

דוח שנתי לתכנית מחקר מספר 05-0275-650

רימון, גידול מטע חדש בערבה לשיווק טרי וליצור מוצרי בריאות

Pomegranate, a new crop in the Arava as an exportable fresh fruits and functional food products

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף מטעים

ע"י

טריפּלר אפי	מטעים, מו"פ ערבה דרומית
חמוטל בורוכוב-נאורי	טיפול בפרי הקטוף, מו"פ ערבה דרומית
מוטי הררי	השבחה, מו"פ ערבה דרומית
אילן שומר	מדעי המזון, מנהל המחקר החקלאי, וולקני

Effi Tripler, Southern Arava R&D, M. P. Hevel Eilot 88820, Israel.

E-mail: tripler@agri.huji.ac.il

Hamutal Borochoy-Neori, Southern Arava R&D, M. P. Hevel Eilot 88820, Israel. E-mail:

hamutalneori@rd.ardom.co.il

Moti Harary, Southern Arava R&D, M. P. Hevel Eilot 88820, Israel.

E-mail: moti@rd.ardom.co.il

Ilan Shomer, Department of Food Sciences, ARO, Bet-Dagan 50250. E-mail: [ilan@](mailto:ilan@agri.gov.il)

agri.gov.il

אפריל 2006

ניסן תשס"ו

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

חתימת החוקר

1. תקציר

לאחרונה הולך וגדל הביקוש למוצרי הרימון בתגובה לדיווחים מדעיים על ערכו התזונתי והבריאותי הגבוה של הפרי, בפרט בהקשר לתכולה הגבוהה במיוחד של חומרים מעכבי חמצון. לאזור הערבה הדרומית יתרון יחסי לגידול רימונים בזכות תנאי האקלים היחודיים השוררים בסתיו, בחורף ובאביב. מטרת המחקר היא לבחון השפעת טיפולים אגרוטכנולוגים על מספר זני רימון (בכירים, אפילים וירוקי-עד) על מנת לאפשר אספקת פרי איכותי טרי בעונות ייחודיות מהערבה לשוק המקומי וליצוא וכחומר גלם איכותי לתעשיית מוצרי רימון בעיבוד מינימלי.

בזנים המקדימים "שני", "עכו" ו"הרשקוביץ" התקבלה הקדמה של כחודש בהבשלה, תוך התרחקות ממועדי קטיף חמים בהם הצבע הפנימי מתבהר. זן ירוק העד "גנש" הניב יכול פרי בשני מועדים: באביב (מרץ-אפריל) ובקיץ (יולי). נראה שבגידול זן זה גלום יתרון מובהק מאחר ובשווקים אין פירות רימון בתקופת האביב המוקדם.

לימוד בסיסי של מדדי הפרי הראה משקל אריל גבוה במיוחד בזן 20-119. בזן 17-116 התקבל יכול ומשקל פרי מכסימאלי. המדדים הכימיים (pH, TSS, תכולת פנולים ונוגדי חמצון) של מיץ מפירות זני הרימון, המייצגים מגוון רחב של תכונות צבע, טעם ומועד הבשלה, נמצאו שונים מאוד זה מזה. נמצא קשר ליניארי מובהק בין תכולת הפנולים המסיסים במיץ רימון לבין הפעילות הנוגדת חמצון. העדר קורלציה בין עוצמת רכיב הצבע האדום ובין הפעילות האנטיאוקסידטיבית מצביע על כך שלאנטוציאנינים אין תרומה ייחודית לערכו של מיץ הרימון כמקור טבעי עשיר לנוגדי חמצון. מכאן, שבחירת הזן המועדף לשווק כ"פרי-על" (superfruit) יכולה להיעשות רק לאחר זיהוי וקביעה כמותית של מרכיבי המיץ ופעילותם.

2. מבוא

הרימון (*Punica granatum L.*) נחשב לגידול מסורתי באזור המזרח התיכון. בחלקות מסחריות העץ מתאפיין בצימוח ירוק נמרץ וגובהו 3-4 מטרים. טיפוסי הרימון המצויים נחלקים לנשירים ולירוקי עד. חלוקות קטגוריות אחרות הן לפי טעם (חמוץ, חמוץ-מתוק ועד מתוק), צבע הקליפה (אדום, צהוב וחום) והצבע הפנימי של גרגרי הפרי (לבן עד אדום עז), ומועדי ההבשלה. חיי המדף של הפרי אינם ארוכים ולכן יש לשמור את הפירות בקירור בתנאים מיוחדים עד לשווקם על מנת לעכב את הפחיתה באיכותם לאורך תקופת האחסון.

פרי הרימון ידוע כפרי עם תכולה גבוהה במיוחד של חומרים מעכבי חמצון. למוצרים איכותיים המתקבלים בעיבוד מזערי של הפרי, כגון, גרגרים פרוטים או מיץ, יש פוטנציאל שיווקי גבוה אם ניתן לשמר בהם את הפעילות האנטי אוקסידטיבית לאורך זמן. פיתוח תעשייה של מוצרי רימון מחייב אספקה קבועה של חומר גלם איכותי לאורך כל השנה, ככל הניתן.

בשנים האחרונות הולך וגדל הביקוש למוצרי הרימון בתגובה לדיווחים מדעיים המצביעים על ערכו התזונתי והבריאותי הגבוה של הפרי. לאזור הערבה הדרומית יש יתרון יחסי בגידול רימונים, בזכות תנאי האקלים השוררים בסתיו, בחורף ובאביב. מיעוט משקעים בערבה בסתיו ובחורף עשוי לאפשר הארכה של תקופת הקטיף בזמן שבאזורי הגידול האחרים בארץ חייבים לסיים את הקטיף לפני עונת הגשמים שכן אלה פוגעים בפירות הבשלים. הטמפרטורות הנוחות באביב והעדר עננות בערבה מקדימים הבשלה של מיני ירקות ופירות רבים. בחוות הניסיונות של מו"פ ערבה דרומית נמצאת חלקת אינטרודוקציה של 11 זני רימון מהאוסף של "נווה יער" והזן ההודי "גנש". במסגרת תצפית נמצאו מספר זנים עם פירות שהבשילו כבר בסוף יוני/תחילת יולי, כחודש לפני הבשלתם באזורי הגידול המסורתיים בארץ. בנוסף, תנאי האקלים הייחודיים בערבה מאפשרים גידול טיפוסי רימונים אשר אינם נכנסים לתרדמה ופורחים לאורך מרבית חודשי השנה, כך שתתכן באזור חנטה וגידול הפרי בעונה ייחודית.

איכותם של מי הקולחין בערבה הדרומית (קולחי אילת) טובה וזמינותם לחקלאות גבוהה. כיום הגידול הדומיננטי באזור הוא התמר. גידול רימונים לשיווק מוקדם ומאוחר בשוק המקומי וליצוא, כחומר טרי וכחומר גלם איכותי ליצור מוצרי מזון מבוקשים, יכול להוות אלטרנטיבה ותוספת נאותה לתמר.

מטרת המחקר היא לבחון מספר זני רימון (בכירים, אפילים וירוקי-עד המייצגים מגוון רחב של תכונות אורגנולפטיות) והשפעת טיפולים אגרוטכנולוגיים על מנת לאפשר אספקת פרי איכותי טרי בעונות ייחודיות מהערבה לשוק הטרי בארץ ובחו"ל וכחומר גלם איכותי לתעשיית מוצרי רימון בעיבוד מינימלי.

3. חומרים ושיטות

איכות פרי מקווי רימון שונים

במחקר שימשו פירות מחלקת הרימונים הניסיונית (חלקת האינטרודוקציה) במו"פ ערבה דרומית. בכל מועד נבחרו פירות בשלים על פי קריטריונים חיצוניים מקובלים. הפירות אוחסנו בקירור מיד עם הקטיף ונבדקו תוך פחות מ- 24 שעות. פריטת הגרגרים הייתה ידנית. קביעה סופית לגבי שלב ההבשלה של הפירות נעשתה על פי טעם הגרגרים, והמשך העבודה התבצע רק על פירות שנמצא שגרגריהם אינם עפצים. **מדידות צבע** נעשו ב- 3 מיקומים שונים על פני שכבת גרגרים פרוטים שעובייה 3 ס"מ באמצעות מד צבע של מינולטה (מודל CR-300) מצויד באביזר לריכוז אלומת האור (CR-A33e). תוצאות המדידות מבוטאות במערכת התלת-מימדית של תיאור הצבע $L^*a^*b^*$, בה L הוא רכיב הבהירות, a חיובי הוא רכיב הגוון האדום, ו- b חיובי הוא רכיב הגוון הצהוב.

הגרגרים נסחטו במסחטת מיצים ביתית והבדיקות הכימיות נעשו על מיץ סחוט טרי. **ערכי pH** נמדדו על ידי מד pH מצויד באלקטרודה מיוחדת למזון (Hanna Inst. pH 211 and FC 200). **מדידת TSS** (ריכוז כלל המומסים) נעשתה באמצעות רפקטומטר נישא (ATAGO, ATC-1E, °Brix 0-32%). **ריכוז כלל פנולים מסיסים** נקבע כמתואר על ידי (Singleton and Rosssi (1965), תוך שימוש בריאגנט Folin-Ciocalteu ומדידת הצפיפות האופטית ב- 765nm בשלוש חזרות. פירוגלול שימש כסטנדרט וריכוז התרכובות הפנוליות המסיסות מבוטא ביחידות של ג' פירוגלול לליטר מיץ. **פעילות נוגדת חמצון** נמדדה בשיטת ה-FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) על פי (Benzie and Straino (1996) בשלוש חזרות. השיטה מבוססת על חיזור Fe^{+3} ויצירת קומפלקס צבעוני. הצפיפות האופטית ב- 593 nm נמדדה כשוויטמין C משמש לגרף הכיול. הפעילות מבוטאת באקוויולנטים של פעילות ויטמין C, ביחידות של ג' ויטמין C לליטר מיץ.

ניסויים אגרוטכניים

א. חלקת אינטרודוקציה (שטח פתוח): תוארכו שלבי ההתפתחות של העצים בזנים השונים, החל משלב הבלבוב וכלה בקטיף. קטיף הפירות בכל הזנים החל באמצע יוני 2005. נמדדו:

1. יבול כללי לזן

2. משקל פרי בודד ומשקל הארילים

3. צבע וקושיות הזרע

ב. שתילות חדשות במנהרות עבירות: השפעת תנאי האקלים בחממה ובבית רשת על התהליכים הפיזיולוגיים של הרימון נלמדת בניסוי במתכונת של "אקראיות גמורה". הוקמו 9 מנהרות עבירות בעלות רוחב מפתח של 9 מ' ואורך 25 מ' אשר יחופו

בפוליאתילן בחורף 2006 ו/או ברשת צל באביב 2006. הוכשרו 3 שטחים במימדים דומים למנהרות עבירות לטיפול הביקורת.



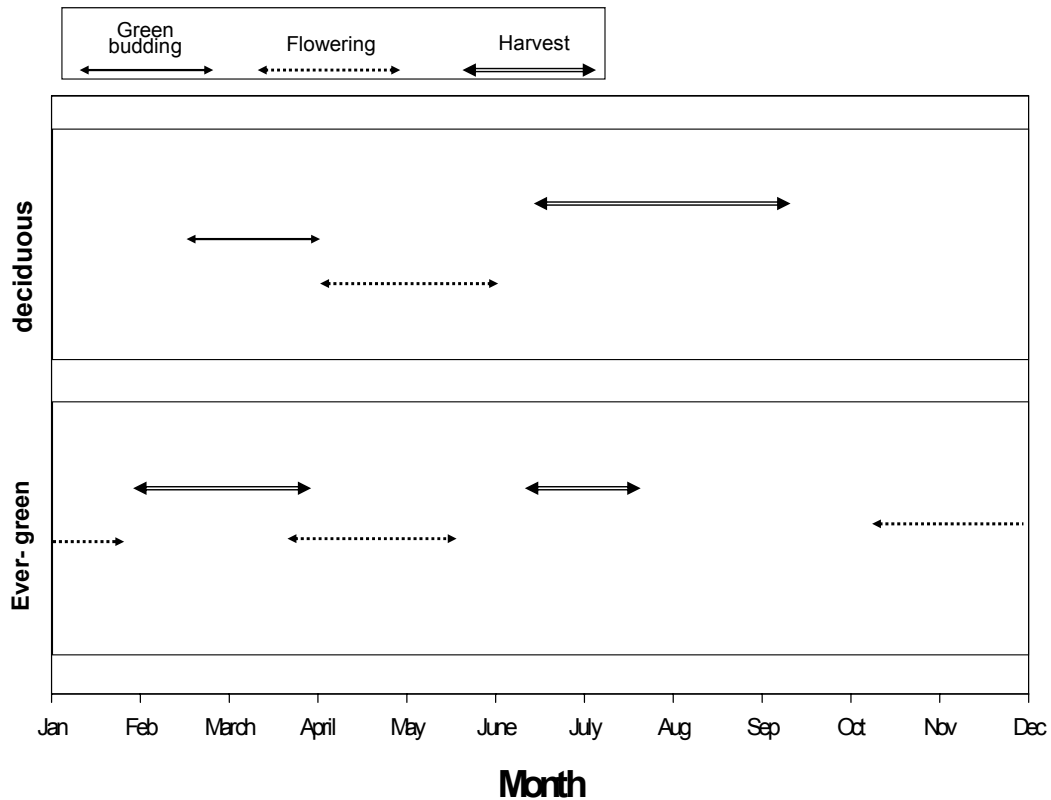
תמונה 1: מנהרה עבירה ובה טיפול אחד המכיל 4 חזרות בנות 4 עצים משלושת הזנים הנבחנים.

תמונה 1 מציגה צילום של מנהרה עבירה בודדת, בה מתפתחים שתילי הרימון. ביולי 2005 נטעו בכל מנהרה 2 שורות בנות 8 עצים כל אחת, של ייחורי רימונים משלושה זנים: (1) זן נשיר מבכיר- "עכו"; (2) זן נשיר מאפיל- "וונדרפול" ו- (3) ירוק עד. לכל זן יש 4 חזרות בנות 4 עצים כל אחת. החזרות פוזרו בכל טיפול באופן אקראי. הטיפולים אשר יחלו באביב הבא (מפאת גילם הצעיר) הינם: (1) כיסוי המנהרות בפוליאתילן שקוף IR 0.12 מ"מ, לחדשים דצמבר- פברואר; (2) כיסוי ברשת מסוג "פנינה" החל מחדש מרץ ועד תום הקטיף; (3) כיסוי בפוליאתילן בסתיו, הסרתו באביב וחיפוי ברשת מסוג "פנינה" באביב; (4) טיפול ביקורת - גידול ללא חיפוי בשטח פתוח. מספר העצים בניסוי: 192.

4. תוצאות

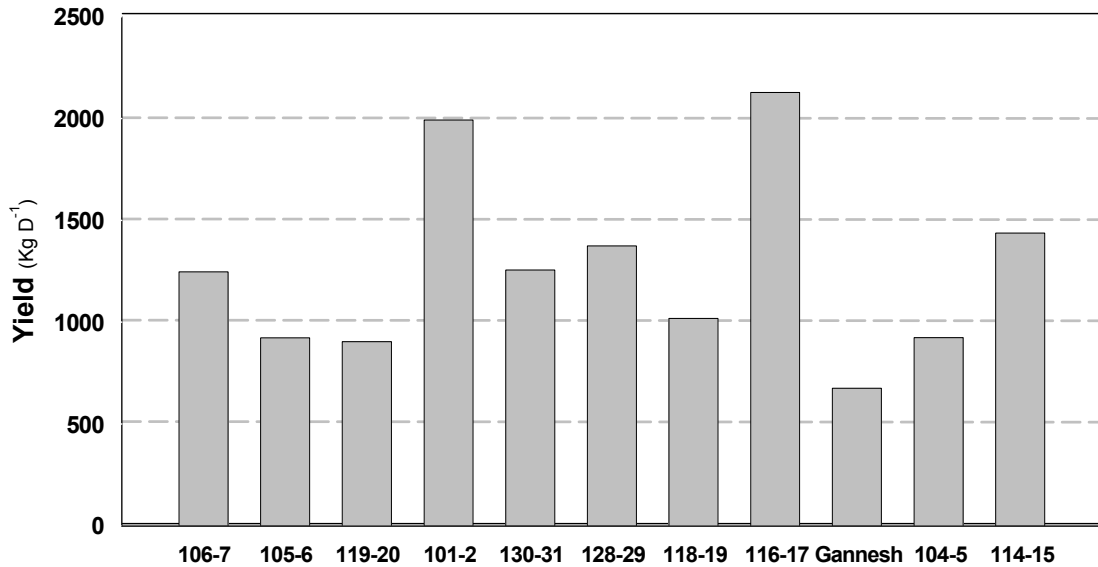
4.1 ניסוי בשטח פתוח

באיור 1 נראית הצגה סכימטית של שלבי ההתפתחות בעצים בחלקת האינטרודוקציה. בחלקה זו קיימים זנים בכירים ("שני", "עכו" ו"הרשקוביץ"), זני אמצע עונה (116-17 ו- 104-5) וזנים אפילים ("וונדרפול" ו- 119-20). הבלבוב בזנים הנשירים מתרחש מאמצע פברואר (תחילה של עלייה הדרגתית בטמפרטורות) ועד תחילת אפריל. הפריחה מתרחשת מאפריל ועד תחילת יוני. הקטיפ בזנים המקדימים מתחיל באמצע יוני, וובאפילים ניתן לקטוף עד תחילת דצמבר, עקב העדר משקעים.



איור 1: הצגה סכימטית של שלבי ההתפתחות בעצים שבחלקת האינטרודוקציה בשטח הפתוח. זן ירוק העד למטה והזנים הנשירים למעלה.

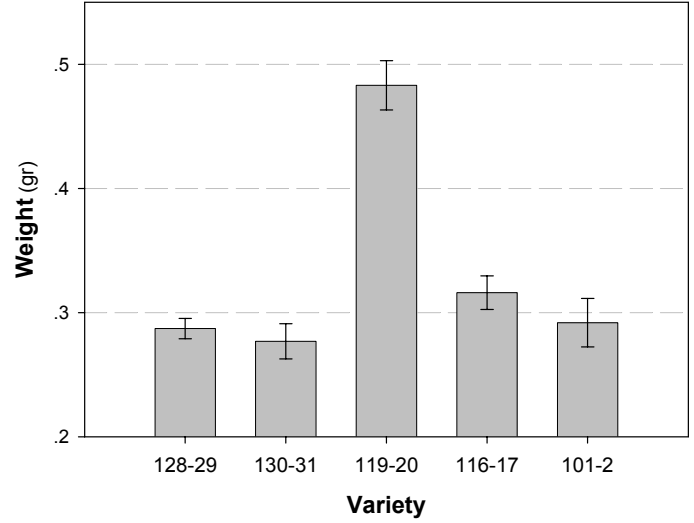
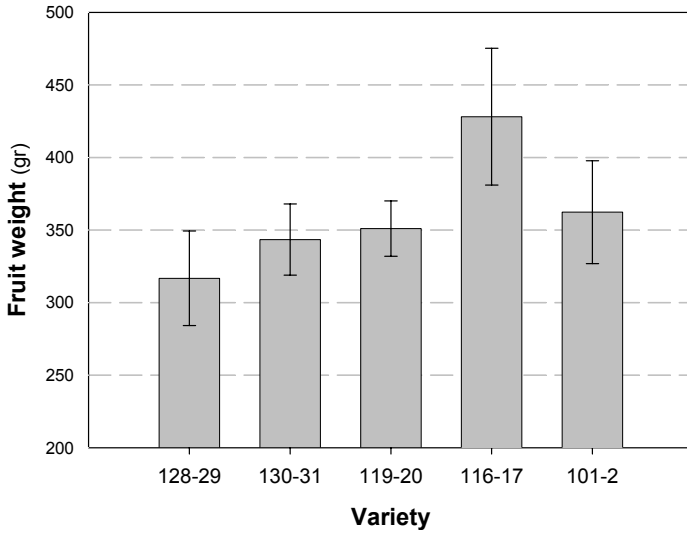
הזן ירוק העד ("גנש") פעיל כל השנה פרט לסתיו. הוא פורח בסוף הסתיו ומאמצע פברואר ניתן לקטוף פירות. במהלך הקטיפ מופיעים פקעי פריחה של הפירות שייקטפו בתחילת הקיץ. בחורף-אביב 2005 נקטפו פירות בעלי צבע חיצוני ורוד וצבע פנימי אדום-ורוד. נראה כי לזן זה יש פוטנציאל שיווקי היות ובעונה זו אין רימונים טריים בשווקים המקומיים ובמקביל, איכותם של הרימונים המאוסמים ירודה.



איור 2: יבול פירות בזני חלקת האינטרודוקציה.

יבול הפרי ב- 2005 מוצג באיור 2. עצים אלו טרם הגיעו לבגרות ועל כן הנבתם טרם הגיעה לרמה האופטימלית. הזנים 116-17 ו- 101-2 ("וונדרפול") הניבו את היבול המירבי, כ- 2 טון לדונם. הזנים המקדימים "שני" (130-31), "עכו" (128-29) ו"הרשקוביץ" (118-19) הניבו יבול ממוצע של 1.2 טון לדונם. בזן ירוק העד ("גנש") נמדד יבול נמוך של 680 ק"ג לדונם. אולם נתון זה כולל רק את הקטיפ הקייצי. הקטיפ האביבי בעיצומו בעת כתיבת דוח זה.

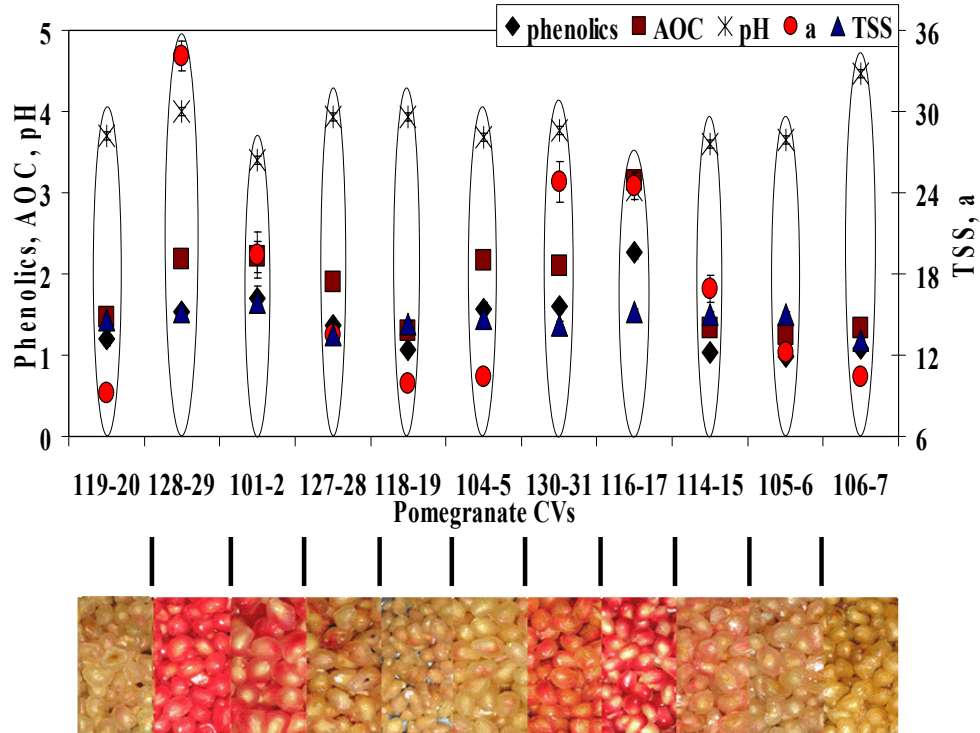
איור 3 מציג איפיון פיזיקלי של משקל הפירות ומשקל הארילים בזנים נבחרים. באיור 3 משמאל מוצג משקל הפרי הבודד בזנים שונים. משקל הפרי הגבוה נמדד בזן 116-17 (טיפוס "וונדרפול"). זן זה נוטה להיבקע מהר יותר מזנים אחרים. בזן "שני" נמדדו פירות במשקל גבוה מזה שנמדד בזן "עכו" (346 גר' לעומת 317 גר', בהתאמה). באיור 3 מימין מוצג משקל האריל המבודד בפירות מזנים שונים. בזן 119-20 נמדדו ארילים בעלי משקל גבוה במיוחד (0.48 גר'). הסיבה לכך נעוצה בגרעין הגדול המצוי בכל אריל שהינו בעל דרגת קושיות גבוהה. בשאר הזנים משקל הארילים היה דומה ועמד על 0.29 גר'.



איור 3: משקל פרי (שמאל) ואריל מבודד (ימין) בזנים נבחרים.

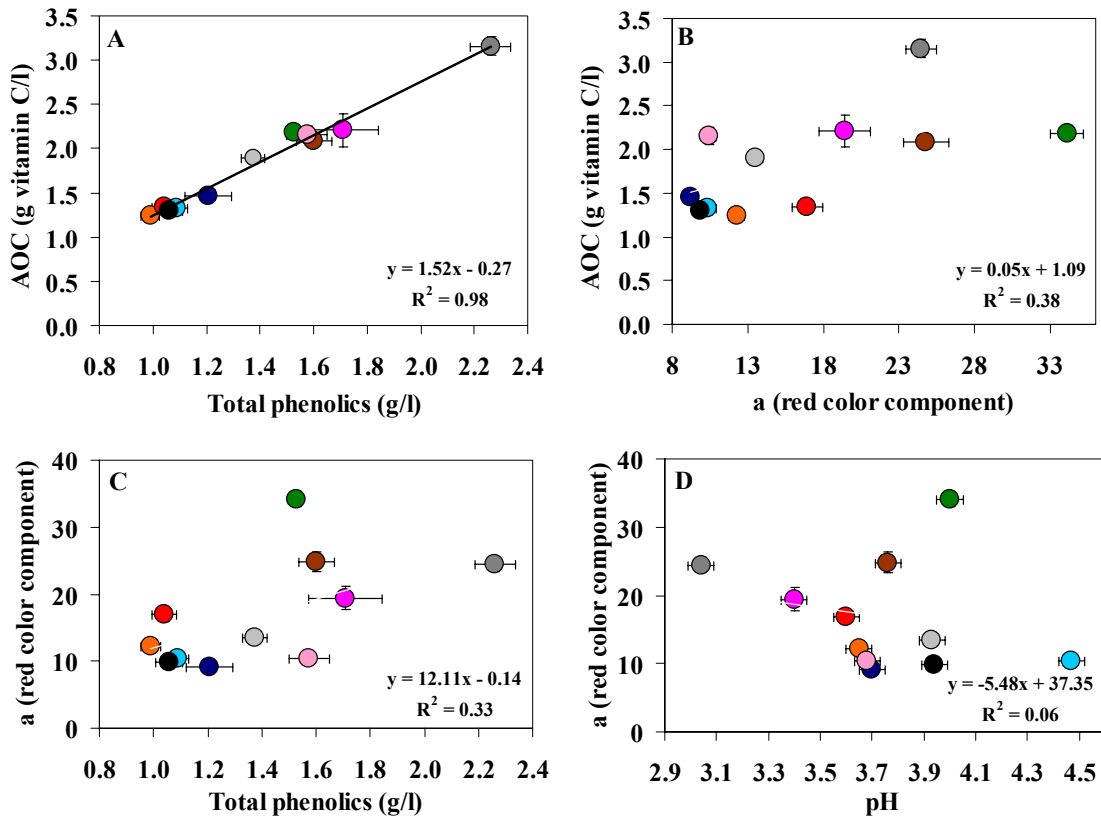
4.2 צבע פנימי ומדדים כימיים במיץ טרי

במחקר נלמדו פירות בשלים מ-11 קווי רימון המייצגים קשת רחבה של תכונות טעם (חמוץ עד מתוק), צבע (לבן עד אדום עז) ומועדי הבשלה (ראשית הקיץ עד סוף הסתיו). איור 4 מסכם את תוצאות מדידות הצבע הפנימי שנעשו על הגרגרים המבודדים ומדדים כימיים במיץ הטרי. האיור מציג את תמונות הגרגרים המבודדים מפירות של הזנים השונים (ציר X) ואת המדדים הכימיים ועוצמת רכיב הצבע האדום (ציר Y) המתייחסים לכל זן. כל זן התאפיין בסדרה ייחודית של מדדים.



איור מס. 4: צבע הגרגרים ומדדים כימיים במיץ מפירות בשלים של 11 קווי רימון.

מבחן לקורלציות בין מדדי הפרי השונים ברימון (איור 5) נעשה על ידי שימוש בערכים הניסיוניים המופיעים באיור 4. איור 5 כולל 4 גרפים הבוחנים קורלציה לגבי 4 צמדי מדדים: פעילות נוגדת חמצון (AOC) ותכולת פנולים מסיסים; AOC ועוצמת רכיב הצבע האדום (a); a ותכולת פנולים מסיסים; pH ו-a. כל נקודה בכל גרף מייצגת מדידות בזן אחד מתוך ה-11 שנבדקו. בכל גרף מוצגת משוואת הקו הישר הטוב ביותר ומידת ההתאמה לקו. קשר ליניארי מובהק התקבל בין הפעילות האנטיאוקסידטיבית ותכולת הפנולים המסיסים. מנגד, לא נמצא קשר ליניארי בין עוצמת הצבע האדום לפעילות הנוגדת חמצון, לתכולת הפנולים המסיסים ול-pH. ראוי לציין, שקווים מטיפוס אחר, כגון, לוגריתמי, אקספוננציאלי, פולינומיאלי, לא נמצאו מתאימים יותר מקו ישר לתאר את התלות ההדדית בכל אחד מצמדי המדדים.



איור מס. 5: מבחן לקורלציה ליניארית בתוך צמדים מקרב המדדים הכימיים והצבע. **A.** פעילות נוגדת חמצון (AOC) ותכולת פנולים מסיסים; **B.** AOC ועוצמת רכיב הצבע האדום (a); **C.** a ותכולת פנולים מסיסים; **D.** pH ו-a. כל נקודה בגרף מייצגת אחד מתוך 11 קווי הרימון שנבדקו. הערכים מוצגים כממוצע ושגיאת תקן של מדידות על 5 פירות.

5. דיון

מעקב אחר מועדי הקטיף מראים כי יש לערבה יתרון יחסי על פני איזורי גידול אחרים של הרימון. הזנים "שני", "עכו" ו"הרשקוביץ" הניבו צבע חיצוני ופנימי אדום באמצע יוני, כלומר הקדמה של חודש. בזנים המאפילים, כמו "וונדרפול" ניתן לקטוף עד לתחילת דצמבר עקב מיעוט משקעים.

יתרון נוסף בהקדמת ההבשלה הינו שביוני הטמפרטורות אינן בשיאן, על כן התקבל צבע פנימי אדום אופייני בזנים המקדימים. קטיף של אותם זנים ביולי- אוגוסט מניב פירות בעלי ארילים בצבע בהיר יותר.

ניסויים נוספים נדרשים על מנת לברר האם דחיית הקטיף בזנים המאפילים לסוף הסתיו (נובמבר- דצמבר), למשל על ידי הסרת פקעי הפריחה באביב, , תאפשר קטיף ברמה מסחרית של פרי ראוי לשוק.

הזן ירוק העד "גנש" הניב יכול פרי בשני מועדים : באביב (מרץ- אפריל) ובקיץ (יולי). למרות היבול המועט יחסית שהתקבל בזן זה בקטיפי הקייצי, נראה שגלום יתרון מובהק בגידול זן זה מאחר ואין פירות רימון טריים בשווקים המקומיים בתקופת האביב המוקדם. אפיון המדדים הפיזיקליים בזנים שונים הראה משקל אריל גבוה במיוחד בזן 119-20 (0.48 ג'). הסיבה לכך נעוצה בגרגר הגדול והקשה המאפיין זן זה. שאר הזנים נטו למשקל אריל דומה אך נמוך בהרבה, 0.29 גר'. בזן 116-17 (טיפוס "וונדרפול") התקבל יכול מכסימאלי ומשקל פרי גבוה מאשר ב"וונדרפול" וגבוה באופן מובהק משאר הזנים. המדדים הכימיים של מיץ מפירות של 11 זני הרימון, המייצגים מגוון רחב של תכונות צבע, טעם ומועד הבשלה, נמצאו שונים מאוד זה מזה; ערכי ה- pH היו בתחום 3-4.5, TSS בתחום 13-16.5%, תכולת פנולים מסיסים בתחום 1-2.3 ג' פירוגלול לליטר, ופעילות נוגדת חמצון בתחום 1.2-3.2 אקויוולנטים של ג' ויטמין C לליטר.

קשר ליניארי מובהק נמצא בין תכולת הפנולים המסיסים במיץ רימון לבין הפעילות הנוגדת חמצון. אקסטרפולציה של הקו הישר מצביעה על כך שמקור הפעילות רובו ככולו בתרכובות הפנוליות המסיסות; תרומת מרכיבים אחרים במיץ הפרי, כגון, ויטמין C, זניחה. העדר קורלציה בין עוצמת רכיב הצבע האדום והפעילות האנטיאוקסידטיבית מצביע על כך שלאנטוציאנינים (תרכובות פנוליות צבעוניות מסיסות) אין תרומה ייחודית לערכו של מיץ הרימון כמקור טבעי עשיר לנוגדי חמצון. מכאן, שבחירת הזן המועדף לשווק כ"פרי-על" (superfruit) לא יכולה להיעשות על סמך הצבע הפנימי של הפרי, אלא לאחר זיהוי וקביעה כמותית של מרכיבי המיץ ופעילותם.

References

- Benzie, IFF and Straino, JJ "The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay." *Analytical Biochemistry*, 1996, 239: 70-76.
- Singleton, VL, Rossi, JA "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents." *Am. J. Enol. Vitic.* 1965, 16: 144-158.