

416-0450-98

קוד מחקר:

נושא: מיתוח טכנולוגיה מבוקרת למניעת השתלפחות מתמרים מזן מג'הול ובזנים אחרים

מוסד: מינהל המחקר החקלאי

פרופ' יוסי קנר

חוקר ראשי:

3

חוקרים שותפים:

1996-1998

תקופת מחקר:

מאמרים:

תקציר

מטרות המחקר: מרבית פירות התמר מבשילים ומתייבשים על העץ. בחלק מהזנים כמו מג'הול, זהידי וחדראווי, במעבר הפרי ממצב בוסר לצמל מתקבלת תופעה בחלק מהפירות בה קליפת הפרי נפרדת מיתר הציפה תוך יצירת "שלפוחיות" בגדלים שונים. התופעה נקראת "השתלפחות" ופוגעת באיכות הפרי. בון מג'הול תופעת ההשתלפחות קשה, ובמיוחד באיזור בקעת הירדן ועמק בית-שאן. במשקים מסויימים או בשנים מסויימות מגיע הפרי המשולפח ליותר מ-50% מכלל הפירות וגרם נזק כלכלי רב.

מהלך ושיטות העבודה: הפרי נבדק לאיפיון ע"י בדיקת סוכרים פעילות אנזימטית % רטיבות בריקס, פעילות מים, שיר פרס, ו- % פרי משולפח (מעל כ-10% מכלל הקליפה שלפוח נחשב לפרי סוג ב'). חלק מהפירות עבור ריסוס להגברת היבוש של הפרי ע"י תמיסת K_2CO_3 ותמיסות נוספות. הבחלת הפרי נעשית על פרי בוסר על מנת למנוע השתלפחות.

תוצאות: במחקרנו הראינו כי תופעת ההשתלפחות מתחילה עם הבחלת הפרי ובמיוחד באם תנאי ייבוש חזקים חלקים בראשית הבחלת הפרי. הבחלת פירות קצרה והעברתם לתנאי ייבוש יצרה פרי משולפח מרמה של 80% ויותר. ניתן היה להפחית בצורה מאד משמעותית את ההשתלפחות במידה וההבחלה היתה מושלמת לפני העברת הפרי לתנאי ייבוש. התוצאות מצביעות על כך שהבחלה מלאה בטמפרטורה נמוכה הורידה את % הפירות המשולפחים ל-5%-10%.

נמצא כמו כן כי ניתן להבחיל פרי "מדלג" שלב ללא השתלפחות.

המחקר התמקד במציאת שיטה ליצירת פרי "מדלג" שלב באופן מלאכותי. נמצאה שיטה בה ניתן באופן מלאכותי לקבל פרי "מדלג" שלב. השיטה מבוססת על ייבוש פרי הבוסר לפני הבחלתו. בחנו מספר חומרים והשפעתם על זירוז ייבוש בוסר מג'הול והפיכתו ל"מדלג" שלב. מבין החומרים השונים שנבחנו נמצאה תמיסה אלקאלית אשר זירזה את קצב ייבוש הפרי וקבלת פרי "מדלג" שלב.

השיטה החדשה בשלב זה איפשרה קבלת פרי משולפח ברמת התנור (מבוקר), הפילוט והשדה של 10%, 19% ו-29% בהתאמה, לעומת כ-50% בביקורת.

קיים צורך בביסוס שיטה רציפה ויישומית במפעל או בשדה, אשר תמנע בצורה משמעותית הופעת הפרי המשולפח.

מסקנות: הצלחת הבחלת וייבוש המג'הול לתמר עסיסי, ללא השתלפחות, יכולה להיעשות כנראה בשני מסלולים מבוקרים. מסלול 1 - הבחלה "מהחץ כלפי פנים". הבחלה זו נעשית בלחות יחסית גבוהה ויש למנוע ככל האפשר תהליכי ייבוש לפני גמר ההבחלה, על כן היא חייבת להיעשות בטמפרטורה נמוכה, 35-40 מ"צ, ובלחות יחסית גבוהה.

מסלול 2 - הבחלה "מהפנים כלפי חוץ". במסלול זה יש צורך להפעיל תהליך של ייבוש לפני הבחלת הפרי. להפסיק את הייבוש בשלב שלפרי יש עדיין רטיבות מספקת בכדי לאפשר הפעלת האנזימים במהלך ההבחלה, לריכוך הפרי למג'הול עסיסי.

פיתוח טכנולוגיה יישומית למניעת השתלפחות בתמרים מזן מג'הול

דו"ח מחקר לקרן המדען הראשי לשנת 1998

מאת

י. קנר, ש. נברו, נ. שובל, י. דונהאי, מ. רינדנר, ר. גרניט

המחלקה למדעי המזון, המחלקה לאיסום

מרכז וולקני - בית דגן

E-mail VTKANNER@netvisionnet.il

הבעת תודה

תודה מיוחדת על עזרתם בקידום עבודה זו ניתנת ל:

מר ד. אבני, מהנדס טכנולוגי מזון, תמר-שאן

צר שמעון לשם, מנהל מטע התמרים, נערן

מר אורי שריג, מנהל מטע התמרים, מחולה

מר קופולוויץ אברהם, שה"מ, בית-שאן

מר יגאל מגריל, מנהל תמר-שאן

1. תקציר

מרבית פירות התמר מבשילים ומתייבשים על העץ. בחלק מהזנים כמו מג'הול, זהידי וחדראוי, במעבר הפרי ממצב בוסר לצמל מתקבלת תופעה בחלק מהפירות בה קליפת הפרי נפרדת מיתר הציפה תוך יצירת "שלפוחיות" בגדלים שונים. התופעה נקראת "השתלפחות" ופוגעת באיכות הפרי. בזן מג'הול תופעת ההשתלפחות קשה, ובמיוחד באיזור בקעת הירדן ועמק בית-שאן. במשקים מסויימים או בשנים מסויימות מגיע הפרי המשולפח ליותר מ- 50% מכלל הפירות וגורם נזק כלכלי רב.

במחקרנו הראינו כי תופעת ההשתלפחות מתחילה עם הבחלת הפרי ובמיוחד באם תנאי ייבוש חזקים חלים בראשית הבחלת הפרי. הבחלת פירות קצרה והעברתם לתנאי ייבוש יצרה פרי משולפח מרמה של 80% ויותר. ניתן היה להפחית בצורה מאד משמעותית את ההשתלפחות במידה וההבחלה היתה מושלמת לפני העברת הפרי לתנאי ייבוש. התוצאות מצביעות על כך שהבחלה מלאה בטמפרטורה נמוכה הורידה את % הפירות המשלפחים ל- 5%-10%. נמצא כמו כן כי ניתן להבחיל פרי "מדלג" שלב ללא השתלפחות.

המחקר התמקד במציאת שיטה ליצירת פרי "מדלג" שלב באופן מלאכותי. נמצאה שיטה בה ניתן באופן מלאכותי לקבל פרי "מדלג" שלב. השיטה מבוססת על ייבוש פרי הבוסר לפני הבחלתו. בחנו מספר חומרים והשפעתם על זירוז ייבוש בוסר מג'הול והפיכתו ל"מדלג" שלב. מבין החומרים השונים שנבחנו נמצאה תמיסה אלקאלית אשר זירזה את קצב ייבוש הפרי וקבלת פרי "מדלג" שלב.

השיטה החדשה בשלב זה איפשרה קבלת פרי משולפח ברמת התנור (מבוקר), הפילוט והשדה של 10%, 19% ו- 29% בהתאמה, לעומת כ- 50% בביקורת. קיים צורך בביסוס שיטה רציפה ויישומית במפעל או בשדה, אשר תמנע בצורה משמעותית הופעת הפרי המשולפח.

2. מבוא ותאור הבעיה

התמר הוא אחד הגידולים המעטים המתאימים לגידול באזורים צחיחים. בשנים האחרונות נטעו בארץ כ- 60,000 עצי תמר מזן מג'הול מהם כ- 40,000 באזור בקעת הירדן. זן זה בגלל גודל הפרי איכותו האורגנולפטית, והכנסתו לדונם לחקלאי, הינו הזן המועדף בשווקי הארץ ובחור"ל.

מרבית פירות התמר מבשילים על העץ ועוברים את שלבי ההבשלה, מבוסר לבוחל ולבסוף לצמל, להוציא פירות מזן חיאני. התייבשותם של כל הזנים על הדקל איטית יחסית והאנזימים האחראים על ריכוך הפרי ועל שינוי הצבע והטעם (עפיצות), משלימים את תהליך ההבחלה ויוצרים פירות רכים, כהים האופייניים לתמרים במצב צמל. במטע, הפרי נמצא בתנאים בהם ההבחלה וההתייבשות חלים באותו הזמן והם תהליכים בלתי נשלטים שתלויים מאד במזג-האוויר.

בחלק מהזנים כמו מג'הול, ברהי, זהידי וחדראוי, במעבר הפרי מבוסר לצמל, מתקבלת תופעה בחלק מהפירות בה קליפת הפרי נפרדת מיתר הציפה תוך יצירת "שלפוחיות" בגדלים שונים על פני הפרי. שלפוחיות אלו נשאות שלמות או נסדקות ובכל מקרה פוגמות במראה הפרי,

בשלמותו, באיכותו ובכושרו להיות מאוחסן לטווח ארוך. תופעה זו נקראת בפי הדקלאים "השתלפחות".

הנזק בארץ נאמד בכ- 14 מליון ש"ח לשנה. במטרת המחקר לשפר איכות הפרי ע"י מניעת ההשתלפחות ולהעלות את % סוג א' מ- 50% ל- 80%. המחקר יאפשר פיתוח תהליך למניעת ההשתלפחות בשדה ובבית האריזה, תוך הקפדה על תנאי אחסון וחי-מדף ארוכים ובכך יתרום לשיפור איכות התמרים, רווחיות הענף והרחבת היצוא.

2.1 הבשלת הפרי - הפרי עובר מספר שלבים בדרך להבשלתו המלאה. שלב ההבשלה הראשון הינו שלב "הקימרי", בו הפרי ירוק ובגודל קטן. הפרי גדל וצובר מוצקים ומגיע בשלב הבשלתו השני לגודל מקסימלי וצבעו הירוק הופך לצהוב-אדמדם (תלוי בזן), בשלב זה הפרי נקרא בוסר ("חלאל"), הפרי קשה ועפיץ, בפרי בעל פעילות אינוטרזאז בינוני כמו במג'הול, בשלב זה, רמת האנזים עולה (ברנהרט, 1989). שלב ההבשלה הבא הינו בוחל ("הרטב"). בשלב זה המתחיל מהפיטם ונע לכיוון העוקץ, השינויים בפרי מלווים בירידה ברמות המים והטנינים ובעלייה ברמת הסוכרים המחזרים ובפעילות האנזימטית הגורמת לריכוך הפרי ושינוי צבעו מצהוב בהיר לחום כהה (קנר, 1967, אלמליח 1975, ברנהרט 1989).

חוקרים רבים עבדו במטרה להעביר באמצעים מלאכותיים תמרים מהבשלה של סוף בוסר לבוחל מתקדם, ניתן לעשות זאת ע"י ריסוס הפרי בחומצת חומץ, טבילה בתמיסות מלח או הכנסת הפרי

להקפאה והפשרתו (Vinson 1911, Berger and Sievers 1927, Monciero 1954,)

(Kanner et al 1978, Reuveni 1986).

2.2 שינויים במרקם התמר

פירות מזן דקל-נור מתייבשים מהר על העץ בגלל מיעוט פעילות האנזים אינוטרזאז, הפרי מדלג על שלב ההתרככות האנזימטית ולכן נשאר קשה במרקם. לעומתו, החיאני בגלל הבשלה איטית ברוב שטחי הגידול בארץ, אינו מצליח להבחיל ולהתייבש ולכן הוא נגדד בעודו בוסר ומובחל ע"י תהליך של הקפאה והפשרה. עד תחילת שנות ה-60 היה מקובל כי האנזים אינוטרזאז אחראי באופן ישיר לריכוך פירות התמר. בעבודותינו (י. קנר, 1967) הראנו כי ניתן לעכב את פעילות האנזים ולהפעיל רק את האנזימים הפקטוליטיים והצלולוליטיים וע"י כך לקבל התרככות הפרי. בעבודה זו הראנו בפעם ראשונה את חשיבות האנזימים האחרים ברכוך התמר. עבודה זו שנתמכה

מאוחר יותר על ידי אחרים (Coggins & Knapp, 1967, Coggins et al 1968)

(Coggins & Knapp 1969, Hasegawa et al, 1969, 1970, 1971, 1972), הראתה כי בפרי בראשית התפתחותו רמת הצלולוז גבוהה מאד ומגיעה לכדי 85% מכלל החומר היבש עם הצטברות הסוכרים רמת הצלולוז יורדת לכדי 2%-6 (אלמליח 1975, קנר וחבריו 1998, Hasegawa and Smolensky 1971). בעת ההבשלה, בשלב הבוחל הצלולוז עובר פירוק ע"י האנזים צלולאז (קנר וחבריו 1998, Hasegawa & Smolensky, 1971). פעילות הצלולאז מתגברת עם הבשלת הפרי וגורמת לפירוק של יותר מ- 80% מכלל הצלולוז, תהליך התורם לריכוך הפרי (קנר וחבריו 1998). הפקטין ופרוטופקטין מהווים בין 0.8-1.3% מהמשקל היבש של התמר (קנר וחבריו 1998,

(Coggins, 1968). למקטע זה, בנוסף לצלולוח, חשיבות רבה ביצירת המרקם של התמר. האנוזימים פקטין אסטראז ופוליגלקטורונאז פעילים בתמר בשלב הבוחל וגורמים לדאסטרופיקציה ולהידרוליזה של הפקטין ובכך תורמים גם הם לריכוך הפרי (אלמליח, 1975, קנר וחבריו, 1998). תהליך הריכוך תועד גם בהיבט ההיסטולוגי - החוקרים הראו כי בשלב הבוחל המתקדם פעילות האנוזימים גורמת לפירוק דפנות התא (Coggins et al, 1968, Coggins & Cnopp, 1967) וע"י כך לריכוך הפרי.

לאחרונה הראינו כי עם הבשלת פרי המג'הול והבחלתו, רמת פעילות האנוזימים צלולאז ופוליגלקטורונאז עולה בכמעט פי 5 עד פי 10 מזו שנמצאה בשלב הבוסר. בחנו ירידה במרכיבי הדופן עם התרככות ציפת הפרי ונמצאה התאמה גבוהה בין העליה בפעילות האנוזימים לבין הירידה ברמת הפולימרים המרכיבים את דופן התאים. ירידה ניכרת מאד נמצאה ברמת הצלולוז. בנוסף בחנו השפעת הטמפרטורה על קצב הרככות הפירות. קצב ההתרככות עולה עם עליית הטמפרטורה. נמצא כי בטמפרטורה מתחת ל- 35 מ"צ התרככות הפרי איטית ביותר, היא עולה בצורה מאד משמעותית ב- 40 מ"צ והיא ממשיכה לעלות עד 60 מ"צ, טמפרטורה שבדרך כלל גורמת לעיכוב אנוזימטי. טמפרטורה של 60 מ"צ נמצאה על ידינו בתמרים חשופים לקרינת שמש ישירה. בטמפרטורה זו הפרי אמנם מתרכך במהירות אך הוא משחיר מאד ונוטה להשתלפח בצורה מאד משמעותית. טמפרטורה גבוהה מזו גורמת לעיכוב אנוזימטי ועמו לעיכוב התרככות הפרי.

השתלפחות בפרי התמר

תופעה זו נחקרה בעבר ע"י מספר חוקרים (גופן 1966, אלמליח וחבריו 1973, Nixon 1961). גפן (1966) חקר את התופעה בהיבט ההיסטולוגי ומצא כי חל ניתוק בין איזור הקליפה והציפה תוך התמוטטות דפנות התאים באיזור זה. החוקר מצא כי טיפול הפרי בדטרגנטים מסוימים לפני יבוש הפרי הקטין את התופעה. אלמליח וחבריו (1975) לראשונה הראו בין חדראוי קשר בין טיב הבחלת הפרי והנטיה להשתלפחות. יתר המחקרים לא הגיעו למסקנה חותכת לגבי הגורמים או הדרכים למנוע את התופעה.

3. שיטות וחומרים

בדיקות - איפיון הפרי כלל בדיקת סוכרים, פשוטים ומורכבים, פעילות אינורטאז, % רטיבות, בריקס, פעילות מים = aw מירקם (בשיר-פרס), % פרי משולפח (מעל כ- 10% מכלל הקליפה שלפוח נחשב לפרי משולפח סוג ב' - משקל קליפה משולפח לעומת משקל קליפה רגיל), מבחנים אורגנולפטיים.

קביעת הרכב הסוכרים: קביעת הרכב הסוכרים, גלוקוז פרוקטוז וסוכרוז תעשה ע"י הפרדת הסוכרים בעמודה אמינית באורך 25 ס"מ על 10 μm של חברת Knauer מסוג Lichrospher בשיטה של HPLC כאשר קביעת הריכוז תעשה ע"י גלאי Refractive Index של חברת Erma Optical Work. הרצת הדוגמאות תעשה ע"י אצטוניטריל (85%) ומים מסוננים (15%). הכנת הדוגמאות תעשה לפי שיטה שפורטה בעבר (ברנהרד, 1989).

קביעת פעילות אנזימטית ושינויים במבנה המרקם

בדיקות האנזימטיות לקביעת פעילות הצלולאז, פוליגלקטורונאז ואינורטאז יעשו לפי שיטה שכבר פורסמה בעבר (אלמליח, 1975, ברנהרד, 1989, וקנר ושותפיו 1997, 1998). בדיקת שינויים ברמת הפקטין המסיס (פוליגלקטורונאז אנדוגני) דוגמאות של תמרים (20 פירות) ילקחו ויעברו טיפול לקבלת מוצקים שאינם מסיסים באתנול (AIS). פקטין מסיס במים יבדק בשיטה שפותחה ע"י אלמליח (1975).

בדיקת פעילות אינברטאז נעשתה לפי אלמליח (1975).

בדיקת כלל מוצקים מסיסים (T.S.S)

בדיקת ה-TSS נקבעה במכשיר רפרקטומטר. 20 תמרים ורוסקו במשקל ידוע, יעברו הימלוג בתוספת מים מזוקקים ומיהול ביחס משקלי של 1:1. התסנין נבדק לרמת המוצקים המסיסים.

בדיקת % חומר יבש

חמישה תמרים במשקל ידוע נחתכו לקוביות אחידות, הוכנסו לתנור ואקום בטמפרטורה של 70 מ"צ למשך 28 שעות, הבדלי המשקל ישמשו לחישוב % החומר היבש.

פעילות מים Water Activity

פעילות מים (A_w) מבטאת את כמות המים הזמינים בפרי. ערכי A_w מתחת ל-0.65 אינם מאפשרים למיקרואורגניזמים לפעול. פעילות המים נמדדה במכשיר מטיפוס Rotronic אשר כוייל ב- $A_w = 0.9$ ו- $A_w = 0.75$. כל מדידה נעשתה עד להתייבשות הקריאה בדוגמא.

בדיקת מרקם הפרי ע"י Shear Press

מרקם הפרי נבדק ע"י מד-מרקם Shear Press מטיפוס Lee-Kramer מודל SP-12 INP. מד המרקם מודד כוח גזירה הנדרש לגזור דוגמה נתונה בתנאי לחץ ומהירות גזירה אחידים. בבדיקה השתמשנו בטבעת 3000 lbr במהירות גזירה של 8.7 ס"מ לשניה ובלחץ הידראולי של 250 PSI. ארבע חצאי פרי במשקל קבוע הונחו בתוך התא ובכל דוגמא בוצעו חזרות מתאימות. התוצאות בוטאו ביח' SPU.

תוצאות

השפעת משך ההבחלה על השתלפחות פירות תמר מזן מג'הול

תמרים מזן מג'הול נגדדו במצב בוסר מתקדם תחילת בוחל ולפני שהפרי הראה סימנים של השתלפחות. הפרי עבר הבחלה בשקיות פוליאטילן מחורר בטמפרטורה שבין 35 מ"צ ל-60 מ"צ. בכל טמפרטורה הפרי הובחל לשלוש דרגות של התרככות. א. הבחלה קצרה למרקם של

5-6 kg(f) g DW, ב. הבחלה בינונית 3-4 kg(f) g DW, ג. הבחלה מלאה שבה הפרי הגיע ל-

2 kg(f) g DW

הבחלה בתנאים אלו יוצרת "גל" התרככות מהקליפה החיצונית כלפי פנים הפרי. הבחלה זו אופיינית לפירות אשר מובחלים בשדינק. כל הפירות לאחר הבחלתם, אם זו היתה הבחלה קצרה או ארוכה ומושלמת עברו לאחר מכן ייבוש בתנור בתנאים אחידים, בזרם אויר של 2 מ/שניה ובטמפרטורה של 40 מ"צ.

הממצאים מצביעים על כך שהבחלה קצרה מעודדת את ההשתלפחות. ההשתלפחות של הפירות בהבחלה קצרה, בכל טמפרטורות ההבחלה, היתה בין 60% ל- 80% מכלל הפירות. הבחלה בינונית יצרה השתלפחות גבוהה, אם כי קטנה יותר מאשר הבחלה קצרה. ההשתלפחות הקטנה ביותר נוצרה כאשר הפירות עברו הבחלה מושלמת. הבחלה זו מתקבלת כאשר הפרי נמצא בתנאי טמפרטורה ולחות המאפשרים לפרי להתרכך בצורה אחידה. רק לאחר שהפרי התרכך בצורה מלאה ואחידה, תהליך היבוש אינו יוצר השתלפחות. לטמפרטורת ההבחלה השפעה משמעותית על ההשתלפחות. בטמפרטורה של 35 מ"צ ההבחלה איטית אך היא אינה גורמת ליצירת השתלפחות, ורק כ- 5% מכלל הפירות השתלפחו (בטיפול של הבחלה מלאה). ככל שמעלים את טמפרטורת ההבחלה, % הפרי המשתלפח גדל, ובטמפרטורה של 55 מ"צ היא הגיע לכדי 40% מכלל הפירות (ציור 1).

השפעת טמפרטורת היבוש

פירות שעברו הבחלה טבעית ומלאה בשדה ללא השתלפחות נבדקו למידת השפעת טמפרטורת היבוש על % ההשתלפחות. נמצא כי עליה בטמפרטורת היבוש מעלה את % הפירות המשולפחים. השפעתה נמוכה עד ל- 45 מ"צ, ועולה ב- 60 מ"צ. בטמפרטורה זו היא פי 4 גבוהה יותר בהשוואה לייבוש בטמפרטורה של 35-40 מ"צ (ציור 2).

מאפיינים לפרי מדלג שלב

פרי "מדלג" שלב נוצר כתוצאה מתהליכי ייבוש המתרחשים במטע על פרי בוסר שלא הספיק להבחיל תחילה. כאשר בדקנו פירות כאלו בחתך על-ידי הקליפה ובתוך הפרי פנימה - נמצא כי ישנם הבדלים גדולים מאד ברטיבות השכבות. באזור הקליפה הרטיבות הגיע לכדי 20% בעוד בפנים הציפה היתה 30%-32%. לבוחל טבעי הרטיבות שווה באיזור הקליפה והציפה ונעה בין 33%-29%. מאחר והקליפה התייבשה במהירות, איזור זה נשאר עם ריכוז גבוה של סוכרים בלתי אינורטים - סוכרוז ואינורטאז קשור לדופן. פעילות המים של הפרי בכלל מגיע ל- 0.80, גבוהה מספיק בכדי לאפשר התרככות הפרי בתנאי לחות מתאימים על ידי האנזימים פוליגלקטורנאז וצלולואז (ציורים 3, 4 ו- 5).

כאשר לקחנו פרי בוסר מתקדם והכנסנו אותו לתנור ייבוש ב- 40 מ"צ ובזרם אויר של 2 מ"שניה, הפרי המטופל בתמיסות אלקליות התייבש מהר יותר מקבוצת הבקורת. ההבדל בין קבוצת הביקורת למטופלת הוא כ- 7%. באיזור הקליפה ההבדל גבוה בהרבה באיזור זה של הקליפה והרטיבות מגיעה לכדי 20%-22% (טבלה 1).

טיפול ליצירת מג'הול עסיסי מפירות "מדלג שלב מלאכותי"

פירות מג'הול במצב הבשלה של בוסר מתקדם עברו טיפול של טבילה בתמיסה אלקלית וייבוש בטמפרטורה של 40 מ"צ. לאחר כ- 4 ימי ייבוש, כאשר הפרי שנתקבל היה זהה לפרי מדלג שלב, הוא הוכנס לתנאי הבחלה בתוך שקיות פוליאאתילן מחורר. לאחר 4 ימי הבחלה הפרי הגיע

להתרככות טובה ולמרקם אלסטי הדומה לפרי המתקבל בערבה. הפרי העסיסי הוצא משקיות הפוליאטילן ועבר ייבוש ל- 24 שעות נוספות לפעילות מים של $Aw = 0.66$ (טבלה 2).

השתלפחות של "מדלג שלב"

מג'הול מדלג שלב הינו פרי הניתן להבחלה מלאה כמעט ללא יצירת השתלפחות. בחלק מהניסויים שלנו "מדלג שלב" נלקח כבקורת לטיפול הטבילה ונטבל במים כביקורת. לאחר הטבילה במים ההשתלפחות היתה 100%.

טיפולים באשכולות שנגדדו בשלב בוסר מתקדם (גיד שני)

בנוסף לניסויים על עצים, בצענו ניסויים על אשכולות בודדים אשר נקטפו וטפלו בפילוט פלנט. אשכולות אלה נטבלו בתמיסות הטיפול - מחצית הסנסנים באשכול לא עברו טיפול ושימשו כביקורת. לאחר הטיפול האשכול נתלה להבחלה וייבוש בתנאי הפילוט אשר שררה בו לחות יחסית סביב 50% וטמפרטורה אשר נעה בשיאה ביום ל- 34-37 מ"צ ובנקודה הנמוכה בלילה ל- 26 מ"צ (טבלה 3).

טיפולים בשדה

1. "כובע" פלסטיק.
2. ריסוסים בחומרים פעילים.

"כובע" פלסטיק

כ- 30 אשכולות כוסו בכובעים פלסטיים אטומים במטרה להצל על האשכול ולמנוע התחממות יתר. הטמפרטורה של המכוסה היתה ב- 0.3 מ"צ פחות מהסביבה - שינוי לא משמעותי בשעות הבוקר נצפתה טמפרטורה של 32 מ"צ שעלתה במשך היום עד ל- 35 מ"צ בתוך האשכול מכוסה הפלסטיק. הכובע מנע יצירת פרי מדלג שלב, ההבחלה בתוך האשכול היתה איטית יותר אך % הפירות המשולפחים לא ירד מהביקורת ונשאר 46%, בעוד שבבקורת הגיע השילפוח ל- 45%.

ריסוסים בחומרים פעילים במטע

בחננו 8 פורמולציות ריסוס והשפעתן על מידת השתלפחות התמרים שנגדדו בשדה. הריסוסים ניתנו בשלב שבו הפרי היה בוסר מלא לפני "שבירה" לבוחל. הטיפולים כוללים:

1. ביקורת טויון 20
2. שמן זית בתוספת K_2CO_3
3. שמן זית (BHT + Ethanol + KOH)
4. כמו 3 בלי BHT
5. שמן זית, טויון 20; K_2CO_3
6. כמו 3 בתוספת טויון

בשלב ראשון, הניסוי נערך במחולה. כל הריסוסים שלא הכילו משטח טויין 20 נפסלו בשטח מאחר והתמיסה האלקלית לא התפזרה על פני הפרי באופן שווה. בהמשך המחקר שנערך בנערן הריסוסים היו מס' 8,7,6,5. בכל עץ טבלנו 2-3 אשכולות בתמיסות השונות לזמן של כ- 15 שניות (טבלה 4). טבלה 5 מסכמת את ממצאי השפעת הטיפול באלקלי בשדה, בפילוט ובתנור.

דיון

תמרים מזן מג'הול שנגדו במצב בוסר מתקדם ועברו הבחלה בתנאי לחות גבוהים, נבחנו לגבי השפעת התהליך על השתלפחות הפירות. נמצא כי לטמפרטורות ההבחלה השפעה רבה על התפתחות ההשתלפחות בפירות. אך נמצא כי השתלפחות הפירות מושפעת יותר מתנאי הבחלה וייבוש בלתי מתוזמנים. הבחלת פירות בלחות גבוהה גורמת לריכוך הציפה בגל המתחיל מאזור הקליפה לכיוון פנים הפרי. ההשתלפחות הגבוהה ביותר התקבלה כאשר מעבירים פרי שהבחיל באיזור הקליפה, בהבחלה קצרה, לתנאי ייבוש. הדבר אינו דורש שינוי טמפרטורה אלא זרימת אויר בלחות נמוכה. בתנאים אלו קליפת הפרי מתייבשת ונפרדת מהציפה המתכווצת כלפי פנים. האנוזימים אחראים לריכוך הפרי, תפקידם להרוס את למלת הביניים ודופן התאים. הם פועלים בגל מהקליפה כלפי פנים הציפה (ציור 7). בהבחלה קצרה דפנות התאים בין הקליפה והציפה מתמוטטות בגלל הפעילות האנוזימטית, בעוד שזו הפנימית עדיין שלימה ו"קשה". שוני זה מאפשר לקליפה בתנאי ייבוש להנתק מהציפה המתכווצת כלפי פנים. בהבחלה ארוכה ומלאה, דפנות התאים בכל איזור הקליפה והציפה מתפרקים והופכים למסה דומה ולמרקם של ג'ל בעל מבנה ומקדם ייבוש אחיד. תהליך הייבוש מכווץ את איזור הקליפה וציפת הפרי בצורה אחידה המונעת יצירת ניתוק הקליפה מהציפה ויצירת השתלפחות (ציור 7).

בהבחלה בטמפרטורה גבוהה מאד, נוצרים תנאים של התייבשות, אפילו הפרי מוגן מזרימת אויר יבש. בתנאים אלו הפרי עובר תהליכי הבחלה תוך כדי ייבוש ותנאים אלו יוצרים השתלפחות ברמה גבוהה מאד.

תמרים שהבשלתם בלתי תקינה והם מדלגים על שלב ההתרככות והנקראים פירות "מדלגי שלב" הינם פירות אשר כנראה בשלב הבוסר המתקדם עוברים תהליך של ייבוש חזק. הירידה ברמת המים בפרי בצורה קיצונית, גורמת למניעת הפעלת האנוזימים לריכוך הפרי ולשינויים אחרים כמו שינויים בצבע. פרי זה כאשר נלקח להבחלה בתנאי לחות וטמפרטורה מתאימים, מבחיל ויוצר מוצר כמעט ללא השתלפחות. הממצאים שלנו מצביעים על כך שבטמפרטורה אופטימלית של הבחלה וייבוש ב- 40 מ"צ מקבלים כ- 2.5% פירות משולפחים. בהבחלה בטמפרטורה גבוהה, שאינה אופטימלית, מקבלים כ- 10% פירות משולפחים. השאלה הנשאלת, מה הופך פרי זה להיות כל-כך עמיד להשתלפחות?

איזור הקליפה החיצוני בפרי "מלדג שלב" מאופיין ברטיבות נמוכה של 20%, בעוד האיזור הפנימי רטוב יותר ומגיע לכדי 30% רטיבות. בגלל התייבשות הקליפה, היא יחד עם הציפה נדדו כלפי פנים הפרי. מאחר וכל המרקם אחיד והקשר בין התאים חזק כל הרקמה מתקמטת בצורה אחידה. רמת האינורטאז הקשור הגבוה משמש כסמן לכך שתהליך ההבחלה באיזור הקליפה לא התקיים, בגלל התייבשותה המהירה. חוסר ההבחלה באיזור הקליפה לא יצר ניתוק בין הקליפה והציפה ואיפשר לכל האיזור להצטמק בצורה אחידה. כאשר אנו מפעילים תהליך של הבחלה מבוקרת לתמרים אלו, האיזור הפנימי המכיל מים ברמה גבוהה מבחיל מהר יותר מאיזור הקליפה אשר במקרה זה מבחיל בסוף התהליך. גל ההבחלה בפרי מדלג שלב הינו מהפנים כלפי חוץ (ציור 7). הניסויים שלנו ליצור פרי "מדלג שלב" בצורה מלאכותית נשאו פרי. נמצא כי במידה וגודדים פרי בוסר ומפעילים עליו תנאי ייבוש מובהקים, הפרי מתייבש, מתקמט ונותן פרי דומה למדלג שלב. במידה ומפעילים על פרי מדלג שלב" מלאכותי, תנאי הבחלה וייבוש אופטימאליים ניתן היה לקבל מג'הול עסיסי ברמה של 90% סוג א' ו- 10% משולפח (הבקורת נתנה 20% פרי משולפח). הטיפול באלקלי ניתן כדי להגביר את התייבשות הקליפה וליצור מדלג שלב בשדה או בפילוט. בתנאי פילוט בתהליך סימולטני של ייבוש והבחלה "מלאכותיים" התקבל פרי סוג א' ברמה של 86-81% או משולפחים ברמה של 14-19%. (הבקורת נתנה 45-40% משולפח). אותו טיפול ניתן בשדה במשק נערן - אשכולות שקיבלו את הטיפול באלקלי נתנו פרי מסוג א' ברמה של 71% או השתלפחות של 29%, הביקורת יצרה 48% פרי משולפח. כפי שציינו פרי מדלג שלב במידה ומבחילים אותו בתנאי לחות וייבוש מתאימים נותן שלפוח ברמה מאד נמוכה. אך, התנהגות זו אינה חוסן בכל תנאי. כאשר מרטיבים את הפרי המדלג והקליפה סופגת רמה גבוהה של מים - פרי זה בהבחלה משתלפח ברמה של 100%. ניסוי "הכובעים" הראה כי הקרינה הישירה אשר עשויה להעלות את טמפרטורת הפרי בשדה איננה משחקת תפקיד חשוב בהופעת ההשתלפחות בשדה. ניסוי זה הוכיח כי במטע עיקר הנזק של ההשתלפחות נוצר כתוצאה מתנאי לחות בלתי מתוזמנים, וע"י כך תהליכי ההבחלה והייבוש יוצאים לפועל בצורה בלתי אופטימאלית.

מסקנות

הצלחת הבחלת וייבוש המג'הול לתמר עסיסי, ללא השתלפחות, יכולה להיעשות כנראה בשני מסלולים מבוקרים (ראה ציור 7).

מסלול 1 - הבחלה "מהחץ כלפי פנים". הבחלה זו נעשית בלחות יחסית גבוהה ויש למנוע ככל האפשר תהליכי ייבוש לפני גמר ההבחלה, על כן היא חייבת להיעשות בטמפרטורה נמוכה, 35-40 מ"צ, ובלחות יחסית גבוהה.

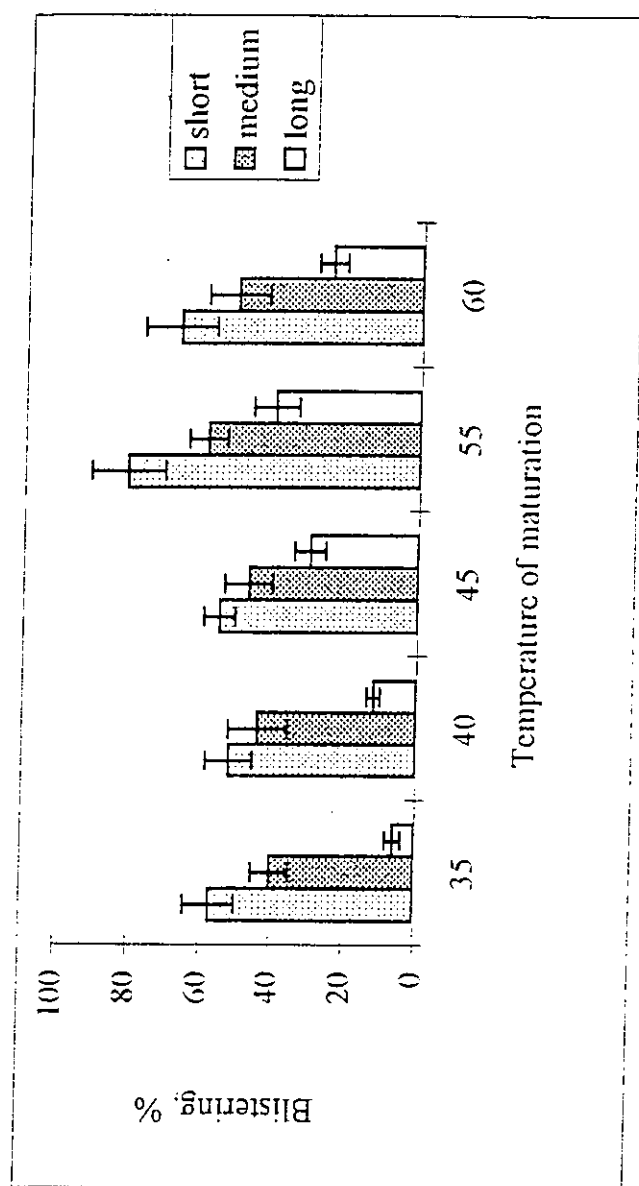
מסלול 2 - הבחלה "מהפנים כלפי חוץ". במסלול זה יש צורך להפעיל תהליך של ייבוש לפני הבחלת הפרי. להפסיק את הייבוש בשלב שלפרי עדיין רטיבות מספקת בכדי לאפשר הפעלת האנזימים במהלך ההבחלה, לריכוך הפרי למג'הול עסיסי.

בהמשך המחקר, נאמץ עקרונות אלו כדי להציע פתרונות ישומיים בשדה ובבתי האריזה.

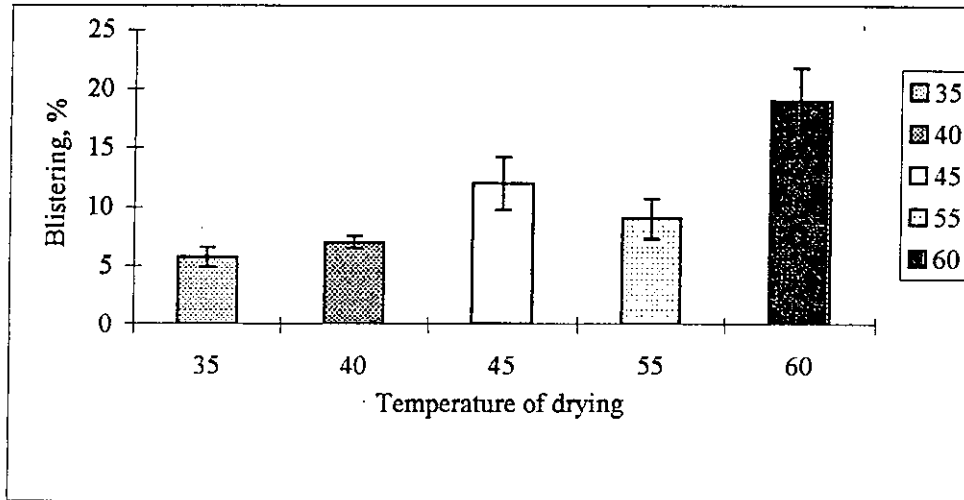
- אלמלית, ת. (1975). השפעת גורמים טכנולוגיים וביוכימיים על איכות פירות תמר. עבודת גמר לקבלת תואר מוסמך, האוניברסיטה העברית, ירושלים (בהדרכת י. קנר).
- ברנהרט סם, (1989). תמר קפוא מזן "פירות יבשים" עבודת גמר לקבלת תואר מוסמך, האוניברסיטה העברית, ירושלים (בהדרכת י. קנר).
- סטולר, ש. (1977). גדול התמר בארץ ישראל. הוצאת הקיבוץ המאוחד, תל-אביב.
- גפן מ. (1996). עבודת גמר לתואר מוסמך. השתלפחות בתמר. אוניברסיטה עברית, ירושלים.
- קנר, י. (1967). מיום תמרים יבשים, וחקר שינויים ביוכימיים החלים בפרי ממוים. עבודת גמר לקבלת תואר מוסמך, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
- קנר, י. (1980). בוחל תמרים קפוא. דו"ח חסוי להנהלת ענף התמרים ולמשרד החקלאות.
- קנר, י. נברו, ש. דונהאי, י. בן-שלום, נ. שובל, נ. גרניט, ר. רינדנר, מ. עזריאלי, א. פינטו, ר. (1997) פיתוח מערך טכנולוגי לשיפור איכות תמר מזן מג'הול ליצוא. דו"ח למדען ראשי.
- קנר, י. נברו, ש. דונהאי, י. בן-שלום, נ. שובל, נ. גרניט, ר. רינדנר, מ. עזריאלי, א. פינטו, ר. (1998) פיתוח מערך טכנולוגי לשיפור איכות תמר מזן מג'הול ליצוא. דו"ח למדען ראשי.
- Berger, W.R. and Sievers, A.F. (1927). Experiments in storage of Deglet Noor dates. Data Grower's Inst. Rep. 4: 9-10.
- Basker, D. (1986). Non parametric multiple comparison by the Dwass-Gabriel procedure - an RNP program. H.P. users Library no. 03419.
- Blumenkrantz, N., Asboe-Hansen, G. (1973). New method for quantitative determination of uronic acids. Anal. Biochem. 54: 484-489.
- Brummer, J.J. and Griffin, W.A. (1973). Sectorizing grapefruit by enzyme digestion. Proc. Fla. State Hort. Soc. 91: 112-114.
- Coggins, C.W.Jr., Knapp, J.C.F. (1967). Progress report: chemical and histological studies of tough and tender Deglet Noor dates. Date Grower's Institute Rep. 44: 15-16.
- Coggins, C.W.Jr., Knapp, J.C.F. and Ricker, A.L. (1968). Post harvest softening studies of Deglet Noor dates: physical, chemical and histological changes. Date Grower's Inst. Rep. 45: 3-6.
- Coggins, C.W.Jr., Knapp, J.C.F. (1969). Growth development, and softening of the Deglet Noor date fruit. Date Grower's Inst. Rep. 46: 11-14.
- Dawson, V.H.W. and Aten, A. (1962). Dates Handling, Processing and Packaging. F.A.O. Press, Italy.

- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Hasegawa, S., Maier, V.P., Kaszycki, H.P. and Crawford, J.K. (1969). Polygalacturonase content of dates and its relation to maturity and softness. *J. Food Sci.* 34: 527-529.
- Hasegawa, S. and Smolensky, D.C. (1970). Date invertase: properties and activity associated with maturation and quality. *J. Agric. Food Chem.* 18: 902-904.
- Hasegawa, S. and Smolensky, D.C. (1971). Cellulase in dates and its role in fruit softening. *J. Food Sci.* 36: 966-967.
- Hasegawa S., Smolensky, D.C. and Maier, V.P. (1972). Hydrolytic enzymes in dates and their application in the softening of tough dates and sugar wall dates. *Ann. Date Grower's Inst.* 49: 6-8.
- Kanner, J., Elmaleh, H., Reuveni, O. and Ben-Gera, I. (1978). Invertase (β -fructofuranosidase) activity in three date cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 26: 1238-1240.
- Kramer, A. and Twigg, B.A. (1962). Color and gloss in: *Fundamentals of Quality Control fo the Food Indusry*. Avi. Publ. Co. pp. 19-40.
- Maier, V.P. and Schiller, F.H. (1961). Studies on domestic dates. 2. Some chemical changes associated with deterioration. *J. Food Sci.* 26: 322-328.
- Maier, V.P. and Metzler, D.M. (1965). Quantative changes in date polyphenols and their relation to browning. *J. Food Sci.*, 30: 80-84.
- Maier, V.P. and Metzler, D.M. (1965). Changes in individual date polyphenols and their relation to browning. *J. Food Sci.*, 30: 747-752.
- Mandel M. Andreotti R. and Roche C. (1976). Measurement of sacharifying cellulase. *Biotechnol. Bioeng. Symp.* 6: 21-33.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars *Anal. Chem.* 31: 426-8.
- Nixon, R.W. (1961). Dates. *Dates Grower's Inst. Rep.* 14: 10-13.
- Reuveni, O. (1986). Date. In *CRC handook of fruit set and development*. Monselise, S.P. ed. pp. 119-143.
- Siegel, S. (1956). *Nonparametric Statistics*. McGraw-Hill book Co., Inc., New York, N.Y.

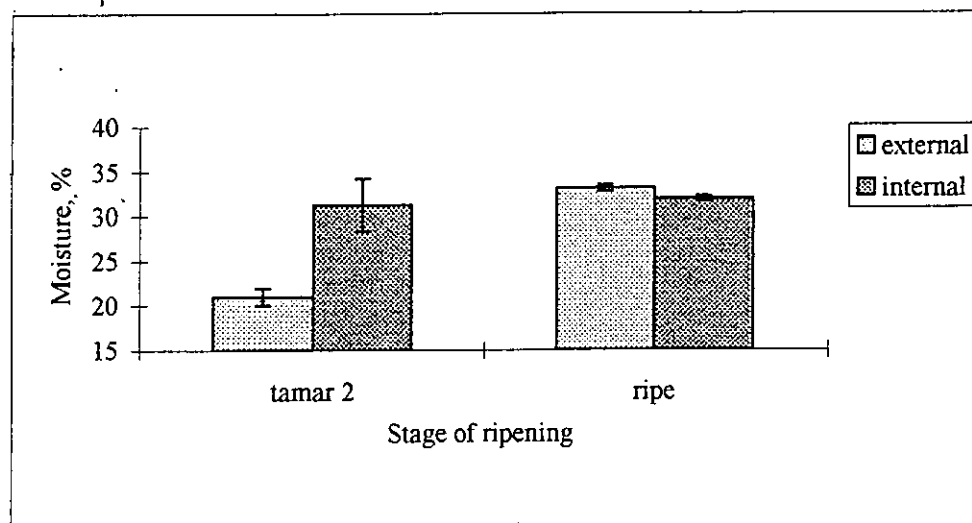
- Sloneker, J.H. (1972). Gas liquid chromatography of alditol acetates. In: Whistler R.L. Be Biller J.N. (eds) *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Academic Press, New York London, pp. 20-24.
- Vinson, A.E. (1911). Chemistry and ripening of the date. *Bull Ariz. Agr. Exp. Sta.* 66: 403-435.



ציור 1. השפעת הטמפרטורה ומשך ההבחלה על דמת ההשתלפחות בתמרים מן מג'הול



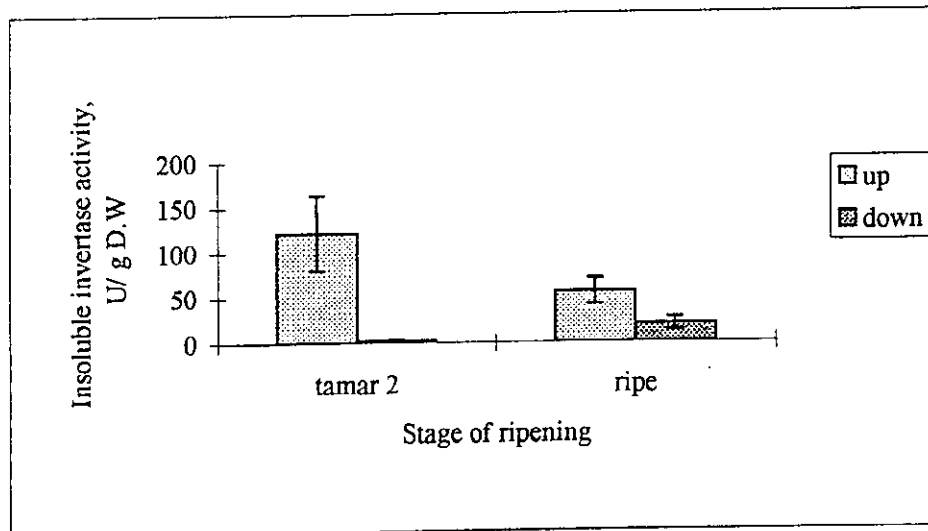
ציור 2. השפעת טמפרטורת היבוש על רמת ההשתלפחות של פירות אשר עברו הבחלה אופטימלית.



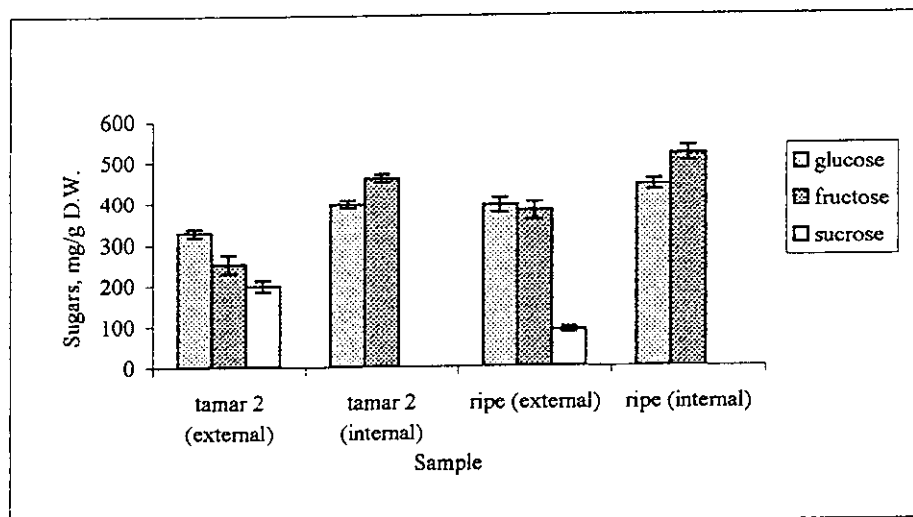
ציור 3. מדרג % הרטיבות בפירות תמר מזן מג'הול בהבשלה טבעית.

פרי "מדלג שלב" = tamar 2

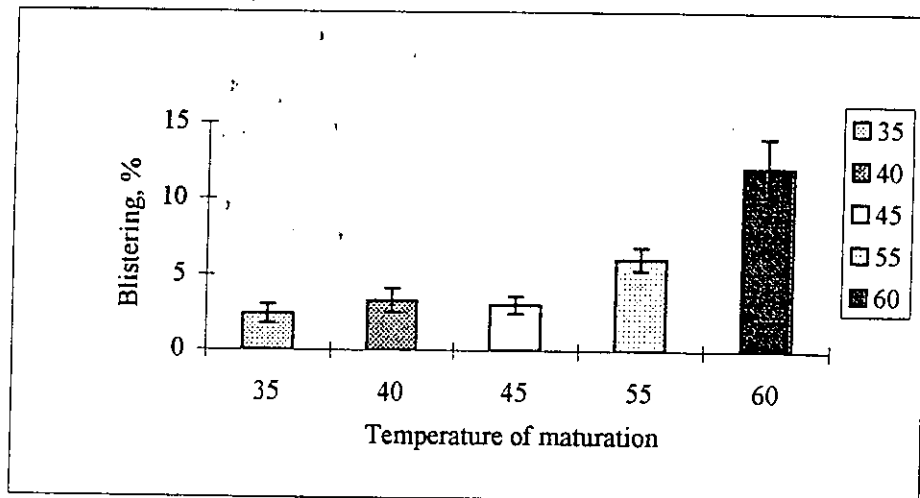
פרי בוחל = ripe



ציור 4. רמת האינזים אינוורטאז הקשור בפירות מזן מג'הול בהבשלה טבעית, מסוג "מדלג שלב" = tamar 2 ובוחל = ripe



ציור 5. רמת הסוכרים בפירות תמר מזן מג'הול בהבשלה טבעית, מסוג "מדלג שלב" = tamar 2 ובוחל = ripe



ציור 6. השפעת טמפרטורת ההבחלה על התפתחות ההשתלפחות בפירות תמר מזן מג'הול בהבשלה טבעית מסוג "מדלג שלב".

טבלה 1 השפעת טיפולים מקדימים בתמרים מזן מג'הול במצב בוסר על קצב הייבוש בטמפרטורה של 40 מ"צ ובזרם אוויר של 2 מטר/שניה

הטיפול	% ירידה במשקל/4 ימים	% רטיבות
בקורת (55% רטיבות)	27.1	41.5
כלוריד הסידן + טאויין 20	29.8	35.7
חומצה ציטרית + "	29.7	35.7
אשלגן קרבונט + "	34.0	31.8
חומצה פוספורית + "	34.1	31.8

טמפרטורת הייבוש 40 מ"צ, בזרם אוויר של 2 מטר/שניה

טבלה 2 פיתוח טכנולוגיה ליצירת מג'הול עסיסי "מדלג" שלב מלאכותי והשפעתה על יצירת פירות משולפחים

הטיפול	% הפירות המשולפחים*
בקורת ללא טיפול	20
חומצה פוספורית + טויין 20	17
אשלגן קרבונט + טויין 20	10

* % הפירות המשולפחים כוללים גם פרי פרתנוקרפי ופרי מסוג ב' אחר

טבלה 3 השפעת טיפולים להגברת היבוש על אשכולות שנגדדו בשלב בוסר מתקדם (גדיד שני) ונשארו להבחלה וייבוש בפילוט פלנט

הטיפול	% הפירות המשולפחים
בקורת ללא טיפול	45-50
חומצה פוספורית + טויין 20	35-30
אשלגן קרבונט + טויין 20	19-14

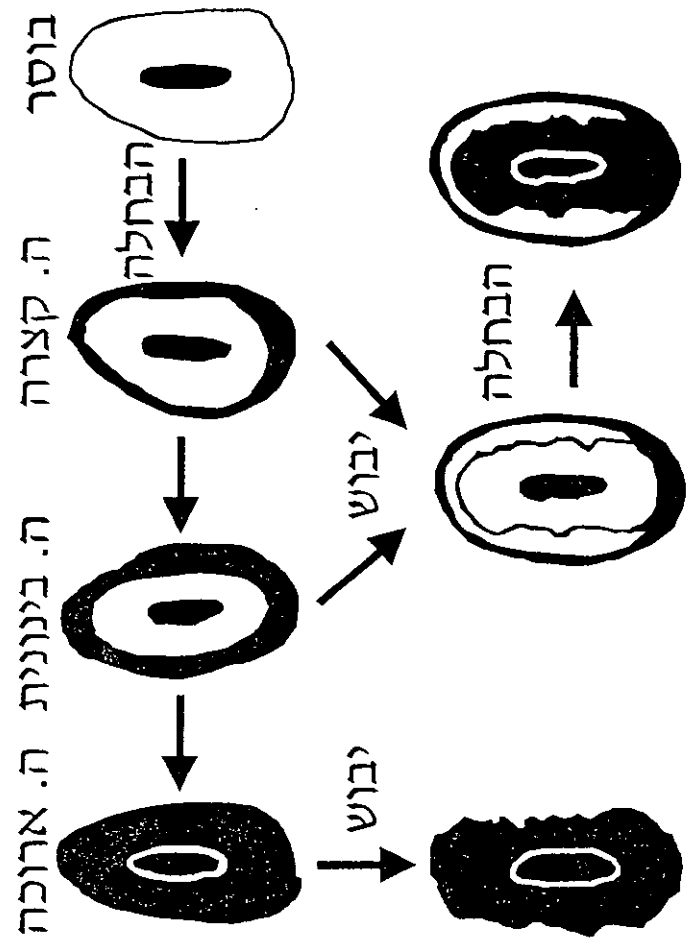
טבלה 4 השפעת טיפולים להגברת הייבוש על השתלפחות פירות על אשכולות במטע

% הפירות המשולפחים		
הטיפול	גדיד I	גדיד II
בקורת ללא טיפול	22	48
חומצה ציטרית + טויין 20	0	49
כלוריד הסידן + טאויין 20	5	58
אשלגן קרבונט + "	6	29

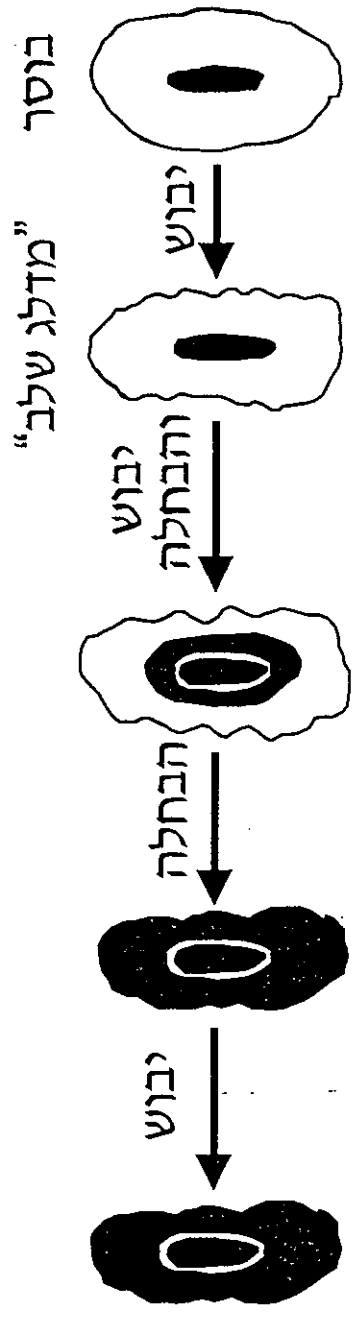
טבלה 5 סיכום השפעת הטיפול האלקלי להגברת ייבוש הפרי ליצירת "מדלג שלב" בעזרת תנור, פילוט או במטע

הטיפול	% הפירות המשולפחים
בקורת (במטע)	50
אלקלי במטע	29
אלקלי בפילוט	19
אלקלי בתנור	10

הבחלה מהחוץ כלפי פנים - (הבחלה בתנאים לחים)



הבחלה מהפנים כלפי חוץ - (הבחלה בתנאים יבשים)



סיכום עם שאלות מנחות לדוחות מחקר 1998

1. מטרת המחקר לתקפת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה:
פיתוח שיטות טכנולוגיות למניעת השתלפחות בפירות תמר מזן מג'הול.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח:
המחקר התמקד במציאת שיטה ליצירת פרי "מדלג" שלב באופן מלאכותי. נמצאה שיטה בה ניתן באופן מלאכותי לקבל פרי "מדלג" שלב. השיטה מבוססת על ייבוש פרי הבוסר לפני הבחלתו. השיטה החדשה בשלב זה איפשרה קבלת פרי משולפח ברמת התנור, הפילוט והשדה של 10%, 19% ו- 29% בהתאמה, לעומת כ- 50% בביקורת.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:
הצלחת הבחלת וייבוש המג'הול לתמר עסיסי, ללא השתלפחות, יכולה להיעשות כנראה בשני מסלולים מבוקרים: מסלול 1 - הבחלה "מהחוך כלפי פנים". מסלול 2 - "מהפנים כלפי חוץ".
4. הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה:
א. במסלול 1 - מניעת התייבשות הפרי בזמן ההבחלה.
ב. במסלול 2 - ייבוש מהיר של הקליפה לפני שלב ההבחלה.
5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט:
ניתנה הרצאה בבית-אריזה בבית-שאן - 24/4.
מתוכננת הרצאה במסגרת יום עיון בבקעה - לחודש יולי.