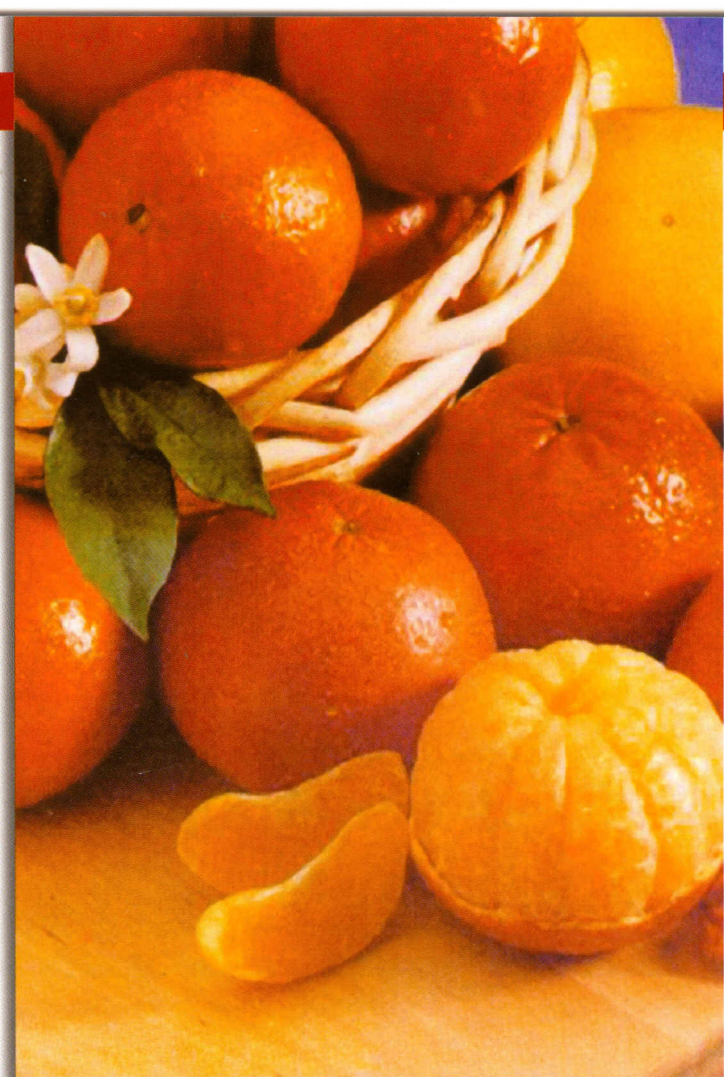


דינוג פרי הדר: סקירה עדכנית מהארץ והעולם

רון פורת / המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר
קטיף. מכון וולקני, בית דגן
- מפרסומי מינהל המחקר החקלאי מס' 555/09

דבורים, כגון שעוות ממוצא צמחי - קארנאובה, קנדלילה או שרף, הפרשות חרקים - דונג דבורים ושללאק, או תוצרי תעשיית הנפט למיניהם - פראפין ופוליאיתילן מחומצן (Hall and Sorenson, 2006). בשל המגוון הרחב של סוגי דונג ושעווה נהוג לסווגם על פי המרכיב המוצק העיקרי ממנו הם עשויים, כגון דונג על בסיס קארנאובה, דונג דבורים, דונג פוליאיתילן וכד'.

הדיווחים הראשונים על שימוש בדונג מגיעים כבר מהמאות ה-12 וה-13, כאשר בסין נהגו למרוח תוצרת חקלאית בשעווה על מנת למנוע איבוד משקל ולאחסנה זמן ממושך. ואולם, השימוש בדונג בחקלאות המודרנית החל רק בשנות ה-30 של המאה ה-20 בארה"ב, כאשר נהגו לעטוף תפוזים בשעווה (paraffin) (Hall, 1981). מאוחר יותר, בשנות ה-40, החלו להשתמש בשרף עצים (rosin) וחומרים סינתטיים שונים במקום שעווה, ובשנות ה-50 הוכנס לשימוש דונג צמחי מסחרי על בסיס קארנאובה, וכן דונג על בסיס פוליאיתילן מחומצן. בהמשך, בשנות ה-60, הוכנס לשימוש דונג בעל ברק ניכר על בסיס שללאק, ובשנות ה-70 וה-80 פותחו סוגי דונג הנמצאים למעשה בשימוש מסחרי עד היום, בהם פוליאיתילן מחומצן ברמת מוצקות גבוהה בתוספת שללאק להקניית ברק (Hall and Sorenson, 2006).



תמונת ארכיון

ינוג הדרים מיושם כבר עשרות שנים, אך כל העת חלים בתחום זה פיתוחים וחידושים. באופן כללי הדונג מקנה ברק, מפחית איבוד משקל והצטמקות ומשמש נשא לאפליקציה של פונגצידים וחומרי צמיחה. במקביל חוסם הדונג את מעבר הגזים התקין דרך קליפת הפרי ובכך גורם להיווצרותם של תנאים אנאירוביים באווירה הפנימית שלו, דבר הגורם לעיכוב הבשלה ועידוד התפתחותם של טעמי לוואי. סקירה זו תעסוק בהשפעות הטיפול בדונג על שמירת איכותם של פירות הדר לאחר קטיף.

רקע

המונח דונג יוחס בעבר בעיקר לדונג דבורים, אך כיום הוא מתייחס למגוון רחב של חומרים בעלי מאפיינים דומים לאלה של דונג

בתמונה למעלה: פרי הדר מדונג. יש להמשיך בתהליך השיפור של הפורמולציות, במטרה לייצר דונגים שיהיו עבירים יותר לגזים



תמונה 2: מראה פירות הדר עם וללא דונג. התמונות של פירות מנדרינה 'מור' (למעלה) ופומלו 'גוליית' (למטה) צולמו כעבור ארבעה שבועות אחסון בטמפרטורה האופטימלית של כל זן וחמישה ימים נוספים של שהייה בחיי מדף

של שהייה בחיי מדף. ניתן לראות שהפירות המדונגים מבריקים ואטרקטיביים לצרכנים, בעוד שפירות הביקורת בעלי מראה דהוי ועייף (תמונה 2). בסך הכל, בכל נסיונות האחסון שערכנו צרכנים תמיד העדיפו מראה של פרי מדונג על פני פירות ביקורת ללא דונג.

מניעת איבוד מים והצטמקות הפרי

יתרון חשוב נוסף של הדינוג הוא מניעת איבוד מים והצטמקות הפרי לאחר הקטיף. בסך הכל, מניסיון שלנו ומדיווחים בספרות נראה כי דינוג מפחית את איבוד המשקל של הפרי במהלך האחסון והתובלה בשליש עד מחצית. כך למשל, באיור (בעמוד הבא) ניתן לראות שדינוג הפחית את הפסד המשקל בפירות מנדרינה 'מור' ו'נובה' - כעבור ארבעה שבועות אחסון בקור ב-5 מ"צ וחמישה ימים נוספים של שהייה בחיי מדף ב-20 מ"צ - משיעורים של 4.8 ו-6.6% בפירות הביקורת ל-2.2 ו-3.8% בלבד בפרי המדונג, בהתאמה. הסיבה לכך שדינוג מפחית את איבוד המים מהפרי הוא שהדונג יוצר שכבת איטום סביב הפרי, ובין היתר גם מכסה ואוטם חריצים מיקרוסקופיים ופתחים שונים על פני הקליפה, כגון פצעים ופתחים של פיוניות שמהם נגרם עיקר איבוד המים מהפרי (Petracek et al., 1999).

נשא לפונגצידים וחומרי צמיחה

יתרון נוסף לדינוג הוא שהדונג מהווה נשא (carrier) לקוטלי פטריות וחומרי צמיחה שונים, כגון ג'יברלין ו-2,4-D. הוספת קוטלי פטריות

בעשור האחרון נערכים מחקרים רבים ברחבי העולם במטרה לפתח מה שמכונה "דונג אכיל" (edible coating), שיהיה על בסיס חומרים אורגניים בלבד, כגון פחמימות, חלבונים ושומנים, ואולם סוגי דונג אלה עדיין אינם בשימוש מסחרי בפרי הדר כיוון שהם חסרי ברק ופחות יעילים במניעת איבוד משקל והצטמקות מסוגי הדונג הקיימים (Debeaufort et al., 1998; Baldwin, 2003).

הנוסחאות המפורטות של סוגי הדונג השונים הן סודות מסחריים, ובשל התחרות בין החברות אין הם מפורסמים במלואם. מכל מקום, סוגי הדונג המסחריים השונים מכילים מרכיב עיקרי של דונג, לרוב פוליאיתילן מחומצן, שללאק, בסיסים לצורך המסת המוצקים (בדרך כלל אמוניה), משטחים ומיצבים, בופרים וחומרים הגורמים להגמשת הדונג. הדרישות הפיזיקליות מדונג מסחרי הן כיסוי כל שטח הפרי, הקניית ברק אחיד, כושר ייבוש מהיר על גבי מערך בית האריזה, עמידות לקונדנסציה (המסת הדונג עקב התעבות טיפות מים על הפרי) וכן כושר אחסון ויציבות לאורך זמן.

בעבר נגרמו נזקים רבים לתוצרת הקלאית כתוצאה מבעיות בפורמולציה של הדונג, כגון התייבשות והתפוררות הדונג, שקיעת חלקיקים, ייבוש לקוי וכד', ואולם סוגי הדונג המסחריים כיום הם באיכות מעולה ואנו כמעט שלא עדים כלל לבעיות הכרוכות באיכותם. הדונג מיושם בדרך כלל במערך בית האריזה באמצעות טפטוף על גבי מברשות, המורחות אותו על פני הפרי (תמונה 1). בנוסף, חשוב להקפיד שהפרי יעבור במנהרת ייבוש לפני ואחרי הטיפול בדונג, וכי אורך המנהרה וקצב העברת הפרי יאפשרו את ייבושו המוחלט של הדונג.



תמונה 1: דינוג מסחרי במערך בית האריזה. התמונה משמאל מראה את אופן הדינוג באמצעות טפטוף על גבי מברשות, והתמונה מימין מראה את כלל מערך האריזה עם תעלות הייבוש לפני ואחרי האפליקציה של הדונג

הקניית ברק ושיפור מראה הפרי

הסיבות העיקריות שבגללן מדננים פירות הדר הן החלפת הדונג הטבעי שנפגע במהלך העברת הפרי על גבי מערך האריזה, הארכת חיי מדף, הקניית ברק ושיפור מראה הפרי. בתמונה 2 ניתן להתרשם מהמראה של פירות מנדרינה 'מור' (למעלה) ופומלו 'גוליית' (למטה) עם או ללא דונג לאחר ארבעה שבועות אחסון וחמישה ימים נוספים

החשיבות הרבה של סוג הדונג ומידת עבירותו לגזים על איכותם של פירות הדר לאחר קטיף נחקרה רבות בשנות התשעים ותחילת שנות האלפיים. כך למשל, נמצא בביורר כי דונגים על בסיס פוליאתילן מחומצן עבירים יותר לגזים מאשר דונגים על בסיס שללאק, ולכן עדיפים לצורך דינוג הדרים (Hagenmaier and Shaw, 1999; Mannheim and Soffer, 1996; Petracek et al., 1992). יתרה מכך, בעבודות שערכנו במעבדתנו, בשיתוף חב' מוצרי סייפ-פק בע"מ, יצרנית הדונגים הגדולה בארץ, מצאנו שעל ידי שינוי תכולת המרכיבים העיקריים בדונג בהשוואה לזו הקיימת בפורמולציה המסחרית, ניתן להפחית באופן משמעותי את מידת היווצרותם של תנאים אנאירוביים באווירה הפנימית של הפרי, אך שינויים אלה עלולים לפגום במופע הפרי ואיכות הדונג (דעוס וחוב, 2005; Porat et al., 2005).

התפתחות טעמי לוואי

הבעיה העיקרית ביישום מסחרי של דונגים בפרי הדר, ובעיקר בפירות קליפים, היא השפעתם על היווצרות תנאים אנאירוביים באווירה הפנימית של הפרי ובעקבות זאת עידוד תהליכי תסיסה כוהלית והתפתחות טעמי לוואי (Hagenmaier, 2002). כך למשל, נמצאה קורלציה גבוהה מאוד ומובהקת בין מידת היווצרות התנאים האנאירוביים באווירה הפנימית של פירות קליפים שונים (ירידה ברמת החמצן ועלייה ברמת הפחמן הדו-חמצני) לבין הצטברות הנדיפים אתנול ואצטלדהיד, תוצרים של תהליכי תסיסה כוהלית המעורבים בהיווצרות טעמי לוואי (Hagenmaier, 2002). בנוסף לאתנול ואצטלדהיד, דווח כי מתן דונג מגביר גם את היווצרותם של חומרים נדיפים נוספים שעלולים להיות מעורבים בהיווצרות טעמי לוואי בפרי, כגון מתנול, אתיל אצטט, אתיל בוטראט, הקסנול ואיזופנטנול (Baldwin et al., 1995; Hagenmaier, 2002).

עיכוב הבשלה

עקב השפעת הדונג על ירידה ברמת החמצן ועלייה ברמת הפחמן הדו-חמצני באווירה הפנימית של הפרי, נוצרת למעשה אווירה מתואמת מעוטת חמצן, שמאטה את הפעילות המטבולית של הפרי ובכלל זה תהליך ההבשלה, ובעיקר האטת השבירה של הצבע החיצוני של הפרי. לדוגמה, בתמונה 4 (בעמוד הבא) ניתן להתרשם מהמראה החיצוני של פירות פומלית עם או ללא דינוג, כאשר הפרי נקטף בצבע ירוק ואוחסן למשך שישה שבועות בטמפרטורה של 12 מ"צ. ניתן לראות שתהליך ההבשלה התקדם מאוד בפירות הביקורת והפרי הצהיב לחלוטין, ולעומת זאת הפרי שנטבל בדונג מסוג זיודר נשאר ירוק. אגב, כיוון שדינוג מעכב את שבירת הצבע של פרי הדר, נהוג להבחיל פרי הדר באתילן מיד לאחר הקטיף, לפני שהפרי עובר על גבי מערך בית האריזה (Aharoni et al., 1963). פרט לעיכוב שבירת הצבע וההבשלה החיצונית של הפרי, דינוג לא משפיע כלל על תכולת הכמ"מ והחומצה במיץ, כלומר אינו משפיע על יחס ההבשלה הפנימי של הפרי.

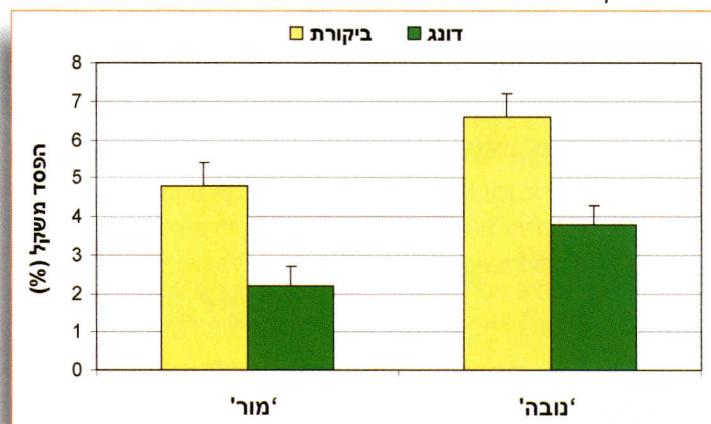
וחומרי צמיחה לתוך הדונג מאפשרת פעילות מתמשכת וקבלת אפקט חיטוי לאורך זמן, וזאת בנוסף לאפליקציה של תכשירים שונים בתמיסה מימית. עם זאת, יש לזכור כי כדי שקוטלי הפטריות יפעלו ביעילות חייב ריכוזם בדונג להיות גבוה מאשר באפליקציה מימית.

חסימת מעבר גזים דרך הקליפה

הפרי הינו אורגניזם חי וממשיך לנשום גם לאחר הקטיף, כלומר צורך חמצן ופולט פחמן דו-חמצני, ולשם כך נדרש מעבר תקין של גזים דרך הקליפה. עיקר מעבר הגזים דרך הקליפה נעשה דרך פתחים, ובעיקר פיוניות שכבר אינן פעילות בפרי הבוגר אך עדיין מאפשרות מעבר חופשי של גזים מהפרי אל הסביבה החיצונית. הדינוג יוצר מעטה האוטם את הפרי ובכלל זה את פתחי הפיוניות על פני הקליפה. כתוצאה מהפגיעה במעבר התקין של גזים דרך הקליפה נוצר באווירה הפנימית של פרי מדונג מחסור בחמצן, ומאידיך הצטברות של רמות גבוהות של פחמן דו-חמצני (Hagenmaier and Baker, 1993). מידת היווצרותם של התנאים האנאירוביים באווירה הפנימית של הפרי תלויה בשלושה גורמים עיקריים:

1. סוג הדונג, הרכבו ומידת אטימותו למעבר חופשי של גזים;
2. טמפרטורת האחסון, שכן בטמפרטורות גבוהות הפעילות המטבולית וקצב הנשימה גבוהים יותר ולכן הפרי צורך יותר חמצן ופולט רמות גבוהות יותר של פחמן דו-חמצני, ואילו בטמפרטורות נמוכות קצב הנשימה איטי יותר והפרי דורש פחות חמצן לתפקודו התקין (Davis et al., 1967);
3. תכונות הזן וקצב נשימת הפרי. בהקשר לכך דווח, שקצב הנשימה של פירות מנדרינה הינו בערך פי 3 עד 3.5 גבוה מזה של פירות הדר אחרים. אי לכך מנדרינות צורכות יותר חמצן ופולטות יותר פחמן דו-חמצני, ונוצרים בהן תנאים אנאירוביים באופן ניכר יותר מאשר במינים אחרים (Cohen, 1999; Shi et al., 2007).

באיור: השפעת דינוג על הפסד משקל בפירות זני הקליפים 'מור' ו'נובה'. פירות ביקורת (ירוק בהיר) ופירות שטופלו בדונג תג (ירוק כהה) אוחסנו למשך ארבעה שבועות ב-5 מ"צ ולאחר מכן הועברו למשך חמישה ימים לחיי מדף ב-20 מ"צ. התוצאות הן ממוצעים ± ש.ת. של עשר חזרות



מחומצן המקנה ברק רב. לעומת זאת, דונג תג נמצא מתאים ביותר עבור פירות קליפים הרגישים להיווצרות תנאים אנאירוביים באווירה הפנימית של הפרי והתפתחות טעמי לוואי, והוא דומה בעיקרו לדונג זיודר, אך בעל דרגת עבירות גבוהה יותר לגזים. דונג טבעי, המכונה גם דונג יפן, מיוצר אכן על בסיס דונג טבעי המופק מדקל הקרנאובה, והוא נועד במיוחד כדי לענות על הדרישות של השירותים להגנת הצומח ביפן, וכך לאפשר ייצוא הדרים למדינה זו. לבסוף נמצא, שהקליפה של פירות פומלו רגישה במיוחד לרכיבים מסוימים בדונג הגורמים לצריבה של הפרי, ולכן פותחה פורמולציה ספציפית המכילה מרכיבים טבעיים ובטוחים לשימוש בפירות פומלו.

אסטרטגיות לשיפור יעילות השימוש בדונג בפרי הדר

בסך הכל הדינוג משפר מאוד את מראה הפרי ואת כושר השתמרותו לאחר הקטיף, ואולם החיסרון העיקרי שלו נעוץ בכך שהוא מעודד היווצרות תנאים אנאירוביים באווירה הפנימית של הפרי והתפתחות טעמי לוואי. אי לכך אנו מציעים בזאת מספר אסטרטגיות כדי למנוע ככל האפשר היווצרות תנאים אנאירוביים בלתי רצויים בפרי מדונג:

1. להאט את קצב נשימת הפרי עוד לפני הדינוג באמצעות קירור מקדים (pre-cooling), או שהיית הפרי בבית האריזה באזור קריר זמן מה לאחר הקטיף;
2. לאחר הדינוג בבית האריזה יש להקפיד על שרשרת הקירור ולאחסן את הפרי בטמפרטורה הנמוכה ביותר המומלצת עבור כל זן, שכן בטמפרטורה נמוכה קצב הנשימה איטי יותר ולכן השתנות רמות הגזים באווירה הפנימית של הפרי תהיה מינימלית. לבסוף, אנו ממליצים לחברות המייצרות דונג להמשיך בתהליך השיפור של הפורמולציות, במטרה לייצר דונגים שיהיו עבירים יותר לגזים.

תודות

ברצוני להודות מקרב לב לאבי ביטון וארנון קיזלשטיין מחב' 'סייפ-פק בע"מ', על קריאת המאמר והערותיהם המועילות.

רשימת ספרות

1. דעוס ע, וייס ב, כהן ל, פורת ר, ביטון א. (2005): השפעת הרכב ותכולת הדונג על האיכות והטעם של פירות סנטינה. 'עלון הנוטע' 43-40: 59.
2. Aharoni Y., Lattar F.S., Angel S. (1963): Peel color of oranges treated with ethylene before vs after waxing. HortScience: 58.
3. Albrigo L.G. (1972): Distribution of stomata and epicuticular wax on oranges as related to stem-end rind breakdown and water loss. J. Am. Soc. Hort. Sci. 97: 220-223.
4. Baldwin E.A. (2003): Coatings and other supplemental treatments to maintain vegetable quality. In: Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables, J.A.



תמונה 4: השפעת דינוג על השתנות הצבע של פירות פומלית לאחר קטיף. פירות פומלית נקטפו בצבע ירוק והושארו כביקורת (ימין) או טופלו בדונג זיודר (שמאל). התמונות צולמו כעבור שישה שבועות אחסון בטמפרטורה של 12 מ"צ

רקבונות ופגמי קליפה

הדונג כשלעצמו אינו חומר הדברה ואינו קוטל פטריות, אולם דינוג עשוי לאטום פצעים ופתחים שונים על פני הפרי ובכך להפחית את הנגיעות בפטריות פצע כגון פטריית העובש הירוק (*Penicillium digitatum*) ופטריית העובש הכחול (*Penicillium italicum*) (Waks et al., 1985). לעומת זאת, דווח כי דינוג עלול דווקא להגביר התפתחותן של פטריות עוקץ, כגון אלטרנריה ודיפלודיה (Waks et al., 1985). אחד היתרונות החשובים ביישום מסחרי של דונג בפרי הדר הוא, שהדונג מעכב את הזדקנות הקליפה ומפחית באופן משמעותי את מידת התפתחותם של נזקי צינה ופגמי קליפה שונים במהלך האחסון והתובלה. ההשפעה של דינוג על מניעת נזקי צינה נובעת ככל הנראה מהשפעתו על האווירה המתואמת בפרי (Chalutz et al., 1985; Porat et al., 2004). לעומת זאת, השפעת דינוג על מניעת פגמי קליפה אחרים, כגון SERB (stem-end rind breakdown) והזדקנות עוקצים (aging) נובעת ככל הנראה מהשפעתה על מניעת איבוד מים והזדקנות הקליפה (Albrigo, 1972). בניסיונות שערכנו במעבדתנו מצאנו, שדינוג מפחית באופן משמעותי את מידת התפתחותם של פגמי קליפה המכונים נוקסנים, האופייניים לתפוזי שמוטי (תוצאות לא מובאות).

התאמת סוגי דונג למיני הדר שונים

כיוון שמיני הדר שונים מגיבים באופן שונה לטיפול בדונג, הותאמו על ידי חב' 'סייפ-פק בע"מ', יצרנית הדונג הגדולה בארץ, סוגי דונג שונים לשימוש מסחרי במיני פירות הדר ספציפיים. סוגי הדונג העיקריים הם זיודר, תג, דונג טבעי (דונג יפן) ודונג פומלו. הדונג המסחרי העיקרי המשמש לדינוג מרבית מיני הדר בארץ, כולל תפוזים, אשכוליות ולימונים, הוא דונג מסוג זיודר, על בסיס פוליאתילן