

שיפור צבע הפרי במנגו מזן 'קייט' בעזרת חיפויי קרקע מחזירי אור

יוספה שחק, משה פליישמן, יבגני גוסקובסקי, יורי גילר, קירה רטנר
המכון למטעים, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
מרים זילברשטיין, ליאו וינר
המחלקה למטעים, שה"מ

מבוא

זן המנגו 'קייט' הוא מן הזנים המסחריים הטובים ביותר, הודות ליבול, גודל הפרי ואיכותו. אולם בתנאי הגידול בארץ נשאר פרי ה'קייט' ירוק ברובו, ואינו משנה את צבע הקליפה לאדום-צהוב בעת ההבשלה, כמו באוסטרליה או פורטוריקו. לפרי מנגו ירוק ערך מסחרי נמוך יותר בשוקי הייצוא, מאחר שהוא נתפס אצל ציבור הקונים כפרי לא בשל בהשוואה לפרי בעל הקליפה האדומה. בזן 'קייט' הנטוע בארץ גלום הפוטנציאל למימוש הצבע האדום-צהוב, כפי שרואים בפירות במטע במצבי עקה או פגעים חיצוניים. לא ברור מדוע בתנאי הגידול המקובלים בארץ אין ה'קייט' מממש את פוטנציאל צבע הקליפה ונשאר ירוק. הוצע, כי רמת החנקן הגבוהה שניתנה לעץ מעכבת את מימוש צבע הקליפה ב'קייט'. בנסיגות הזנה וחיגור שגרמו לעץ מחסור חריף בחנקן התקבל פרי צבעוני, אך הטיפולים גרמו גם לירידה חדה ביבול העץ (אדטו, 1992; אדלר, 1994). חשיפת הפרי לתאורה באורכי גל שונים לאחר הקטיף הגבירה את הצבע הצהוב והאדום בקליפת המנגו בזן 'קייט' (הרפז, 1991), ובמספר זנים אוסטרליים ירוקים (Saks et al., 1997). לשני טיפולים אלה חסרונות ברורים והם אינם ברי מימוש מסחרי.

'קייט' הוא אחד מזני המנגו המובילים בארץ, הודות לאיכותו ופוריותו. אחד החסרונות העיקריים של זן זה הוא צבע קליפת הפרי, אשר בתנאי הארץ נשאר ברובו ירוק. הדבר פוגע בכושר התחרות שלו בשוקי חוץ, אליהם מגיע פרי צבעוני מדרום אמריקה.

ידוע כי לקרינת האור תפקיד מרכזי בבקרת ייצור האנתוציאנים, אשר נותנים לפרי את צבעו האדום. לכן בחנו את השפעת שיפור משטר התאורה על צבע הפרי בעזרת חיפוי הקרקע ביריעות מחזירות אור. היריעות נפרסו במטעי מנגו 'קייט' כחודשיים לפני הקטיף. מדידות קרינת האור הראו הגברה של פי 3-4 בכמות האור היומית המוחזרת אל חובו של הנוף מן הקרקע המחופה לעומת הקרקע הטבעית, וכן העשרה יחסית בתחום האולטרה סגול, החשוב להשריית פיגמנטציה אדומה. החיפויים הרפלקטיביים תרמו לתוספת תאורה, שהגבירה משמעותית את האדמת פרי המנגו. אומדן צבע הפרי בעת הקטיף הראה כי היריעות הביאו בשתי עונות הניסוי להכפלה של מספר הפירות הצבעוניים (כיסוי אדום של למעלה ממחצית שטח הפרי). במקביל להאדמה, נמצאה עלייה מובהקת בתכולת הסוכר בפירות עצי הטיפול. לא נמצאה השפעה מובהקת על טמפרטורת האוויר בסביבת הפרי ולא השפעות מזיקות של החיפויים הרפלקטיביים על הפרי לפני ולאחר הקטיף. כמו כן לא אובחנה השפעה משמעותית על רמת הכלורופיל בקליפת הפרי, דבר המעיד על כי ההאדמה אינה מותנית בפירוק הכלורופיל. שיפור הצבע האדום והעלייה בתכולת הסוכר עשויים להפוך את החיפוי הרפלקטיבי לטיפול מסחרי בעתיד.

מסרומי מינהל המחקר החקלאי מס' 204/00.
המאמר עבר ביקורת מדעית.
המאמר קוצר לפני פרסום, עפ"י דרישות המערכת.

פוליאטילן ממותך, המצויים בשימוש במטעי אפרסק, נקטרינה ותפוח בקליפורניה, ניוזילנד ובמקומות אחרים בעולם (Andris and Cristo, 1996; Andris et al., 1998; Andris, 1997). המידע מועבר בעיקר בין המגדלים, ואינו מגובה דיו במחקר מסודר.

במחקר המתואר כאן נבחנו ההשפעה של חיפוי הקרקע ביריעות מחזירות אור על התפתחות צבע הקליפה וכושר האחסון בפירות מנגו מזן 'קיט'. במאמר זה מובא סיכום של שתי שנות המחקר הראשונות.

חומרים ושיטות

● **רקע טכני על היריעות:** בארה"ב פותחו יריעות המתאימות לעונה אחת. יריעות אלו, המבוססות על פולימר סינתטי עוברות תהליך מיתוך של אלומיניום בשכבה דקה ביותר על אחד הצדדים בטכנולוגיית ואקום. בעיה מרכזית בכל היריעות שהוזכרו היא תהליך ההתחמצנות של המתכת, אשר מזורז מאוד ע"י הרטבה במים (גשם או השקיה במתים). הדבר נכון במיוחד כאשר נוצרת על היריעה שלולית של מים עומדים. תחמוצת המתכת הנוצרת אינה רפלקטיבית. מנסיונו בתקופת הקיץ במטע המושקה בטפטוף, המצב סביר מאוד. גורם אחר הגורם לירידה ביעילות היריעות הוא האבק המצטבר וממסך חלק מהאור המגיע ומוחזר מהיריעות, אך מנסיונו זהו גורם משני בלבד. מצאנו, כי גם נושא הנסיעה בכלי רכב על היריעות אינו מהווה בעיה משמעותית מבחינת הפגיעה בטיב היריעות.

● **הטיפול במטע:** הניסויים בוצעו בזן 'קיט' בשני מטעים במישור החוף. בשנת 97' בוצע הניסוי במטע של קיבוץ מעברות. במטע זה הזן 'קיט' מורכב על כנת 1-13, נטיעת 1983, במרווחים של 3×4.5 מ' ובכיוון נטיעה צפון-דרום. היבול השנתי הממוצע של המטע הוא כ-2 טון לדונם. בעונת 98' בוצעו הניסיונות במטע קרני בכפר יונה, המצטיין ביבול גבוה (ממוצע כ-4 טון לדונם). חלקה זאת ניטעה בעונת 82' על כנת 1-13 בקרקע קלה. מרווחי הנטיעה הם 3×4 , בכיוון נטיעה צפון-דרום בקירוב (22 מעלות +). העצים נשמרים בעזרת גיזום בגובה 3-3.5 מ' וברוחב נוף של כ-2.5 מ'. נהלי הדישון במטע הם במינון מוגבר (כ-40 יחידות חנקן, 30 יחידות אשלגן ו-20 יחידות זרחן בשנה) ומשטר ההשקיה הוא כל יום-יומיים.

היריעות (מתוצרת Speciality Ag, ארה"ב) הונחו בשתי עונות הניסוי בסוף חודש יולי, כחודשיים לפני הקטיף. הניסוי התבצע בחמש חזרות בנות שבעה עצים כל אחת. היריעות, ברוחב 1.5 מ', הונחו לאורך קטע השורה הנבדקת. משני צדדיו: יריעה אחת בשנת 97' ושתיים בשנת 98' (תמונה 1). בכל שורה היו לפחות טיפול אחד וביקורת

צבע קליפת הפרי נובע מפיגמנטים שונים אשר כמותם היחסית, הקובעת את המופע הנראה לעין, משתנה כתלות בגורמים פנימיים (תהליך הבשלת הפרי) וחיצוניים (אור, טמפרטורה, הזנה וכו'). במרבית הפירות, ובכלל זה פרי המנגו, הרקע הירוק והצהוב-כתום מקורו בכלורופילים וקרוטנואידים (בהתאמה) אשר ממוקמים בפלסטידות. במהלך הבשלת הפרי הופכות הכלורופלסטידות שבקליפת הפרי לכרומופלסטידות. מעבר זה כרוך בתהליכי פירוק של מולקולות הכלורופיל במקביל ליצירה מוגברת של קרוטנואידים. לעומת זאת, הצבע האדום נובע מאנתוציאנינים ופלבנולים אשר ממוקמים בוקואולה. הבקרה של התהליכים המתרחשים בפלסטידות ובוקואולה אינה זהה. אין בספרות די מידע אודות התפתחות פיגמנטי הצבע בקליפת המנגו מזן 'קיט'. דווח כי קיימת לאורך עונת הגידול ירידה מסוימת ברמת הכלורופיל בקליפת הפרי, אך בעת ההבשלה עדיין מצויות בה רמות כלורופיל גבוהות. הוצע, כי הגורם לכך הוא ירידה בפעילות האנזים כלורופילאז המעורב בפירוק הכלורופיל ואשר מתרחשת במהלך הבשלת הפרי (אדלר, 1994).

מתצפיות שערכנו במטעי מנגו 'קיט' במטעי מישור החוף בישראל עולה, כי חלק מהפירות מפתחים לקראת ההבשלה לחי אדומה על הרקע הירוק. הנטייה למימוש הצבע האדום גבוהה יותר בפירות החשופים לאור השמש. באותם פירות מתפתחת לחי אדומה בעיקר בצד הפרי הפונה לכיוון דרום-מזרח. תופעה דומה דווחה לגבי זן המנגו האוסטרלי 'Kensington', המפתח צבע אדום בקליפת הפרי בהתאם לכמות האור אליה נחשף הפרי במטע. נמצא, כי בתנאי הגידול האוסטרליים הצבע האדום בפרי התפתח בעיקר בפירות בצד המזרחי, החשוף יותר לקרינת השמש (Schaffer et al., 1994). במקומות בהם תשומת העבודה זולה, כמו בברזיל, מקובל להסיר את העלים סביב הפירות כדי להגביר את צבעם (אלי תומר, ידע אישי). Hetherington (1997) מצאה, כי גם בזן המנגו 'Akbar' פירות בצד המואר של העץ הכילו רמות אנתוציאנין גבוהות יותר בהשוואה לפירות מוצלים. היא הציעה, כי האנתוציאנינים מגינים על המערכת הפוטוסינתטית שבקליפה מפני עקת אור (פוטואינהיביציה).

בעבודה המתוארת כאן ביקשנו לבחון האם ניתן לשפר את צבע הפרי בעזרת הגברת התאורה הטבעית המגיעה אליו. הדבר נעשה על ידי חיפוי הקרקע ביריעות מחזירות אור, אשר מאפשרות לנצל את קרינת האור הפוגעת בקרקע תוך החזרתו אל חובו של נוף העץ. לאחרונה פותחו חיפויים מחזירי אור זולים העשויים

לאחר האחסון הועברו הפירות לבחינת חיי מדף ב־20 מ"צ למשך חמישה עד שבעה ימים, ונבדקו המדדים הבאים:

- מידת הנגיעות לרקבונות (נבחנה ויזואלית);
- מוצקות (נמדדה משני צדי פרי מקולפים בעזרת פנטומטר מסוג Hunter-Spring עם ראש בקוטר 11 מ"מ);
- כלל המוצקים המומסים (כ.מ.מ) נקבע באמצעות רפרקטומטר במיץ סחוט;
- מדידות פלואורסנציה של כלורופיל (Fv/Fm) (נעשו באמצעות פלואורומטר כלורופיל נייד PAM 2000 מתוצרת Heinz Walz, גרמניה. המדידות בוצעו בארבעה מקומות מסומנים על פני הפרי הקטוף בשלושה מועדים: מיד לאחר הקטיף, לאחר שבועיים אחסון ב־12 מ"צ ולאחר שבוע חיי מדף. המדידות בוצעו לאחר שהיית הפרי בחושך למשך כ־15 דקות. מדד Fv/Fm מאפיין את היעילות הקוונטית הפוטוכימית של מרכזי בליעת האור בכלורופלסטים, והוא מדד למדידת השלמות והפונקציונליות שלהם. במצבי עקה, הזדקנות או הפיכה לכרומופלסטים הוא יורד במידה ניכרת. עוצמת הפלואורסנציה, כאשר היא נמדדת בכל הפירות באותם תנאים, משקפת את כמות הכלורופיל הכללית (Fm) או הבלתי מאורגן (Fo).

תוצאות

● **השפעת היריעות על המיקרואקלים של העץ:** יריעות האלומיניום שהונחו בשנת '98 במרחק של כחצי מטר מהגזע משני צדי העץ, מחזירות את קרני השמש הפוגעות בהן כלפי העץ ופריו.

שיא הקרינה המוחזרת מהקרקע אל צד הנוף הפונה מזרחה התקבל בין השעה 10 ל־12, ואילו בצד המערבי בין 2 ל־3 אחה"צ. חישוב כמות הקרינה המצטברת, אשר נעשה עפ"י מיצוע האינטגרלים של הגראפים היומיים, הראה הגברה של פי 3 (בצד מערב) ופי 4 (מזרח) בקרינה המוחזרת מהקרקע המכוסה ביריעות רפלקטיביות. הקרינה המוחזרת מאירה את צדו התחתון של הפרי וצדדיו, והיא באה בנוסף על התאורה הטבעית. לא נמצא יתרון משמעותי להנחת שתי יריעות בין השורות (עונת '98, תמונה 1) לעומת אחת (עונת '97), בכמות הקרינה המוחזרת או בהשפעה על הפרי.

מצאנו, כי הגברת האור המוחזר ע"י היריעות היא פי 8-9 בתחום ה־UV, לעומת פי 3-5 בתחום PAR. השוני נובע מכך שהיריעה הרפלקטיבית מחזירה אור שהרכבו זהה לקרינת השמש הישירה. לעומת זאת, בביקורת האור בתחום האולטרה סגול נבלע ברובו ע"י הקרקע הטבעית, ואינו מוחזר אל העץ (שחק וחוב), בהכנה. יש ראיות בספרות כי לתחום זה

אחת. בין הטיפול לביקורת בתוך השורה היה רווח של ארבעה עצי גבול, ובין שתי שורות נבדקות נשמרה שורת גבול לא מטופלת.

● **מדידות תאורה וטמפרטורה במטע:** עוצמת התאורה נמדדה בעצי הטיפול והביקורת בשלוש שיטות, כפי שיפורט להלן: עוצמת האור המוחזר מהקרקע נמדדה בעזרת מכשירי Hobo-Light (מתוצרת Onset Computer Corp, ארה"ב), שהוצבו בתוך שולי הנוף בגובה 1.2 מ' מעל הקרקע (עם או בלי החיפוי ביריעות), במרחק 1 מ' מהגזע לכיוון מזרח או לכיוון מערב, כאשר פני הרגשים פונים כלפי מטה במאוזן. הרגשים של אוגרי הנתונים הללו מודדים את עוצמת האור בתחום של 400-1,100 ננומטר. הנתונים נאספו כל שמונה דקות במשך תשעה ימים רצופים. כל מדידה נעשתה בשלוש חזרות (דהיינו שלושה מכשירי Hobo באותו מיקום).

עוצמת האור בתחום PAR ובתחום UV נמדדה בשעת צהריים ביום בהיר כאשר פני הרגשים כלפי מטה במאוזן, במיקום דומה לאוגרי הנתונים. עוצמת PAR נמדדה בעזרת רגש LiCor-160SA המחובר לאוגר נתונים LiCor-1400, תוך אגירת 60 קריאות לנקודה. עוצמת ה־UV נמדדה בעזרת מד אור ידני UV-340 מתוצרת Lutron, הרגיש לתחום של 290-390 ננומטר, תוך איסוף 15 קריאות לנקודה. הקרינה הישירה נמדדה במעבר בין השורות, כאשר פני הרגשים כלפי מעלה.

טמפרטורת האוויר בתוך הנוף נמדדה בעזרת אוגרי נתונים Hobo-Temp שמוקמו בסמוך לאוגרי נתוני התאורה (Hobo-Light). כמו כן נערך מעקב אחר טמפרטורת הקרקע בעומק של 20 ו־40 ס"מ, בעזרת חיישני קרקע (של אותו יצרן), אליהם הוצמדה דיסקית מתכת בגודל 9 סמ"ר, לשיפור המגע עם הקרקע. הנתונים נאגרו כל 6-8 דקות במשך שישה עד תשעה ימים, כחודש וחצי לאחר הנחת היריעות.

איפיון איכות הפרי

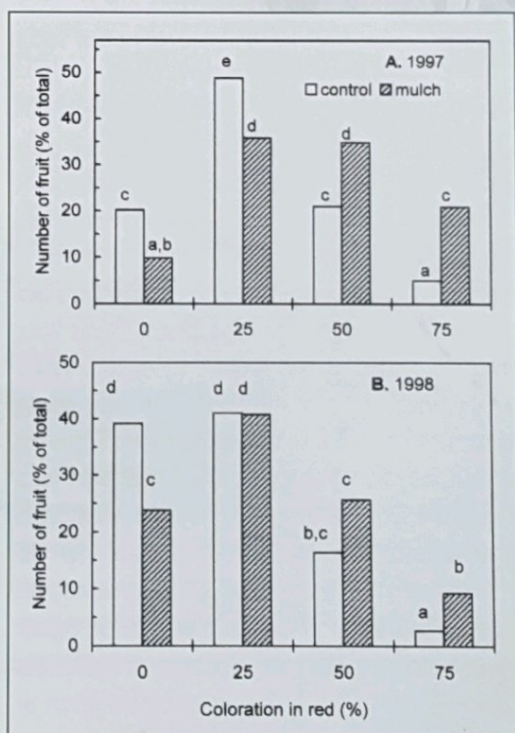
● **צבע הפרי:** הצבע אופייני ויזואלית בעת הקטיף בכל פירות עצי הניסוי והביקורת. נאמד אחוז שטח הפרי המכוסה בלחי אדומה על פי ארבע דרגות צבע:

1. 0% (דהיינו פרי ירוק כולו);
2. עד 25% אדום;
3. עד 50% אדום;
4. עד 75% אדום. הפירות של כל חמשת עצי החזרה אוחדו ובוצעה בהם הערכת הצבע. בעונת '97 נקבעה דרגת הצבע בכ־3,200 פירות ובעונת '98 בכ־3,600 פירות. מספר הפירות שנקטפו מעצי הביקורת ומהטיפול היה דומה.

● **נושר האחסון:** מדד זה נבדק לאחר קטיף ב־20 פירות שנדגמו באקראי בכל דרגת צבע מהטיפול ומהביקורת. הפירות הוכנסו לאחסון ב־12 מ"צ למשך 14 או 21 יום.

מאמר זה רואה אור חודש שני
ברציפות, וזאת משום
שהתצלומים, שהיו אמורים
להתפרסם בצבע, פורסמו
בשחור-לבן, וערכם התפספס.
(המערכת)

איור 1: השפעת היריעות מחזירות האור על אחוז כיסוי הפרי בצבע במטעי מנגו 'קייט' בעונות '97 (קיבוץ מעברות) ו-'98 (משק קרני, כפר יונה). העמודות הריקות מתייחסות לביקורת, והמלאות לטיפול החיפוי הרפלקטיבי. כל פירות הקטיפה דורגו באומדן חזותי לארבע דרגות כיסוי שטח הפרי באדום. אותיות שונות מעידות על מובהקות ברמה של 0.05 עפ"י מבחן סטודנט



של הספקטרום חשיבות רבה בבקרת הביוסינתיזה של האנתוציאנים, אשר אחראים לצבע האדום במרבית הפירות (Batschauer 1998; Dussi et al., 1995). מכאן נובע, כי האור המוחזר מקרקע עירומה אל העץ אינו יעיל הן בשל עוצמתו הנמוכה והן בשל היעדר תחום הספקטרום הרלוונטי. מדידות טמפרטורת האוויר והקרקע באיזור העץ, אשר נערכו במשך כשבוע, הראו הבדלים מועטים בלבד בין הטיפול לביקורת, ללא מובהקות סטטיסטית.

חשוב לציין, כי השינויים המיקרואקלימיים שנגרמו על ידי היריעות לא גרמו לנזק לעץ ופרי, כמו מכות שמש או מפגעים פיזיולוגיים אחרים. כמו כן לא נצפתה השפעה של היריעות על גידול ויבול עץ בעונה שלאחר פריסתן.

● השפעת החיפויים מחזירי האור על התפתחות הצבע בפירות מנגו 'קייט': השפעת היריעות על אחוז כיסוי הצבע האדום בפירות בעונות '97 ו-'98 מתוארים באיורים 1A ו-1B.

כפי שניתן לראות, בשתי העונות הגבירו החיפויים מחזירי האור את אחוז הכיסוי בצבע של הפירות לעומת הביקורת. ההבדלים שהתקבלו בין עצי הטיפול לביקורת היו מובהקים. המספר היחסי של הפירות בעלי לחי אדומה המכסה את מחצית שטח הפרי ומעלה, עלה בעונת '97 מ-27% (בביקורת) ל-55% (בטיפול החיפוי), ובעונת '98 מ-18% (בביקורת) ל-39% (בטיפול). דהיינו, התקבלה הכפלה של מספר הפירות

הצבעוניים ע"י השימוש ביריעות.

רמת הצבע הכללית בפירות עצי הביקורת של עונת הניסוי '97 הייתה גבוהה בהשוואה לעונת '98. ההבדל עשוי לנבוע מהשוני בתנאים האקלימיים בין העונות: קיץ '97 במישור החוף התאפיין במשטר טמפרטורות נוח ועננות מרובה. לעומת זאת, בקיץ '98 נרשמו טמפרטורות גבוהות מהממוצע הרב שנתי ועלייה ממוצעת של כ-2 מ"צ. כפועל יוצא משינויים אלה רואים כי בפירות הביקורת (ללא חיפוי רפלקטיבי) היו 22% פירות ירוקים לגמרי בעונת '97 בהשוואה ל-47% בעונת '98. ההבדל יכול לנבוע גם מהבדלים מסוימים בממשק של שני המטעים. כאמור, למרות ההבדל ברמת הרקע, בשתי העונות הייתה תוספת הצבע האדום משמעותית. חשוב לציין כי למרות הקיץ החם של עונת '98 לא התקבלו נזקי מכות שמש או פגעים פיזיולוגיים אחרים בתחתית הפירות או בלחי הפירות שנחשפו לתאורת היריעות.

בכל המקרים התפתחות הצבע האדום בפירות הייתה בצד המואר. תמונה 2 מדגימה השתנות אופיינית של צבע הפרי בהשפעת החיפויים, מזמן הנחת היריעות ועד הקטיפה.

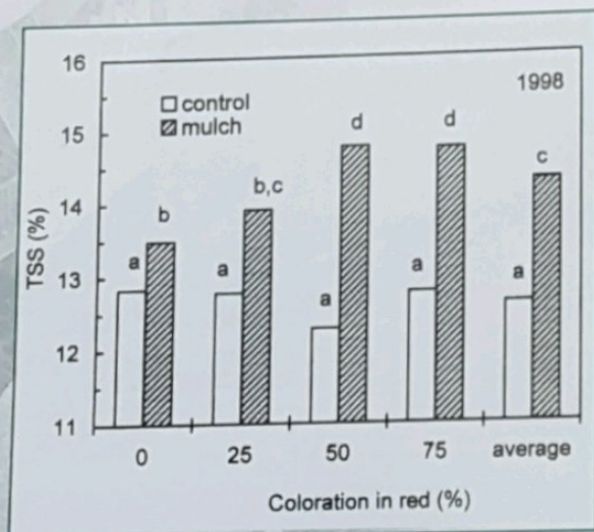
לשם הדגמת חשיבות האור המוחזר להתפתחות הצבע האדום הוצמדה לחלק מהפירות מדבקה לבנה בצד הפונה ליריעות. משהוסרה המדבקה בעת קטיפה הפרי נשאר מתחתיה פס ירוק, אשר נראה בולט על רקע הצבע האדום של קליפת הפרי שנחשפה לחיפויים מחזירי האור. באיזור המדבקה לא השתנה צבע קליפת הפרי. לעומת זאת, במרבית פירות הביקורת, לאחר הסרת המדבקה לא נראו שינויים בצבע קליפת הפרי.

מדידות של עוצמה פלואורסצנטית בכלורופיל, ושל מדד הפלואורסצנציה Fv/Fm (אשר מאפיין את רמת הפעילות הפוטוכימית של הכלורופלסטידות), שנעשו בפירות הטיפול והביקורת, לא הראו הבדלים משמעותיים ביניהם. המדידות באזורי הפרי האדומים בהם נוצר אנתוציאנין הראו כי באזורים אלה יש כלורופלסטים פעילים במידה שאינה פחותה מזו שבאזורים הירוקים של קליפת הפרי. כמו כן לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין מדגמי הפרי בארבע קבוצות הצבע: ירוק כולו, 25%, 50% ו-75% אדום. תוצאות אלו מחזקות את ההנחה, לפיה היריעות גרמו להגברת יצירת האנתוציאנין בקליפת הפרי, בלא פירוק הכלורופיל.

● השפעת החיפויים על תכולת הסוכר וכוסר האחסון של הפרי: בדיקת תכולת הסוכר (כ.מ.מ.) בפרי לאחר הקטיפה העלתה ממצאים מעניינים מאוד:

- כל פירות עצי הטיפול הרפלקטיבי, כולל הפירות הירוקים שביניהם, הכילו יותר סוכר מאשר הביקורת ללא יריעות. ממוצע מדגמי הטיפול עמד על 14.3% כ.מ.מ., לעומת 12.7%

איור 2: השפעת החיפויים על אחוז כלל מוצקים מומסים (TSS) בפירות בשלים במגוון 'קייט'. אותיות שונות מעידות על מובהקות ברמה של 0.05 ע"י מבחן סטודנט



פירוק הסוכרים בקליפה ומשאירה אותם זמינים יותר לסניטיות האנתוציאנינים. בנוסף על האדמת פירות ה'קייט', מצאנו בעבודה זאת העלאה של רמת הסוכר בפרי אשר נובעת מהחיפויים הרפלקטיביים. בשונה מנושא הצבע, אשר ברובו הוא תהליך מקומי התלוי בתאורה ישירה על הקליפה, רוב הסוכר שבציפת הפרי מקורו בעלים המטמיעים שבסביבתו. סביר להניח כי תוספת התאורה הנובעת מהחיפויים מגבירה את ייצור המוטמעים בעלים, ועקב כך את כמות הסוכרים המגיעה אל הפרי. לפיכך, בכל פירות עצי הטיפול הרפלקטיבי הייתה רמת הסוכר גבוהה מאשר בעצי הביקורת. אפילו הפירות הירוקים לגמרי בעצי הטיפול היו מתוקים מפירות הביקורת. מתיקות פרי המגוון עדיין לא מהווה מדד שיווקי משמעותי, אך היחס למתיקות עשוי להשתנות עם העלאת דרישות השוק.

לסיום, שיפור צבע הפרי בזן 'קייט' הוגדר לאחרונה כאחד מיעדי המחקר המרכזיים בענף המגוון בארץ. אחת הדעות גורסת כי יש להתמקד בפירוק הכלורופיל, ולא בהאדמה, כפי שעולה מידע קודם ומהמחקר המוצג כאן. גישה זו שגויה, ככל הנראה. גם אם תימצא דרך להגביר את פירוק הכלורופיל ב'קייט' – בכך לא תיפתר בעיית הצבע, שכן הדבר לא יהפוך אותו לצבעוני, אלא במקרה הטוב לירקרק-צהבהב חיוור. לעומת זאת, פרי בעל צבע אדום עז, גם אם חלקי, על רקע ירוק עשוי להיות אטרקטיבי יותר לקונה. בחינה כלכלית-שיווקית של סוגייה זאת עשויה לסייע בהכוונת המשך המאמץ המחקרי. ←

בביקורת.

– בפירות עצי הטיפול נמצא מתאם חיובי בין צבע הקליפה לבין אחוז הסוכר בפרי. פירות צבעוניים הכילו רמות סוכר גבוהות באופן משמעותי (14.8%) מפירות ירוקים (13.5%). לעומת זאת, תכולת הסוכר בפירות הביקורת שלא נחשפו ליריעות הייתה אחידה בכל פירות המדגם, ללא קשר לצבע קליפת הפרי (איור 2).

איכות הפרי נבדקה לאחר אחסון ולאחר שהות בחיי מדף. בחינת נגיעות הפרי לאחר האחסון לא העלתה הבדלים בין הטיפול לביקורת. כמו כן, בגמר חיי המדף לא נמצאו הבדלים בדרגת המוצקות של הפירות בין הטיפול לביקורת.

דיון

בעבודה המתוארת כאן מצאנו כי ניתן לשפר את מופע צבע קליפת הפרי בזן 'קייט' בעזרת חיפויי קרקע מחזירי אור. הטיפול אמנם לא הביא להאדמה מלאה של הפרי, אך העלה באופן משמעותי את אחוז שטח הפרי הצבעוני. הצבע האדום התקבל על רקע צבע ירוק. עוצמת הצבע הירוק והתיפקוד של מרכזי בליעת האור בכלורופלסטים לא הושפעו מן הטיפול באופן משמעותי. מכאן, שתוספת התאורה הגבירה את ייצור האנתוציאנינים, אך לא השפיעה על פירוק הכלורופיל והפיכת הכלורופלסטידות לכרומופלסטידות. העובדה שהאנתוציאנין הנוצר בקליפת פרי ה'קייט' מצוי בלחי הפרי הפונה לשמש ולא בחלק הפרי המוצל, עשויה להצביע על רמת סף של כמות קרינת אור המפעילה את יצירת האנתוציאנינים בקליפת הפרי. לכן, תוספת הקרינה המתקבלת באמצעות היריעות גורמת להגברת יצירה של אנתוציאנינים בקליפת הפרי באזורים אשר ללא תוספת התאורה היו נשארים ירוקים. התאורה המוחזרת לעץ מהיריעות אינה אחידה והיא יורדת ככל שמתרחקים מהן. לכן גם יצירת האנתוציאנין בפירות אינה אחידה.

התאורה היא גורם מרכזי באינדוקציה ליצירת אנתוציאנינים, אך לא גורם יחיד. הפער של למעלה מ-50% בכמות הפרי הירוק כולו בין פירות הביקורת של עונת '97, שאופיינה בקיץ מתון, לפירות הביקורת של עונת '98, שאופיינה בקיץ חם, עשויים להצביע על תלות בין יצירת אנתוציאנינים וטמפרטורת הגידול. הקשר בין טמפרטורת הגידול ויצירת צבע לא נחקר במגוון בתפוח ובאגס נמצא, כי ככלל, טמפרטורה נמוכה משפרת את האדמת הפרי, אולם הקשר הוא מורכב ואינו ישיר (Proctor, 1982; Saure, 1990; Lancaster, 1992; Dussi, et al., 1995). הוא שונה בזנים שונים ושלבי הבשלה שונים של הפרי. כללית הוצע, כי טמפרטורת הלילה הנמוכה מעכבת את



תמונה 1: מראה החיפוי הרפלקטיבי במטע משק קרני בשכר יונה, קיץ '98. ניתן להבחין גם במיקום אוגרי הנתונים



תמונה 2: פירות אופייניים של טיפול (כיסוי צבע של למעלה מ-50% וביקורת (כיסוי צבע של פחות מ-25%). מדבקה מלבנית לבנה שכיסתה קטע מהפרי בזמן הנחת היריעות והוסרה עם הקטיף (ראה סימון בחץ) מדגימה את השתנות צבע הפרי התלויה באור במהלך העונה

אנו מודים לצוות המטע מקיבוץ מעברות ולאודי קרני ושאל גור-לביא מכפר יונה, שאיפשרו לנו לערוך את הניסויים במטעיהם, ועל העזרה והנכונות שהשקיעו בביצוע הניסויים. תודות גם לעדנה פסיס על בדיקות הפרי לאחר קטיף. בעונת '97 נתרמו היריעות הרפלקטיביות ע"י חברת 'ג'אוטי', יבואנית יריעות 'מגביר צבע' (Colorup) מקליפורניה. המחקר מומן ע"י קרן המדען הראשי של משרד החקלאות ומועצת הפירות.

רשימת ספרות

רשימת הספרות לא הוכנסה עקב מגבלת מקום. ניתן לקבלה אצל המחברים.

Reflective mulches improve the red coloration of Keitt mango fruits

Shahak Y., Flaishman M. A., Gussakovsky E.E., Giller Y.E. and Ratner K.

Institute of Horticulture, A.R.O. The Volcani Center, P.O.Box 6, Bet-Dagan 50250, Israel

Zilberstaine M., Winer L.

Department of Horticulture, Extension Service, Ministry of Agriculture, Israel.

Keitt is one of the major mango varieties in Israel. It is productive and tasty, but suffers from a coloration problem. The fruit remain mostly green until maturation, thus gaining lower prices on international markets. Since light is the major factor regulating the biosynthesis of the red pigments (anthocyanines), we have applied reflective mulches to improve the red coloration. Metallized polyethylene mulches were applied along the alleyways between the North-South oriented rows, about two months prior to harvest in summer '97 and '98. The daily accumulated light radiation around the fruit increased by 3-4 fold in the treated trees. At noon time, the non-direct PAR light intensity was 2.3 - 6.3 fold higher in the fruit vicinity of the treated trees, compared with the non-mulched controls. In addition to its weaker intensity, the light reflected from the natural soil was found to specifically lack the UV A/B (300-400nm) part of the spectrum, which is essential for pigmentation. Canopy

air temperature was not affected by the mulch. The reflective mulch improved the red coloration of the fruit. The percentage of colored fruits (having red coverage in more than half of their surface area) was doubled by the reflective mulch in both the '97 and '98 harvest seasons. The sugar content (TSS) of the fruit from the mulched trees ranged between 13.5% (green fruit) and 14.8% (red fruit), while in the non-mulched control the TSS was significantly lower (12.7%), regardless of the fruit color. The reflective mulch treatment had no damaging effects pre, or post-harvest. The application of two parallel mulches (of 3 m total width) instead of one (1.5m) along the alleyways did not result in any detected advantage. There were no significant effects of the reflective mulch on either the chlorophyll content or the photochemical quantum efficiency of the fruit skin chloroplasts, suggesting that the red coloration does not depend on chlorophyll degradation. ■