

דו"ח לתכנית מחקר מספר 203-0856-18

שנת מחקר 10 מתוך 10 שנים (דצמבר 2019)

פיתוח מותגים חדשים של זני רימון בעלי כושר תחרות מסחרי גבוה בארץ ובעולם

Development of new competitive pomegranate brand name

with high commercial value in Israel

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
רון פורת, טכנולוגיה ואחסון, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

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

Ron Porat, Postharvest Storage, Postharvest Science of Fresh Produce, A.R.O., The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250. rporat@volcani.agri.gov.il

תקציר

הצגת הבעיה: ענף הרימון בישראל מבוסס ברובו על יצוא, אולם לרימון הישראלי תחרות בשווקי העולם. בכדי להתמודד בהצלחה, הפרי צריך להגיע לשוק בזמן המתאים ובאיכות טובה. אחת הדרכים להשיג זאת היא פיתוח זני עלית. מטרת המחקר: 1. פיתוח זני רימון חדשים בעלי טווח הבשלה רחב, מראה מצודד, איכות פרי גבוהה וכושר אחסון ממושך. 2. פיתוח מותג רימון בעל מראה וגודל אחיד, הניתן לשיווק מאוגוסט עד נובמבר. 3. רישום הזנים והמותגים ומסחורם בארץ ובעולם. שיטות העבודה: הכלאות מכוונות בין זנים ומכלואים מאוחרים בעלי תכונות טובות עם טיפוסים שמבשילים מוקדם. בשנים האחרונות של תכנית המחקר שילבנו שימוש בסמנים שפיתחנו לתכונות חקלאיות רצויות. תוצאות עיקריות לתקופת הדו"ח: 1. המכלוא "קידום". זהו זן בכיר מאד, הרוכש צבע אדום בולט ובעל טעם מתוק. 2. המכלוא 2/24(5) נרשם לזכויות מטפחים כזן 'נטע-ני' והתחיל מסחור באמצעות משתלה זכיינית לאחר מכרז באמצעות "קידום". זהו זן בכיר מאד, הרוכש צבע אדום בולט ובעל טעם מתוק. 2. המכלוא 2/24(5) נרשם לזכויות מטפחים כזן 'אופק', זן ננסי בעל פירות בצבע סגול כהה מאד ומיועד לצרכי נוי. 3. הוקמו אוכלוסיות לצורכי

השבחה ולימוד גנטי שמטרתו שיפור תכנית ההכלאות. 4. אותרו מכלואים בעלי איכות פרי טובה בטווח מועדי הבשלה, שהועברו לבחינה נוספת בחלקת המעניינים לקראת החלטה לגביהם. בין המכלואים החדשים נמצאים טיפוסים דמויי 'וונדרפול' בעלי זרע רך ומועד הבשלה מוקדם יותר או מאוחר יותר מהזן 'וונדרפול'. 5. נבדק כושר האחסון בקירור של מכלואים מעניינים ואותרו מכלואים בעלי כושר אחסון טוב. מסקנות והמלצות: הצלחנו להרחיב את עונת ההבשלה באמצעות ייצור של זן מקדים יותר מהקיים ובבחינה נמצאים בירורים בעלי פרי איכותי המבשילים מתחילת אוגוסט עד תחילת נובמבר. יש להמשיך ולפתח מותג 'וונדרפול' הכולל זנים דמויי 'וונדרפול' מוקדמים ומאוחרים, טעימים, בעלי גרגר אדום, כושר אחסון טוב וזרעים רכים.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדו"ח המדעי

1. ד"ר יעקב תדמור
2. ד"ר חמוטל בורוכוב. מו"פ ערבה דרומית
3. ד"ר ארנון דג

הצהרת החוקר הראשי

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים. הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא.

 חתימת החוקר

תוכן עניינים

מבוא	3
מטרות המחקר	4
פירוט עיקרי הניסוי ותוצאות המחקר	4
הקמת אוכלוסיות להשבחה ולמחקר גנטי	4
בירור המכלואים	5
ברור צמחים על ידי סמנים מולקולריים	10
בחינת כושר ההשתמרות בקירור של מכלואי רימון מעניינים	10
דיון (מסקנות והשלכות על המשך המחקר)	14
פרסומים מדעיים שנבעו מהמחקר	15
רשימת ספרות מצוטטת	19

מבוא (רקע מדעי ומטרות המחקר)

צמח הרימון (*Punica granatum* L.) ידוע בתרבויות של המזרח התיכון, מרכז ומזרח אסיה כצמח בעל תכונות רפואיות מגוונות. מחקרים מודרניים מראים על תכולה גבוהה של חומרים אנטיאוקסידטיביים הנמצאים בחלקי הפרי השונים, המגנים בפני מחלות קרדיווסקולריות, מחלות סרטניות מסוימות וכן בפני מיקרואורגניזמים ומחלות וירליות (Seeram, 2006). ממצאים אלה הובילו להתעניינות מוגברת בפירות הרימון, בארץ ובעולם, שבאה לידי ביטוי בעלייה דרמטית בביקוש לפרי ולמוצריו. בישראל יש מגוון של זני רימון, הנושאים פירות איכותיים, צבעוניים, מוקדמים ומאוחרים ובעלי זרע רך. כמו כן, פותחו מכונות לפריטת גרגרים ולסחיטה של הפרי. כל חלקיו של פרי הרימון הם ברי שימוש לאדם, החל מהגרגרים וכלה בקליפה ובזרעים. מגוון השימושים בפרי רחב מאד וכולל צריכה כפרי טרי, מיץ, גרגרים פרוטים, רפואה וקוסמטיקה. הרימון גדל בישראל מימי קדם והוא מותאם היטב לגידול בתנאי הארץ. לפיכך, יש יתרון גדול בפיתוח הענף בישראל ולייצור זנים איכותיים יותר ומותאמים לדרישות השונות של הצרכנים בארץ ובעולם. היקף מטעי הרימון בארץ ב-2018 הוערך בכ-20,000 דונם, כ-90% נושאי פרי והיבול כ-50,000 טונות (מידע מי. קוסטו, שה"ם). בארבע השנים האחרונות הנטיעה הואטה ועיקרה החלפת חלקות קיימות ואף נעקרו חלקות עקב ירידת רווחיות, בגלל תחרות ממדינות אחרות וירידה בצריכה. בנוה יער אוסף זני רימון גדול, שמתרחב מדי שנה ומשמש מאגר גם לצרכי תכנית ההשבחה שהחלה כבר ב-2003 לפני תכנית מחקר זו. התכונות המבוקשות ברימון הן טווח הבשלה רחב, צבע חיצוני ופנימי אדום חזק, יכולת אחסון ממושכת בתנאי קירור, זרע רך ועמידות טבעית למחלות ומזיקים. עבודת הפיתוח של זני רימון בנוה יער התבססה על הכלאות בין זנים בעלי תכונות מבוקשות וגידול צפוף של הזרעים בחלקות ההשבחה. בנוסף נעשה שימוש בטכניקות זיהוי כימיות שתכליתן זיהוי מרכיבים כימיים בעלי חשיבות מסחרית וטכניקות מולקולאריות לזיהוי תכונות באמצעות סמנים מולקולריים. הטכניקות הללו הוכיחו שונות רבה בין הזנים בתכולת החומרים ותלות של תכולתה זו בתנאי הגידול (Tzulker et al., 2007; Shwartz et al., 2009a; Shwartz et al., 2009b; Borochoy et al., 2009). כמו כן נצפתה שונות גנטית בתכונות של איכות הפרי. המקור של חלק ניכר מהזנים המסחריים שמגדלים בישראל, בהם P.G.128-29 המכונה 'עכו', P.G.100-1 טיפוס 'וונדרפול', 'שני-יונאי' ו'עמק' הוא בעבודות בירור והשבחה שנעשו בנוה יער. ההשבחה בנוה יער הניבה עד תחילת תכנית מחקר זו שלושה זנים שנרשמו לזכויות מטפחים ונמצאים בשלבי מסחר שונים בארץ ובעולם: 'שני-יונאי', 'כאמל' ו'עמק'. זנים חדשים מחייבים המשך בחינה בנושאים רבים, כמו התאמה לגידול אינטנסיבי באזורים שונים, לאיסום ממושך בתנאי קירור ולפריטה, בחינת איכויות המיץ וכן אספקטים רפואיים וכימיים. בזני הנוי מושם דגש על הריבוי וכן על גידול ושיווק בעציצים. עם השנים התברר, שמגוון הזנים הרב מבלבל את הצרכנים ושיש מקום להתמקד בפיתוח של מותג אחיד ככל האפשר של רימון, אשר ניתן יהיה לשווקו לאורך תקופה ארוכה ככל האפשר. המראה, הגודל, הטעם וכושר האחסון של זנים דמויי 'וונדרפול' הם בעלי פוטנציאל המכירה הטוב ביותר. בתחילת התכנית היו ידועים מספר טיפוסים 'וונדרפול' אולם לכולם מועד הבשלה מאוחר (אוקטובר) וזרע מעט קשה. עונת הבשלה מביאה אותם לשווקים בחו"ל בתקופה של תחרות קשה עם רימונים מאירן ומטורקיה, ומאלץ את החקלאים לקטוף בעונה הגשומה, אשר פוגעת בפרי. לפיכך פיתוח של זנים, הנראים כמו 'וונדרפול', שהם מוקדמים, צבעוניים,

בעלי זרע רך ובעלי כושר אחסון גבוה, יכול להביא ליצירת מותג חדש בעל פוטנציאל כלכלי גדול מאד, אשר יאפשר להתמודד בהצלחה בשווקים בחו"ל.

לימוד יתרונותיהם היחסיים של הזנים החדשים, במקביל להמשך פיתוח זנים טובים יותר הם תכליתה של עבודה זו. תכנית כוללת זו מאפשרת פיתוח מתמשך של זני רימון עם מגוון התכונות הרצויות, שעונה על דרישות השוק העולמי, במטרה להציב את ישראל בעמדת מפתח בייצור ושיווק רימונים.

מטרות המחקר:

1. פיתוח זני רימון חדשים בעלי טווח הבשלה רחב, מראה מצודד, איכות פרי גבוהה וכושר אחסון ממושך.
2. פיתוח מותג רימון בעל מראה וגודל אחיד, הניתן לשיווק החל מחודש אוגוסט ועד לנובמבר.
3. רישום הזנים והמותגים לזכויות מטפחים ומסחור הזנים בארץ ובעולם.

פירוט עיקרי הניסוי ותוצאות המחקר

העבודה נעשתה בנוה יער ע"י דורון הולנד, עירית בר-יעקב, רתם הראל-בז'ה וכאמל חטיב.

א. הקמת אוכלוסיות להשבחה ולמחקר גנטי

בתכנית ההשבחה של הרימון נכללו מספר יעדים ומערך ההכלאות כוון בהתאם (טבלה 1). היעדים כללו פרי בכיר ופרי אפיל, פתוח מכלואים עם מאפיינים דומים לשל הזן 'וונדרפול' שיבשילו לאורך העונה (אוגוסט עד סוף אוקטובר), "טיפוסי וונדרפול" משופרים, מכלואים לא נשירים (ירוקי עד), גיוון היצע זני הרימון הקיים עם זנים איכותיים עם פרי שחור, פרי עם מדדי בריאות משופרים, מכלואים שיתאימו לגידול באזורים חמים ורימון המיועד לנוי וגידול בעציצים. הבירור בכל הצרופים נעשה על בסיס איכות הפרי ופוריות המכלוא. בנוסף ליעד ההשבחה העיקרי היו גם מטרות איכות נלוות, ואחת העיקריות היא עמידות לטמפרטורה נמוכה באחסון. תכנית ההכלאות לאורך עשר השנים כללה 260 צרופים שונים, שיתנו מענה למטרות השונות, מהם שתלנו 10,043 שתילים של 180 צרופים (טבלה 1). זרעים שלא הונבטו נשמרים ב 4°C , באווירה מבוקרת. יש לציין, כי פרי רימון בודד מניב מאות זרעים (פרי של רימון ננסי, עשרות בלבד), לכן לא דרושים הרבה פירות ליצירת מאגר זרעים מבוקש לצורך השבחה או הקמת אוכלוסייה. בנוסף בדרך כלל התקבלו הרבה יותר זרעי מכלוא ממה ששתלנו בגלל אילוצי מקום ותקציב.

צרופים רבים (48) שימשו גם ללימוד ההורשה ולחיפוש סמנים לתכונות חשובות בתכנית ההשבחה, כמו: ירוקות עד, צבע קליפה שחור, צבע רימון לבן, צבע הפרי ומועד שינוי הצבע, צמח ננסי, מועד הבשלה, התנתקות הפרי בהבשלה, עמידות לטמפרטורות נמוכות באחסון ועוד.

ארבעה צרופים (290 שתילים) המיועדים להשבחה להתאמה לגידול באזורים חמים נשתלו בחוה של מו"פ ערבה דרומית, ביטבתה.

מרווח הנטיעה בחלקות ההשבחה הוא קטן, 5×1 מטר. חלקות ההשבחה מניבות מוקדם מאד, לאחר שנה וחצי – שנתיים וחצי מנטיעה. ההנבה המוקדמת מאפשרת פסילה מהירה של מכלואים. כך נחסכת עבודה ובנוסף העקירה מיטיבה עם מכלואים שכנים, מאחר שהנטיעה צפופה מאד. הנטיעה הצפופה נעשית לצורך חסכון במשאבים, אך הדבר פוגע בתנאי הגידול של השתילים ומקשה על עבודת הטיפול בעצים ועל עבודת הבירור.

3,550 זרעי מכלוא נמצאים עדיין בשלבי הערכה ואפיון שונים ונטועים ב-11 חלקות (טבלה 2). כ-1,440 מכלואים מאוכלוסיות שונות נשמרים כשיחים נמוכים או עצים לצרכי מחקרים גנטיים. כמו כן כ-240 צמחים נבחנו למטרות נוי.

טבלה 1. פירוט ההכלאות שנעשו בתכנית השבחה של רימון, המטרה, מספר הצרופים שנעשו לכל מטרה והשתילים שנבחנו

מטרה	מספר צרופים	מספר צרופים שנשתלו	שתילים שניטעו במטע
טיפוס "וונדרפול" מוקדם	91	48	3,605
טיפוס "וונדרפול" שמקבל צבע מוקדם, עמיד למכות שמש	4	4	207
טיפוס "וונדרפול" עם צבע שעמיד לחום	1	1	96
טיפוס "וונדרפול" אפיל	6	6	423
טיפוס "וונדרפול" שמתנתק בקלות	9	4	205
פרי מוקדם	11	8	744
טיפוס "ירוק עד", לא נשיר ולימוד ההורשה של התכונה	25	25	2,085
פרי שחור איכותי	4	4	166
פרי עם עמידות הצבעים לחום	2	2	60
פרי עם איכויות בריאותיות גבוהות	2	2	200
לימוד ההורשה של צבעים שונים ברימון	19	18	790
לימוד ההורשה של התנתקות קלה של הפרי	8	1	35
לימוד ההורשה של תכונות "וונדרפול"	1	1	74
לימוד ההורשה צמח ננסי	7	4	229
לימוד ההורשה של ייצור חזירים	1	1	62
רימון לנוי ועיצים	69	51	1,062
סה"כ	260	180	10,043

טבלה 2. פרוט של מספר הזרעים שעדיין נמצאים בברור או בהערכה גנטית ב-2018 בנה יער

מספר זרעי המכלוא במטעי השבחה	נטיעה עד 2015	נטיעה 2016-2018	סה"כ
מכלואים בבירור למאכל	187	1683	1870
אוכלוסיות לבירור ולצרכים גנטיים	461	689	1150
אוכלוסיות ופרטים שמורים ב-0.5 מטר*	291		291
מכלואים בבירור לנוי	47	192	239
סה"כ	986	2564	3550

*זרעי מכלוא שנשמרים כשיחים נמוכים והפרי לא מאופייין יותר

ב. בירור המכלואים

במהלך שנות הביצוע של תכנית המחקר הנוכחית ניטעו עשר חלקות של מטעי השבחה עם אלפי מכלואים (טבלה 1). החלקות ניטעו בצפיפות גבוהה בכדי לחסוך שטח ותשומות ולנצל את המצאי המוגבל שברשותנו למקסימום. התחלנו לבדוק פירות ראשונים כבר בשנה השניה ובחלקות בודדות כבר משנתן הראשונה. איכות הפרי ומועד ההבשלה בשנה הראשונה עלול לא לבטא את פוטנציאל הפרי במלואו, אך המידע שנאסף בצרוף למידע שנאסף בהמשך מקצר את משך הבדיקה של המכלוא עד להחלטה ובנוסף מאפשר פסילת מכלואים

חסרי צבע כבר בשלב מוקדם. מדי שנה נעקרו מהחלקות מכלואים שנפסלו וכך המכלואים המעניינים קיבלו מרווח גדול יותר ותאורה מספקת ויכלו לבטא את הפוטנציאל המלא שלהם.

בכל אלפי זרעי המכלוא המכוונים להשבחה תועדו מדי שנה עומס היבול ואיכות הפרי. גודל הפרי, מדדי איכות כמו צבע, טעם, קושי הזרע וכד' והערכה כללית של הפרי נרשם לכל מכלוא שהניב. במידה שהפרי נמצא מעניין במטע, נלקח מדגם למעבדה, שבה נעשה תיאור מקיף של הפרי. באוכלוסיות שנבנו לצורך לימוד גנטי אפיינו את התכונות הרלוונטיות, כמו ירוקות עד, מועד קבלת הצבע, צבע הפרח וכו'.

מתוך אלפי המכלואים שנבחנו מדי שנה אותרו כמה עשרות מעניינים שכללו טיפוסים מקדימים ומאוחרים, מתוקים וחמוצים, במועדי הבשלה שונים, ירוקי עד ונשירים. כל המכלואים שסומנו כמעניינים היו בעלי צבע קליפה וצבע גרגר אדומים ולרובם זרע רך. הנתונים סוכמו בסוף כל עונה ונבדקו התכונות לאורך שנות הבדיקה. המכלואים המעניינים ביותר שבלטו בתכונות הרצויות במשך כמה שנים עוקבות נבחרו לבחינה בתנאים טובים יותר ואלה ניטעו בחלקה נפרדת בנוה יער המיועדת לבחינה "חצי מסחרית" (להלן חלקת המעניינים). מכלואים שאינם מעניינים להמשך בירור נעקרו, אלא אם כן היו חלק מאוכלוסייה, שטופחה לצורך לימוד גנטי. במקרה זה אם נדרש פרי לאפיון, המכלואים נשמרו כעצים, ולא, הם מוחזקים כשיח נמוך שאינו מניב (טבלה 2).

הנתונים שנאספו בחלקות ההשבחה בקיץ 2019 עדיין נמצאים בשלבי סכום ועיבוד (בדיקות הפרי נמשכות עד תחילת נובמבר) ובדו"ח זה מובא סכום העונות במהלך מימון תכנית זו עד קיץ 2018.

עד תום עונת 2018 אותרו לאורך השנים מכלואים בעלי עניין, ביניהם מכלואים בעלי תכונות מגוונות: ירוקי עד לגידול באזורים עם חורף חם (טמפרטורה ממוצעת בחורף מעל 15 מ"צ) בארץ ובעולם, מאוחרים במיוחד לנגב (סיכוי נמוך להתבקע עקב הגשם), מוקדמים חמוצים (היום כל הזנים המוקדמים מתוקים), מאוחרים מתוקים (בתקופת 'וונדרפול'), מתחרי 'וונדרפול' בעלי זרע רך ובכירים יותר מהזן המוקדם 'עמק'. מתוכם ניטעו בשנים 2009-2019 בחלקת המעניינים 106 מכלואים, בנוסף ל-23 שהיו נטועים בחלקה בתחילת פרויקט זה. כמו כן אותרו מכלואים בעלי עצים בגדלים שונים ופרחים מגוונים, שעשויים להתאים כצמחי נוי.

בחלקת המעניינים ניטעים שני עצים מכל מכלוא מעניין (ריבוי על ידי ייחורים), במרווח נטיעה 4.5 x 4.0 מטר, מעוצבים על גזע יחיד. ההזנה וההשקיה וממשק ההדברה זהים לאלה שבחלקות ההשבחה, אך תנאי הגידול במטע זה טובים יותר. גם בחלקה זו נפסלים ונעקרים מדי שנה מכלואים שהוחלט שכלל תכונותיהם אינו מצדיק הפיכתם לזן מסחרי.

בקיץ 2018 נבחנו בחלקה זו 35 מכלואים נבחרים מתכנית ההשבחה מנטיעת 2010 עד 2017 והזן 'עמק' מראשוני המכלואים שנטעו בחלקה שעדיין נמצא במעקב. זני רפרנס אחרים נטועים במטע האוסף הסמוך.

בטבלה 3 מובאים נתונים ממוצעים רב-שנתיים של זני המכלוא בחלקה שהניבו בשנת 2018. בנוסף ישנם עוד 41 מכלואים שנבחרו כמעניינים אך עדיין לא הניבו בחלקת המצטיינים, בטבלה 4 מוצגים נתוני המכלואים הללו כפי שתועדו בחלקות ההשבחה מהן בוררו.

המכלוא האפיל (2) 8/61 מבשיל כשבוע אחרי 'וונדרפול', פורה מאד, אדום יפה מאד, חמצמץ עם זרע רך ועמיד לצינה באחסון. החסרון של מכלוא זה הוא שיש שנים בהן חלק מהפרי חמוץ בהבשלה. ב-2019 הוחלט לא לרשום את המכלוא כזן למרות התכונות המעולות שלו בשל החמיצות שתקשה על החקלאי לקבוע את מועד הקטיפה הרצוי. עם זאת הוא עדיין נמצא בבחינה במערב הנגב. מכלואים דוגמת (3) 9/85 ו-(6) 13/67

שנותרו חמוצים בהבשלה (טבלה 3) נפסלו בסוף עונת 2018 ונעקרו. שאר המכלואים בטווח רחב של תאריכי הבשלה נותרו להמשך מבחן.

טבלה 3. איכות הפרי רב-שנתית של מכלואי רימון בחלקת המעניינים בנוה יער שהניבו עד 2018

מספר הזן	שנת נטיעה	תאריך קטיף	משקל פרי גרם	צבע קליפה	מראה הרימון 1-5	עובי קליפה	משקל גרגר גרם	צבע גרגר	מראה גרגר 1-5	הפרדות גרגרים	עציות זרע 1-5	טעם תאור	טעם 1-5	כמ"מ %
עמק	2005	17/8	397	ורוד כהה אדום על ורוד כתום	4.5	בינוני עבה	0.33	אדום	4.6	קלה	4.2	מתוק	4.2	14.4
נטע-ני	2012	6/8	401	אדום - אדום כהה	3.7	בינוני	0.30	אדום בסיס לבן	4.1	קלה	4.2	מתוק חמצמץ	4.3	13.8
3/65(5)	2016	12/9	453	אדום כהה שרידי ורוד	4.5	בינוני	0.37	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.2	מתוק תפל	4.3	14.6
3/80(3)	2010	15/8	373	אדום שרידי ורוד כתום	3.9	בינוני דק	0.35	אדום בסיס לבן	4.3	קלה	4.4	מתוק	4.2	14.0
5/8(4)	2016	13/9	267	אדום על כתום	4.4	קשה	0.27	אדום	4.4	קלה	4.3	מתוק	4.5	15.0
5/25(7)	2017	12/9	530	אדום כהה שרידי כתום	4.4	בינוני	0.44	אדום בסיס לבן	4.4	לא כ"כ טובה	4.4	חמצמץ	4.2	15.0
6/51(6)	2016	12/8	496	אדום	4.5	עבה	0.28	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.4	מתוק	4.3	13.8
8/24(4)	2013	31/8	513	אדום על כתום	4.5	בינוני	0.34	אדום כהה	4.5	קלה	4.3	מתוק	4.4	14.9
8/61(2)	2013	5/10	642	אדום על כתום	4.5	בינוני עבה	0.48	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.2	מעט חמוץ	4.0	15.3
9/85(3)	2014	9/10	436	אדום כהה	4.5	בינוני עבה	0.49	אדום כהה	4.3	קלה	4.4	חמוץ	4.0	15.3
10/10(6)	2016	19/8	272	אדום שרידי ורוד כתום	4.4	קשה	0.27	אדום מעט	4.4	די קלה	4.3	מתוק חמצמץ	4.5	14.8
10/40(4)	2016	19/8	338	אדום	4.3	בינוני עבה	0.32	אדום	4.5	קלה	4.3	מתוק חמצמץ	4.4	14.8
10/54(4)	2013	16/8	455	אדום על ורוד כתום	4.4	בינוני עבה	0.37	אדום	4.6	קלה	4.3	מתוק חמצמץ	4.3	14.6
11/67(4)	2013	8/8	379	אדום	4.3	עבה	0.34	אדום	4.5	לא כ"כ טובה	4.3	מתוק חמצמץ	4.4	14.4
13/8(6)	2016	12/8	361	אדום שרידי ורוד	4.5	בינוני עבה	0.29	אדום כהה	4.5	קלה	4.4	מתוק	4.4	14.0
13/67(6)	2016	12/9	445	ורוד כהה מאד על ורוד כתום	4.4	בינוני דק	0.38	אדום בסיס לבן	4.4	די קלה	4.5	חמוץ	3.5	15.6
14/4(6)	2017	21/10	545	ורוד כהה עז שרידי ורוד	4.3	עבה	0.48	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.5	מתוק חמצמץ	4.3	13.8
16/54(6)	2017	30/7	346	ורוד כהה אדום מעט ורוד כתום	4.3	בינוני	0.34	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.3	מתוק חמצמץ	4.4	13.0
25/28(5)	2016	21/10	547	אדום על צהוב כתום	4.5	בינוני	0.54	אדום כהה	4.6	קלה	4.3	חמוץ	4.3	16.8
25/39(5)	2016	14/10	687	אדום שרידי כתום	4.5	עבה	0.46	אדום בסיס לבן	4.2	קלה	3.0	מתוק חמצמץ	4.5	16.8

מקרא: 5 – יפה ביותר, רך ביותר, טעים מאד; 1 – מראה רע, זרע קשה מאד, טעם רע

טבלה 4. איכות פרי רב-שנתית בחלקות ההשבה של מכלואי רימון נבחרים שעדיין לא הניבו בחלקת

המעניינים בנוו יער עד שנת 2018

מספר הזן	תאריך קטיף	משקל פרי גרם	צבע קליפה	מראה הרימון 1-5	עובי קליפה	משקל גרגר גרם	צבע גרגר	מראה גרגר 1-5	הפרדות גרגרים	עציות זרע 1-5	טעם תאור	טעם 1-5	כמ"מ %
1/1(9)	11/9	637	ורוד כהה על אדום על	4.4	עבה	0.48	אדום בסיס לבן	4.4	בד"כ קלה	4.1	חמצמץ	4.5	16.1
1/2(9)	6/9	529	ורוד כהה על	4.5	עבה	0.46	אדום בסיס לבן	4.1	בד"כ קלה	3.9	חמצמץ	4.6	16.6
1/80(7)	10/10	567	אדום שרידי כתום עד כהה	4.2	בינוני עבה	0.46	אדום כהה	4.7	קלה	4.5	חמצמץ	4.4	15.7
2/25(9)	24/9	463	אדום שרידי כתום	4.2	בינוני עבה	0.35	אדום בסיס לבן	4.5	בד"כ קלה	4.6	חמצמץ	4.5	15.9
2/34(6)	5/8	356	אדום שרידי כתום	4.1	עבה	0.36	אדום כהה	4.5	לא כ"כ טובה	4.2	מתוק	4.4	14.7
2/70(9)	4/9	424	ורוד כהה על ורוד כתום	4.3	עבה	0.39	אדום	4.5	קלה	4.6	מתוק	4.5	15.8
2/77(7)	6/9	541	אדום מעט כתום	4.5	בינוני עבה	0.39	אדום מעט	4.6	בד"כ קלה	4.3	מעט חמוץ	4.0	15.8
4/26(1')	15/10	682	אדום שרידי כתום	4.7	עבה	0.47	אדום בסיס לבן	4.7	קלה	3.8	חמצמץ מתוק	4.5	18.6
4/28(1')	20/10	654	אדום שרידי כתום	4.5	עבה	0.48	אדום בסיס לבן	4.5	קלה	4.4	חמצמץ	4.3	16.7
4/51(7)	7/9	429	אדום	4.3	בינוני עבה	0.36	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.5	חמצמץ	4.3	16.3
4/56(7)	9/10	537	אדום על כתום	4.4	בינוני דק	0.42	אדום מעט כהה	4.6	די קלה	4.2	חמצמץ מתוק	4.5	18.1
4/60(5)	16/9	337	אדום כהה בורדו	4.0	עבה	0.35	אדום כהה	4.3	קלה	4.5	חמצמץ	4.2	15.7
4/70(5)	3/10	322	בורדו	4.0	בינוני עבה	0.46	אדום בסיס לבן	3.8	קלה	4.7	חמצמץ מתוק	4.5	17.2
4/70(7)	10/10	492	אדום כהה	4.3	עבה	0.41	אדום מעט	4.5	קלה	4.5	חמצמץ	4.1	16.0
5/32(6)	11/8	370	אדום	3.9	בינוני עבה	0.35	אדום כהה	4.7	קלה	4.3	חמצמץ מתוק	4.4	14.7
5/69(7)	29/8	443	אדום-כהה	4.2	בינוני עבה	0.43	אדום בסיס לבן	4.5	קלה	4.5	חמצמץ	4.4	15.4
5/93(7)	8/10	529	אדום על כתום	4.2	בינוני עבה	0.52	אדום מעט	4.5	קלה	4.1	חמצמץ מתוק	4.4	16.7
6/89(9)	21/8	446	אדום - אדום כהה	4.5	עבה	0.35	אדום מעט כהה	4.7	קלה	4.0	מתוק	4.6	16.8
6/93(2')	18/10	362	אדום-כהה שרידי כתום	4.4	בינוני דק	0.36	אדום כהה	4.6	בד"כ קלה	4.2	מתוק	4.3	17.0
7/69(7)	11/10	539	אדום כהה שרידי כתום	4.5	בינוני עבה	0.40	אדום בסיס לבן	4.6	קלה	4.4	מעט חמוץ	4.3	16.3
7/70(7)	31/10	545	אדום על כתום	4.2	בינוני עבה	0.46	אדום כהה	4.6	קלה	4.5	מעט חמוץ	4.2	16.3
8/30(9)	12/9	473	אדום על כתום	4.4	בינוני עבה	0.35	אדום	4.7	קלה	4.4	חמצמץ מתוק	4.4	15.7
8/39(9)	30/8	507	אדום כהה מעט ורוד	4.5	בינוני עבה	0.38	אדום כהה	4.6	קלה	4.2	חמצמץ מתוק	4.4	15.7

מקרא: 5 – יפה ביותר, רך ביותר, טעים מאוד; 1 – מראה רע, זרע קשה מאוד, טעם רע

טבלה 4. המשך.

מספר הזן	תאריך קטיף	משקל פרי גרם	צבע קליפה	מראה הרימון 1-5	עובי קליפה	משקל גרגר גרם	צבע גרגר	מראה גרגר 1-5	הפרדות גרגרים	עציות זרע 1-5	טעם תאור	טעם 1-5	כמ"מ %
8/51(9)	7/8	447	ורוד כהה אדום	4.3	בינוני עבה	0.36	אדום	4.3	קלה	4.4	מתוק	4.5	15.3
9/78(9)	5/10	461	אדום כהה שרידי כתום	4.6	בינוני	0.35	אדום כהה	4.7	קלה	4.3	חמצמץ	4.3	18.3
10/87(9)	19/10	421	אדום שרידי כתום	4.5	עבה	0.42	אדום מעט כהה	4.8	קלה	4.3	חמצמץ	4.4	17.7
11/18(9)	7/9	385	אדום כהה בורדו	4.4	עבה	0.35	אדום בסיס לבן	4.3	קלה	4.2	חמצמץ	4.5	16.1
11/89(9)	6/10	566	אדום מעט כתום	4.6	עבה	0.47	אדום בסיס לבן	4.3	קלה	4.4	חמצמץ מתוק	4.6	16.1
12/50(9)	28/10	608	אדום-אדום כהה	4.6	בינוני עבה	0.48	אדום כהה	4.8	קלה	4.5	חמצמץ	4.4	17.9
12/52(9)	30/10	602	אדום - אדום כהה	4.5	בינוני	0.45	אדום בסיס לבן	4.6	קלה	4.5	חמצמץ	4.4	17.8
12/53(9)	15/10	885	ורוד כהה עז בורדו	4.4	בינוני עבה	0.50	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.6	חמצמץ	4.5	17.0
12/79(9)	2/10	754	אדום כהה שרידי ורוד	4.6	בינוני עבה	0.50	אדום כהה	4.6	קלה	4.6	חמצמץ	4.5	17.0
12/85(9)	4/10	642	אדום כהה בורדו	4.3	עבה	0.44	אדום - כהה	4.6	קלה בד"כ	4.5	חמצמץ	4.4	16.3
12/100(9)	14/10	578	אדום מעט כתום	4.5	בינוני עבה	0.44	אדום כהה	4.6	קלה	4.5	חמצמץ	4.4	17.3
13/29(9)	30/10	600	אדום שרידי כתום	4.5	עבה	0.38	אדום מעט כהה	4.7	קלה	4.5	חמצמץ	4.5	16.2
13/33(6)	30/9	673	אדום שרידי כתום	4.4	בינוני עבה	0.46	אדום בסיס לבן	4.4	קלה בד"כ	4.6	מעט חמוץ	4.0	16.3
13/64(9)	31/8	431	אדום על ורוד כתום	4.4	בינוני עבה	0.34	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.4	מתוק	4.4	15.2
14/27(6)	14/10	669	אדום מעט צהוב כתום	4.6	עבה	0.47	אדום בסיס לבן	4.5	קלה	4.5	חמצמץ	4.3	16.7
16/46(6)	12/8	451	ורוד כהה אדום על	4.3	בינוני	0.35	אדום בסיס לבן	4.5	קלה בד"כ	4.3	מתוק	4.5	15.8
17/56(6)	26/8	304	ורוד כהה אדום על	4.2	בינוני דק	0.33	אדום בסיס לבן	4.4	קלה	4.3	מתוק	4.2	15.5
25/32(5)	9/10	574	אדום על כתום	4.4	בינוני עבה	0.45	אדום בסיס לבן	4.6	קלה	4.3	חמצמץ	4.3	17.1

הליך הברור של מכלוא עד לרישום כזן אורך כ-10-15 שנים. בשנת 2019 הסתיים רישום לזכויות מטפחים של המכלוא (3) 5/21 שבחינתו התחילה לפני התחלת התכנית הנוכחית. הוא נרשם בשם 'נטע-ני' (תמונה 1) ומוסחר באמצעות משתלה זכיינית דרך "קידום". כמו כן החל תהליך הכנת המסמכים לרישום כפטנט בארה"ב. 'נטע-ני' הוא זן אדום כהה בעל גרגר אדום, מתוק עם זרע רך, ומבשיל כעשרה ימים לפני 'עמק', ובכך הינו הזן המסחרי הבכיר ביותר בישראל. המכלוא הוצג למגדלים ולאנשי מקצוע וקבל חוות דעת טובות מאד. זן זה ומספר מכלואים מעניינים מאד, כדוגמת (3) 3/80 שהינו זן מוקדם, אדום, מתוק ועמיד לצינה באחסון (תכונה יוצאת דופן בזנים מוקדמים), הועברו לבחינה בחלקות חצי מסחריות, בהיקף קטן. לצורך זה נחתמו הסכמי בחינה בין חקלאים לבין מינהל המחקר באמצעות "קידום". בחינה זו נועדה לקבל מידע חסר על הפן המסחרי של המכלואים, ומידע מאזורי גידול נוספים.



תמונה 1. פרי ועץ של הזן 'נטע-ני' שנרשם לזכויות מטפחים ומוסחר

ג. ברור צמחים על ידי סמנים מולקולריים

במעבדה פותחו מספר סמני DNA (SNPs ו-SSRs) לארבע תכונות הנמצאות בתכניות ההשבחה: ירוקות עד, צבע סגול כהה בקליפה, צבע בהיר בגרגר ובקליפה, פרי "לבן" (ללא צבענים). הסמן לצבע בהיר בגרגר ובקליפה מתאים רק להרכב הורים מסוים ולכן לא נעשה בו שימוש רחב. לפרי "לבן" ישנו סמן פנוטיפי ברמת הנבט, צימוח צעיר ללא צבע, לכן לא נעשה שימוש בסמן המולקולרי.

במהלך הפרויקט, משנת 2014 נסרקו מאות שתילים כדי לברר ולשתול רק את השתילים עם האללים הנבחרים או כדי לחפש צמחים עם רקומבינציה קרובה לתכונה במטרה להגיע לגן הקובע. כאלף צמחים במשתלה נסרקו עם הסמנים לירוקות עד. בשנת 2014 הפיקו את ה-DNA בעזרת רובוט במעבדה של עמיר שרמן ובדקו בכ-550 שתילים את הסמן לירוקות עד בשיטת TaqMan. בהמשך העבודה נעשתה במעבדה בנוה יער עם סמני SSR. סמני SSR לקליפה סגולה נסרקו במעבדתנו בכ-320 צמחים. סמני ה-SSR נבדקים בהרצה במכשיר Genetic analyzer.

ג. בחינת כושר ההשתמרות בקירור של מכלואי רימון מעניינים

להלן סיכום של בדיקות כושר השתמרות אשר נערכו במעבדתו של ד"ר רון פורת: זני רימון נבדלים בכושר השתמרותם לאחר הקטיף, דבר הבא לידי ביטוי ברגישותם להתפתחות רקבונות כתר, הופעת פגמי קליפה, החמות פנימיות וכושר ההשתמרות של טעמים לאחר הקטיף. 146 מדגמים מ-119 מכלואים מעניינים (חלק נבדקו יותר מפעם אחת) הועברו בשנים 2010-2018 לבדיקות כושר ההשתמרות בקירור במעבדתו של ד"ר רון פורת. תוצאות בדיקה זו מהוות חלק מהשיקולים לפסילת המכלואים או להמשך המעקב אחריהם.

מכלואי הרימון שנבדקו מניבים בתחילת, אמצע וסוף עונת הקטיף, ובכל מקרה הפירות נקטפו במועד הבשלתם האופטימאלית כפי שנקבע על ידי צוות ההשבחה בנוה יער והועברו לאחר הקטיף למחלקה לאחסון תוצרת חקלאית במכון וולקני בראשון לציון. הפרי עבר מיון לסילוק פירות פגומים ואח"כ נטבל בסקולר בריכוז 0.2% ונארז בתיבות קרטון בגודל 5-3.5 ק"ג בשקיות אווירה מתואמת מסוג Xtend®, כמקובל באופן מסחרי. תיבה נוספת של פרי הושארה כביקורת ללא טבילה בחומר הדברה וללא עטיפה שקית על מנת לאפיין את רגישות הפרי להתפתחות רקבונות אחר הקטיף.

על מנת לאפיין את רגישותו של הפרי לאחסון בקירור המדגמים אוחסנו למשך 6 שבועות בקירור בשתי טמפרטורות שונות: 1) טמפרטורה נמוכה יחסית של בין 5-7 מ"צ, ו-2) טמפרטורה מתונה של 10 מ"צ. לאחר הוצאת הפרי מהקירור הוא הועבר לשהייה במשך 7 ימים ב-20 מ"צ על מנת לדמות חיי מדף בסופרמרקט ו/או בבית הצרכן. כל טיפול כלל תיבה אחת שהכילה בין 8-13 פירות בהתאם לגודל הפרי והכמות שנקטפה מהמכלוא במטע.

בדיקות איכות הפרי נערכו לאחר תקופת האחסון וחיי המדף וכללו: הערכת מראה חיצוני ופנימי (צילום), מידת הצטמקות הפרי, התפתחות סוגי רקבונות שונים, הופעת נזקי קליפה והחמות פנימיות, והערכת טעם הפרי והתפתחות טעמי לוואי. שיעור הופעת נזקי קליפה והחמות פנימיות תועדו הן כאחוז הפרי עם נזק מכלל הפרי והן כמדד נזק בין 0 ל-3, כאשר 0 = פרי בריא, 1 = נזק קל, 2 = נזק בינוני ו-3 = נזק ניכר.

התייחסנו אל התוצאות בראיה מחמירה. כשמכלוא נצא עמיד, תכונה רצויה וחשובה לזן מסחרי, בדקנו אותו שנה נוספת ולעיתים גם שנתיים נוספות. אם העמידות לא חזרה על עצמה, התייחסנו אל המכלוא כאל רגיש. רגישות לצינה היתה מרכיב חשוב בהחלטה לגבי המשך מעקב של מכלואים אפילים. מכלואים שרגישים לרקבונות לאחר קטיף אך לא רגישים לצינה לא נפסלו אוטומטית בשל האפשרות לתת להם טיפול במטע או לפני הכנסה לקירור שעשוי להפחית או לפתור את הבעיה.

מתוך 119 המכלואים המעניינים שנבדקו 79 נפסלו עד תום התכנית הזו מסיבות שונות של איכות לא מספקת לזן, כאשר כושר האחסון היווה מרכיב חשוב בהחלטה לגבי עתידו של כל מכלוא, במיוחד במכלואים אפילים שעקב מועד הבשלתם דורשים אפשרות לאחסון ממושך עד לשיווק ובשל היותם מתחרים פוטנציאליים לזן המסחרי 'וונדרפול' שכושר האחסון שלו בקירור טוב מאד.

הערכות כושר האחסון של המכלואים אשר עדיין נמצאים בבחינה מובאות בטבלה 3. מרבית המכלואים שעדיין במבחן נמצאו עמידים או עמידים יחסית לרקבון, כלומר לא התגלו בהם רקבונות לאחר הקטיף. במכלואים אחרים אשר נמצאו רגישים מאד להתפתחות רקבונות כתר נמצא 80-100% רקבון בפירות הביקורת הלא מטופלים, ובין 10-50% רקבון בפרי אשר טופל בסקולר (תמונה 2).

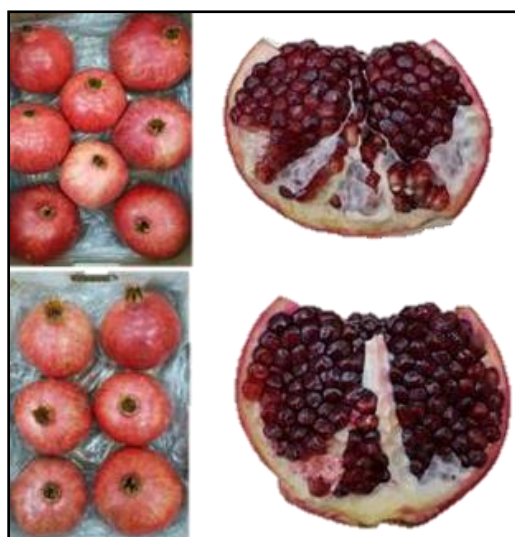
גורם חשוב נוסף במבחני האחסון היה בחינת עמידות המכלואים להתפתחות נזקי צינה המתבטאים בהופעת נזקי קליפה והחמות פנימיות. בבדיקות אלו נמצא שנזקי קליפה הופיעו על מרבית המכלואים המוקדמים ועל מכלואים של אמצע העונה אשר אוחסנו בטמפרטורה הנמוכה של 7 מ"צ ופחות ב-10 מ"צ. כמו כן, מרבית המכלואים שנבדקו במהלך התכנית היו רגישים לצינה וניזוקו מהחמות פנימיות בדרגות שונות לאחר אחסון בטמפרטורה הנמוכה של 7 מ"צ, אך ככל שהעונה מתקדמת נמצאו יותר מכלואים עמידים לצינה. תמונה 3 מדגימה מראה של מכלואים עמידים מאד לצינה (מדד החמות נמוך מ-0.3) ותמונה 4 מדגימה מראה של מכלוא רגיש מאד להחמות פנימיות ופגעי קליפה.

טבלה 3. כושר השתמרות בקירור של מכלואי רימון נבחרים כפי שנבדק בשנים 2013-2018

מכלוא	מועד קטיף	שנות בדיקה	נדקי צינה	רקבנות	אחסון ממושך
5/46(6)	5/8	2	מעט רגיש	עמיד	+/-
10/36(6)	6/8	1	רגיש	רגיש יחסית	-
נטע-ני	7/8	2	רגיש	רגיש	-
9/8(6)	7/8	1	רגיש	עמיד יחסית	-
10/10(6)	9/8	1	רגיש	רגיש יחסית	-
14/55(6)	9/8	2	רגיש	מעט רגיש	-
8/40(9)	9/8	1	עמיד	עמיד	+/-
16/54(6)	10/8	1	מעט רגיש	עמיד	+/-
5/32(6)	11/8	1	רגיש	עמיד	-
6/51(6)	11/8	1	רגיש	עמיד	-
16/46(6)	12/8	2	עמיד יחסית	עמיד	+/-
3/80(3)	15/8	3	עמיד/רגיש	עמיד/רגיש	-/+
5/6(6)	16/8	1	עמיד	עמיד יחסית	+
עמק	20/8	2	רגיש	עמיד	-
10/40(4)	20/8	3	מעט רגיש	מעט רגיש	-
13/8(6)	20/8	1	רגיש	עמיד	-
10/54(4)	21/8	3	עמיד	רגיש	-
7/50(6)	21/8	1	רגיש	עמיד	-
9/45(6)	21/8	1	רגיש	עמיד	-
2/46(6)	22/8	1	מעט רגיש	עמיד	-
3/19(6)	26/8	1	עמיד	מעט רגיש	+
7/22(9)	2/9	1	עמיד	רגיש יחסית	+
12/5(9)	2/9	1	רגיש	עמיד	-
2/70(9)	4/9	1	עמיד	עמיד יחסית	+
4/51(7)	7/9	2	עמיד	עמיד/רגיש	+
5/25(7)	8/9	1	רגיש	רגיש מאד	-
7/43(9)	18/9	1	רגיש	עמיד יחסית	-
2/25(9)	24/9	1	עמיד	עמיד	+
וונדרפול	1/10	-	-	-	+
5/8(4)	6/10	2	עמיד	עמיד	+
11/89(9)	6/10	1	עמיד	עמיד יחסית	+
5/93(7)	8/10	1	עמיד יחסית	עמיד	+/-
8/61(2)	9/10	3	עמיד	עמיד	+
4/56(7)	9/10	1	עמיד	עמיד	+
4/70(7)	10/10	1	עמיד	רגיש	+/-
14/27(6)	14/10	2	עמיד מאד	עמיד	+
4/26(1')	15/10	1	רגיש	עמיד	-
11/91(9)	18/10	1	רגיש	עמיד	-
4/38(1')	20/10	1	רגיש	עמיד	-
13/36(6)	24/10	2	עמיד/רגיש	עמיד	+
7/70(7)	31/10	1	עמיד	עמיד	+/-



תמונה 2. מראה פירות עמידים ורגישים להתפתחות רקבונות. מימין המכלוא (9) 11/89 שהינו עמיד לרקבונות, ומשמאל המכלוא (6) 14/24 שהינו רגיש מאד להתפתחות רקבונות כתר



תמונה 3. מראה פירות רימון עמידים לצינה לאחר 6 שבועות אחסון וחיי מדף בטמפרטורה של 7 מ"צ. מכלוא (6) 13/33 (למעלה) ומכלוא (6) 13/36 (למטה)



תמונה 4. מראה פירות רימון רגישים לצינה לאחר 6 שבועות אחסון וחיי מדף בטמפרטורה של 5 מ"צ. מכלוא (6) 17/48

דיון (מסקנות והשלכות על המשך המחקר)

פרויקט השבחת הרימון מורכב ממספר מטרות, ובמהלכו נעשו הכלאות של כ-260 צרופים שונים ונסרקו יותר מעשרת אלפים צמחים. המכלואים שבוררו כמעניינים לזני פרי מסחריים נמצאים בבחינה. אותרו מכלואים שיש להם פוטנציאל להירשם כזן מאכל מסחרי: 1. מכלואים ירוקי עד כזנים לגידול בערבה ובארצות עם חורף חם. 2. זנים מאוחרים במיוחד לנגב שבו אין משקעים רבים בחורף ויכולים לחסוך זמן אחסון בקירור. 3. זנים בכירים מאד מתוקים, המבשילים כבר בתחילת אוגוסט. 4. זנים מאוחרים מתוקים. 5. זנים תואמי 'וונדרפול' בעלי זרע רך ואיכויות טעם ועמידות לצינה באחסון. כמו כן אותרו טיפוסים בעלי פוטנציאל לשימוש כצמחי נוי, בעלי עץ מרוסן ופרחים לבנים, כתומים ואדומים מרובי עלי כותרת.

בעבודת הבירור התמקדנו בעיקר בכיוון של איתור טיפוס 'וונדרפול' מוקדם או מאוחר מהקיים ליצירת מותג 'וונדרפול' ובאיתור זן איכותי בעל טעם חמצמץ, מוקדם יותר מהקיים (היום כל הזנים המקדימים הם מתוקים). כמו כן, חיפשנו זני ביניים באיכות טובה וכושר השתמרות טוב וזנים ירוקי עד איכותיים יותר מהזנים ההודים המוכרים. לצד בחינת איכויות המכלואים, המשכנו בלימוד אופן ההורשה של תכונות חשובות כדוגמת משך הבשלה. בתכנית השתמשנו בסמנים גנטיים (SNPs ו-SSRs), שפותחו שלא במסגרת תכנית זו, למטרות השבחה ובמספר צרופים בררנו את המכלואים לפני נטיעתם עוד בשלב המשתלה. אנו מעריכים שסמנים ייעלו את תהליך ההשבחה ויש לפתח סמנים לתכונות חקלאיות נוספות.

הנתונים שנאספו בחלקות ההשבחה בשנת 2019 עדיין נמצאים בשלבי סכום ועיבוד (בדיקות הפרי נמשכות עד תחילת נובמבר) ובדו"ח זה מובא סכום תכניות ההשבחה עד קיץ 2018. במהלך תכנית ההשבחה נרשמו שני זנים. המכלוא (3) 5/21 נרשם לזכויות מטפחים כזן 'נטע-ני' והתחיל מסחור באמצעות משתלה זכיינית לאחר מכרז באמצעות 'קידום'. זהו זן בכיר מאד, הרוכש צבע אדום בולט ובעל טעם מתוק, שמבשיל כעשרה ימים לפני 'עמק', ובכך הינו הזן הבכיר ביותר בישראל למסחר. הזן הועבר למבחן אצל חקלאים בהיקף קטן תחת הסכם בחינה דרך 'קידום' עוד לפני תום הליך הרישום. המכלוא (5) 2/24 נרשם לזכויות מטפחים כזן 'אופק', זן ננסי בעל פירות בצבע סגול כהה מאד ומיועד לצרכי נוי. ישנן תכונות של הזנים כמו התאמה לאזורים שונים ותנאי סביבה שונים, התקבלותו בשוק, רגישות למחלות ומזיקים ואחרות, שרק לאחר מספר שנות גידול מסחרי יתבררו לאשורן. בסכום הפרויקט נותרו כמה עשרות מכלואים מעניינים בבחינה ומהם כמה מועמדים לרישום כזן, שדורשים עוד מספר שנות בחינה. לדוגמא, המכלוא המוקדם (3) 3/80, אדום, מתוק ועמיד לצינה באחסון, המכלוא (4) 5/8, מכלוא ירוק עד שמבשיל באמצע עונה מאוחרת, אדום ומתוק ועמיד לצינה באחסון והמכלוא האפיל, שמבשיל אחרי 'וונדרפול', אדום, חמצמץ עם זרע רך ועמיד לצינה באחסון (6) 14/27. אותרו מספר מכלואים חמוצים שמבשילים עד שבועיים לפני 'וונדרפול' אך הם עדיין נבחנים האם הם עומדים באיכות הנדרשת לזן מסחרי, והאם טעמם אינו חמוץ מדי לצרכן.

בדיקות כושר ההשתמרות של מכלואים מעניינים הובילה לזיהוי מכלואים מוקדמים בעלי תכונות איכות וכושר השתמרות טובים יחסית. כל הזנים במסחר עד היום אינם יכולים להשאר בקירור מעבר לתקופה קצרה ללא פגיעה באיכות. אותרו גם מכלואים דמויי 'וונדרפול' אך בעלי זרע רך ומועד הבשלה אפיל מאד בעלי כשר אחסון טוב. כושר האחסון הוא מרכיב חשוב בהחלטה לגבי עתידו של מכלוא כזן.

פרסומים מדעיים שנבעו מהמחקר

- הולנד ד. וחוב' (2012). טיפוח שקד, משמש ורימון. הרצאה. ראש פינה, מו"פ צפון, דצמבר 2012.
- הולנד ד. וחוב' (2012). מחקרים ברימונים. הרצאה. יום עיון ארצי למגדלי רימונים, מרכז וולקני, בית דגן, מרץ 2012.
- זידאן ע., גולדמן מ. (2014). אופק. זן רימון. המועצה לזכויות מטפחים, מדינת ישראל, מספר רישום 3317.
- הולנד ד., הראל-בז'ה ר., בן-שמחון ז., בר-יעקב ע., חטיב כ., שרמן ע. ואופיר ר. (2015). השבחה ומחקר גנטי ברימון. עלון הנוטע 16-18:(5)69.
- הולנד ד. וחוב' (2015). מחקרים ברימונים עדכון מצב. הרצאה. יום עיון ארצי למגדלי רימונים, מרכז וולקני, בית דגן, יולי 2015.
- הולנד ד., בר-יעקב ע., חטיב כ., הראל-בז'ה ר., אשד ר., רובינשטיין מ., שרמן ע. ואופיר ר. (2016). המבנה הגנטי של אוסף זני הרימון בנוה יער. עלון הנוטע 30-33:(3)71.
- הולנד ד., בר-יעקב ע., חטיב כ., הראל-בז'ה ר. ופורת ר. (2017). מכלואי רימון חדשים, מוקדמים ומאוחרים, להרחבת עונת השיווק. עלון הנוטע 12-15:(3)71.
- 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 ברוקנטל לחידוש תכניות ההשבחה, מנהלת שה"ם, משרד החקלאות, בית דגן, פברואר 2018.
- הולנד ד. וחוב' (2018). השבחת זני רימון חדשים. הרצאה. יום עיון ארצי למגדלי רימונים, מרכז וולקני, בית דגן, 30 אפריל 2018.
- דבי-נאור ד., הכהן-יבין מ. (2019). נטע-ני. זן רימון. המועצה לזכויות מטפחים, מדינת ישראל, מספר רישום 3679.
- הולנד ד. (2019-2018). הרצאות ב"קידום" בפני גורמים המעוניינים במסחור זנים.
- Anon, from www.portalfruticola.com. (2013). New pomegranate varieties assessed in Chile. http://www.freshplaza.com/article/109154/New-pomegranate-varieties-assessed-in-Chile#SlideFrame_1
- Harel-Beja R., Bar-Ya'akov I., Hatib K., Trainin T., Ben-Simhon Z, Eshed R., Sharabi M., Rubinstein M., Ophir R., Sherman A. and Holland D. (2013). Pomegranate breeding: Utilization of molecular and genetic data for improvement of fruit quality and adaptation to different climatic conditions. ISHS 3rd International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Climate Fruits, Taian, China Sept. 20-24, Book of abstract:46-47.
- Mayuoni-Kirshenbaum L., Bar-Ya'akov I., Hatib K., Holland D. and Porat R. (2013). Genetic diversity and sensory preference in pomegranate fruits. *Fruits* 68:517-524.

Matityahu I., Glazer I., Holland D., Bar-Ya'akov I., Ben-Arie R. and Amir R. (2014). Total antioxidative capacity and total phenolic levels in pomegranate husks correlate to several postharvest fruit quality parameters. *Food Bioprocess Technol.* 7:1938-1949.

Ophir R., Sherman A., Rubinstein M., Eshed R., Sharabi Schwager M., Harel-Beja R., Bar-Ya'akov I. and Holland D. (2014). Single-nucleotide polymorphism markers from de-novo assembly of the pomegranate transcriptome reveal germplasm genetic diversity. *PLoS ONE* 9(2): e88998. doi:10.1371/journal.pone.0088998.

Holland D., Bar-Ya'akov I. and Hatib K. (2014). 'Emek', a red and very early ripening new pomegranate cultivar. *HortScience* 49:968-970.

Holland D. and Bar-Ya'akov I. (2014). Pomegranate: aspects concerning dynamics of health beneficial phytochemicals and therapeutic properties with respect to the tree cultivar and the environment. In: Yaniv Z. and Dudai N. (eds.) *Medicinal and Aromatic Plants of the Middle East, Vol. 2, Medicinal and Aromatic Plants of the World*, Springer Science+Business Media, Dordrecht, Netherland, pp.225-239.

Harel-Beja R., Bar-Ya'akov I., Trainin T., Ben-Simhon Z., Hatib K., Ophir R., Rubinstein M., Eshed R., Sherman A., Holland D. 2017. Association of pomegranate fruit traits with SNP markers generated via genotyping by sequencing of the germplasm collection. In: *Book of Abstracts, IV International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 18th-22nd September, Elche, Spain, abstract S1.018.* p.22.

Harel-Beja R., Bar-Ya'akov I., Hatib K., Trainin T., Ben-Simhon Z., Eshed R., Sharabi M., Rubinstein M., Ophir R., Sherman A. and Holland D. (2015). Pomegranate breeding: Utilization of molecular and genetic data for improvement of fruit quality and adaptation to different climatic conditions. *ISHS 3rd IS on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, Acta Hort.* 1089:249-252.

Harel-Beja R., Sherman A., Rubinstein M., Eshed R., Bar-Ya'akov I., Trainin T., Ophir R. and Holland D. (2015). A novel genetic map of pomegranate based on transcript markers enriched with QTLs for fruit quality traits. *Tree Genet. Genomes* 11:109. Doi.10.1007/s11295-015-0936-0.

Ben-Simhon Z., Judeinstein S., Trainin T., Harel-Beja R., Bar-Ya'akov I., Borochoy-Neori H. and Holland D. (2015) A "white" anthocyanin-less pomegranate (*Punica granatum* L.) caused by an insertion in the coding region of the leucoanthocyanidin dioxygenase (*LDOX; ANS*) gene. *PLoS ONE* 10(11):e0142777. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142777>.

Holland D., Bar-Ya'akov I., Harel-Beja R., Hatib K., Trainin T., Rubinstein M., Porat R., Ophir R., Sherman A. (2017). Improvement of pomegranate cultivars through better understanding the biology and genetics of pomegranate. In: Book of Abstracts, IV International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 18th-22nd September, Elche, Spain, abstract S1.019. p.17.

Wilson A.E., Feng X., Ono N.N., Holland D., Amir R. and Tian L. (2017). Characterization of a UGT84 family glycosyltransferase provides new insights into substrate binding and reactivity of galloylglucose ester-forming UGTs. *Biochem.* 56(48) 6389-6400. doi.org/10.1021/acs.biochem.7b00946.

Holland D., Bar-Ya'akov I. (2018). Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Breeding. In: Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V. (Eds.) *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits* Volume 3: 601-647. 10.1007/978-3-319-91944-7_15.

Kashash Y, Adi D-F., Holland D., Porat R. (2018). Effects of low-temperature conditioning and cold storage on development of chilling injuries and the transcriptome of 'Wonderful' pomegranate fruit. *International J. Food Sci. Technol.* 53. 10.1111/ijfs.13793.

Kashash Y., Doron-Faigenboim A., Bar-Ya'akov I., Hatib K., Beja R., Trainin T., Holland D., and Porat R. (2018). Diversity among pomegranate varieties in chilling tolerance and transcriptome responses to cold storage. *J. Agric. Food Chem.* Doi.10.1021/acs.jafc.8b06321.

Harel-Beja R., Tian L., Freilich S., Habashi R., Borochoy-Neori, H., Lahav T., Trainin T., Doron-Faigenboim A., Ophir R., Bar-Ya'akov I., Amir R., and Holland D. (2019). Gene expression and metabolite profiling analyses of developing pomegranate fruit peel reveal interactions between anthocyanin and punicalagin production *Tree Genet. Genomes* 15:22. <https://doi.org/10.1007/s11295-019-1329-6>.

Kashash Y., Doron-Faigenboim A., Holland D., and Porat R. (2019). Effects of harvest time on chilling tolerance and the transcriptome of 'Wonderful' pomegranate fruit. *Postharvest Biol. Tec.* 147:10-19. Doi:10.1016/j.postharvbio.2018.09.005.

Kashash Y., Holland D., and Porat R. (2019). Molecular mechanisms involved in postharvest chilling tolerance of pomegranate fruit. *J. Sci. Food Agric.* 99(13):5617-5623.

Bar-Ya'akov I., Tian L., Amir R., and Holland D. (2019). Primary metabolites, anthocyanins, and hydrolyzable tannins in the pomegranate fruit. *Front. Plant Sci.* 10:620. doi: 10.3389/fpls.2019.00620.eCollection 2019.

Holland D., Bar-Ya'akov I., Harel-Beja R., Hatib K., Trainin T., Rubinstein M., Porat R., Ophir R., and Sherman A. (2019). Improvement of pomegranate cultivars through better understanding the biology and genetics of pomegranate. *ISHS Acta Horticulturae* 1254:1-6. doi:10.17660/ActaHortic.2019.1254.1.

Borochoy-Neori H., Judeinstein S., Tripler E., Harari M., Greenberg A., Shomer I. and Holland D. (2009). Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *J. Food Compos. Anal.*, 22:189-195.

Seeram N.P., Schulman R.N. and Heber D. (eds.). (2006). *Pomegranates: Ancient roots to modern medicine*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.

Shwartz E., Glazer I., Bar-Ya'akov I., Matityahu I., Bar-Ilan I., Holland D. and Amir R. (2009a). Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chem.*, 115:965-973.

Shwartz E., Tzulker R., Glazer I., Bar-Ya'akov I., Wiesman Z., Tripler E., Bar-Ilan I., Fromm, H., Borochoy-Neori H., Holland D. and Amir R. (2009b). Environmental conditions affect the color, taste and antioxidant capacity of 11 pomegranate accessions' fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 57(19):9197-209. doi: 10.1021/jf901466c.

Tzulker R., Glazer I., Bar-Ilan I., Holland D., Aviram M., and Amir R. (2007). Antioxidant Activity, Polyphenol Content, and Related Compounds in Different Fruit Juices and Homogenates Prepared from 29 Different Pomegranate Accessions. *J. Agric. Food Chem.* 55:9559-9570.

סיכום דו"ח ל-2018:

1. **אנא פרט מהם הניסויים שנעשו תוך השוואה לתכנית העבודה המתוכננת והתאמתם למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה.**
בוצעו הכלאות ובירור של זני רימון. אותרו מכלואי רימון מוקדמים ומאחרים בהתאם לתוכניות שהוגשו. השתמשנו בסמנים מולקולריים שפיתחנו הן לזיהוי של תכונות חשובות והן לצורך חתימה גנטית של זנים פטנטיים. הידע הועבר בהסכם לחברה מסחרית בספרד העוסקת בזיהוי זנים לצרכי שימור זכויות מטפחים.
2. **מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח?**
הכלאות. ניטעו אוכלוסיות חדשות ונעשו בירורים באוכלוסיות קיימות. איתור מכלואים. רישום זן חדש. שימוש בסמנים לתכונות חשובות לצרכי השבחה ומחקר. בדיקות אחסון למכלואים מעניינים. איתור זנים נוספים כמועמדים לגידול מסחרי ורישום לזכויות מטפחים. הצלחנו לאתר טיפוס רימון טובים בעלי כושר משופר לעמידה לצינה לרקבנות כתר.
3. **בעקבות הניסויים שנעשו, אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן.**
המטרות הושגו בעזרת שימוש בהכלאות גנטיות ובירור בשטח. נעזרנו בחלק מהמקרים גם בסמנים לצבע ובסמנים לירוקות עד.
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**
כשהוגשה ההצעה עדיין לא נדרשה טבלה כזו. ביצענו את כל מה שהתחייבנו לבצע. נרשמו זנים חדשים ויש מכלואים בעלי פוטנציאל לרישום. התחלנו לבחון אותם בתנאי גידול מסחרי. עדין לא נרשם זן מוקדם דמוי 'וונדרפול' אולם עד עתה איתרנו מספרים טיפוסים מועמדים. הטיפוסים הללו עוברים בדיקות מחמירות באחסון בטרם יוחלט אם הם מתאימים להפצה מסחרית. אני מניח שבשנים הקרובות נאתר כאלה בחלקות ההשבחה הקיימות.
5. **מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו בעתיד?**
ניתן להרחיב את עונת הרימון באמצעות בירור לזנים מוקדמים יותר שמבשילים ביולי ואף לזנים מאוחרים יותר מהזן 'וונדרפול'. אותרו הורים מתאימים לייצור זנים מוקדמים ומאחרים. אותרו סמנים גנטיים לתכונות חשובות כמו צבע ומועד הבשלה. יש צורך לפתח במרץ יכולות שיווק של הזנים שלנו בחו"ל. יש באפשרותנו לפתח סמנים למגוון תכונות חשובות הכוללות בין היתר קושי גרגר, צבע ותכולה של אנטיאוקסידנטים כדוגמת פוניקליגין.
6. **מהן הבעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות ההתייחסות בהמשך?**
איתור סמנים גנטיים נוספים למועד הבשלה. איתור סמנים לרמה גבוהה של מטבוליטים בעלי פעילות בריאותית חשובה. פיתוח של זנים עתירי חומרים בריאותיים. פיתוח של מערך מתוחכם לשימוש בו זמני בסמנים למספר תכונות לצרכי טיפוח. יש בעיות קשות של שיווק הזנים שלנו בדרום אמריקה ובצפון אמריקה

בגלל מערך שיווק לא מסועף מספיק. יש צורך בשיתוף פעולה עם גורמים מסחריים ברחבי העולם העוסקים בשיווק של זנים.

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

הרצאה ביום עיון למגדלי רימון, סיור לאנשי מקצוע במטע רימון נוה יער, פוסטר והרצאת פתיחה בכנס בינלאומי בנושא הרימון בספרד. הוגש לרישום לזכויות מטפחים רימון בכיר בשם 'נטע-ני'. פורסם רוויז על השבחת רימון.

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?**

כן