

דוח מסכם לתכנית מחקר מספר 261-0725-11

פיתוח מערכת חדשה של צבעים בפירות של מלון

Development of new pigment system in melon

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

יעקב תדמור	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
בורגר יוסי	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
פריס הרי	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
מאיר אילה	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
בר עינת	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
סער עוזי	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
פורטנוי ויטלי	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
לוינסון אפרים	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
נורית קציר	חקר ירקות, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער

Yaakov Tadmor, Vegetable Research, ARO, Neve Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021 Ramat Yishay 30095. E-mail: tadmory@agri.gov.il

יולי 2012

אב ה'תשע"ב

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



חתימת החוקר

דוח מסכם לתכנית מחקר מספר 261-0725-11

פיתוח מערכת חדשה של צבעים בפירות של מלון

תוכן העניינים

3	תקציר
4	מבוא
4	מטרות המחקר בהצעה 261-0725-09
4	פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו
5	תוצאות
7	זיהוי גנים מועמדים הקשורים לייצור צילקון בקליפת הפרי על סמך המעקבות והבדלי תבנית הביטוי
8	אפיון ביוכימי השוואתי של המערכות השולטות בייצור צילקון בקליפת הפרי של זנים הצוברים וכאלו שאינם צוברים צילקון בקליפה
9	וידוא פונקציונאלי, בעזרת מערכות גנטיות מתאימות, של גנים המשתתפים או מבקרים את הצטברות הצילקון בקליפת פרי המלון
10	דיון
11	פרוט מלא של הפרסומים המדעיים
11	ביבליוגרפיה
12	סיכום עם שאלות מנחות

תקציר

הצגת הבעיה

מספר טיפוס פרי במלון צוברים את הפלבנון הצהוב נרינג'ינין צ'לקון בקליפת הפרי. המנגנון המבקר את הצטברותו של נרינג'ינין צ'לקון והסיבות מדוע הוא יכול להצטבר רק בקליפה ומדוע המסלול אינו ממשיך לייצור אנטוציאנינים צבעוניים אינן ברורות ואינן ידועות. ייצור פלבנואידים בקליפה ובציפה של פרי המלון עשוי ליצור מגוון חדש ובלתי מוכר של צבעי פרי במלון ולהוסיף להם ערך בריאותי שאינו קיים היום.

מטרות המחקר

1. אפיון השוואתי של המערכת הגנומית המבדילה בין טיפוס מלון הצוברים צ'לקון בקליפת הפרי לבין כאלו שאינם צוברים.

2. אפיון ביוכימי השוואתי של המערכות השולטות בייצור צ'לקון בקליפת הפרי של זנים הצוברים וכאלו שאינם צוברים צ'לקון בקליפה.

3. זיהוי גנים מועמדים הקשורים לייצור צ'לקון בקליפת הפרי על סמך המעקובות והבדלי תבנית הביטוי.

4. וידוא פונקציונאלי, בעזרת מערכות גנטיות מתאימות, של גנים המשתתפים או מבקרים את הצטברות הצ'לקון בקליפת פרי המלון.

שיטות העבודה

אנליזה טרנסקריפטומית מעקובתית של צברי צאצאים של אוכלוסיה מתפצלת לצבירת נרינג'ינין צ'לקון.

תוצאות עיקריות

1. בעזרת אנליזה טרנסקריפטומית של צברי צאצאים המורכבים ממשפחות F3 שמקורן בהכלאה בין טיפוס מלון הצובר צ'לקון לטיפוס שאינו צובר צ'לקון זיהינו איזור בגנום המלון המבקר את הצטברות הצ'לקון בקליפת פרי המלון

2. נעשה אפיון כימי והיסטולוגי מפורט של צבירה או אי צבירה של צ'לקון בקליפת פרי המלון

3. זוהו גנים מועמדים

4. האזור הגנומי בו נמצאים הגנים המועמדים מצומצם בעזרת אנליזה של רקומביננטים

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות

1. העבודה ייצרה סידרה של סמנים גנטיים שיכולים לשמש מטפחים להחדרת צבירת צ'לקון לזנים חדשים
2. מומלץ להמשיך במחקר ולזהות את הגורמים שמונעים צבירת אנטוציאנינים ופלבנואידים אחרים בקליפת ובציפת פרי המלון

מבוא

במסגרת תוכנית מדען קודמת זיהינו הצטברות של הפלבונול הצהוב נרינג'ינין צ'לקון בקליפה של מספר זני מלון, תופעה הבולטת במיוחד בזנים מטיפוס 'צהוב קנרי' שם מהווה הפלבונול את הפיגמנט העיקרי. עד לעבודתנו לא היה ידוע כי פלבונואידים יכולים לשמש כצבענים בפירות המלון. בתוכנית המדען הקודמת ייצרנו אוכלוסיה מתפצלת לצבירת נרינג'ינין צ'לקון וכלורופיל. אנליזה של האוכלוסייה הראתה כי הצטברות נרינג'ינין צ'לקון והצטברות הכלורופיל בקליפה נשלטות על ידי גנים יחידים שאינם תלויים האחד בשני. מצאנו גם כי אנליזה של רמת הביטוי של גנים הקשורים בייצור נרינג'ינין-צ'לקון לאורך התפתחות הפרי מתקשה להסביר את ההבדל בין מלון הצובר בקליפה של הפרי נרינג'ינין צ'לקון לעומת כזה שאינו צובר. תוצאות שהתפרסמו מגידולים אחרים הביאו אותנו לחשוב שמדובר באלמנט בקרה, כנראה פקטור שעתוק, השולט בתופעה. הצענו הצעת המשך המתבססת על מערכת השוואתית של הטרנסקריפטום שיתקבל מאנליזה ריצוף כמותי של מעקובות RNA שמקורן מצבר משפחות F_3 הצוברות נרינג'ינין צ'לקון לעומת כאלה שאינן צוברות נרינג'ינין צ'לקון בקליפת הפרי לצורך זיהוי הגורם המבקר. אנליזה שכזאת, כך הצענו, תיתן גם את רמת הביטוי של כל גן וגם את המעקובת שלו. עבודה שכזאת תוכל לענות על השאלה כיצד מבוקר ייצור הצ'לקון בקליפת פרי המלון ומיהו הגן המרכזי המשפיע על ייצורו? בהמשך נוכל גם לשאול מהם הגורמים המגבילים ייצור פלבונואידיים נוספים בקליפת פרי המלון או בציפה הפרי?

הדו"ח שלהלן מסכם את פעילותנו בשלוש שנות מחקר זה.

מטרות המחקר בהצעה 09-0725-261

בהצעת המחקר המקורית הצגנו את המטרות הבאות:

1. אפיון השוואתי של המערכת הגנומית המבדילה בין טיפוס מלון הצוברים צ'לקון בקליפת הפרי לבין כאלו שאינם צוברים.
2. אפיון ביוכימי השוואתי של המערכות השולטות בייצור צ'לקון בקליפת הפרי של זנים הצוברים וכאלו שאינם צוברים צ'לקון בקליפה.
3. זיהוי גנים מועמדים הקשורים לייצור צ'לקון בקליפת הפרי על סמך המעקובות והבדלי תבנית הביטוי.
4. וידוא פונקציונאלי, בעזרת מערכות גנטיות מתאימות, של גנים המשתתפים או מבקרים את הצטברות הצ'לקון בקליפת פרי המלון.

פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו

אפיון השוואתי של המערכת הגנומית המבדילה בין טיפוס מלון הצוברים צ'לקון בקליפת הפרי לבין כאלו שאינם צוברים.

1. זיהוי משפחות הומוזיגוטיות לצבירה או אי צבירה של צ'לקון בקליפה.
2. חזרה על חלק מאנליזות הביטוי של גנים סטרוקטורליים.
3. דיגום לאנליזת טרנסקריפטום, לאנליזות ביטוי ספציפיות ולאנליזות מטבוליות.

4. ריצוף RNA שהופק מצברי קליפות פרי.

אפיון ביוכימי השוואתי של המערכות השולטות בייצור צילקון בקליפת הפרי של זנים הצוברים וכאלו שאינם צוברים צילקון בקליפה.

1. אפיון כימי בעזרת כרומטוגרפיה (TLC ו-LCMS) והיסטולוגי של פלבנואידים ונגזרותיהם

2. אפיון היסטולוגי של פלבנואידים ונגזרותיהם בקליפת פרי המלון

זיהוי גנים מועמדים הקשורים לייצור צילקון בקליפת הפרי על סמך המעקובות והבדלי תבנית הביטוי.

1. עבודה ביואינפורמטית לזיהוי הבדלים מעקובתיים (SNP) ולהבדלים בדגם ביטוי.

2. דיגום DNA ומטבוליטים מאוסף נרחב ומייצג של מלון.

3. אנליזה של רקומביננטים.

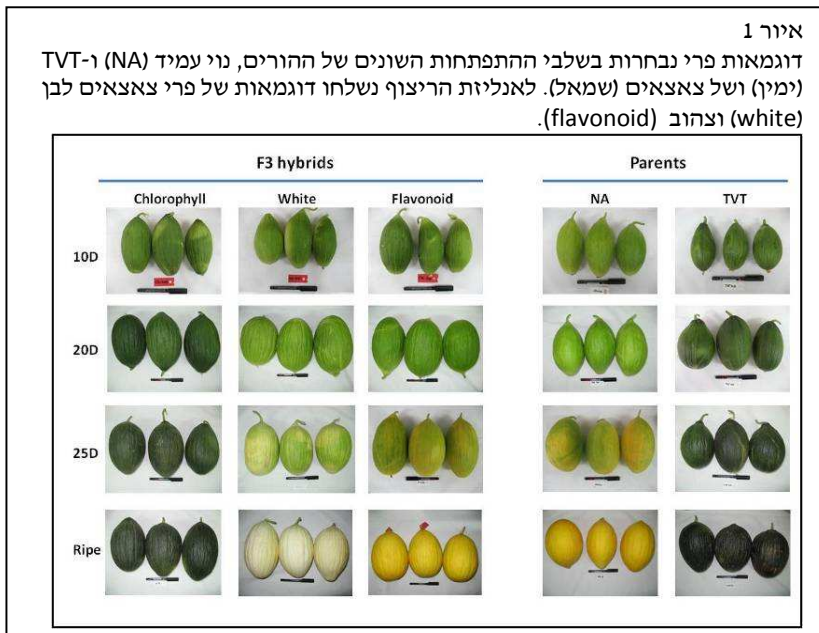
תוצאות

התוצאות מוצגות לפי המטרות השונות שהוצבו בתחילתה של עבודה זאת.

אפיון השוואתי של המערכת הגנומית המבדילה בין טיפוס מלון הצוברים צילקון בקליפת הפרי לבין כאלו שאינם צוברים

בתחילת השנה הראשונה גידלנו 30 צמחים מכל אחת מ-35 משפחות F3 שמקורן מצמח F2 נושא פרי צהוב ו-10 משפחות F3 שמקורן מצמח F2 הנושא פרי לבן. זיהינו 13 משפחות שנשאו פירות צהובים כהים בלבד ורק שבע משפחות שנשאו פירות לבנים בלבד. משפחות אלו גודלו בקיץ ופירותיהם נדגמו בשלוש חזרות 10, 20 ו-25 ימים לאחר ההבשלה וגם בשלב הפרי הבשל, כ-50 ימים לאחר ההפריה (איור 1). מכל חזרה הוסרו הקליפות

ו-RNA איכותי הופק מהן. שתי חזרות מהפקות ה-RNA של 10 ו-20 ימים לאחר הפריה ושל הפרי הבשל נשלחו לאנליזה ריצוף במכשיר SOLEXA של Illumina. כל שלוש דוגמאות הורצו במסלול אחד, שה"כ 12 דוגמאות בארבעה מסלולים. ריצוף ה-RNA הניב תוצאות מרשימות בהיקפן, כ-20 מיליון קריאות (READS) לכל דוגמא באורך ממוצע של כ-100 בסיסים, שה"כ נקראו כ-240

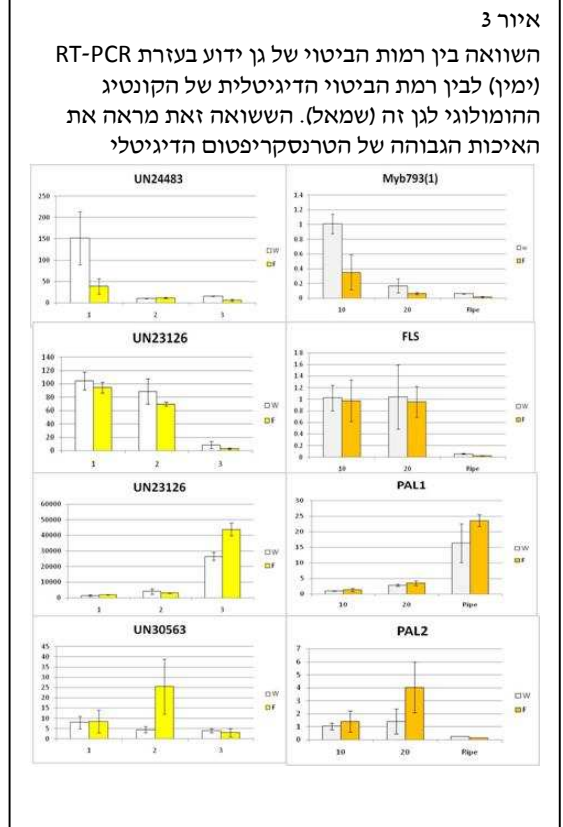


מיליון קריאות ורוצפו כ-
 2.4×10^9 בסיסים (איור 2).
 בעזרת כלל הקריאות בוצעו שתי
 סוגי אנליזות, האחת בניית
 הטרנסקריפטום והשנייה
 השוואת מעקובות למציאת
 הבדלים בין הצברים (SNP –
 Single Nucleotide
 Polymorphism). בניית
 הטרנסקריפטום נעשתה de

איור 2
 סיכום תוצאות ריצוף RNA. משמאל לימין: שם הדוגמא, מספר הקריאות, מספר
 הקריאות הנקיות, אורך ממוצע סופי (לאחר ניקוי), סה"כ קריאות שנעשה בהן
 שימוש.

File_raw	Total reads	length	Final cleaned reads	Length_final	mapped reads
F10D_I	21193084	100	21148759	98.74	18947531
F10D_II	20516275	100	20477443	98.74	18303911
F20D_I	20580177	100	20464704	98.72	18256791
F20D_II	22832880	100	22793038	98.74	20295971
FR_I	22850740	100	22816402	98.76	20483881
FR_II	22413643	100	22370420	98.74	20068071
W10D_I	19602825	100	19557387	98.83	15046461
W10D_II	23668066	100	23625621	98.75	21110481
W20D_I	22988201	100	22914974	98.75	20286491
W20D_II	22992646	100	22917271	98.76	20413621
WR_I	22687370	100	22616789	98.75	20337981
WR_II	20688003	100	20659438	98.76	18522641

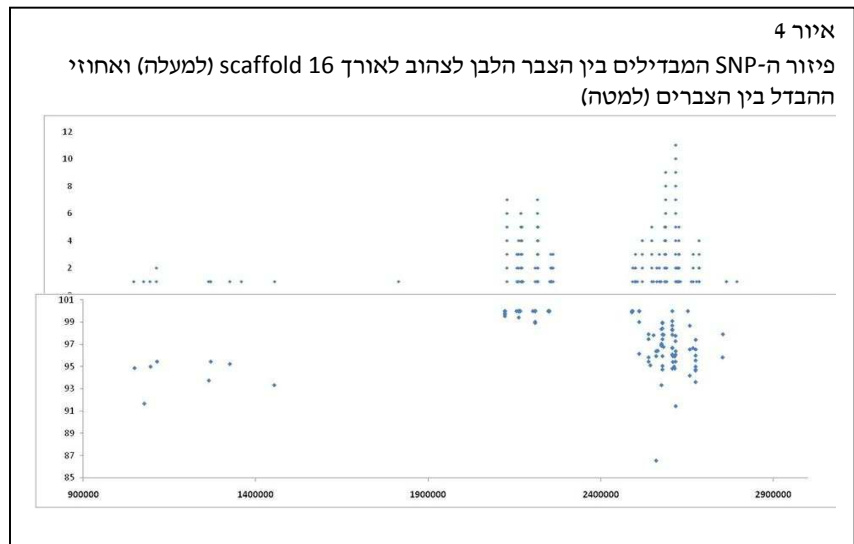
novo ואוחדו 87,336 קונטיגים לכ"א מהם חושב פרופיל
 הביטוי בכ"א מהצברים. רמות הביטוי בכל שלב הושו
 בין הצברים (איור 3). לאחר מכן, זוהו קונטיגים שרמת
 הביטוי שלהם שונה באופן מובהק, לאחר התיקון הנדרש
 בגלל גודל המדגם, בשלב התפתחותי מסויים בין הצבר
 הצהוב שמרכיביו צוברים צ'לקון לבין הצבר הלבן
 שמרכיביו אינם צוברים צ'לקון.



זיהוי גנים מועמדים הקשורים לייצור צ'לקון בקליפת הפרי על סמך המעקובות והבדלי תבנית הביטוי

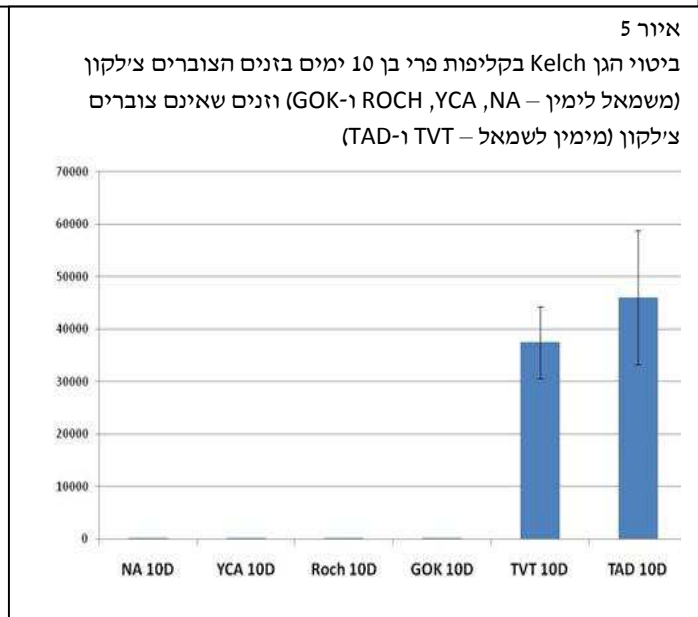
הקונטיג שהראה את ההבדל המובהק ביותר בין הצבר הצהוב לצבר הלבן היה UN08528 המראה הומומולוגיה לפקטור שעתוק Kelch protein מטיפוס F-Box. לקונטיג זה נצפו יותר מ-5,000 קריאות בכ"א משלבי ההתפתחות הנבדקים בצבר הלבן לעומת קריאות בודדות בצבר הצהוב. בשלב זה נמסר לידינו רצף גנום המלון שבינתיים פורסם (1) ואיתרנו את המיקום של UN08528 על Scaffold 16. באיזור זה נמצאו גם קונטיגים נוספים שהראו הבדל ביטוי משמעותי בין הצברים. בנוסף זוהו SNP המבדילים בין הצברים. SNP הוגדר ככזה אם הוא נבדל ביותר מ-90% בין הקריאות השונות של קונטיג נתון כאשר הקונטיג מכיל לפחות 10 קריאות בכל אחד מהצברים. בסה"כ זוהו 189 SNP שמבדילים בין הצברים באופן מובהק, 164 מתוכם משוייכים ל-

scaffold 16, כולל כל אלו המבדילים ב-100% בין הצברים (איור 4). מעניין לציין כי בניתוח של גנום המלפפון וגנום האבטיח הזמינים היום לציבור (<http://www.icugi.org>), קובצו 139 SNP לאותו איזור גנומי במלפפון ו-116 לאותו איזור גנומי באבטיח. באזור ה'יחס' יש מספר קנדידטים



המבדילים בין הצברים, חלקם

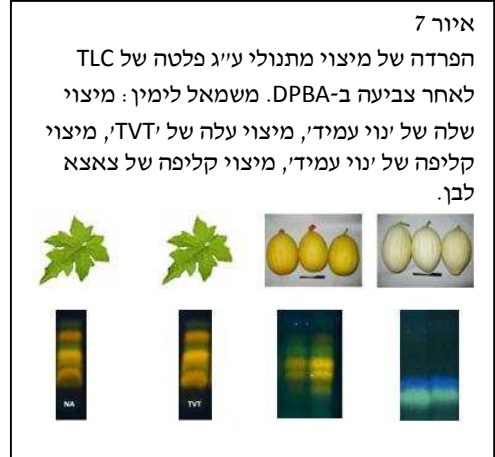
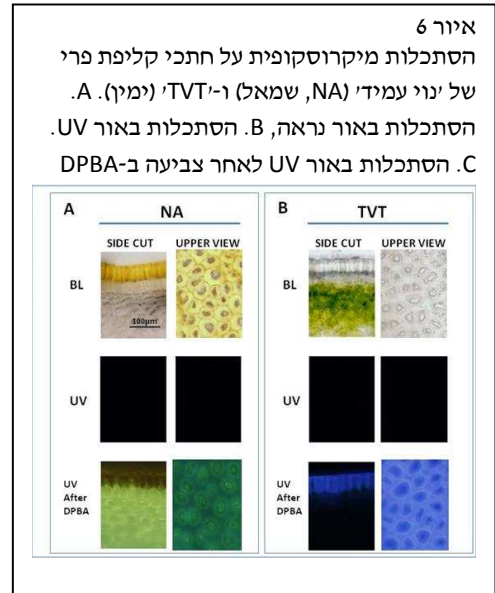
ברמות ביטוי וחלקם ב-SNP משמעותיים, דהיינו כאלה המשנים את הרכב חומצות האמינו בחלבון. לחלקם נבדקה התאמה למגוון הזנים ונמצאה התאמה מלאה בין האלל ה'צהוב' לבין נוכחות צ'לקון בקליפת הפרי. באשר לרמת הביטוי של ה-Kelch protein (UN08528), בחנו את רמת הביטוי שלו בזנים הצוברים צ'לקון בקליפת הפרי וכאלה אינם צוברים צ'לקון. מצאנו כי בכל הזנים שנבדקו יש התאמה מלאה בין ביטוי הגן לבין היעדר צ'לקון ובכל הזנים בהם הגן לא מתבטא מצטבר צ'לקון (איור 5). בנוסף,



השוונו את ביטוי הגן בעלים של הזן 'נוי עמיד', הצובר צ'לקון, ובזן 'TVT', שאינו צובר צ'לקון בקליפת הפרי שלו. בשני הזנים מצטבר צ'לקון בעלה. מצאנו כי Kelch מתבטא ברמה גבוהה בקליפת הפרי של 'TVT' אך כמעט ואינו מתבטא בעלים של שני הזנים או בפרי של 'נוי עמיד'. ברור שאנו נמצאים באזור הגן ואולי אחד המועמדים שבתנו הוא הגן עצמו. גודלו של אזור זה הוא כחצי מיליון בסיסים ובחרנו באנליזה של רקומביננטים בעזרתה ננסה לצמצם את האזור בו נחפש את הגנים המועמדים ואולי נזכה לזהות את הגן האחראי לתופעה ישירות באמצעות אנליזה זאת. אנו מגדלים עתה 1,500 רקומביננטים וננסה למצוא אירועי רקומבינציה בתוך האיזור היחסי על מנת לצמצם אותו.

אפיון ביוכימי השוואתי של המערכות השולטות בייצור צ'לקון בקליפת הפרי של זנים הצוברים ואלו שאינם צוברים צ'לקון בקליפה

הסתכלות מיקרוסקופית בחתכי קליפה הראתה כי שכבת התאים החיצונית, הקוטיקולה, של קליפת הזן 'נוי עמיד' צהובה והשכבה המקבילה בזן TVT שקופה (איור 6). שימוש בצלולאזות ובפקטינאזות הפרידה את שכבת הקוטיקולה מיתר הקליפה והראתה בבירור כי הצ'לקון מצטבר ברקמה זאת. diphenyl boric acid-2-aminoethyl ester (DPBA) מגביר את הפלואורסנציה של תרכובות פנוליות. צביעת החתכים של קליפת פרי המלון ב-DPBA הראתה פלואורסנציה כחולה בשכבת הקוטיקולה של 'TVT', שנעדרת מהקוטיקולה של 'נוי עמיד'. לעומת זאת בינוי עמיד' בלבד מופיעה פלואורסנציה צהובה בשכבת התאים שמתחת לקוטיקולה (איור 6). הפרדה ע"ג TLC (Thin Layer Chromatography) של מיצויים מתנוליים של קליפות ושל עלים הראתה לאחר ריסוס הפלטה ב-DPBA כי בעלים מצטבר צ'לקון והמטבוליטים שגורמים לפלואורסנציה הצהובה ללא הבדל בין הזנים (איור 7). לעומת זאת, קליפת הפרי של מלון הצוברת צ'לקון צוברת גם מטבוליטים הגורמים לפלואורסנציה הצהובה וקליפות פרי שאינן צוברות צ'לקון צוברות מטבוליטים הגורמים לפלואורסנציה כחולה לאחר צביעה ב-DPBA (איור 7). הופעת הפלואורסנציה הצבעונית נבדקה על משפחות F3 ששימשו אותנו לאנליזת הטרנסקריפטום ובמספר זנים הצוברים צ'לקון או שאינם צוברים צ'לקון בקליפת הפרי. בכל המקרים המטבוליטים שנותנים לפלואורסנציה צהובה מצטברים בקליפה הצוברת צ'לקון ואילו החומרים שנותנים לפלואורסנציה כחולה מצטברים בקליפה שאינה צוברת צ'לקון (איור 8). אנליזה של מיצויים מתנוליים של



את הפלואורסנציה של תרכובות פנוליות. צביעת החתכים של קליפת פרי המלון ב-DPBA הראתה פלואורסנציה כחולה בשכבת הקוטיקולה של 'TVT', שנעדרת מהקוטיקולה של 'נוי עמיד'. לעומת זאת בינוי עמיד' בלבד מופיעה פלואורסנציה צהובה בשכבת התאים שמתחת לקוטיקולה (איור 6). הפרדה ע"ג TLC (Thin Layer Chromatography) של מיצויים מתנוליים של קליפות ושל עלים הראתה לאחר ריסוס הפלטה ב-DPBA כי בעלים מצטבר צ'לקון והמטבוליטים שגורמים לפלואורסנציה הצהובה ללא הבדל בין הזנים (איור 7). לעומת זאת, קליפת הפרי של מלון הצוברת צ'לקון צוברת גם מטבוליטים הגורמים לפלואורסנציה הצהובה וקליפות פרי שאינן צוברות צ'לקון צוברות מטבוליטים הגורמים לפלואורסנציה כחולה לאחר צביעה ב-DPBA (איור 7). הופעת הפלואורסנציה הצבעונית נבדקה על משפחות F3 ששימשו אותנו לאנליזת הטרנסקריפטום ובמספר זנים הצוברים צ'לקון או שאינם צוברים צ'לקון בקליפת הפרי. בכל המקרים המטבוליטים שנותנים לפלואורסנציה צהובה מצטברים בקליפה הצוברת צ'לקון ואילו החומרים שנותנים לפלואורסנציה כחולה מצטברים בקליפה שאינה צוברת צ'לקון (איור 8). אנליזה של מיצויים מתנוליים של

קליפות ושל הפסים המופרדים מפלטת ה-TLC והשוואה לסטנדרטים אותנטיים בעזרת LCMS זיהתה את החומרים נותני הפלואורסנציה הכחולה כנגזרות של חומצה קפאית וחומצה פרולית ואת החומרים נותני הפלואורסנציה הצהובה כקוורסיטין וקמפרול (איור 9). מערכת ה-LCMS מראה כי בקליפות הצהובות מצטברים גם חומרים אחרים אותם עדיין לא הצלחנו לזהות.

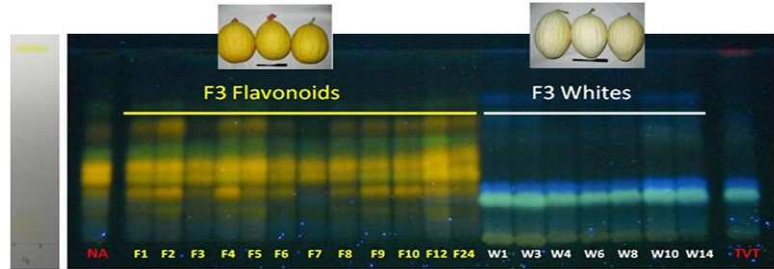
וידוא פונקציונאלי, בעזרת מערכות גנטיות מתאימות, של גנים המשתתפים או

מבקרים את הצטברות הצילקון בקליפת פרי המלון

עדיין לא הגענו לרשימת מועמדים צרה שתאפשר וידוי פונקציונאלי בעזרת טרנספורמציה. למרות זאת התחלנו לתכנן וקטורים שייצרו את Kelch איתם ננסה להפוך קליפה צהובה ללבנה.

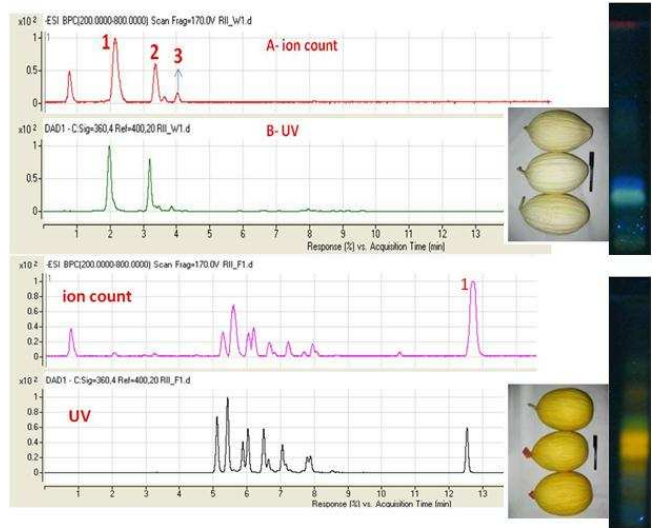
איור 8

הפרדת TLC של מיצוי מתנולי של קליפה. למעלה משמאל לימין: מיצוי קליפה של 'נוי עמיד' באור הנראה, בחלק העליון רואים פס צהוב בהיר, זהו הצילקון, לאחר צביעה ב-DPBA תחת אור UV – הזן נוי עמיד וקליפות פרי ממשפחות F3 בעלות קליפה צהובה, משפחות F3 בעלות קליפה לבנה והזן TVT. למטה: השוואה בין זנים שונים: 1. VEP. 2. ROCH. 3. DUL. 4. TPM. 5. PI. 6. DOU. 7. BRO. 8. HDG. 9. TAD. 10. BDR. 11. TVT. 12. YCA. 13. GOK. 14. NA. A- אור נראה (צילקון מצטבר בזנים 11-14), B- UV לאחר צביעה ב-DPBA



איור 9

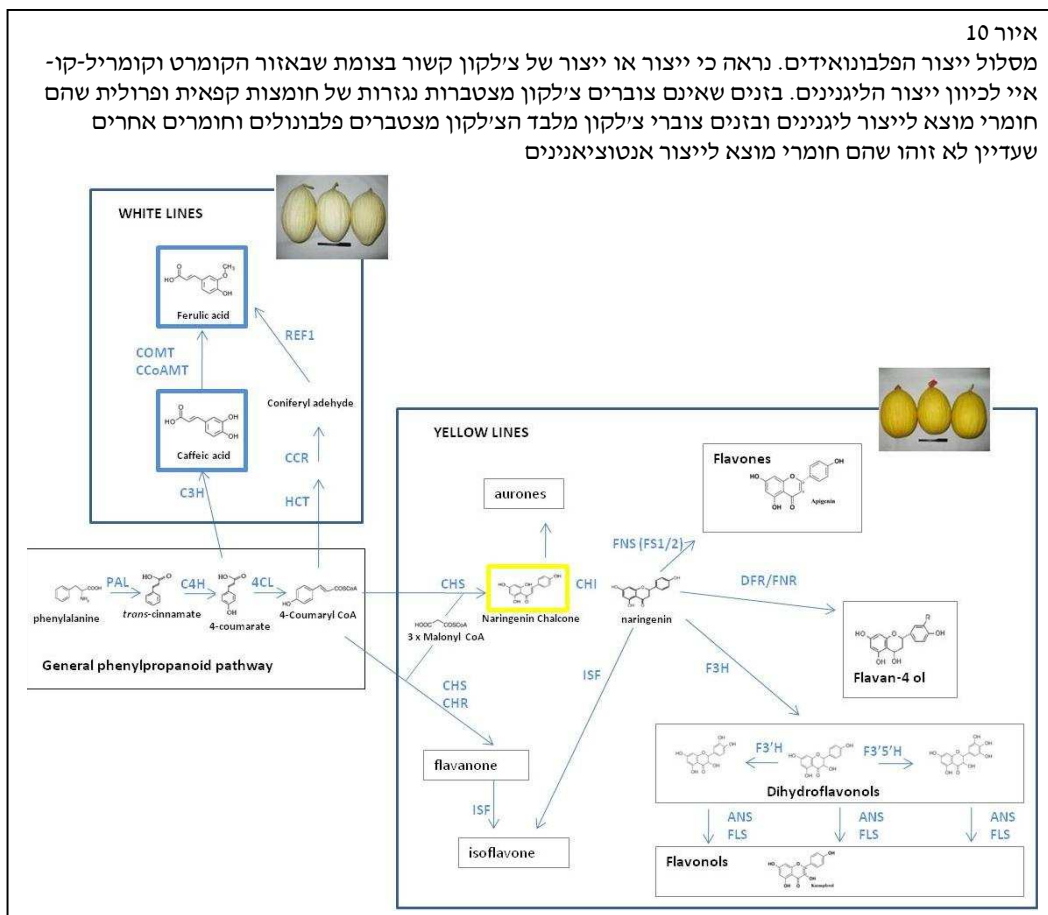
הפרדה של מיצוי מתנולי של קליפה מפרי לבן (למעלה) ומפרי צהוב (למטה) במערכת LCMS. בפירות הלבנים זהו חומרים 1, 2 ו-3 כנגזרות של חומצה קפאית וחומצה פרולית. בפירות הצהובים חומר מספר 1 הוא נרינגינין צילקון כשהחומרים האחרים הם קמפרול וקוורסיטין והשאר עדיין לא מזוהים.



דיון

תכנית מחקר מספר 261-0725-09 עברה מוגש הדו"ח הנוכחי מסכמת מאמץ של שש שנים (התוכנית מהווה תוכנית המשך לתוכנית קודמת בה ניסינו גישה של גנים מועמדים) למציאת הגן האחראי להצטברות נרינגינין צ'לקון בקליפת פרי המלון. התוכנית הנוכחית היא אחת מהחלוצות בשימוש באנליזה טרנסקריפטומית השוואתית של צברים הנבדלים פנוטיפית זה מזה. התוצאות שהוצגו בדו"ח המסכם מראות כי הנחות היסוד של התוכנית היו נכונות וכי הדרך שנבחרה הובילה אותנו לאזור בגנום בו נמצא הגן ותוביל אותנו בקרוב לגן עצמו. יתרה מכך, שיטת העבודה שלנו עשויה להוביל אותנו גם לזיהוי מנגנון הפעולה של הגן השולט בייצור צ'לקון על ידי זיהוי ההקשרים בין הגן השולט לחבריו הנשלטים.

האנליזה המטבולומית מראה לנו כי מלבד הצ'לקון מצטברים בקליפת הפרי פלבנואידים אחרים וכי בקליפות שאינן צוברות צ'לקון מצטברים חומרי ביניים במסלול לייצור ליגנינים (איור 10). התוצאות שלנו מראות בבירור כי הגן שמבקר את ייצור הצ'לקון מבקר גם את ייצור חומרים אלו והבנה זאת תסייע בידינו לפענח את מנגנון הפעולה המלא של התהליך. מטרת העבודה בטווח הארוך היא למצוא דרכים ליצור הצטברות פלבנואידים ואנטוציאנינים בציפת הפרי של המלון. בידינו היום התשתית להמשך העבודה אותה נציג בקרוב כמאמר מדעי איכותי. לצערנו, התוצאות שלנו לא שכנעו את וועדת ההיגוי להמשיך ולתמוך בתוכנית המחקר שלנו.



פרוט מלא של הפרסומים המדעיים

בכתב:

Tadmor, Yaakov; Burger, Joseph; Yaakov, Ilan; Feder, Ari; Libhaber, Smadar; Portnoy, Vitaly; Meir, Ayala; Tzuri, Galil; Sa'ar, Uzi; Rogachev, Ilana; Aharoni, Asaph; Abeliovich, Hagai; Schaffer, Arthur; Lewinsohn, Efraim; Katzir, Nurit 2010 "Genetics of flavonoid, carotenoid, and chlorophyll pigments in melon fruit rinds". *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58 (19), pp 10722–10728

בעל פה:

תוצאות חלקיות של העבודה הוצגו עד כה בהרצאות מוזמנות שנתן יעקב תדמור בספטמבר 2009 בכנס הדלועיים בסין, בינואר 2010 באוניברסיטת וויסקונסין, ארה"ב, בינואר 2011 בלימן קולג' של אוניברסיטת ניו-יורק, ארה"ב ובסמינר שנתן יעקב תדמור באפריל 2011 באוניברסיטת קורנל, איטקה, ניו יורק, ארה"ב.

ביבליוגרפיה

1. Garcia-Mas, J et al. (34 additional authors). The Melon Genome. Published online before print July 2, 2012, doi: 10.1073/pnas.1205415109

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה

אפיון השוואתי ביוכימי וגנומי של המערכות השולטות בייצור צילקון בקליפת הפרי של זנים הצוברים וכאלו שאינם צוברים צילקון בקליפה שיוביל לזיהוי הגן המבקר את התופעה. מטרות המחקר הושגו בעזרת אנליזה כימית וטרנסקריפטומית מפורטת של צברי קליפות פרי שמקורן מאוכלוסיה מתפצלת

עיקרי התוצאות

אנליזה טרנסקריפטומית של צברי צאצאים הובילה לזיהוי איזור בגנום המלון המבקר את הצטברות הצילקון בקליפת פרי המלון. נעשה אפיון כימי והיסטולוגי מפורט של צבירה או אי צבירה של צילקון בקליפת פרי המלון וזוהו גנים מועמדים

מסקנות מדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

המחקר הוביל לזיהוי סמן אמין לתכונה הנחקרת ויוביל בעתיד הקרוב לזיהוי וודאי של הגן ושל המערכת בה הוא פועל. המחקר הוכיח כי ניתן להשתמש באנליזה של ריצוף RNA של צברי צאצאים לצורך זיהוי שינויים מעקובתיים ושינוי דפוס ביטוי המבדילים בין הצברים

האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח ?

מטרות המחקר כפי שהוצגו בתוכנית העבודה הושגו כמעט במלואן. בזמן הקרוב יושלמו כל מטרות המחקר

בעיות שנתרו לפתרון / או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ; התייחסות המשך המחקר

עכשיו כשמנגנון הגנטי השולט בצבירת צילקון נמצא על סף פענוח מלא וסופי ניתן לשאול את השאלות החשובות באמת: מדוע לא מצטברים צילקון ואנטוציאנינים בציפת פרי המלון? לצערנו וועדת ההיגוי 2012 לא מצאה את השאלה הזאת מעניינת מספיק והצעה הקדמית שהגשנו בנושא לא אושרה.

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח

תוצאות חלקיות של העבודה הוצגו עד כה בהרצאות מוזמנות שנתן יעקב תדמור בספטמבר 2009 בכנס הדלועיים בסין, בינואר 2010 באוניברסיטת וויסקונסין, ארה"ב, בינואר 2011 בלימן קולג' של אוניברסיטת ניו-יורק, ארה"ב ובסמינר שנתן יעקב תדמור באפריל 2011 באוניברסיטת קורנל, איטקה, ניו יורק, ארה"ב.

Tadmor, Yaakov; Burger, Joseph; Yaakov, Ilan; Feder, Ari; Libhaber, Smadar; Portnoy, Vitaly; Meir, Ayala; Tzuri, Galil; Sa'ar, Uzi; Rogachev, Ilana; Aharoni, Asaph; Abeliovich, Hagai; Schaffer, Arthur; Lewinsohn, Efraim; Katzir, Nurit 2010 "Genetics of flavonoid, carotenoid, and chlorophyll pigments in melon fruit rinds". *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58 (19), pp 10722–10728

פרסום הדו"ח

אני ממליץ לפרסם את הדו"ח ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) ×