלה בקיץ 2026, ודגימות עלים לאנליזה הגנטית תועברנה לחברת Genegee, לצורך חישוב אחוז ההאבקה הזרה ע"י כל אחד מהזנים המפרים. האנליזה תבוצע על כ-50 נבטים מכל זן מפרה, מהזנים שיראו את השיפור הגדול ביותר ברמת היבול ומספר הפירות, בהשוואה לביקורת. סה"כ נבצע אנליזה לכ-500 נבטים. אני מודע למגבלות של הניסוי המוצע-חזרה יחידה לזן מפרה, הנובעת ממחסור בשתילים מתאימים לניסוי. אם זאת, חזרה רב שנתית על הניסוי, בשילוב האנליזה הגנטית, עשויה לספק תוצאות בעלות משמעות.

שם התכנית: שיפור הפוריות בזן עומר: פיתוח ממשק אינדוקציה להתמיינות לפריחה, באמצעות הצמאה ומעכבי צימוח

החוקרים: נבות גלפז ועומר קריין

רקע ותיאור הבעיה: אחד הגורמים המגבילים את רווחיות מגדלי המנגו בישראל הוא פוריות נמוכה-בינונית בחלק מהזנים, למשל דוד, עומר ונועה, עם ממוצע רב שנתי של 2-3.5 טון/דונם. רמת הפוריות מורכבת ממגוון גורמים, ביניהם רמת הפריחה, יעילות ההפריה, התפתחות העובר, נשירת חנטים מוגברת עקב תנאי אקלים קיצוניים. נכון להיום, טרם זוהו הגורמים המרכזיים המשפיעים על רמת הפוריות במנגו, וייתכן שבכל זן מדובר בגורם מרכזי אחר. בתכנית זו נתמקד בשיפור האינדוקציה לפריחה, מכיוון שנראה שבחלקות רבות של הזנים דוד ועומר, רמת הפריחה מהווה גורם מגביל לרמת היבול. באמצעים שנבחן לצורך שיפור ההפריחה: הצמאה וריסוס במעכב צימוח, נעשה שימוש תדיר באזורי גידול טרופיים, וישנן עדויות ראשוניות שגם בתנאי ישראל לאמצעים אלה יש פוטנציאל לשיפור ההתמיינות.

היעדים אותם אמורה התכנית להשיג: העלאת רמת היבול בזנים עומר ודוד: פיתוח ממשק אינדוקציה להתמיינות לפריחה, באמצעות שימוש בהצמאה ומעכב ג'יברילין.

תכנית הניסוי ושיטות המחקר:

המחקר בשנים 2024-25 התבצע בשתי חלקות של מייקל קריין ברמות. עומר: נטיעת 2016, מרווח נטיעה 6X4. דוד: נטיעת 2019, מרווח 6X2 (טרסות). בשתי החלקות, אחידות טובה בגודל העץ. ההשקיה מתבצעת באמצעות שתי שלוחות.

הניסוי התבצע במתכונת בלוקים באקראי (5). כל חזרה כוללת 5 עצים, ו-3 עצים נמדדים במרכז החזרה. סה"כ 15 עצים נמדדים לטיפול בכל זן.

במחקר נבחנו שני אמצעים:

הצמאות: טיפול ביקורת, הצמאה #1, הצמאה #2. בשני הזנים, ההצמאה החלה כשגל הבלבוב הראשון היה בעיצומו. ההצמאה התבצעה באמצעות החלפת קו הטפטפות בצינור עיוור, והחלפה חזרה לקו הטפטפות, בסיום תקופת ההצמאה.

עומר:

טיפול הביקורת: בתקופת ההצמאה: השקיה רציפה, 3 קוב לדונם ליום, בשני פולסים.

טיפול הצמאה #1: מועד תחילת ההצמאה: 10.10.2024. סיום ההצמאה: 21.11.2024.

טיפול הצמאה #2: מועד תחילת ההצמאה: 10.10.2024. ההשקיה לא חודשה עד אביב 2025.

דוד:

טיפול הביקורת: בתקופת ההצמאה: השקיה רציפה, 3 קוב לדונם ליום, בשני פולסים.

טיפול הצמאה #1: מועד תחילת ההצמאה: 20.10.2024. סיום ההצמאה: 21.11.2024.

טיפול הצמאה #2: מועד תחילת ההצמאה: 20.10.2024. ההשקיה לא חודשה עד אביב 2025.

בחלקה הוצבו טנסיומטרים, שמדדו את המתח בעומק 20 ס"מ ו-40 ס"מ בכל אחד מהטיפולים.

ריסוס ראשון בנובמבר לאחר גל צמיחה	ריסוס שני 6 שבועות מיישום מג'יק לאחר לפחות שלושה שבועות בטמפ' יומית ממוצעת של 15 מעלות ומטה.	טיפול
		מג'יק 2%
		מג'יק 1%
	אמון חנקתי 1% + 4% ארמוברייק	אמון חנקתי
		מג'יק 2% + אמון חנקתי
	אמון חנקתי 1% + 4% ארמוברייק	מג'יק 1% + אמון חנקתי
		ביקורת
		21,21,21
		מג'יק + 21,21,21
	אמון חנקתי 1% + 4% ארמוברייק	מג'יק + אמון 21,21,21
		ג'יברילין
		ג'יברילין 1% מיד לאחר גיזום + מג'יק 1%

איסוף נתונים: יבול לעץ, מספר פירות לעץ, ומשקל פרי ממוצע, טנסיומטרים: מתח בקרקע בעומקים 20 ס"מ ו-40 ס"מ, טנסיומטר אחד לטיפול, סקרי לבלוב.

תוצאות עיקריות ב-2025: ניסוי הפרחה עומר, 2024-2025

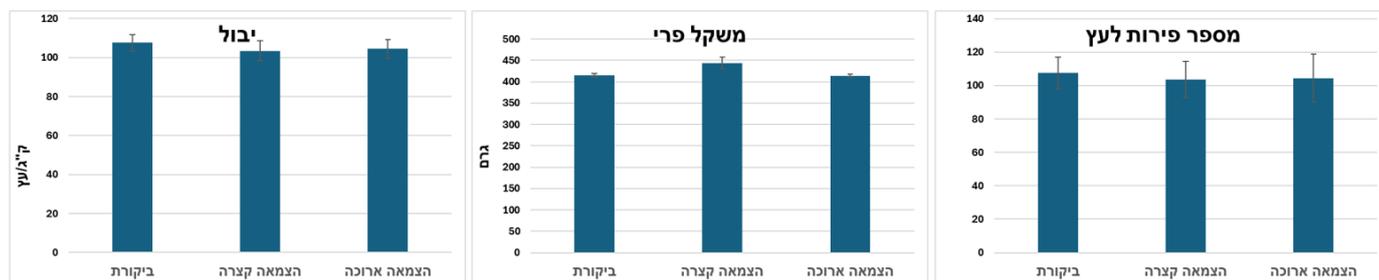
שרקיות חזקות באביב פגעו בחלקת הדוד ורמת היבול בחלקה זו הייתה נמוכה מאוד. לכן, לא נלקחו נתונים מחלקה זו ותוצאות הניסוי המוצגות בדו"ח, בשני אמצעי הפרחה, הן בזן עומר בלבד.

הצמאה

טיפול הפרחה החל מאוחר יחסית, 10.10.2024, מכיוון שהפרי נקטף מאוחר, כך שתקופת ההצמאה הייתה קצרה יחסית (הגשם המשמעותי הראשון ירד ב-17.11.2024) וככל הנראה ההצמאה לא הייתה אפקטיבית מספיק.

נתוני יבול:

היבול היה גבוה יחסית-108-103 ק"ג לעץ, 260-247 פירות לעץ, ו-444-414 גרם לפרי בטיפולים השונים (איור 1). לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים השונים במדדי היבול השונים.



איור 1. יבול לעץ, מספר פירות ממוצע לעץ ומשקל פרי ממוצע בטיפולים השונים. הנתונים מייצגים ממוצע ושגיאת תקן של 16 עצים לטיפול.

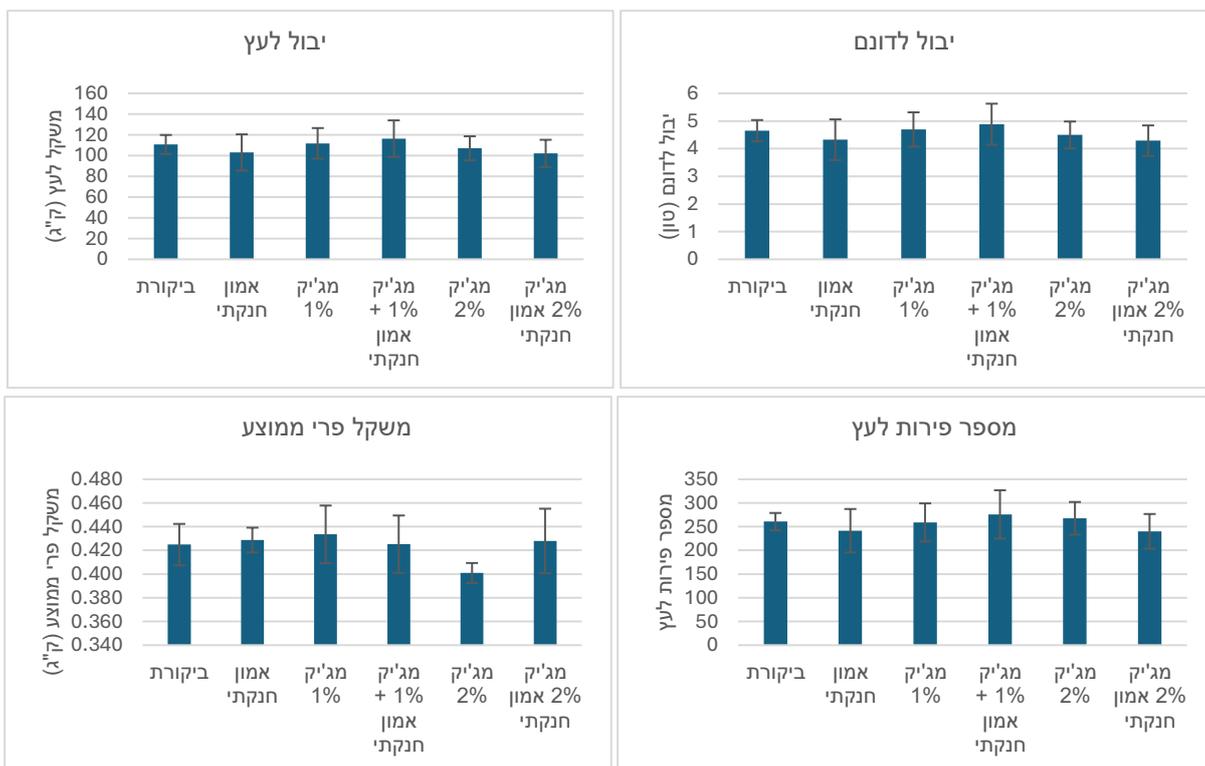
חומרים מווסתי צמיחה

נבחנו מספר טיפולים לשיפור הפריחה כמפורט בטבלה 1. טיפולי המג'יק רוסו לאחר גל הצמיחה הראשון בנובמבר ואילו טיפולי האמון חנקתי רוסו לאחר הצטברות של שלושה שבועות בהם הטמפ' הממוצעת הייתה נמוכה מ 15 מעלות צלזיוס בינואר.

טיפול	טיפול ראשון	מועד	טיפול שני	מועד
מג'יק 2%	מג'יק 2%	7.11		
מג'יק 1%	מג'יק 1%	7.11		
אמון חנקתי			אמון חנקתי 4% + 1% ארמוברייק	26.1
מג'יק 2% + אמון חנקתי	מג'יק 2%	7.11	אמון חנקתי 4% + 1% ארמוברייק	26.1
מג'יק 1% + אמון חנקתי	מג'יק 1%	7.11	אמון חנקתי 4% + 1% ארמוברייק	26.1
ביקורת				

הניסוי בוצע במתכונת של בלוקים באקראי, 5 חזרות לטיפול, עץ לחזרה. בעונה העוקבת 2025 נקטפו עצי הניסוי ונבחן היבול ומשקל הפרי הממוצע בכל טיפול.

העצים נקטפו בקטיף יחיד במועד הקטיף המשקי (איור 2). לא נראו הבדלים בין הטיפולים השונים הן במשקל לעץ שעמד על סביב 110 קילו לעץ והן ביבול המחושב כטון לדונם שהיה בין 4.2 ל 4.6 טון לדונם ללא הבדלים מובהקים. בבחינה של מספר הפירות הממוצע לעץ גם כן לא נראו הבדלים ומספר הפירות נע בין 240 ל 276 פירות לעץ ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים. בבחינה של משקל הפרי הממוצע לא נראו הבדלים למעט בטיפול המג'יק 2% בו משקל הפרי הממוצע היה נמוך אם כי לא במובהק ביחס לטיפולים האחרים ועמד על 400 גרם לפרי לעומת משקל גבוה מ 420 גרם בטיפולים האחרים.



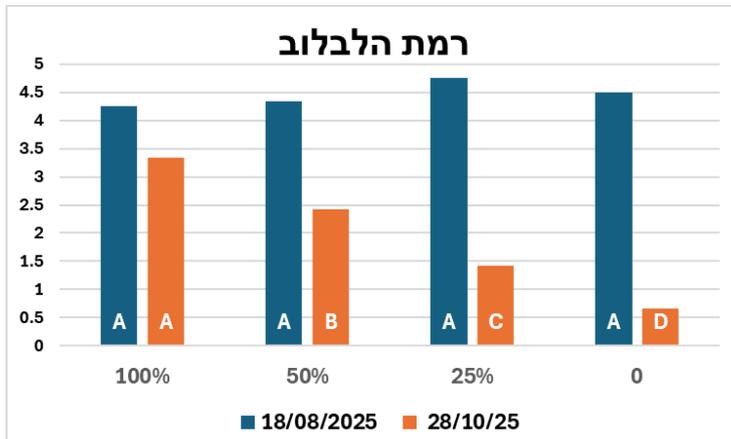
איור 2. יבול כק"ג לעץ, כטון לדונם (מחושב לפי 42 עצים לדונם), מספר פירות ממוצע לעץ ומשקל פרי ממוצע בטיפולים השונים. נתונים חושבו מ 5 חזרות לטיפול בבלוקים באקראי. ממוצע וסטיית תקן חושב בתכנת אקסל. **סיכום:** מטרת הטיפולים השונים הייתה לשפר את ההתמיינות לפריחה ולאחד פריחה באמצעות הצמאה וריסוס מרסני צימוח. מטע הדוד נפגע בשרקיות ולכן היבול היה נמוך במיוחד, ולא נאספו בו נתונים. מאידך רמת היבול במטע העומר הייתה גבוהה (מעל 4 טון לדונם) ונראה כי הטיפולים השונים לא תרמו לשיפור התמיינות הפריחה. אנחנו מניחים שמועד היישום המאוחר (אוקטובר-נובמבר 2024) פגע ביעילות הטיפולים הנבחנים להביא לשיפור ברמת האינדוקציה לפריחה.

תוצאות עיקריות ב-2025: ניסוי הפרחה דוד, 2025-2026

הצמאה

כלקח מהניסוי בעונת 2024-2025, נבחרה השנה חלקה מתאימה יותר לניסוי: חלקת דוד (רמג"ש, חלקה 102/103), שנקטפה ב-26.7.2025. הניסוי מתבצע במתכונת 4 בלוקים באקראי, 5 עצים בכל חזרה, 3 העצים האמצעיים בכל חזרה נמדדים. טיפול הצמאה החל ב-19.8.2025, כשהעצים במטע היו בעיצומו של גל הבלבוב הראשון. הטיפולים: הצמאה מלאה, 25% ממנת ההשקייה, 50% ממנת ההשקייה, והשקייה מלאה (טיפול הביקורת).

סקר לבלוב: מוצגות התוצאות של סקר הבלבוב (סולם 1-5. 1-אין לבלוב, 5-לבלוב מלא), ביום ההצמאה, וחודשיים לאחר מכן. ביום תחילת ההצמאה החלקה כולה הייתה בעיצומו של גל לבלוב אחיד. לעומת זאת, חודשיים לאחר מכן, ניכר הבדל מובהק: ככל שחומרת רמת ההצמאה עלתה, רמת הבלבוב ירדה (איור 3). איור 4 מציג תמונות שצולמו כ-8 שבועות לאחר תחילת ההצמאה. נצפה גרדיאנט ברור: לבלוב חזק בטיפול הביקורת, בטיפול ההצמאה המלאה אין לבלוב כלל, ובטיפולי ה-50% ממנת השקייה ו-25% ממנת השקייה נמצאה רמת ביניים של לבלוב.



איור 3. תוצאות סקר הבלבוב. התוצאות המוצגות הן ממוצע של 12 עצים. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים השונים ($P < 0.05$).



איור 4. רמת הבלבוב ב-13.10.2025 בטיפולים השונים, כ-8 שבועות לאחר תחילת ההצמאה.

חומרים מווסתי צמיחה

הניסוי יתבצע בחלקת הדוד בה יתבצע ניסוי ההצמאה. ייבחנו הטיפולים הבאים:

טיפול	מועד יישום
מג'יק 1.5%	אמצע נובמבר
מג'יק 1.5%	תחילת דצמבר לאחר עצירת צימוח
מג'יק 2.5%	אמצע נובמבר
מג'יק 2.5%	תחילת דצמבר לאחר עצירת צימוח
אתרל 0.5%	תחילת דצמבר לאחר עצירת צימוח
אתרל 1%	תחילת דצמבר לאחר עצירת צימוח
קולטר 1.5 סמ"ק	אמצע נובמבר
קולטר 3 סמ"ק	אמצע נובמבר

ייאספו הנתונים הבאים: בחינת עומס יבול המוביל לסירוגיות.

מדידת קוטר גזע ומעקב אחר מספר הפירות לעץ בקטיף. מדידת יבול חוזר בשנה העוקבת.

בפריחה ייעשה מעקב על עצמת פריחה ויסומנו 20 עצים בדרגות פריחה שונות. יימדד קוטר הגזע בכל עץ מספר הפירות בקטיף. בשנה העוקבת תיבחן עצמת הפריחה בכל עץ והיבול החוזר לבחינת קשר בין קוטר הגזע לעומס הפרי. מטרת הבחינה היא לבחון את עומס היבול הרצוי במטע.

פעילות מתוכננת ל-2026:

1. איסוף נתונים, טיפולי סתיו 2025: סקר רמת פריחה-אחת לשבועיים, ספירת תפרחות לעץ, כימות אחוז חנטה, משקל פרי לעץ, מספר פירות לעץ, משקל פרי ממוצע. (12 עצים לטיפול בכל אחד מהניסויים).

שם התכנית: התמודדות עם נזקי אקלים: העלאת רמת היבול ושיפור איכות הפרי באמצעות רשתות הצללה

תודה למשק שהם על אירוח הניסוי והעזרה באיסוף הנתונים.

החוקר: נבות גלפז

רקע ותיאור הבעיה: מקור המנגו באזורים טרופיים, בהם נשמרת טמפ' מינימום מתונה לאורך כל השנה. בישראל, השילוב בין טמפ' גבוהות וקרינה גבוהה בחודשי האביב והקיץ, גורם נזקים כבדים לעצים ולפרי המנגו, ומתבטא בנשירת חנטים ופירות מוגברת, ונזק לפרי ("מכות שמש"). לאחר מחקר מקדים, בו בחנו רשתות הצללה ומתזים, מצאנו שרשתות הצללה בממשק פרישה תשליך הוא האמצעי היעיל יותר להתמודדות עם נזקי האקלים, משום שהוא מקנה הגנה רציפה, ומאפשר שמירה על רמת יבול גבוהה, תוך הפחתה דרסטית של נזקי שמש.

היעד אותו אמורה התכנית להשיג: העלאת רמת היבול, ושיפור איכות הפרי, באמצעות שימוש ברשתות.

תכנית הניסוי ושיטות המחקר: בשנת 2025 הניסוי התקיים בחלקות 'קיט' ו'דוד' של משק שהם, במושב ירדנה. נבחנו הרשתות הבאות: קריסטל 10%, פנינה 20%, פנינה 30%, פנינה 40%, מבנה ניסוי בלוקים באקראי, 4 בלוקים. הרשתות נפרשו לאחר סיום הפריחה, ב-21.4.2025, והוסרו ביום הקטיף-20.8.2025 (דוד) ו-28.8.2025 (קיט).



איור 1. חלקת הניסוי-זן דוד-ביום הפרישה, 21.4.2025



איור 2. חלקת הניסוי-זן קיט-ביום הפרישה, 21.4.2025

איסוף נתונים: הנתונים הבאים נאספו בכל אחד מהניסויים: מספר ממוצע של חנטים בענפים מייצגים: מייד לאחר חנטה, ביוני, ובעת הקטיף, מספר פירות לעץ, משקל פרי ממוצע, משקל פרי כולל לעץ, ואחוז פרי עם נזקי חום. טמפ' אויר נוטרה באופן רציף באמצעות הובואים, טמפ' עלה ופרי נוטרה בעת הפעלת המתזים בימים חמים במיוחד. רמת מליחות העלים והקרקע כומתה בטיפולים השונים, בניסוי המתזים בלבד. איכות פרי (בוצע ע"י דני גמרסני): צבע קליפה, מוצקות פרי, מכות שמש (% משטח לחי הפרי), אחוז כ.מ.מ, אחוז חומצה, pH, טעם הפרי (הערכה סנסורית).

תוצאות לעונת 2025

תוצאות יבול:

דוד: החלקה נקטפה ב-20.8.2025. עקב צירוף נסיבות-הבשלה מהירה שנבעה מטמפ' גבוהות, וקושי שיווקי, אחוז ניכר (להערכתי לפחות 10%) מהפרי נשר על הרצפה, או היה בשל על העץ.

טבלה 1. נתוני יבול בטיפולים השונים, בזן דוד

טיפול	מספר פירות לעץ	משקל פרי (גרם)	יבול לעץ (ק"ג)	% יבול לעץ ביחס לביקורת	יבול לדונם (טון)
ביקורת	98.6±3	473±31	46.5±2		4.22±0.3
רשת 10%	102±6	553±32	56.3±2	121	5.08±0.3
רשת 20%	103±14	531±51	54.7±5	117	4.81±0.4
רשת 30%	117±8	494±46	57.8±4	124	5.18±0.4
רשת 40%	104±14	501±88	52.2±3	112	4.74±0.3

קיט: החלקה נקטפה ב-28.8.2025. בדומה לחלקת הדוד, באופן חריג, נצפתה הבשלה של פרי על העץ.

טבלה 2. נתוני יבול בטיפולים השונים, בזן קיט

טיפול	מספר פירות לעץ	משקל פרי (גרם)	יבול לעץ (ק"ג)	% יבול לעץ ביחס לביקורת	יבול לדונם (טון)
ביקורת	146±23	546±55	76.1±6		5.53±0.5
רשת 10%	162±9	516±29	83.0±2	109	6.03±0.2
רשת 20%	148±14	550±24	81.4±7	107	5.92±0.5
רשת 30%	183±7	485±12	88.8±3	117	6.46±0.2
רשת 40%	186±11	449±29	82.8±2	109	6.02±0.1

בכל סוגי הרשתות, בשני הזנים, נמצאה תוספת יבול ביחס לטיפול הביקורת הלא מכוסה. בזן דוד-התוספת הייתה בטווח של 12% (רשת 40%) עד 24% (רשת 30%). התוספת לרמת היבול נבעה משילוב של עלייה במספר הפירות לעץ, ומשקל הפרי (טבלה 1). בזן קיט-התוספת הייתה בטווח של 7% (רשת 20%) עד 17% (רשת 30%). בכל הרשתות, מלבד רשת ה-20%, נצפתה תוספת משמעותית במספר הפירות לעץ, ופחיתה במשקל הפרי, תוצאה המרמזת ל-trade off בין שתי התכונות.

פילוח של הפרי על פי רמות נזקי שמש.

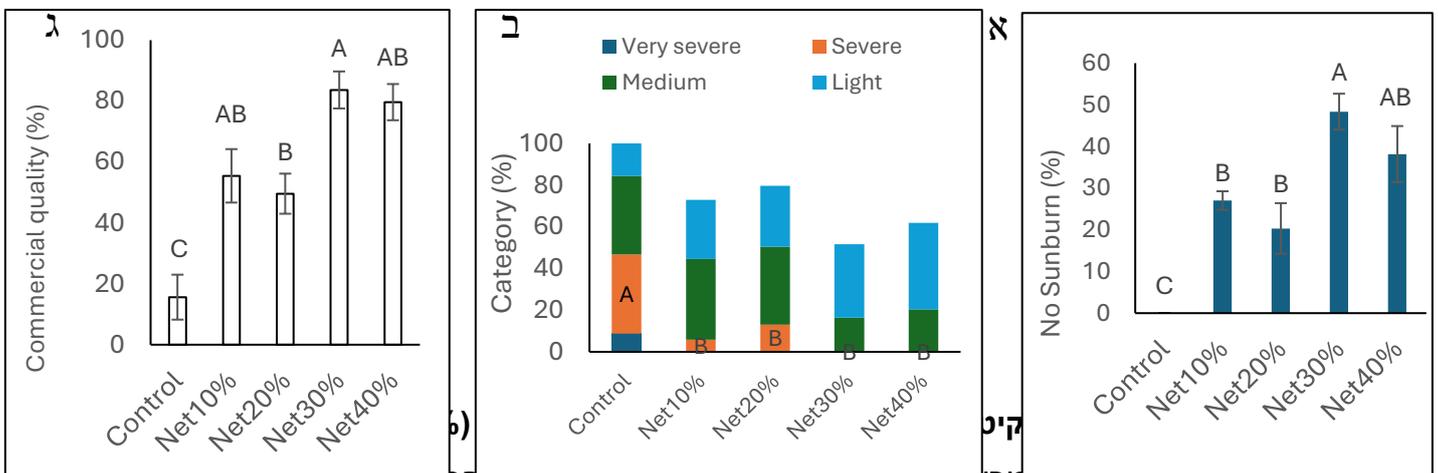
בזמן הקטיף, ביצענו ספירה של מספר הפירות לעץ, וחילקנו את הפרי לשלוש קטגוריות: ללא פגיעה, פגיעה קלה-בינונית, ופגיעה קשה (פרי עם כתמים שחורים, שלא ניתן לשווק). כמו כן, ספרנו את הפירות שהבשילו על העץ, שלא ניתן לשווקם. **טבלה 3.** סיווג הפירות על פי רמת הנזק ("מכות שמש").

טיפול	% פירות ללא פגיעה	% פירות עם נזקי שמש קלים-בינוניים	% פירות עם נזקי שמש קשים	% פרי בשל
ביקורת	55.4	34.2	8.4	2.6
רשת 10%	64.9	26.6	3.7	6.0
רשת 20%	67.1	27.4	3.2	3.0
רשת 30%	73.9	22.3	0.5	3.5
רשת 40%	79.3	17.0	1.7	2.9

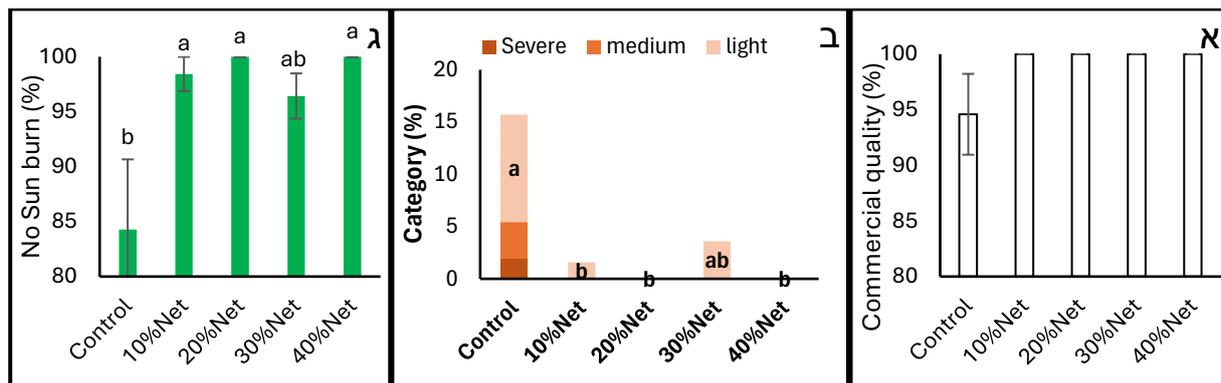
כצפוי, נמצא גרדיאנט, ככל שרמת ההצללה עלתה, אחוז הפרי שניזוק ממכות שמש ירד. תחת רשתות 30% ו-40%, אחוז הפרי עם נזקי שמש קשים היה אפסי. אחוז הפרי הבשל בטיפולים השונים היה דומה, נתון המרמז לכך שהרשתות לא סייעו בהאטת קצב ההבשלה של הפרי, ושהן לא מאפשרות גמישות רבה יותר ביכולת לשמור את הפרי על העצים, ביחס לטיפול השטח הפתוח.

איכות פרי (העבודה בוצעה במעבדתו של ד"ר דני גמרסני. הדו"חות המלאים מצורפים):

ביום הקטיף נבדקה השפעת הכיסוי ברשת על שיעורן וחומרתן של מכות השמש בפירות מנגו מהזנים קיט ודוד. בשני הזנים נמצאו השפעות דומות של ההצללה ברשתות ולפיהן פרי הביקורת שנותר חשוף לשמש נפגע במידה הרבה ביותר. מכות השמש התבטאו במנגו מזן דוד באיבוד הגוון האדום בקליפה והצהבתה ובזן קיט הקליפה איבדה את הגוון הירוק והצהיבה כשבמקרים חמורים אף התפתח במכת השמש כתם חום כהה. המנגו תחת הרשתות היה תקין ובשיעורים גבוהים משמעותית מפרי הביקורת (איור 3א, 4א). כמו כן, רק בפירות הביקורת נמצאו מכות שמש בחומרה בינונית וקשה (ובזן קיט גם קשה מאוד), ובזן דוד שיעור מכות השמש בחומרה קלה היה גבוה במובהק מאשר בפרי המוצלל (איור 3ב, 4ב). כל הרשתות בדרגות הצללה השונות צמצמו את מכות השמש והעלו את שיעורי הפרי הסחיר (איור 3ג, 4ג). לסיכום, הצללה ברשתות צמצמה את הפגיעה ממכות שמש ובמובהק במרבית שעורי ההצללה.

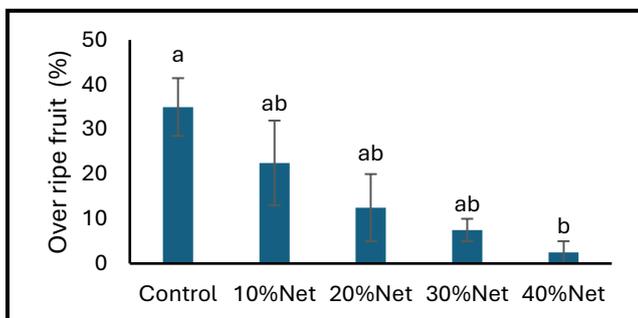


חומרה שונות, ג. % הפרי באיכות מסחרית (בריא + מכת שמש בחומרה קלה). אותיות שונות להבדלים מובהקים בין טיפולים ($P < 0.05$).



איור 4. מראה פירות מנגו מזן 'דוד' ביום הקטיפה בהשפעת מידת ההצללה (Control -0%, 10%, 20%, 30%, 40%) (N=36-40): א. שיעור הפירות הבריאים (ללא מכות שמש), ב. שיעור הפירות הפגועים ממכת שמש בדרגות חומרה שונות, ג. % הפרי באיכות מסחרית (בריא+מכת שמש בחומרה קלה). a-b- אותיות שונות להבדלים מובהקים בין טיפולים ($P < 0.05$).

הבשלת יתר: במהלך חיי מדף נמצאו במנגו מהזן דוד פירות בהבשלת יתר שהתבטאה בשינוי מרקם הפרי להתרככות רבה ובגוון עז של הקליפה. נמצא ששיעור הפירות בהבשלת יתר פחת ככל שמידת ההצללה עלתה (איור 5). זו עדות נוספת לכך שלהצללה ברשת תתכן השפעה על קצב הבשלת הפרי.



איור 5. שיעורי מנגו מזן 'דוד' בהבשלת יתר (%) בהשפעת מידת ההצללה (Control -0%, 10%, 20%, 30%, 40%) (N=24) במהלך שבועיים חיי מדף ב-20°C. A-B- אותיות שונות מציינות הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים השונים ($P < 0.05$).

סיכום ביניים: בשנת 2025 בחנו לראשונה את ההשפעה של רשתות הצללה על רמת היבול, נזקים לפרי, ואיכות הפרי, בזן מאחר צבעוני, דוד, בנוסף לזן המאחר הירוק קיט. תוצאות השנה הראשונה של הניסוי בירדנה ממשיכות את המגמה שנצפתה בניסוי בדושן, שהתבצעה בזן קיט. תוספת לרמת היבול בכל סוגי הרשתות, ביחס לטיפול הביקורת, הלא מכוסה. בזן דוד-התוספת הייתה בטווח של 12% (רשת 40%) עד 24% (רשת 30%). התוספת לרמת היבול נבעה משילוב של עלייה במספר הפירות לעץ, ומשקל הפרי.

בזן קיט-התוספת הייתה בטווח של 7% (רשת 20%) עד 17% (רשת 30%). בכל הרשתות, מלבד רשת ה-20%, נצפתה תוספת משמעותית במספר הפירות לעץ, ופחיתה במשקל הפרי, תוצאה המרמזת ל-trade off בין שתי התכונות. בדומה לאשתקד, ממצאי שנה זו הראו שהצללה ברשתות (10%-40%) עיכבה במובהק את התפתחות מכות השמש ובמובהק את מכות השמש בחומרה גבוהה בשני הזנים. נצפה גרדיאנט, המבטא יחס ישיר בין רמת ההצללה לרמת ההגנה.

באנליזה של מדדי הבשלה ותכונות הפרי בחיי מדף נראה שלכיסוי ברשת כמעט שלא היתה השפעה על אלו. השפעה מועטה שעשויה להעיד על הצורך בדחייה קלה של הקטיף תתכן בכיסוי ברשת 40% בה נראה לעיתים עיכוב קל בצבירת הסוכר, ולכך יתכן יתרון בוויסות העומס ביום הקטיף. בהערכה של גוון ציפת הפרי, שמהווה מדד למידת ההבשלה, נמצא פער מסויים בין ההערכה הויזואלית למדידה באמצעות כלים אובייקטיביים ויתכן שראוי לשקול שימוש בכלי האובייקטיבי בבתי האריזה שצריכים לקבל את ההחלטות האופרטיביות לתחילת קטיף.

המחקר ימשך בשנים הבאות, לצורך ביסוס התוצאות, לימוד ההשפעה לטווח הרחוק של הרשתות על העצים, ולחישוב היבול הרב-שנתי המצטבר תחת הרשתות השונות. בשנת 2026 נשים דגש בבחינת השפעת הרשתות על איכות הפרי בשלבים שלאחר הקטיף בכדי לבחון את השפעתן על כושר השתמרותו באחסון ולערוך סימולציה של ייצוא הפרי לשווקים מרוחקים.

פעילות מתוכננת ל-2026:

- המשך איסוף נתונים, שנה שניה, במתכונת של השנה הראשונה, בשתי חלקות הניסוי-דוד וקיט.
- בכל אחד מהזנים, נבחן במבנה של בלוקים באקראי, ארבעה סוגי רשתות: קריסטל 10%, פנינה 20%, פנינה 30% ופנינה 40%. הרשתות תפרשנה באביב, בשלב של סיום פריחה-תחילת חנטה, ויטרו ביום הקטיף.
- בכל אחד מהניסויים יתבצע איסוף נתונים מקיף: טמפ' (אור, עלה, ופרי), יתבצעו סקרי פריחה ועומס פרי, יאספו נתוני יבול ואיכות פרי, בדגש על נזקי קרינה וטמפ', בטיפולים השונים.
- תתקיים אנליזה מקיפה של השפעת טיפולי הרשתות על איכות הפרי (בשת"פ עם דני גמרסני). באחסון ממושך בקירור ולאחריו, להדמיית ייצוא הפרי לשווקים מרוחקים.
- נאסוף נתונים בבית אריזה: משקל, התפלגות גודל פרי, התפלגות איכות (ייצוא, מקומי, ב'), סיווג צבע (ירוק/צבעוני) ונחשב את התוצאה הכלכלית של השימוש ברשתות ביחס לשטח פתוח.
- בנוסף נבחן רשת נוספת, אלומינט 40%, שנבחנת בחלקות מגדלים, ועל פי הדיווחים מראה פוטנציאל טוב בהגנה מפני נזקי חום-קרינה.

שנות המחקר המבוקשות: 2026-2028

תקציב מבוקש ל-2026: ₪ 71,000

פירוט ההוצאות

סעיף	פרטים	סכום (ש"ח)
כח אדם	טכנאות ושכר חוקר	45,000
חומרים	רשתות אלומינט-כ-4 דונם	5,000
בדיקות מעבדה	איכות פרי-במעבדה לפוסט הרוסט	10,000
תקורה-18%		10,800
סה"כ		70,800

שם התכנית: גידול מנגו תחת בית רשת דינמי ושימוש בהשקיה מדייקת, לצורך הגנה מפני נזקי אקלים, ושיפור יעילות

השימוש במים

החוקר: נבות גלפז

רקע ותיאור הבעיה: שינויי האקלים, המתבטאים בעיקר בעלייה בתדירות, במשך ובעוצמת אירועי טמפרטורה קיצוניים גבוהים, וכן בקיצור עונת הגשמים ובפחת בכמויות המשקעים, פוגעים במגדלי המנגו הן בהפחתה ברמת היבול, באיכות הפרי ובריבוי נזקי השמש-קרינה, והן בעלייה בכמות המים הנדרשת להשקיית העצים. קיים חשש שבעתיד, אם אכן תתרחש ירידה משמעותית בכמות המשקעים, תחול ירידה בכמות המים שיוקצו לחקלאות, ולכן חובה עלינו לשפר את יעילות השימוש במים.

בניסויי עבר מצאנו כי רשת בממשק פרישה מסוג תשליך מספקת הגנה טובה מפני נזקי אקלים במנגו – מעלה יבול ומקטינה באופן דרסטי את רמת נזקי השמש לפרי. עוד מצאנו, בבגנה, שהמעבר לגידול תחת בתי רשת (10% הצללה) אפשר חיסכון של 25% במנת ההשקיה, בזכות הפחתת רמת הקרינה ומהירות הרוח. המעבר מרשת בהצללה של 10% לרשת בהצללה של 30% אפשר הפחתה נוספת של 18%, מאותן סיבות, ללא פגיעה ברמת היבול.

במחקר הנוכחי ייבחן השימוש בבית רשת כאמצעי פרישה חלופי לתשליך. היתרון הפוטנציאלי המרכזי בבית רשת הוא יכולתו לאפשר תנועת אוויר במטע, בשונה מהאוויר ה"כלוא" בממשק התשליך. בית הרשת יהיה דינמי – תבוצע פרישה וגלילה לפחות פעמיים בשנה: פרישה בסיום הפריחה ותחילת החנטה, וגלילה ביום הקטיף, כדי למנוע את ההשפעות השליליות של הרשת על ההתמיינות לפריחה וההאבקה. תישקל גם פרישת הרשת בחורף, בתקופה שלאחר ההתמיינות ולפני הפריחה, לצורך הגנה מפני נזקי צינה/קרה.

בנוסף, ייעשה שימוש בתחנות מטאורולוגיות לצורך חישוב הדיוות-התאדות היומית, וכך מעבר להשקיה מדויקת. מניסיוננו בבגנה – שימוש בהשקיה מדויקת הביא להתאמת ההשקיה ברמה היומית ולחיסכון של כ-15%–20% במנות ההשקיה, ללא פגיעה ברמת היבול.

היעדים אותם אמורה התכנית להשיג: 1. בחינה השוואתית של השפעת רשתות הצללה בממשק בית רשת, לרשתות הצללה בממשק תשליך על המיקרואקלים במטע, ונתוני יבול ואיכות פרי. **2.** לימוד הפוטנציאל של שימוש בהשקיה מדייקת לדיוק ההשקיה בהתאם לדרישות ההשקיה היומיות במטע, ולחסכון ניכר במנות ההשקיה.

תכנית הניסוי ושיטות המחקר:

החלקה ובית הרשת: הניסוי יתקיים בחלקה 41 של קיבוץ מסדה. זנים-שלי (35 דונם) ועומר (10 דונם), שנת נטיעה-2012.

באביב 2026 יבנה בית רשת בגובה 5.7 מטר, והמטע יכוסה ברשתות 10% ו-30% הצללה. תכנון בית הרשת נמצא בעיצומו. הקונסטרוקציה תיבנה במהלך חורף 2026, והרשתות תפרשנה באפריל, לאחר סיום הפריחה.

עקב מגבלות טכניות, הניסוי יתבצע במבנה של תצפית (חזרה יחידה בשטח גדול על כל טיפול).

בשנה הראשונה נתמקד בזן שלי. יבחנו הטיפולים הבאים: רשת 10% בית רשת, רשת 30% בית רשת, רשת 30% תשליך, שטח פתוח.

איסוף נתוני קרקע ואקלים: נמקם 3 תחנות מטאורולוגיות, בטיפולים הבאים: שטח פתוח, רשת 30% תשליך, ורשת 30% בית רשת. התחנות המטאורולוגיות יאספו נתוני אקלים (טמפ', לחות יחסית, קרינה גלובלית, ומהירות הרוח) באופן רציף, והנתונים יזנו לנוסחת פנמן, שמשמשת לחישוב ההתאדות-דיות היומית (Et0) בשלושת סוגי הסביבות. הכפלת ה-Et0

במקדם הגידול הדינמי, מספקת את ערך מנת ההשקייה היומית הנדרשת. בנוסף, נמקם 3 טנסיומטרים בכל אחד מהטיפולים, לאיפיון השפעת הטיפול על רמת הלחות בקרקע.

איסוף נתוני יבול ואיכות פרי: בכל אחד מהטיפולים נאסף יבול מ-15 עצים. יאספו הנתונים הבאים: יבול-יבול לעץ, מספר פירות לעץ, משקל פרי ממוצע. איכות פרי-לפני ואחרי הבחלה-צבע קליפה וציפה, אחוז פרי עם מכות שמש, לפי דרגת חומרה, כ.מ.מ, רמת חומצה מאלית, pH, הערכה סנסורית.

פעילות מתוכננת ל-2026:

1. הקמת בית הרשת, ומיקום התחנות המטאורולוגיות.
 2. איסוף נתוני אקלים, יבול, ואיכות פרי, כמתואר בשיטות המחקר.
- בשנה השנייה לניסוי נבצע השקייה דיפרנציאלית בבית הרשת ובשטח הפתוח, בהתאם לנתוני הדיות-התאדות היומיים.