

דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 203-0754-18

שנת מחקר 10 מתוך 10 שנים (דצמבר 2019)

פיתוח זנים מוקדמים ואפילים של משמש תוך שימוש בסמנים מולקולאריים

MAS directed development of early and late apricot cultivars

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

דורון הולנד, מטעים, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער
עירית בר-יעקב, מטעים, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער
כאמל חטיב, מטעים, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער
טלי טריינין, מדעי עצי הפרי, מרכז מחקר נוה יער, מנהל המחקר החקלאי

Doron Holland, Fruit Culture, A.R.O., Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021, Ramat
Yishay 30095. vhhollan@agri.gov.il

Irit Bar-Ya'akov, Fruit Culture, A.R.O., Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021, Ramat
Yishay 30095.iritby@agri.gov.il

Kamel Hatib, Fruit Culture, A.R.O., Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021, Ramat
Yishay 30095. kamelkhateeb25@gmail.com

Taly Trainin, Fruit Culture, A.R.O., Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021, Ramat
Yishay 30095.taly@agri.gov.il

תקציר

הצגת הבעיה: לפיתוח ענף יצוא מצליח של משמש נדרשים זנים איכותיים מבכירים או אפילים שיגיעו באביב המוקדם ובקיץ המאוחר כשאין פרי בשווקים גם מחצי הכדור הדרומי. מטרת המחקר: 1. לבחון האם שימוש בסמנים גנטיים לדרישות קור (ד"ק) ופריחה מאוחרת/מוקדמת יכול לאפשר זיהוי של משמש בכיר ואפיל בשלב הנבט. 2. פיתוח זני משמש איכותיים בדגש על זנים אפילים. שיטות העבודה: נסרקו שבעה סמני SSR ייעודיים באוסף זני המשמש, מתוכם נבחרו חמישה סמנים שהרכב האללים שלהם עשוי לנבא טיפוסים שיהיו עם ד"ק נמוכות והבשלה מאוחרת. תכנית ההכלאות כללה עשרות אלפי הכלאות בהרכבים שונים ונשתלו אלפי שתילים לצורך ברור זנים לאורך כל העונה בדגש על אפילים בעלי ד"ק נמוכות. תוצאות עיקריות לתקופת הדו"ח: 'נוף' ו'נטף', זני אמצע עונה, פרי יפה וטעים בעלי פוטנציאל תחרות עם הזן המסחרי 'קנינו' נרשמו לזכויות מטפחים ומוסחרו באמצעות "קידום". הם מופצים לחקלאים באמצעות משתלות שזכו במכרז. אותר מכלוא בכיר מאד שרישמו לזכויות מטפחים יחל בימים אלה. בתום תכנית זו נמצאים במעקב "חצי מסחרי" בחלקת המכלואים המצטיינים 20 מכלואים מעניינים. מסקנות והמלצות: יש זנים חדשים מסחריים מתכנית ההשבחה. הליך הבירור לוקח 10-15 שנים והזנים שנרשמו הוכלאו לפני

תחילת התכנית הזו. מבין 860 המכלואים שעדיין בבירור מתכנית זו עשויים להרשם זנים נוספים. אותרו זנים מוקדמים מאד וחלקם נבדקים אצל חקלאים בהסכם. כמו כן, הרבה מכלואים יכולים להיות דור ביניים להכלאות מתקדמות יותר בדרך להשגת היעד.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדו"ח המדעי

1. ד"ר ליאורה שאלתיאל


2. ד"ר רפי שטרן

3. ד"ר ארנון דג

הצהרת החוקר הראשי

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא.

 חתימת החוקר

תוכן עניינים

3	מבוא
4	מטרות המחקר.....
4	פירוט עיקרי הניסוי ותוצאות המחקר
4	הקמת מטע ההשבחה
6	סמנים גנטיים הקשורים במועד ההבשלה וד"ק
9	הנבטת זריעי המכלוא וניסוי הנבטה עם GA3
10	בחינה ובירור של המכלואים
13	דיון (מסקנות והשלכות על המשך המחקר)
15	פרסומים מדעיים שנבעו מהמחקר
16	רשימת ספרות מצוטטת

מבוא (רקע מדעי ומטרות המחקר)

המשמש הינו עץ נשיר ממשפחת הוורדניים ומוצאו במרכז אסיה. למשמש היסטוריה ארוכה של גידול בישראל והוא פרי מאד אהוב ומקובל על מגוון רחב של אוכלוסיות בארץ ובעולם. גידול המשמש בישראל נעשה בעיקר לשוק מקומי, כיון שהפרי לא יכול להתחרות באיכות, במחיר ובכמות של הפרי שמיוצר בארצות בהן קיימים תנאי אקלים עם חורף קר ומנות קור מספיקות ואביב קריר וממושך, המאפשרים לפרי להגיע לאיכויותיו המקסימליות. הבעיות המרכזיות של פרי המשמש הן אורך חיי מדף קצרים של הפרי ומשך עונת הבשלה מאד קצר, מאי-יולי. רוב עונת המשמש בשווקי אירופה מתרכזת בחודשים יוני עד אוגוסט. לפני ואחרי חודשים אלה כמעט אין משמש בשווקים, וגם עונת הפרי שמגיע מחצי הכדור הדרומי מוגבלת מחמת חיי המדף הקצרים. לפיכך, לפרי שיגיע מוקדם או מאוחר לשווקים יש גם פוטנציאל יצוא גדול. ענף גידול המשמש בישראל הוא קטן ושנים רבות התבסס בעיקר על הזן 'קנינו' ('רעננה'). במשך השנים נעשה מאמץ לשנות את פני הענף על ידי יבוא של יותר ממאה זנים מהעולם, אולם לא נמצא אף זן מתאים לגידול בארץ בקנה מידה גדול. ידוע, שעצי המשמש רגישים במיוחד לשינויים בתנאי הגידול הסביבתיים, ובשונה מעצי פרי כדוגמת האפרסק והשזיף, אקלום זני משמש מיובאים בישראל הוא בעייתי. כך נוצר צורך ליצור בארץ זנים בעלי פוריות גבוהה אשר יתאימו לתנאי הגידול בארץ ויתנו פרי איכותי בטעמו, גודלו וצבעו, ויתחרה עם הפרי בשווקי חו"ל. עבודת ההשבחה הנוכחית של המשמש במינהל המחקר החקלאי החלה בשנת 1994 ומטרתה היתה ליצור זני משמש איכותיים ובכירים יותר מה'קנינו', המתאימים לתנאי הגידול בישראל. זני המשמש הבכירים שפותחו בתכנית זו, 'תרוג', 'דניאל' ו'ניצן', בעלי פוריות עצמית ואיכות פרי משובחת נמצאים כבר בגידול מסחרי. למשמש אפילו יש חשיבות כלכלית לשוק מקומי וליצוא, תכנית מתמשכת זו באה לענות גם על צורך זה.

בנוה יער הוקמו אוכלוסיות מכלוא בין זנים איכותיים בעלי ד"ק גבוהות לזנים בעלי ד"ק נמוכות וכן בין זנים מאד מאוחרים לזנים מאד מוקדמים. בעבודה קודמת נמצא מתאם חזק בין ד"ק ומועד הבשלה (ד"ק גבוהות והבשלה מאוחרת ובין ד"ק נמוכות להבשלה מוקדמת). בעזרת סמנים המבדילים בין שתי התכונות ניתן יהיה לאתר את אותם פרטים שהם עם ד"ק נמוכות אך מבשילים מאוחר. בעבודה קודמת נבנו מפות גנטיות של משמש לאוכלוסייה מתפצלת הקיימת בנוה יער וכן פורסמו מפות גנטיות, הכוללות את התכונה של ד"ק, על ידי מעבדות בעולם שעבדו על תפוח ואפרסק. אלה יאפשרו איתור סמני DNA האחוזים לתכונות. ידועים שני לוקוסים שונים הקשורים בד"ק: האחד זוהה באפרסק על ידי קבוצה אמריקנית (*evg*) והשני במשמש על ידי הצוות של נוה יער (*ApMADS1*) בקבוצות תאחיזה שונות. בנוסף ידועים סמנים מאזור של הגן *Lb* הקובע מועד פריחה בשקד. גן זה מוקם בקבוצת תאחיזה מס. 4 בשקד. לאור הדמיון הרב בין הארגון הגנטי בשקד ובמשמש סביר להניח שגן דומה ל-*Lb* נמצא במקום חופף בכרומוזום גם במשמש. כיוון שהגן *Lb* קובע מועד פריחה אנו מניחים שעשויה להיות לכך השלכה על מועד ההבשלה, אם כי מנסיונו לא תמיד יש מתאם בין מועד פריחה למועד הבשלה. יותר מכך, Dirlwanger וחוב' (2012), קישרו אזור זה בקבוצת תאחיזה 4 לתכונות של מועד פריחה ומועד הבשלה באוכלוסיות מיפוי של משמש. במאמר צוין הסמן UPD97-402 כקרוב ביותר לתכונות אלו. פיתוח של סמנים אפשריים לאיתור זני משמש אפילים ומוקדמים עשוי לתרום רבות לא רק לענף המשמש אלא לכל ענף עצי הפרי הנשירים, מפני שסביר להניח שגנים דומים יפעלו בכל העצים הנשירים. לאור שינויי האקלים העולמיים וההתחממות הגלובלית, פיתוח של סמנים

גנטיים, ואיתור גנים המשפיעים על היכולת של עצי פרי להתמודד עם בעיות אקלימיות הוא בר חשיבות כוללת, החורגת מעבר לתחום הנשירים.

וירוס ה'שרקה' (Plum Pox virus, PPV) הוא אחד האיזמים הגדולים הקיימים לגידול השקד. בספרות פורסמו סמנים לעמידות לוירוס. ב-2013 התגלה הוירוס בחלקות מגדלים באזור זכרון יעקב. הדבר מחייב התייחסות גם בתכניות ההשבחה.

מטרות המחקר:

1. לבחון האם שימוש בסמנים גנטיים לדרישות קור ופריחה מאוחרת/מוקדמת יכול לאפשר לזהות זני משמש בכירים ואפילים בשלב הנבט הצעיר.
2. פיתוח של זני משמש בדגש על זנים אפילים.

פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו ותוצאות המחקר

כל הניסויים בתכנית מחקר זו בוצעו בהשתתפות רתם הראל-בז'ה.

א. הקמת מטע ההשבחה

א.1. יצירת מכלואים ובנית אוכלוסיות

במהלך עשר שנות ההשבחה נערכו אלפי הכלאות ממאות צירופים שונים ונשתלו אלפי עצים (טבלה 1). רוב ההכלאות נעשו בין הורה עם ד"ק נמוכות והורה עם מועד הבשלה מאוחר, במטרה להפריד בין התכונות ולקבל מכלואים אפילים עם ד"ק נמוכות. חלק מהורי המכלואים נבחרו על פי הרכב האללים שלהם ולא דווקא על פי האופי שלהם בתכונות השונות. בנוסף נאספו זרעים רבים מעצים עם אחת מהתכונות שציינו לעיל. גישה נוספת היתה לאסוף זרעים ממכלואים של הורה עם ד"ק נמוכות והורה אפיל כדי לחפש בין הצאצאים כאלה שהם שילוב של שתי התכונות. כיוון נוסף שנבדק במהלך השנים הראשונות של התכנית הוא שימוש בזנים אפילים כפוטנציאל להיות הורים: נבחנה השאלה האם יש זנים אפילים עם ד"ק גבוהות, שיש להם פוטנציאל לתת צאצאים אפילים אך עם ד"ק נמוכות. ניתוח של מדדי הפנולוגיה של הצאצאים הראה כי ארבעה זנים אפילים עשויים לשמש כהורים מתאימים למטרה ואלה שולבו בתכנית ההכלאות.

א.2. רישום התכונות של המכלואים

לעצים בחלקות השבחה נערך רישום פנולוגיה כשנתיים אחרי שתילה למשך 3-4 שנים. המדדים שנבדקו: מועד הופעת פרח ראשון, מועד 10% פריחה, מועד פריחה מלאה, הערכה של אחוז פריחה בפריחה מלאה, מועד לבלוב עלה ראשון, מועד כיסוי עלווה מלא. כשהפרי הבשיל נעשתה הערכה של כמות הפרי על הזריע ונעשו בדיקות והערכות של תכונות של איכות פרי. המטרה היא להעריך את הפוטנציאל של הזן. תוצאות ההערכה של המכלואים מובאות בסעיף ד'.

המדד של מועד פריחה מלאה נמצא בקורלציה למועד ההבשלה, אך הקורלציה משתנה בין השנים במכלואים שנעשו ב-2012 ובבדקו מ-2015 ועד 2018 ($0.66 < r < 0.79$). תקופת הפריחה המלאה מתרחשת במהלך חודש מרץ, כאשר מכלואים מוקדמים פורחים כבר בסוף פברואר ומאוחרים בתחילת אפריל. ישנם מכלואים בודדים (68/82, 71/8, 71/17, 71/21, 71/33, 78/29, 78/38) עם משך הבשלה ארוך במיוחד, יותר משלושה וחצי חדשים. מעניין לציין, שלחמישה מתוכם יש הורה משותף (27ED101).

ב-2015 נעשתה הכלאה בין הזן 'תרוג' לזן מאד אפיל מבולגריה 'Limeyna'. בין הצאצאים של הכלאה זו, ישנם צמחים הפורחים מאד מאוחר (אמצע מרץ) ומבשילים מאוחר (אמצע יולי עד אמצע אוגוסט) אך עם יבול נמוך. מכלואים אלה עדין צעירים וצריך להמשיך לעקוב אחר היבולים שלהם ואיכות הפרי. כמו כן מכלואים אלה מהווים דור ביניים למצוין להכלאות נוספות.

ד"ק זו תכונה שאין כלים נוחים למדוד אותה. בעבודה זו השתמשנו בשני מדדים להעריך את דרישות הקור של העצים, הערכה של אחוז הפריחה בשיא פריחה מתוך פוטנציאל הפריחה והערכה של יבול. שני מדדים אלה נמצאו בקורלציה גבוהה במהלך השנים בממוצע ($r = 0.67$). ההנחה היא כי עץ עם ד"ק גבוהות לא יממש אחוז גבוה מפוטנציאל הפריחה שלו בתאים של נוה יער וכמובן בהתאם לזאת גם היבול יהיה נמוך. יחד עם זאת גובה היבול יכול להיות מושפע מגורמים נוספים כמו הפריה, נשירת חנטים וכו'.

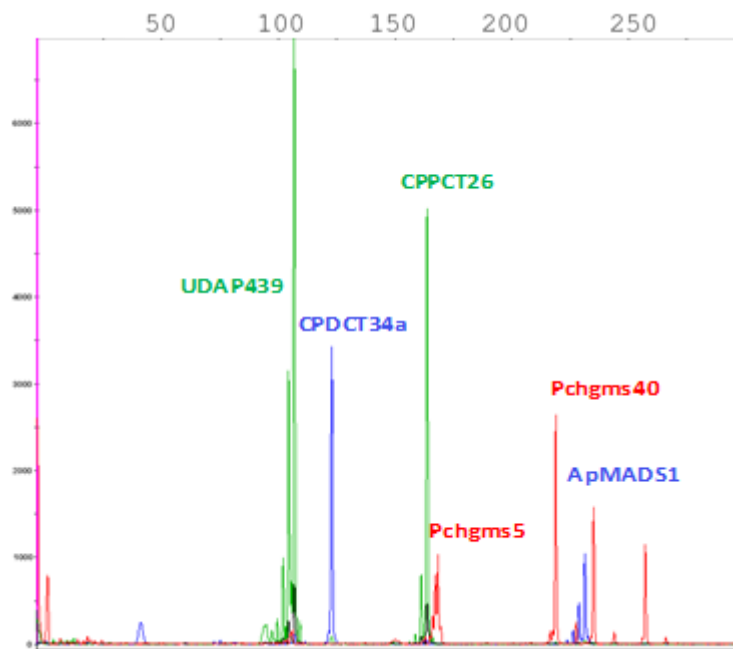
טבלה 1. פרוט סוגי ההכלאות שנעשו במהלך השנים

מספר שתילים	מספר פירות	מספר פרחים	מספר צרופים	הכלאות
238	1,020	11,382	64	בין הורה עם ד"ק נמוכות והורה אפיל
198	437	2,981	17	עם הורים שנבחרו ע"פ סמנים לד"ק נמוכות וזמן הבשלה ארוך
28	137	2,577	17	בין זנים אפילים
360	739	4,710	5	בין זנים מוקדמים
86	147	1,950	14	עם מכלואים מצטיינים לשיפור זנים מוקדמים
158	188	1,471	10	בין זנים של אמצע העונה וזנים מוקדמים
106	412	2,574	21	לשיפור זנים של אמצע העונה
241	534	4,292	8	מחזירות למכלואים מצטיינים
24	24	228	33	האחים לשיפור מכלואים
50	144	-	7	עצמיות של מכלואים להורה עם ד"ק נמוכות והורה אפיל
40	373	-	9	עצמיות
538	1,060	-	35	חופשיות של זנים ומכלואים מצטיינים
707	2,488	-	3	חופשיות של זנים אפילים
900	1,670	-	18	חופשיות של מכלואים להורה עם ד"ק נמוכות והורה אפיל
44	76	-	7	זריעים של טיפוסים מקומיים
28	40	1,017	4	בין משמש לשזיף
4	22	522	10	בין משמש לאפרסק
1	308	-	4	חופשיות של מכלואי משמש שזיף
3,751	9,819	33,900	286	סה"כ

ב. סמנים גנטיים הקשורים במועד ההבשלה וד"ק

ב.1. בחירת סמנים

נבחרו שבעה סמנים גנטיים (SSRs) לבחינה של התאחיזה לד"ק ומועד הבשלה במשמש (טבלה 2). סמני ה-SSR נבחרו לפי דיווחים בספרות כסמנים בתאחיזה לד"ק, סמנים הנמצאים באזור המקביל בשקד לאזור האחוז לתכונה של פריחה מאוחרת (LB) וסמנים שנבחנו (במחקר מוקדם) והראו הבדל מובהק באוכלוסייה מתפצלת בין פרטים שהבשילו מאוחר לפרטים שהבשילו מוקדם ולא הראו כל הבדל בד"ק. הסמנים נמצאים בארבע קבוצות תאחיזה גנטיות שונות. היתרון בסמני SSR, שניתן לאתר מספר אללים לכל סמן, בנוסף ניתן לתכנן ולהריץ מספר סמנים ביחד ובכך לחסוך עלויות. תוצרי ה-PCR של כל סמן SSR נוצרו וסומנו עם פריימר פלואורסנטי ייחודי. תוצרי ה-PCR הורצו במכשיר Genetic Analyzer המבדיל בין האללים השונים של כל SSR ע"פ גודל. בעזרת הבדלים בגודל בין תוצרי ה-PCR וסימון עם פלואורופורים שונים הצלחנו להריץ שישה סמנים בהרצה אחת ובכך לחסוך הרבה הרצות והוצאות (איור 1). מקור נוסף לסמנים שנבדק הם גנים הכוללים סמנים לד"ק בתפוח (Trainin et al. 2016). כל הרצפים שנבדקו לא נמצאו כמתאימים לשונות בדרישות הקור הנראית במשמש. כנראה השונות הטבעית בגנים בתפוח היא לא אותה שונות שאחראית להבדלים בד"ק במשמש.



איור 1. תמונה מהרצה ב-Genetic Analyzer של שישה סמני SSR מסומנים פלואורסנטיים בזן 'דניאל'. UDAP439 ו-CPPCT26 מסומנים בפלואורופור ירוק (VIC), CPDCT34 ו-ApMADS1 מסומנים בפלואורופור כחול (FAM) ו-Pchgms5 ו-Pchgms40 מסומנים בפלואורופור אדום (PET). בין סמנים המסומנים באותו פלואורופור ניתן להבחין בזכות הגודל השונה של כל תוצר PCR (bp, ציר ה-X). באיור ניתן להבחין שהסמן Pchgms40 הוא הטרוזיגוט (שני אללים).

טבלה 2. סמני SSR שפותחו ונבדקו באוסף זני המשמש סמנים מסומנים בצהוב נמצאו כמבדילים בין ד"ק ומועד הבשלה

סמן	קבוצת תאחיזה	תכונה בתאחיזה בספרות	תכונה בתאחיזה באוסף המשמש
Pchgms40	G1	ד"ק	אלל C מבדיל בין ד"ק ומועד הבשלה
CPPCT26	G1	ד"ק	אין תאחיזה באוסף
ApMADS1	G2	ד"ק	ד"ק ומועד הבשלה
Pchgms5	G4	אזור LB	אין תאחיזה באוסף
UDP97-402	G4	אזור LB	ד"ק ומועד הבשלה
UDAP439	G4	אזור LB	אלל D מבדיל בין ד"ק ומועד הבשלה
CPDCT34	G8		מועד הבשלה
GoI029	G1	עמידות ל-PPV	-
GoI061	G1	עמידות ל-PPV	-
PGS1.21	G1	עמידות ל-PPV	-

2.ב. סריקת סמנים באוסף זני המשמש

הסמנים השונים נסרקו באוסף המשמש, הכולל כשמונים טיפוסים שונים מהארץ ומהעולם. ד"ק נמדדו בעבודה קודמת כמספר שעות קור הנדרש להתעוררות. נמצאה התפצלות לא נורמלית של התכונה באוסף, ישנם טיפוסים הדורשים כ-200 שעות קור לעומת טיפוסים אחרים הדורשים יותר מ-1,200 שעות קור להתעוררות. תכונה נוספת שנבדקה באוסף בעבודה קודמת היא מועד הפריחה. התכונה מתפצלת באוסף בין טיפוסים הפורחים באמצע פברואר ועד טיפוסים הפורחים בסוף מרץ. מועד ההבשלה מתפצל באוסף בין טיפוסים המבשילים בתחילת מאי ועד אמצע אוגוסט. המטרות של סריקת הסמנים באוסף היו למצוא תאחיזה לתכונות, למצוא סמן המבדיל בין ד"ק ומועד הבשלה ולמצוא טיפוסים עם אללים האחוזים לתכונות הרצויות שישמשו הורים למכלואים. על פי התאחיזה באוסף, נבחרו חמישה סמנים שהרכב אללים שלהם יכול לנבא טיפוסים שיהיו בעלי ד"ק נמוכות והבשלה מאוחרת (טבלה 3). בעזרת הרכב האללים בחמישה סמנים (Pchgms40, ApMADS1, UDP97-402, UDAP439, CPDCT34). נבחרו להכלאות שבעה טיפוסים מאוסף הזנים בהיותם בעלי הרכב האללים הרצוי או הטרוזיגוטים (טבלה 4). יש לציין שהסמן UDP97-402 פותח לאחר שנבחרו הטיפוסים להכלאות ולכן הרכב האללים שלו בטיפוסים הנבחרים הוא לאו דווקא הרצוי.

טבלה 3. סמני SSR שנמצאו בתאחיזה לד"ק ו/או מועד הבשלה באוסף והאלל הרצוי לד"ק נמוכות ו/או משך הבשלה ארוך

SSR	אלל נבחר	תכונה בתאחיזה
pchgms40	C	משך הבשלה
ApMADS1	B	דרישות קור
UDP97-402	B	משך הבשלה וד"ק
UDAP439	D	משך הבשלה
CPDCT034	B	משך הבשלה

טבלה 4. הרכב האללים של חמישה סמני SSR בשבעה טיפוסים נבחרים להכלאות

CPDCT034 genotype	UDAP439 genotype	UDP97-402 genotype	ApMADS1 genotype	pchgms40 genotype	הזן
BB	DD	AF	BB	CC	P.A.660-161
AB	CD	AE	BF	BC	Tarog
BB	CD	AF	BI	CC	A.1740
AB	DD	DD	AB	CC	Louzi Maker
AB	DD	AF	BM	CC	Canino
AB	DD	AF	BM	CC	Precoce de Boulbon
AB	BD	DD	BL	BC	27ED101

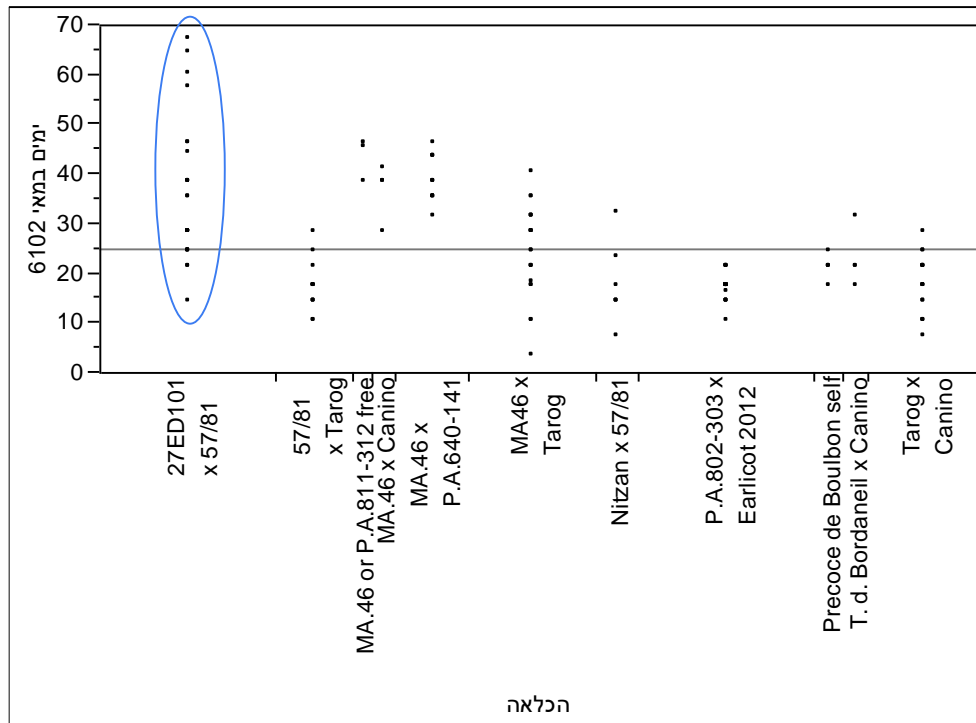
ב.3. סמנים לעמידות למחלת השרקה

ב-2013 התגלה בארץ וירוס ה-PPV הגורם למחלה הקטלנית שרקה והדבר חייב התייחסות גם בתכנית ההשבחה. לאור זאת פיתחנו שלושה סמנים המדווחים בספרות כסמנים לעמידות לוירוס (טבלה 2). באוסף המשמש בנוה יער קיימים רק שני זנים ('Stella', 'Early orange') המדווחים בספרות כעמידים לוירוס השרקה. כמו כן, קיימים שני מכלואים שנעשו עם אבקה של זן עמיד. כיום לא ניתן לערוך סריקה לעמידות לוירוס בישראל, כך שהמטרה היתה לפתח סמנים שיהיו זמינים כשנצטרך. בסמנים Gol029, Gol061 ו-PGS1.21 זיהינו אללים שקיימים רק בזנים העמידים.

ב.4. בדיקות סמנים גנטיים האחוזים לתכונות של מועד הבשלה וד"ק במכלואים ובאוקלוסייה מתפצלת

הסמנים שנבחרו לסריקה של מכלואים על פי התאחיזה באוסף הם: Pchgms40 (אלל C), ApMADS1 (אלל B), UDAP439 (אלל D), CPDCT34 (אלל B), UDP97-402 (אלל B) (טבלה 3). במהלך 2012 נבדקו 48 זריעים, שנשתלו ב-2010, בשלושה מהסמנים; Pchgms40, ApMADS1 ו-CPCDT034. זריעים אלה נבחרו לסריקה ראשונית כי ההורה האימהי שלהם הוא הטרזיגוט בסמנים אלה. תוצאות סריקת הסמנים בצאצאי 'Pelese di Giovanello' ו-'Rouge de Rivesaltes' מראות התפלגות צפויה של האללים בצאצאים. המכלוא 62/54 נושא את הרכב האללים שעשוי להעיד שצמח זה יהיה עם ד"ק נמוכות והבשלה מאוחרת, אך לאורך השנים לא נמצא תואם את ההשערה. מבין כלל אוכלוסיות המכלוא שנעשו, נבחרה אוכלוסיית F1 (27ED101 x 57/81), המונה 36 צמחים, להמשך עבודה על הקשר בין התכונות מועד הבשלה וד"ק. אוכלוסייה זו נבחרה כי יש בה שונות במועד ההבשלה, מעצים שהפרי מבשיל באמצע מאי ועד כאלה המבשילים ביולי (איור 2), יחד עם זאת אין קורלציה ($r=0.01$) בין מימוש פוטנציאל הפריחה (מדד לד"ק) למועד ההבשלה. האוכלוסייה נסרקה עם 5 סמני SSR האחוזים לד"ק ו/או מועד הבשלה באוסף זני המשמש. הסמנים UDP97-402 ו-UDAP439 נמצאו במבחן Wilcoxon/Kruskal-Wallis Tests Rank Sums בתאחיזה ($p < 0.05$) למועד הבשלה. שני הסמנים נמצאים בקבוצת תאחיזה G4 קרוב לאזור שבו נמצאת התכונה LB בשקד. בשאר התכונות, כולל יבול, אין תאחיזה לסמנים אלה. סריקה עם סמנים אלה עשויה לשער מועד הבשלה של שתילים עתידיים במכלואים עם רקע גנטי דומה. הסמן Pchgms40 נמצא בתאחיזה למועד הפריחה ב-2016 אך לא לשאר התכונות. באוכלוסייה זו לא קיים מתאם בין מועד פריחה ומועד הבשלה. כמו כן, לא נמצא סמן לד"ק (נמדד ע"י מימוש פוטנציאל הפריחה) באוכלוסייה שנבדקה.

עקב מיעוט מנות הקור במהלך החורף במשך רב שנות המחקר נתקלנו בקשיים רבים בהקמת אוכלוסיות מכלוא גדולות מספיק שיאפשרו לנו פיתוח סמנים קרובים יותר לתכונות שחיפשו ואת האפשרות להפריד בין התכונות במובהקות יותר גבוהה ובהרכבים שונים של מכלואים.



איור 2. התפלגות מועד ההבשלה באוכלוסיות מכלוא של משמש. מועד ההבשלה מיוצג כמספר הימים מהראשון במאי. צמחי המכלוא נשתלו בשנת 2013 ונבדקו בשנת 2016. האוכלוסייה שנבחרה מסומנת בכחול.

ג. הנבטת זרעי המכלוא וניסוי הנבטה עם GA3

הגלעינים מפירות המכלוא נאספו במועד ההבשלה של הפרי. הם נוקו ויובשו ועוד במהלך הקיץ, לפני כניסתם לתרדמה, הונבטו במטרה לטעת אותם בשדה בחורף העוקב. הליך כזה חוסך שנת גידול. אחת הבעיות שהתמודדנו איתם בתהליך ההשבחה היא אחוזי נביטה נמוכים במכלואים מסוימים. דוגמא לכך הם מכלואים עם הזן 'נטף' (מכלוא 57/66) כהורה. זהו זן חדש עם הרבה תכונות רצויות, שאנחנו מעוניינים להשתמש בו בתכנית הכלאות. ידוע מהספרות שטיפול בג'יברלין GA3 (Berlex) ופיצוח הגלעין שיפרו את אחוזי הנביטה בדובדבן 'מהלב' (Pipinis et al. 2012). נבדקה ההשפעה של צירופים שונים של ארבעה טיפולים על אחוז הנביטה: 1. משך זמן ההכמנה הלחה בקור, 2. הכמנה עם GA3 בריכוזים שונים, 3. פיצוח הגלעין לפני ההכמנה, 4. קילוף הקליפה הדקה החומה שעוטפת את הגלעין (טבלה 5). כל הגלעינים בבדיקה היו של הזן 'נטף' (מכלוא 57/66). הכמנה החלה ב-22/6/2015.

טבלה 5. פירוט הטיפולים ואחוז הנביטה בניסוי ההנבטה:
ריכוז GA3, משך זמן ההכמנה בקירור, פיצוח וקילוף הגלעינים

טיפול	משך ההכמנה (שבועות)	ריכוז GA3 (ppm)	פיצוח	נביטה (%)
בקורת	8	0	-	10
1	8	0	+	48
2	8	0	+ וקילוף	95
3	8	500	-	71
4	8	1,000	-	64
5	8	1,000	+	98
6	11	0	-	21
7	11	500	-	79
8	11	1,000	-	95

כצפוי בטיפול הביקורת ללא GA3 אחוזי הנביטה היו מאד נמוכים, 10% נביטה לאחר 8 שבועות בהכמנה ו-21% נביטה לאחר 11 שבועות בהכמנה. גלעינים מפוצחים ללא GA3 נבטו 48%, הנביטה התחילה לאחר 7 שבועות בקירור והמשיכה לאחר הוצאה מקירור. תוספת GA3 למצע ההנבטה העלתה מאד את אחוזי הנביטה, הנביטה היתה מאד אחידה והנבטים נראו חזקים. פיצוח הגלעין וקילופו העלה את אחוזי הנביטה ל-95% (טבלה 5). משך זמן ההכמנה נראה כתורם לאחוזי נביטה גבוהים, יחד עם זאת כל הנביטה היתה במהלך ההכמנה מהשבוע השביעי ועד השבוע העשירי. לסיכום, נראה כי פיצוח הגלעינים והמשך טיפול עם GA3 1,000 ppm נותן את תוצאות הנביטה הגבוהות והאחידות ביותר. במכלואים חשובים במיוחד מומלץ להנביט בשיטה זו. מכלואים אחרים ניתן להנביט גלעינים (ללא פיצוח) עם GA3 1,000 ppm למשך 11-12 שבועות.

לאחר הנביטה הנבטים הועברו לעציצים עם מצע גידול בסככת צל. השתילים סבלו מאכילות של מזיקים למרות שכוסו ברשת ומנגיעות גבוהה כנראה של פטריה. לא נצפה הבדל משמעותי ברגישות של מכלואים שונים ואין הבדל ברגישות ובנגיעות בין הנבטים שטופלו ב-GA3 לבין אלה שלא טופלו. על מנת למנוע פגיעה של פטריות, השתילים הושקו ורוסו עם פונגיצידיים במהלך תקופת הגידול בעציצים, פעולה שצמצמה את הנזק.

ג. בחינה ובירור של המכלואים

בנוה יער חלקות של זריעי מכלוא מנטיעת 2001-2018. מספר זריעי המכלוא שעדיין בהערכה בסיום תכנית מחקר זו מפורט בטבלה 6.

טבלה 6. פרוט מספר זריעי המכלוא על פי שנת נטיעתם
בחלקות ההשבחה של המשמש בנוה יער ב-2019

שנת נטיעה	מספר זריעים	סטטוס
2001-2015	25	דילול למעניינים ומצטיינים
2016	149	דילול ראשוני
2017	633	בדיקה שנה 1
2018	57	לא נבדקו עדין
סה"כ	864	בחינה נמשכת

מדי שנה נעשתה הערכה של כל זריעי המכלוא שהניבו: לפני הקטיף נקבע עומס הפרי לפי הערכה ויזואלית. לאורך כל תקופת ההבשלה עברנו בכל המטע פעמיים בשבוע ונבדקו כל הזריעים שפריים הבשיל. בכל מעבר צוינו זריעים שנפסלו עקב פרי פסול למאכל או למסחר ושאינו מעניין כתוצר לתכנית מחקר השבחה זו. מזריעים, שנראו בעלי עניין כלשהו בעת המעבר במטע, נלקחו מדגמי פרי למעבדה לבדיקה נוספת. במדגמים אלה תועדו הפרמטרים הבאים: תאריך קטיף, גודל ומשקל הפרי, אחוז הסוכר לפי מדידה בפרקטומטר (כמ"מ), טעם הפרי (הערכה ותאור), ארומה, מוצקות הפרי, צורת הפרי, עוקץ הפרי, התפר, סימטריה, צבע הקליפה (הרקע והלחי), אחוז הלחי, צבע ציפה, המרקם, עסיסיות הפרי, צמידות הגלעין ופגמים בפרי. נערכו גם בדיקות פרי אחרי מדף למכלואים מעניינים. כמו כן, ניתנו הערכות ייחודיות לבעיות או תופעות יוצאי דופן. בתום העונה נעשתה הערכה פרטנית לכל זריעי המכלוא שנבדקו, שהתחשבה בנתוני התעוררות, פוריות, מועד הבשלה, איכות הפרי וכל הערה שנרשמה על הזריע. זריעי המכלוא מוינו לפי המדדים השונים ומכלל המכלואים צוינו כל הטיפוסים בעלי הערכה כוללת בינונית ומעלה.

לאחר סכום כל עונה נבדקו ביצועי כל זריע לאורך השנים. זנים שקבלו ציון נמוך או לא הניבו לאורך שנים נפסלו ונעקרו. זנים בעלי הערכה כוללת גבוהה במשך מספר שנים נותרו להמשך מעקב. מכלואים שהצטיינו באופן עקבי הורכבו על כנת מריאנה M.2624 וניטעו בחלקת המכלואים המצטיינים. חלקה "חצי מסחרית" עם ארבעה עצים למכלוא במרווח 4.5x3.0 מטר, בתנאי גידול טובים יותר, לצורך בחינת ביטוי הפוטנציאל המסחרי שלהם.

הפרויקט הנוכחי הוא המשך של פרויקט השבחה ארוך ובתחילתו כבר היו מכלואים בחלקה. בחלקה ניטעו גם הזנים שנרשמו בעבר מתכנית ההשבחה של מינהל המחקר החקלאי 'תרוג', 'ניצן' ו'דניאל' והזן המסחרי 'קנינו' כרפרנטים. מתחילת התכנית הנוכחית עד לסיומה נמצאו 33 מכלואים ראויים להבחן בחלקה זו בנוסף על אלה שהיו בה, חלקם נפסלו. בסכום עונת 2019 הוחלט להעביר עוד 2 מכלואים ממטע הברור לחלקת המעניינים (77/58, 72/84) אלה יורכבו בחורף 2019-20. בטבלה 7 מובאים נתוני המכלואים הללו עד שנת 2019 ונתוניהם של המכלואים המעניינים שהועברו אליה (ולא נפסלו בתום 2019) אך עדיין לא הניבו כפי שסוכמו בחלקת הברור.

בחלקת המכלואים המצטיינים נותרו בסכום עונת 2019 18 מכלואים למבחן בהשוואה לזן 'קנינו'. ביניהם הזן 'דניאל', שכבר נטוע במטעים מסחריים, והזנים החדשים 'נוף' ו'נטף', שמוסחרו והחלה נטיעה מסחרית שלהם. רב המכלואים במטע עדיין לא הניבו. נתוני המכלואים שהניבו בשנת 2019 מובאים בטבלה 8.

טבלה 7. איכות הפרי של מכלואי משמש שנבחרו להמשך בחינה ועדיין לא הניבו בחלקת המעניינים
בנוה יער (ממוצע עד שנת 2019)

הזן	תאריך קטיף	ימים ביחס לקנינו	משקל פרי גרם	כמ"מ %	טעם 1-5	ארומה 0-5	מראה וצבע 1-5	מוצקות 1-5	צמידות גלעין	חיי מדף
63/71	27/4	-34	23.2	13.1	4.1	3.8	4.2	4.7	חופשי	טובים
75/47	29/4	-32	29.7	12.3	3.7	0.8	4.3	4.5	חופשי	בינוניים
65/80	4/5	-28	25.5	14.0	3.9	2.8	4.1	4.9	חופשי	די טובים
77/58	5/5	-27	30.5	14.2	3.9	1.6	4.2	4.9	חופשי	טובים
75/24	11/5	-21	24.2	14.2	4.2	3.1	4.4	4.9	חופשי	די טובים
74/85	14/5	-18	39.3	13.2	4.1	2.0	4.4	4.9	חופשי	טובים
74/64	18/5	-14	60.5	14.6	4.2	1.1	4.5	4.9	חופשי	בינוניים
72/41	21/5	-11	41.7	17.4	4.3	1.8	4.5	4.9	דבוק	בינוניים
75/28	22/5	-10	39.7	16.7	4.1	3.0	4.4	4.9	חופשי	בינוניים
71/64	7/6	+7	40.2	17.5	4.1	0.0	4.4	4.9	דבוק	טובים
72/84	13/6	+13	44.9	18.6	4.3	4.1	4.4	4.9	חופשי	די טובים
71/13	19/6	+19	35.0	18.5	4.3	2.3	4.4	4.9	חופשי	טובים
71/27	2/7	+31	43.8	18.2	4.3	1.9	4.0	4.9	דבוק חלקית	טובים

מקרא: 5 – טוב ביותר; 1 – גרוע. מועד ההבשלה הממוצע של 'קנינו' בנוה יער הוא 1/6.

טבלה 8. איכות הפרי של מכלואי משמש מצטיינים בנוה יער בממוצע עד שנת 2019

הזן	תאריך קטיף	ימים ביחס לקנינו	משקל פרי גרם	כמ"מ %	טעם 1-5	ארומה 0-5	מראה וצבע 1-5	מוצקות 1-5	צמידות גלעין	חיי מדף
דניאל	5/5	-24	37.4	12.1	4.2	2.6	4.2	4.9	חופשי	טובים
59/67	5/5	-26	22.1	15.9	4.1	3.4	4.4	4.7	חופשי	טובים
63/68	6/5	-25	39.9	11.8	3.5	0.0	4.4	4.8	חופשי	טובים
65/79	6/5	-25	49.4	12.1	4.0	4.2	4.4	4.9	חופשי	טובים
59/115	8/5	-23	34.8	14.6	4.2	2.4	4.4	4.7	חופשי	בינוניים
נוף	23/5	-7	50.6	14.7	4.1	0.6	4.2	4.8	חופשי	בינוניים
קנינו	29/5	0	51.1	14.2	4.0	0.3	4.1	4.9	חופשי	טובים
נטף	31/5	+1	38.1	16.4	4.5	3.1	4.6	4.9	צמוד	טובים

מקרא: 5 – טוב ביותר; 1 – גרוע. מועד ההבשלה הממוצע של 'קנינו' בנוה יער הוא 1/6.

שני זנים נרשמו ומוסחרו מתכנית השבחה זו ורישומם של זן שלישי יחל בימים אלה (איור 3). הזן 'נוף' בעל עץ פורה, פרי גדול ומושך המבשיל בסוף מאי והזן 'נטף' בעל ד"ק נמוכות, עץ פורה, פרי בעל לחי גדולה אדומה יפה, מתוק עם מעט ארומה וחיי מדף טובים המבשיל בסוף מאי. שני הזנים מוסחרו באמצעות "קידום" ומופצים לחקלאים על ידי משתלות זכייניות. בבחינה מסחרית ראשונית ומצומצמת אצל חקלאים, תחת הסכם מבחן ואי הפצה, הודגמה איכות טובה ובעקבות זאת הזנים מוסחרו. עדיין אין תשובות לכל השאלות הגידוליות באזורי הארץ השונים לגבי היבול ואיכות הפרי ותכונות נוספות בעלות ערך מסחרי כדוגמת חיי מדף, סדירות יבול, מפרים מתאימים ועוד. המכלוא המאד בכיר 59/67 מוגש לרישום בזכות צבע כתום יפה ועד 50% לחי אדומה ופוריות גבוהה (איור 3).



איור 3. תוצרי תכנית ההשבחה: הזנים 'נוף' ו'נטף' והמכלוא לרישום כזן 59/67

דיון (מסקנות והשלכות על המשך המחקר)

העבודה התבצעה בשלושה חלקים:

1. הכלאות בין זנים, שעיקרן הכלאות בין טיפוסים אפילים לבין טיפוסים עם ד"ק נמוכות, להקמת אוכלוסיות ומקור לבירור זנים חדשים בעלי תכונות מבוקשות. במהלך הפרויקט נעשו מעל 30,000 הכלאות של מעל 280 צירופים ונבדקו כ-3,700 שתילים. ההכלאות בוצעו על בסיס ההשערה הראשונית שקיים צימוד בין דרישות הקור במשמש למועד ההבשלה, וזו עדיין עומדת למבחן. לצערנו בשל שינויי מזג האוויר בשנים האחרונות לא קיבלנו אוכלוסיות מתפצלות מספיק גדולות לאיתור רקומביננטים שמאפשרים את האבחנה בצורה מובהקת. פרסום הגנום של מין המשמש *Prunus mume* עשוי לאפשר לבצע אבחון מסוג זה באוסף הזנים הרחב שבידינו. התוצאות עד כה מראות שבדרך כלל יש צימוד בין דרישות הקור למועד ההבשלה.
2. חיפוש סמנים בתוך אוסף זני המשמש, בכדי לראות האם מי מהסמנים שפתחנו נותן מתאם טוב לד"ק ולמועד פריחה. סריקה עם סמנים לחיפוש תאחיזה מהימנה לתכונה דורשת אוכלוסיות מתפצלות שלא ניתן היה לבסס בגלל בעיות בקבלת מכלואים. עד כה אותרו חמישה סמנים לד"ק ומועד הבשלה (ראה תוצאות וטבלה 2). הסיבה לכך שלא נעשה שימוש בסמנים היא שבגלל המספרים המועטים יחסית של מכלואי המשמש לא היה הגיון להשתמש בסמנים מתוך חשש להפסיד טיפוסים חשובים. בסמנים Gol029, Gol061 ו-PGS1.21 שפותחו לאבחון עמידות למחלת השרקה זיהינו אללים שקיימים רק בזנים העמידים.
3. בירור מכלואים מהשבחה קודמת ומהפרויקט הנוכחי לאיתור מכלואים ראויים להיות זנים מסחריים. התהליך מההכלאה עד לרישום זן משמש לוקח כ-10 עד 15 שנים. נרשמו לזכויות מטפחים הזנים 'נוף' ו'נטף', זני אמצע עונה, פרי יפה וטעים בעלי פוטנציאל תחרות עם הזן המסחרי 'קנינו'. שני הזנים מוסחרו באמצעות "קידום" ומופצים לחקלאים באמצעות משתלות שזכו במכרז. אותר מכלוא בכיר מאד שרישמו לזכויות מטפחים יחל בימים אלה. שלושת הזנים שבוררו לרישום בתכנית השבחה זו הוכלאו בשנים 2000, 2002 ו-2006, כלומר לפני תחילת מימון התכנית הנוכחית. בתום תכנית זו נמצאים במעקב "חצי מסחרי" בחלקת המכלואים המצטיינים 20 מכלואים מעניינים. המשך הבירור של המכלואים שעדיין נותרו במטע ההשבחה שניטע במסגרת שנות מחקר אלה עשוי להביא לרישום זן או שניים נוספים.

יש קשיים מרובים להקים אוכלוסיות מכלוא בישראל אולם ישראל היא אחת המדינות הטובות ביותר לאתר זנים אפילים בעלי ד"ק נמוכות, וזאת דווקא בשל השינויים הדרמטיים באקלים של ישראל בשנים האחרונות. בהתאם לכך יש בידינו עשות מכלואים שעדיין נמצאים בבירור שהם תוצרי הכלאות של טיפוסים בעלי ד"ק נמוכות עם טיפוסים אפילים שנמצאו פוריים בתנאי האקלים של עמק יזרעאל. דוגמא לטיפוסים מעניינים שכבר אותרו, אולם הפוטנציאל המסחרי שלהם לא הוערך עדיין הם 71/13 ו-71/27 בעלי פרי איכותי שמבשילים שלושה וארבעה שבועות אחרי 'קנינו' בהתאמה (טבלה 7).

מוקדם לדבר על אפשרויות השימוש במידע מתכנית ההשבחה לגבי מינים אחרים של גלעיניים, אך פרסום הגנומים של מיני וורדניים רבים ייעל מאוד את איתור הסמנים לתכונות חשובות. מבחינת עבודה זו מדובר במיוחד על תכונות הקשורות בהתמודדות עם שינויי אקלים.

פרסומים מדעיים שנבעו מהמחקר

- הולנד ד. וחוב' (2012). טיפוח שקד, משמש ורימון. הרצאה. ראש פינה, מו"פ צפון, דצמבר 2012.
- הולנד ד., בר-יעקב ע., חטיב כ. (2013). השבחה במשמש: פיתוח זנים עמידים לאקלים הישראלי, גדולים, יפים וטעימים. עלון הנוטע, 67(4):42-44.
- הולנד ד. (2013). התמודדות עם ה-PPV: זני משמש עמידים ל-Plum Pox Virus, נגיף הגורם למחלת השרקה בגלעיניים. עלון הנוטע, 67(6):48-49.
- דבי-נאור ד., קינן ד. (2016). נטף. זן משמש. המועצה לזכויות מטפחים, מדינת ישראל, מספר רישום 3459.
- דבי-נאור ד., קינן ד. (2016). נוף. זן משמש. המועצה לזכויות מטפחים, מדינת ישראל, מספר רישום 3460.
- הולנד ד. וחוב' (2017). Deciduous fruit trees improvement. הרצאה. "קידום", מנהל המחקר החקלאי, יוני 2017.
- הולנד ד. וחוב' (2018). טיפוח נשירים מוקדמים והתאמתם ליצוא. הרצאה. ועדת ברקנטל לחידוש תכניות ההשבחה, מנהלת שה"ם, משרד החקלאות, בית דגן, פברואר 2018.
- מידע הועבר באופן שוטף לממ"ר גלעיניים בשה"ם, משרד החקלאות.
- Trainin T., Bar-Yaakov I. and Holland D. (2012). ParSOC1, a MADS-box gene closely related to Arabidopsis AGL20/SOC1, is expressed in apricot leaves in a diurnal manner and is linked with chilling requirements for dormancy break. *Tree Genetics and Genomes*. Accepted for publication.
- Trainin T., Bar-Ya'akov I., Harel-Beja R. and Holland D. (2013). The genetic components involved in sensing chilling requirements in apricot (*Prunus armeniaca* L.). The 5th International Plant Dormancy Symposium, Auckland, New Zealand, Nov. 4-7, Abstract and programme book:50.
- Trainin T., Bar-Ya'akov I. and Holland D. (2014). The genetic components involved in sensing chilling requirements in apricot. In: Anderson J.V. (ed.) *Advances in Plant Dormancy*, Springer International Publishing, AG Cham, (ZG) Switzerland:159-168. doi.10.1007/978-3-319-14451-1_9
- Trainin T., Bar-Ya'akov I. and Holland D. (2015). The genetic components involved in sensing chilling requirements in apricot. In: Anderson J.V. (ed.) *Advances in Plant Dormancy*, Springer International Publishing, AG Cham, (ZG) Switzerland: 159-178.

Dirlewanger E., Quero-García J., Le Dantec L., Lambert P., Ruiz D., Dondini L., Illa E., Quilot-Turion B., Audergon J.M., Tartarini S., Letourmy P., Arús P. Comparison of the genetic determinism of two key phenological traits, flowering and maturity dates, in three *Prunus* species: peach, apricot and sweet cherry. *Heredity* (2012) 109, 280–292

Pipinis E., Milios E., Mavrokordopoulou O., Gkanatsiou C., Aslanidou M., Smiris P. (2012). Effect of pretreatments on seed germination of *Prunus mahaleb* L. *Not. Bot. Horti Agrobo.* 40(2):183-189.

Trainin T., Zohar M., Shimoni-Shor E., Doron-Faigenboim A., Bar-Ya'akov I., Hatib K., Sela N., Holland D., Isaacson T. (2016). A Unique haplotype found in apple accessions exhibiting early bud-break could serve as a marker for breeding apples with low chilling requirements. *Mol Breeding*, 36:158-170. doi:10.1007/s11032-016-0575-7

סיכום דו"ח ל-2018:

1. **אנא פרט מהם הניסויים שנעשו תוך השוואה לתכנית העבודה המתוכננת והתאמתם למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה.**

עיקר הניסויים היו הכלאות שביצענו בין זנים מאוחרים לזנים מוקדמים. במקביל ניסינו לפתח סמנים גנטיים שיאפשרו לנו לזהות מראש טיפוסים משמש מאוחרים. למרות הדגש על זנים מאוחרים גם פיתחנו באמצעות הכלאות זנים מוקדמים. בחלק מהמקרים השתמשנו גם בהכלאות פתוחות של כעשרים זנים מהאוסף בכדי לראות את טווח השונות שמתקבלת מזריעים של טיפוסים אלה.

2. **מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח?**

בוצעו הכלאות והשתמשנו בסמנים גנטיים לאיתור טיפוסים משמש. הצלחנו לפתח טיפוסים משמש מצטיינים מאוחרים יחסית שבאים יחד או אחרי הקנינו ורשמנו אותם. העברנו טיפוסים משמש אלה לבחינה אצל מגדלים ולמו"פ צפון. יצרנו טיפוסים ביניים אשר עשויים לשמש בהמשך כמתאימים להכלאות.

3. **בעקבות הניסויים שנעשו, אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן.**

הצלחנו לאתר זנים יחסית מאוחרים לרשום אותם ולהתחיל מבחנים מסחריים. יצרנו זני ביניים אשר יוכלו בעתיד לשמש כחומר גנטי איכותי להמשך השבחה בכיוון משמש מאוחר.

4. **בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות**

(סעיפים IV VI-)ומהם הקריטריונים שפורטו בהצעה המקיפה כבוחן להצלחת המחקר אכן הושגו

הצלחנו לבצע את כל הניסויים שתוכננו להתבצע וכל אבני הדרך התממשו. הקריטריונים להצלחת המחקר הם האם נרשמו זנים והאם יש טיפוסים משמש בעלי פוטנציאל מסחרי לשימוש חקלאי? אני חושב שבקריטריונים המחמירים הללו ובאבני הדרך מבחינת ביצוע העבודה עמדנו.

5. **מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו בעתיד?**

המסקנות המדעיות מהדוח הן שיש צורך בטווח רחב של חומר גנטי מאוחר להצלחת הפרויקט. יצרנו חומר גנטי כזה באמצעות הכלאות של זנים מעוטי דרישות קור עם זנים בעלי דרישות קור גבוהות. חומר זה עדין לא מומש במלואו מבחינת הפוטנציאל ההשבחתי שלו.

6. **מהן הבעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ומה**

אמורה להיות ההתייחסות בהמשך?

יש להמשיך ולקדם את ההשבחה ולנסות להאריך את מועד ההבשלה. עדין אין משמש איכותי מאוחר מאד. יש לבחון האם ניתן לקבלו באמצעות הכלאות בין מיניות עם שזיף ושקד. יש להמשיך ולפתח סמנים חדשים באמצעות ריצופים גנטיים והשוואת גנומים של טיפוסים משמש השונים ביניהם במועדי ההבשלה. יש לפתח זנים שמסוגלים לעמוד בתנאי אקלים עם טמפרטורה גבוהה בזמן החנטה.

7. הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב, פטנטים, הרצאות וימי עיון (ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מדעי).

עשינו כל מאמץ אפשרי להפיץ את הידע שרכשנו באמצעות כתיבת מאמרים באנגלית ובעברית. כמו כן אנו בקשר ישיר עם מגדלים ומדווחים להם באופן שוטף לגבי ההצלחות והכשלונות. חלק מהחומר שייצרנו נמצא אצל חקלאים תחת הסכם. נעשה מאמץ לא מספיק חזק למצוא זכיינים שיבחנו את החומר שייצרנו אצל מגדלים בחו"ל.

8. פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח * ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) * חסוי – לא לפרסום (לצרף מכתב הסבר).

9. האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? לא