

חיתום הפרי הבודד ביריעה פלסטית*

הערכת מצב עדכנית לגבי יישום שיטת האריזה

ש. בן-יהושע, המחלקה לאחסון פירות וירקות, המכון לטכנולוגיה ואחסון של תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, בית-דגן

לדבריהם ניצול כזה יעזור להחזיר את עטרת המותג "יפו" לישנה, כמותג של איכות גבוהה. חיזוק מותג זה והבלטת היחודיות שלו נגד מתחריו הינם מטרה חשובה של המועצה לשיווק פרי הדר.

נערכו גם בדיקות תמחיר. נמצא שהצרכן ברוב ארצות אירופה, ועוד יותר בארה"ב, מוכן לשלם מחיר גבוה יותר עבור הפרי החתום. התייר האמריקאי היה מוכן לשלם 18% יותר, הצרפתי – 12% והאנגלי – 11%, הקנדי – 6% ואילו הגרמני רק 1%. לאחר חישוב כל ההוצאות נמצא ששיווק הפרי החתום יהיה רווחי ברוב הארצות. הרווחיות גדלה ברמות מחירים גבוהות יותר. הצוות מדגיש שבחישובי התמחיר נקטו זהירות מירבית ובמקרה שתימצאנה אי התאמות בין תחזיותיהם למציאות הם צופים שהמציאות תהיה טובה יותר. גם תחשיבם הזהיר מסתכם ברווח של כמה מיליוני דולר באשכוליות בלבד, לאחר ניכוי כל הוצאות החיתום.

חברת קריובק, גרייס וו.ר. ערכה בשיתוף עם המועצה לשיווק פרי הדר מחקר שווקים על התקבלות אשכוליות חתומות בצרפת ובגרמניה. בגרמניה הפרי נמכר ב־11 סופרמרקטים במחיר הגבוה ב־10% מזה של פרי הביקורת. מכון Rohde, שמתמחה בנושאים אלה, סיכם את התוצאות, שניתן להשיג מכירות של לפחות 50% מכלל האשכוליות גם כשמחיר האשכולית החתומה עולה ב־10% על מחיר הפרי הערום. מענין שנכונות הצרכנים לקנות פרי חתום עלתה לאחר הקניה הראשונה, כתוצאה מאימות הצפיות. כן נמצא בצרפת שאחוז הצרכנים שמוכן לקנות פרי חתום עלה מ־34.7 ל־41.4 משך 5 שבועות של תצוגת הפרי החתום בחנות, ללא כל פעילות לקידום מכירות. מענין שהתכונות שהעריכו הצרכנים בפרי החתום היו מוצקות, טריות, השתמרות ומראה נאה, טעם ופחות

הטכניקה החדשנית של חיתום הפרי הבודד ביריעה פלסטית ממשיכה להתקדם במחקר וגם במסחר.

מספר חברות ענק מיישמות כבר את הטכניקה בפלורידה, קליפורניה, אריזונה, טקסס, ניו-יורק, אורגון, אוסטרליה ויפן. ישראל, איטליה, יוון, מרוקו, וכמה מדינות נוספות נמצאות בשלבי יישום ראשוניים. חברת קריובק, גרייס וו.ר. מספקת למעוניינים יריעה פלסטית ומכונת חיתום אוטומטית מהדגם האנכי, בה הפרי נופל גרביטציונית לאיזור החיתום. המכונה אורזת 40 פירות בדקה. חברת וולדוטרון פיתחה מכונת חיתום אוטומטית מהדגם האופקי, בה הפרי מובל על מסוע לתא אריזה וחיתום. מכונה זו אורזת כיום 150 פירות בדקה, ולטענתם יגיעו גם ל־500 פירות בדקה. המכונה מתאימה לפירות שאינם כדוריים ולפירות רגישים לנזק כיון שהפרי מובל על מסוע ואינו ניזוק מהנפילה הגרביטציונית. היצרן מצייין גם שלמכונה זו תא אריזה מיוחד שניתן להתאמה לסוגי פירות שונים. החברות גרייס ודופונט שמייצרות יריעות פלסטיות ערכו גם מחקר שווקים, קיבלו תוצאות מעודדות והתחילו להשקיע בפרסומות ובקידום מכירות. גם בארץ נערך מחקר שווקים על ידי צוות בראשות פרופ' אריה גולדמן מהאוניברסיטה העברית בירושלים. הבדיקות נערכו על קבוצות תיירים בארץ. האשכולית החתומה התקבלה על ידי התיירים מכל המדינות באופן בולט וחד משמעי. הצוות בארץ הסיק שניתן לנצל את החיתום כהזדמנות שיווקית שעשויה לעזור לישראל לכבוש מחדש פלחי שוק שהפסדנו באירופה. הצוות מדגיש את החשיבות של ניצול הזדמנות זו בהקדם, לפני שמתחריו יעשו זאת.

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה', 1985, מס' 1803.

הפטנט המקורי שנרשמו עבור משרד החקלאות ("כמובן" רק בישראל ובדרום אפריקה) מנוצלות כיום. חברה בלגית בודקת יריעה פלסטית מועשרת בפונגיצידים וחברה בינלאומית אחרת – יריעה פלסטית מועשרת בחומרים מעכבי הבשלה. וכך, עוד המצאה ישראלית תזכה "לנחת" שאת פירותיה יקטפו בנכר.

יתרונות הטכניקה הזו, כפי שצויינו בעבודותינו כבר ב־1978, אומתו על ידי עשרות חוקרים בכל רחבי העולם: איכות הפרי, מראהו ומוצקותו נשמרים על ידי שיטה זו יותר טוב מאשר על ידי קירור או כל שיטה ידועה אחרת. אובדן המשקל בוטל, עובדה שעשויה לחסוך 2%–10% ממשקל הפרי המתנדף משך האחסון והמשלוח. נמנעת הדבקה משנית של רקבונות. נזקי צינה הופחתו והורחב תחום הטמפרטורות בהן ניתן להחזיק פרי; ניתן לחסוך בקירור במשלוח ובאחסון לטווח קצר. ניתן לוותר על הדינוג, החיתום מסוגל לבצע יותר טוב את כל אחת משלוש פעולות הדינוג: הפחתת איבוד משקל, מתן ברק לפרי ושירות כנסע של פונגיצידים. בשילוב עם חומרים אחרים ניתן להפחית את הרקבון, לעכב את ההבשלה, למנוע הזעה ולזרז את הופעת הצבע. טעם הפרי נשמר ולעיתים אף שופר, כתוצאה מהחזקת הפרי בטמפרטורה מתאימה יותר או כתוצאה מדחיה באובדן הטעם. יישום השיטה כרוך גם בקשיים. ראשית, העלות, כסנט אחד לפרי. עלות גבוהה זו מונעת את השימוש בשיטה למספר פירות. השיטה ניתנת לביצוע רק על פירות אקסלוסיביים או עבור פירות שמיועדים לפלח שוק שמסוגל לשלם את התמורה. חלק ניכר מהעלות נובע מהשימוש ביריעות מתוחכמות יותר. מחיר יריעת הפוליאתילן הצפוף, בה השתמשנו בתחילת מחקרנו, הינו בערך עשירית ממחירן של היריעות המוצעות היום. גם עלות מכונות האריזה עלתה בעשור האחרון במאות אחוזים. העלות הגבוהה של מכונת האריזה האוטומטית מחייבת תכנון ניצול המכונה משך עונה ממושכת. ניתן להשיג זאת על ידי שילוב מספר גידולים שינצלו את המכונה. דרוש כאמור תכנון בנושא ניצול המכונה, כי ציוד ידני אינו קל ליישום בארצנו, בעיקר באיזורי גידול הפירות. בהם כח האדם מוגבל ויקר.

טיפולים כימיים בפרי. חברת גרייס סיכמה את תוצאות המחקר במשפטים הבאים: "האשכולית יפן" החתומה עברה את מבחן השווקים בהצטיינות למרות התנאים הקשוחים". משום מה אנשי השיווק של המועצה לשיווק פרי הדר לא קיבלו את המסקנות המקצועיות של הבדיקות, שמחציתם מומנו על ידי המועצה. אפשר להוסיף גם שחברת גרייס וו.ר. מצאה בגרמניה, בניגוד לתחזית הצוות הישראלי, שהצרכן הגרמני שילם 10% תוספת מחיר עבור פרי חתום ו־58% מהצרכנים הצדיקו את המחיר והיו מוכנים לקנות שוב את הפרי החתום.

בקליפורניה ובאריזונה התמחתה חברה פרטית בהספקת שירות של חיתום פרי למעוניינים. הם הצליחו לבסס לעצמם מגוון לקוחות שמנצלים שיטה זו ליצוא ושיווק לימונים ליפן, לקנדה וגם בתוך ארה"ב. לדבריהם נשאר לבעל הלימונים בממוצע 2–4 דולר רווח עבור החיתום לכל תיבת פרי. החיתום הביא גם להרחבת השוק על ידי ניצול אתרי שיווק חדשים לפרי, כמו בתי מרקחת וחנויות לממכר משקאות חריפים. הצרכן למד שלפרי החתום כושר השתמרות משופר וקנה כמויות פרי גדולות בהרבה מקניותיו בעבר. נסיון דומה היה לחברה בניו יורק שחתמה עגבניות. הם קיבלו תוספת של 5 סנט לכל פרי. חשוב לציין שהתוצאות החיוביות שקיבלו כל מחקרי השווקים שנעשו ע"י אנשי מקצוע מטילות ספק בתוצאות של הבדיקות שנעשו בעבר במועצה לשיווק פרי הדר ובאגרוסקו. שקבעו שיצוא של פרי הדר או פלפל חתומים אינו יכול להיות רווחי.

המחקר על טכניקה זו בארץ ובעולם מתפשט כמו המחקר על המצאת הטפטוף בין חוקרי ההשקיה. ניצול האריזה כאמצעי לשיפור כושר השתמרות הפרי, ולא רק כמיכל לפרי, הפך כמעט נחלת הכלל. אולם עדיין מקובל ליישם את האריזה בסופרמרקט, בתחנת הפרי הסופית, ולא מיד לאחר הקטיף. כל מאמץ מחקרי לשיפור כושר השתמרות הפרי בעזרת האריזה המתאימה זוכה לתוצאות חיוביות. אך בגלל אי ידיעה כיצד לטפל בהמצאות ותיקצוב נמוך, מאבדת ישראל את רוב היתרונות שנבעו מההמצאה על חיתום פירות בודדים ביריעות פלסטיות. כל התביעות של

החששות שהובעו בראשית המחקר ביחס להגברת רקבונות העוקץ אומתו, אבל נראה שניתן להתגבר או להתחמק מהם.

מחקר שנעשה בשיתוף עם סטנלי ברג ורוג'ר ינג ז"ל, מסביר את היתרון הגדול שישנו לפרי החתום מבחינת חילוף הגזים על זה של פרי מדונג או פרי ללא כל טיפול. היתרון מתבטא בכך שהחיתום של הפרי הבוודד ביריעה פלסטית מונע את אובדן המים ביעילות גדולה בערך בעשרה מונים מזו של פרי לא מטופל או מדונג. מאידך, הדינוג מונע מעבר חמצן ופחמן דו-חמצני ביעילות שווה או גדולה מזו של החיתום. יתרה מזאת, במקרים של דינוג מופרז נוצרים בפרי טעמי לוואי שקשורים לאוירה האנארובית שנוצרת בתוך הפרי. הקושי להסביר תופעות מנוגדות אלו, של מעבר איטי יותר של חמצן ו- CO_2 וזרימה מהירה יותר של מים בפרי מדונג, ולהיפך, מעבר מהיר יותר של חמצן ו- CO_2 ואיטי בהרבה של מים בפרי חתום, גדל לאחר ההשוואה של עובי הקרום. הדונג יוצר קרום לא רציף בעובי מיקרון אחד ואילו עובי היריעה שחותמת את הפרי מגיע ל-10–15 מיקרון.

הסבר תופעה זו קשור בהבנה המעמיקה שרכשנו על חילוף הגזים בפירות. תחום זה נשאר עדיין תעלומה למחקר בהשוואה להבנה המלאה של חילוף הגזים בעלים. כך למשל, לא ברורה כלל מעורבות הפיזיולוגיות בחילוף הגזים בפרי. מחקרים קודמים רבים הראו שהפיזיולוגיות בפרי הדר, כבר על העץ, סתומות בחלקן הגדול על ידי הפרשות שונות. בעזרת מיקרוסקופ רגיל ומיקרוסקופ אלקטרוני סורק מצאנו שהפיזיולוגיות אומנם סתומות ברובן אבל נשאר פתח צר המאפשר מעבר גזים. בחישובים ביופיסיים של חילוף הגזים מצאנו שמספיק פתח המקיף חצי אחוז מכלל הפתחים של הפיזיולוגיות על מנת להסביר את חילוף הגזים בפרי. יתכן אפילו שדוקא אותן הפרשות שסותמות את הפיזיולוגיות בתנאי הארה מונעות את סגירתה המלאה בתנאי חושך. ממצא חשוב נוסף היה שהמים, בניגוד לצפוי, אינם זורמים דרך הפיזיולוגיות אלא דרך הקוטיקולה. כבר ב-1976 הראה החוקר הגרמני שונר שישינה בקוטיקולה פזה מימית שמשמשת, לדעתו, מסלול למעבר אלקטרוליטים שונים.

בדקנו לכן את התיאוריה שהמים זורמים דרך אותה פזה מימית שבקוטיקולה ונשאבים כאדים החוצה מהפריפריה של פזה זו בעזרת כח הניקה של הטרנספירציה. התנגדות הפרי לזרימת מים הינה בערך מאית מזו של ההתנגדות למעבר חמצן, פחמן דו-חמצני או אתילן. מוצע שהגזים האלו, בניגוד למים, נעצרים בהגיעם לפזה המימית שבקוטיקולה. כיוון שפעפוע גזים בפזה נוזלית הינו בקצב של אחד לעשרת אלפים מפעפועם בפזה גזית, נאלצים הגזים האחרים לפעפעע דרך הפיזיולוגיות, למרות שהינן סתומות כמעט לגמרי.

בפרי המדונג נסתמות הפיזיולוגיות עוד יותר על ידי הדונג שנוזל לפתח הצר של הפיזיולוגיות ומתייבש שם. כך עלול הדינוג לסתום את אותו "צואר בקבוק" של מסלול זרימת הגזים וכתוצאה עלולה להיווצר אטמוספירה אנארובית בתוך הפרי המדונג. מאידך, הקרום החדש שנוצר על הפרי אינו רציף ואדי המים מוצאים דרכם החוצה דרך החורים הרבים שישנם בקרום זה. לכן תוספת ההתנגדות למים כתוצאה מהדינוג קטנה – 25%, בהשוואה למאות אחוזים של תוספת ההתנגדות לשאר הגזים.

החיתום אינו משפיע כלל על צואר הבקבוק של מסלול זרימת הגזים. הואיל והתנגדות הפרי למעבר גזים, מלבד מים, היתה מלכתחילה גדולה, תוספת ההתנגדות של היריעה הפלסטית איננה בולטת. מאידך, ההתנגדות של הפרי הלא מטופל למעבר מים הינה קטנה ולכן התוספת של התנגדות היריעה הפלסטית משמעותית ומגדילה את ההתנגדות הטבעית בערך פי 10. כתוצאה מכך עדיף החיתום על הדינוג. השילוב של השניים מגדיל את העלות ואת הסיכון של יצירת אטמוספירה אנארובית מדי לפרי, לכן שילוב זה אינו מומלץ.

התקדמות נוספת חלה ביישום טיפול ההגלדה בפירות הדר. טיפול זה, שמקובל כבר עשרות שנים בתפוחי אדמה ובפקעות פרחים, לא הצליח בפירות הדר. בעבודה משותפת עם אבינועם גולומב, ערן ברק ובוריס שפירא נמצא שטיפול כזה ניתן ליישום בפרי חתום. הטיפול הביא

יתרונות השיטה בשמירת הפרי מתאימים במיוחד לארצנו, הנמצאת רחוק משווקי המסורתיים, ושואפת להגיע לשווקים רחוקים יותר, כמו ארה"ב, קנדה, יפן. האקסלוסיביות של הפרי החתום חיונית לישראל, הדורשת תמורה גבוהה יותר עבור מוצריה מאשר מתחריה מקבילים. ישראל משקיעה בקניית מונוטין כספקית של פרי איכותי, שיטת חיתום הפרי מתאימה למטרה זו, הן בשמירת הפרי והן באפשרות ליצירת מותג מוכר על ידי הדפסה על גבי הפרי. לקידום השיטה דרושות היום גישות חדשות לאריזת הפרי והירק, וכן, רכישה או חכירה של מכונות אריזה אוטומטיות והפעלתן באותם גידולים בהם ניתן ליישם את המחקר, כמו אשכוליות, לימונים ופומלות.

מומלץ שאגרוסקו תתקשר עם היזמים הפרטיים שהיו מוכנים להשקיע ברכישת המכונה המתאימה, על ידי הבטחת הזמנות של פלפל חתום. יש צורך במחקר שווקים מקצועי, במעקב של אנשי האגף האגרוטכני של המועצה, אנשי הנסיונות של אגרוסקו, ועל ידי המעבדה שלי.

ולבסוף, מומלץ להשקיע בהמשך המחקרים של יישום השיטה בגידולים חדשים; במחקר לאחסון ממושך של אשכוליות, לימונים ופומלות לתקופה בה מחיר הפרי גבוה יותר; לשילוב יריעה מועשרת בפונגיצידים כדי להפחית את שיעור הרקבון תוך הקטנת רמת השיירים הרעילים על הפרי.

חיתום הפרי עשוי, כאמור, לאפשר גם את ניצול תהליך ההגלדה. כיום ההגלדה אינה ניתנת לביצוע על פרי ערום אבל מחקר התחלתי שלנו מצביע שניתן ליישמה על פרי חתום. מומלץ לכן להמשיך ולהשקיע במחקר זה שעשוי לאפשר גם שיווק פרי טבעי חופשי משיירים של רעלים, או לפחות להקטין במידה מירבית את כמות השיירים.

להגלדה של פצעי קטיף מיכני באשכוליות ובעגבניות. פעילות האנזים פניאלאנין אמוניה ליאזה האחראי על יצירת הליגנינים הדרושים להגלדת הפרי עלתה במאות מונים בפרי חתום בהשוואה לפרי ערום. שיעור הרקבון של לימונים, פומלות ואשכוליות הופחת באופן בולט. הסתכלויות התחלתיות שלנו מראות שההגלדה משרה כנראה יצירת חומר אנטיפונגלי בפרי, המעכב את התפתחות הרקבונות. כך הראנו שההגלדה מנעה התפתחות עובש ירוק שהודבק על הפרי ועיכב זה תאם את הופעת חומר אנטיפונגלי בפלבדו של הפרי המוגלד. חומר אנטיפונגלי זה עיכב בעצמו התפתחות של פניציליום דיגיטוסם שגדל בצלחות פטרי. תוצאות מעודדות קיבלנו בלימונים, פומלות, אשכוליות ותפוזים. חשיבות תוצאות אלו גדולה בעיקר לפרי כמו הפומלו שאינו עובר היום כל טיפול כימי נגד רקבון. כתוצאה מחוסר טיפול מונע־רקבון סובל הפומלו משיעור רקבון גבוה הפוסל לעיתים משלוחים שלמים. טיפול ההגלדה עשוי לאפשר גם יצוא של לימון טבעי חתום ללא כל טיפול כימי. חשוב מאד לכן לאמת תוצאות התחלתיות מעודדות אלו הן בפומלו והן בלימון.

בכנס הבינלאומי הרביעי לאריזות שנערך בספטמבר 1985 באיסט לנסנינג משיגן שבארצות הברית התקיים סימפוזיון בטכניקה חדשה זו. בסימפוזיון זה, שנתבקשתי לארגן, התחזקה ההרגשה שהטכניקה של חיתום הפרי הבודד קנתה לה כבר אחיזה ברורה כטיפול מסחרי נוסף לפרי או לירק הקטוף. הכנס זכה להשתתפות נרחבת של מדענים ונציגים של חברות מסחריות המתענינות בנושא. נציג חברת גרייס וו.ר. קריובק תאר את הנסיון שהצטבר בחברתו לאחר שחתמו כבר חצי מיליון תיבות פרי בשיטה זו.

חובתי לפנות שוב לכל המעורבים האפשריים להקדיש את תשומת הלב והמשאבים ליישום מהיר יותר של השיטה גם בארץ, לפני שמתחרינו ינצלו.