

1999-2001

תקופת המחקר:

458-0214-01

קוד מחקר:

Subject: POST HARVEST OF "MAJHOL" DATES

Principal investigator: ZE'EV SCHMILOVITCH

Cooperative investigator:

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O.)

שם המחקר: עיבוד תמרים מזן "מגיהול"
לאחר גידול

חוקר ראשי: זאב שמילוביץ

חוקרים שותפים:

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן
50250תקציר

הצגת הבעיה: עצי ה'מגיהול' הנטועים בישראל מהווים, כבר כיום, קרוב למחצית עצי התמר מהזנים היבשים. תנופת הנטיעה בעיצומה. כיום, מאחר שהייבוש אינו מבוקר הנדסית ואינו מדויק, נפסלים 20 עד 50 אחוז מהפרי לייצוא מחמת שלפוח. גישת המחקר המוצעת במחקר הנוכחי היא ייבוש "תעשייתי" יותר, תוך שיפור האמצעים הנמצאים כבר בבתי האריזה, וזאת גם מתוך הכוונה להפנות את תהליכי הטיפול של הכנת התוצרת לשיווק מהמטע אל בית האריזה, מקום בו קל יותר ליישם נהלים ותקנים מחייבים ולהבטיח את איכות המוצר הסופי.

מהלך העבודה: העבודה התחלקה למספר כיוונים עיקריים: (א) פיתוח חיישן נייד למדידה מידית של לחות תמר בודד על פי תכונותיו הדיאלקטריות. (ב) פיתוח חיישן להערכת הייבוש בחדר הייבוש ע"י שקילה דינמית של מדגם מייצג. (ג) פיתוח שיטה מהירה ליישום השיפור במעבר האוויר החם דרך מגשי התמרים בעת הייבוש בחדר הייבוש. (ד) בדיקה השפעת טמפרטורת הייבוש על איכות הפרי המיובש. (ה) לימוד התפלגות אחוז המים בפרי המיוצא ב'מגיהול' עסיסי באמצעות מדידה דיאלקטרית.

תוצאות עיקריות: נמצא כי ניתן למדוד מדגמי פרי בחיישן הלחות בדיוק שיאפיין את עקומת התפוצה של המשטחים המוכנסים לחדר הייבוש. נמצא כי מערכת של שררולי אטימה שפותחה ונוסתה בחדרי יבוש בבית אריזה, "צמח תמרים" שפרה את האיכות וקצב הייבוש. נמצא כי מכשיר אבטיפוס של שקילה, דינמית מאפשר בקרה יעילה של אבדן המים במשטחים המיובשים. נמצא כי ניתן לזרז את הייבוש בטמפרטורה מעל 60°C מבלי לגרום נזק, ולהשיג פרי ברמה פיטוסניטרית גבוהה.

מסקנות והמלצות: יש להרחיב את השימוש בשיטות העבודה שפותחו בבתי האריזה לניצול יעיל של הפיתוחים הנוכחיים. ליישום שיטה מסחרית להתקנת השררולים האוטומים בחדרי ייבוש נוספים, כמו גם הגברת טמפרטורת הייבוש. כמו כן לזרז את תהליכי הייבוש תוך בחינה שלא נגרמת ירידת איכות במוצר.

דו"ח סיכום למחקר מס' 458021401

שם הפרויקט: עיבוד תמרים מזן 'מגיהולי' לאחר גידול

Post harvesting of 'Majhool' dates

מוגש ע"י:

ז' שמילוביץ¹, ע' יקותיאל¹, א' ארבל¹, ח' אגוזי¹, א' הופמן¹ וצ' ברנשטיין²

¹ מינהל המחקר החקלאי, המכון להנדסה חקלאית, בית דגן

² צמח ניסיונות - מעבדות אזוריות עמק הירדן.

Schmilovitch Ze'ev- ARO- Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel.

Email:veshmilo@volcani.agi.gov.il

Yekutely Oded- ARO- Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel Email:

odedy@volcani.agi.gov.il

Arbel Avi- ARO- Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel

Email:veshmilo@volcani.agi.gov.il

Egozi Haim- ARO- Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel

Email:egozi@volcani.agi.gov.il

Hoffman Ahron- ARO- Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel

Email:roni@volcani.agi.gov.il

Bernstein Zvi- Zemach - Laboratories, Jordan Valley, Israel

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח כן/לא מחק את המיותר.

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצה לחקלאים

יחתימת החוקר ז' שמילוביץ

תקציר

הצגת הבעיה: עצי המגיהולי הנטועים בישראל מהווים, כבר כיום, קרוב למחצית עצי התמר מהזנים היבשים. תנופת הנטיעה בעיצומה. כיום, מאחר שהייבוש אינו מבוקר הנדסית ואינו מדויק, נפסלים 20 עד 50 אחוז מהפרי לייצוא מחמת שלפוח. גישת המחקר המוצעת במחקר הנוכחי היא ייבוש "תעשייתי" יותר, תוך שיפור האמצעים הנמצאים כבר בבתי האריזה, וזאת גם מתוך הכוונה להפנות את תהליכי הטיפול של הכנת התוצרת לשיווק מהמטע אל בית האריזה, מקום בו קל יותר ליישם נהלים ותקנים מחייבים ולהבטיח את איכות המוצר הסופי.

מהלך העבודה: העבודה התחלקה למספר כיוונים עיקריים: (א) פיתוח חישן נייד למדידה מידית של לחות תמר בודד על פי תכונותיו הדיאלקטריות. (ב) פיתוח חישן להערכת הייבוש בחדר הייבוש ע"י שקילה דינמית של מדגם מייצג. (ג) פיתוח שיטה מהירה ליישום השיפור במעבר האוויר החם דרך מגשי התמרים בעת הייבוש בחדר הייבוש. (ד) בדיקה השפעת טמפרטורת הייבוש על איכות הפרי המיובש. (ה) לימוד התפלגות אחוז המים בפרי המיוצא ב'מגיהולי' עסיסי באמצעות מדידה דיאלקטרית.

תוצאות עיקריות: נמצא כי ניתן למדוד מדגמי פרי בחיפוש הלחות בדיוק שיאפיין את עקומת התפוצה של המשטחים המוכנסים לחדר הייבוש. נמצא כי מערכת של שרולי אטימה שפותחה ונוסתה בחדרי יבוש בבית אריזה, "צמח תמרים" שפרה את האיכות וקצב הייבוש. נמצא כי מכשיר אבטיפוס של שקילה, דינמית מאפשר בקרה יעילה של אבדן המים במשטחים המיובשים. נמצא כי ניתן לזרז את הייבוש בטמפרטורה מעל 60°C מבלי לגרום נזק, ולהשיג פרי ברמה פיטוסניטרית גבוהה.

מסקנות והמלצות: יש להרחיב את השימוש בשיטות העבודה שפותחו בבתי האריזה לניצול יעיל של הפיתוחים הנוכחיים. ליישום שיטה מסחרית להתקנת השרולים האוטמים בחדרי ייבוש נוספים, כמו גם הגברת טמפרטורת הייבוש. כמו כן לזרז את תהליכי הייבוש תוך בחינה שלא נגרמת ירידת איכות במוצר.

רשימת פרסומים

ז' שמילוביץ, ע' יקותיאל, א' ארבל, ח' אגוזי, א' הופמן, ב. קורוטין, י. גרינשפון, לץ רוזנפלד וצ' ברנשטיין. עיבוד תמרים מזן 'מגיהול' לאחר גידול, 2001, עלון הנוטע נ"ה 1.

ז' שמילוביץ, ע' יקותיאל, א' ארבל, ח' אגוזי, א' הופמן, ב. קורוטין, י. גרינשפון, לץ רוזנפלד וצ' ברנשטיין. עיבוד תמרים מזן 'מגיהול' לאחר גידול, 2000, חוברת תקצירים של כנס הדקלאים השנתי.

צבי ברנשטיין, 2001. בדיקת התפלגות שעורי המים בפירות מגיהול המיועד לשיווק כפרי עסיסי, ככלי לקביעת לחות הפרי ודרכי הטפול בו. חוברת בהוצאת "צמח נסיונות", עמק הירדן.

כ- 130 אלף עצי הימג'הול הנטועים בישראל בשטח כולל של כ- 10000 דונם מהווים, כבר כיום, רוב של עצי התמר מהזנים היבשים. זן זה הולך ודוחק את הזנים היבשים האחרים בגידול ובשיווק. ההיצע העולמי כיום קטן, לישראל ולארצות בלעדיות בייצוא. הימג'הול פודה מחירים עד פי שניים מכל זן אחר. יתרון של הימג'הול הוא בגודלו וביופיו. חסרונותיו, שהגבילו את גידולו בעבר, חיי מדף קצרים ונטייה חזקה להשתלפחות. פירות המג'הול על האשכול נכנסים בהדרגה, לאחר הבשלתם, לתהליך פסיבי של התייבשות (ככל תמר), כשלושה שבועות חולפים מתחילת ההבשלה על האשכול ועד השלמתה. בתחילת ההצמלה הפירות מכילים כ- 40 אחוז מים ובסופה - 16-18 אחוז.

תהליך השתלפחות הוא תהליך בלתי הפיך בו הקליפה שאינה מסוגלת להתכווץ נפרדת מציפת הפרי המצטמקת תוך תהליך התייבשות הפרי (בפירות בהם הקליפה אינה משתלפחת היא מתקמטת ונשארת צמודה לקליפה). הקליפה מתחילה להיפרד מהציפה כשתכולת המים בפרי יורדת מתחת ל 26-27 אחוז ללא קשר עם מהירות הייבוש או טמפרטורת הייבוש - על העץ (סטולר, 1974), בארגזים בשמש או בתנורים (ברנשטיין 1996, 1998). כיום הפרי משווק כ"פרי עסיסי" בתכולת מים גבוהה, ומאחר והוא נשלח רטוב יותר הוא משולפח פחות ואחוזי הייצוא גבוהים יותר. אך גם כיום, מאחר שהייבוש אינו מבוקר ואינו מדויק, נפסלים 20-50 אחוז מהפרי לייצוא מחמת שלפוח (להוציא אזור מעוט שלפוח - ערבה דרומית).

"מג'הול עסיסי" הוא מוצר יוצא דופן שמשווק, שלא כרגיל, לפני שנגמרה התייבשותו, משום שכך הצרכן אוהב אותו ועבור פרי כזה הוא מוכן לשלם מחיר גבוה. האתגר הטכנולוגי בעיבוד פרי מג'הול עסיסי הוא להפסיק את התייבשות, מירב הפרות שנגדדו, לפני שהגיעו לסף הרטיבות התחתון, המותר לפרי עסיסי, וכשמרביתם עברו את הסף העליון, ואח"כ, לשמור במצב זה את הפרי עד הגיעו לצרכן.

מכל האפיונים של "פרי מג'הול עסיסי", כימיים, פיזיקליים ואורגנולפטניים, רק אחוז המים ניתן לבדיקה מהירה ביחידות מקובלות ופשוטות. כמעט בכל מקרה, שאר התכונות המבוקשות לפרי עסיסי, יהיו ממילא בתחום אחוז המים המבוקש. מפאת השונות הרבה בשעורי מים של כל פרי ופרי באצווה המטופלת, יש צורך בבדיקה של לפחות 50 פירות כדי לקבל עקום תפוצה המייצג את התפלגות הפרות לפי שעורי המים בהם. בדיקה מהירה של הפרי תסייע לקבלת תשובות לשאלות הבאות: 1. לאן להפנות פרי שהובא מהשדה למיון או לייבוש? 2. מה המועד האופטימלי להפסקת הייבוש, כדי לקבל כמות מרבית של פרי בתחום המבוקש ללא ייבוש יתר? 3. האם הממיינים אינן מחמירים, או מקילים, בפסילת פרי יבש או רטוב מדי? 4. האם המוצר הסופי עומד בדרישות הנוהל?

גישת המחקר הנוכחי היא ייבוש "תעשייתי" יותר, תוך שיפור האמצעים הנמצאים כבר כיום בבתי האריזה וזאת גם מתוך הכוונה להפנות את תהליכי הטיפול של הכנת התוצרת לשיווק מהמטע אל בית האריזה, מקום בו קל יותר ליישם נהלים ותקנים מחייבים, ולהבטיח את איכות המוצר הסופי. הבעיה העיקרית בטיפול במג'הול היא ייבוש פרי בתכולת מים שונות (טווח רחב של 10 אחוזים ויותר) כשלא שניתן כיום להפריד ביניהם (ברנשטיין, 1998). מיון הפרי לפי תכולת

המים מוכתב מהצורך להביא את כל הפרי ללחות הנדרשת בתחום של 22-26 אחוז. הנחת המחקר היא כי באמצעות מיון מדויק של הפרי ובעזרת ייבוש מבוקר ניתן יהיה לקבל פרי אחד עם מינימום שלפוח וכי מדידות לחות מדויקות יסיעו למיין את הפרי בדייקנות ולחשב מראש את שיעור הייבוש הנדרש לכל מנה. בשיטות מיון אוטומטיות ניתן להגיע לדיוק של 1 - 2% במדידת הלחות (Schmilovitch et al. 1997, 1999) לעומת $5 \pm$ אחוז טעות במיון ידני (ברנשטיין, 1998). על פי הנ"ל (צבי ברנשטיין, 1998): בתנאי ייבוש כאלו קיימת הסכנה שהפירות היותר יבשים יתייבשו יותר על המידה וישתלפחו. הבעיה הולכת ומחמירה כשמדובר בפרי רגיש להשתלפחות כמו בפרי הבקעה, או פרי הצפון. השתלפחות תוך כדי ייבוש אינה בעיה מיוחדת של ייבוש בתנורים – כיום נפסלים לייצוא עשרים אחוז ומעלה מכלל פרי בקעת הירדן המיובש בשדה, כתוצאה מייבוש יתר. הקטנת שעורי השלפוח של ה'מגיהול' תלויה בראש וראשונה בשליטה טובה בתהליך הייבוש והמיון של הפרי, כשכבר כיום ניתן לבקר את תהליך הייבוש בתנור טוב יותר מאשר בשדה. פרי שמתייבש מאבד ממשקלו בעיקר כתוצאה מאיבוד מים, תוך כדי ייבושו חלים בפרי שינויים שונים כמו שינויים במבנה, שינוי בצבע, שינוי ביחס מים סוכר, שינוי ב"לחות המאוזנת" ובמראה הפרי. כל אחד ממאפיינים אלו יכול לשמש להלכה מדד לשיעור הייבוש. נראה כי השינוי במשקל הינו המדד המדויק ביותר, והפשוט ביותר, שבו ניתן לבקר את תהליך הייבוש. בשיטה זו נחוץ לדעת מה שיעור המים בפרי בתחילת הייבוש ולחשב את משקל הפרי המבוקש לסוף הייבוש. כאשר יוכנס לבית האריזה ציוד מהיר לבדיקה לא הרסנית של אחוז המים בפרי, אפשר יהיה לבקר את התהליך ישירות ע"י מדידת אחוז המים של אותם פירות, לפני ובמשך הייבוש. לדעת רבים יהיה צורך, בעתיד הקרוב, לעבור מייבוש בשדה לייבוש במתקני ייבוש סגורים (מסיבות טכניות, כלכליות ופיטוסניטריות) ואזי יהיה הכרח, בשלב ראשון, להסב חדרי ייבוש קיימים לייבוש מגיהול. בשני מכוני התמרים בצפון קיימים חדרי ייבוש שנבנו בשעתם לייבוש פרי משוטח על מגשי ייבוש. חדרים אלו יש להתאים לייבוש פרי בתוך ארגזי השדה. נמצא כי לשם כך, יש לאלץ את זרם אויר הייבוש לעבור בתוך הארגזים ("מגשי מגיהול") היושבים אחד לצד השני ואחד – מעל לשני. פרי מגיהול, רטוב מדי לשיווק כפרי עסיסי, יש לייבש מוקדם ככל האפשר מאחר שמגיהול רטוב אינו נשמר טוב אפילו בקירור, מכאן, שיהיה צורך לייבש כמויות גדולות של פרי תוך זמן קצר ככל האפשר. נפח הייבוש שידרש הוא מכפלה של כמויות הפרי שיש לייבש בקצב הייבוש. בשנתיים האחרונות נמצאו דרכים להתאים את חדרי הייבוש הקיימים לייבוש מגיהול, כך, שאפשר יהיה לקצר את זמן הייבוש לפי שניים ויותר מהמקובל. הכוונה היא שהחדרים שהוסבו לייבוש מגיהול בארגזים יהיו אב טיפוס לבניית חדרים חדשים.

ידוע (Hall C. W, 1961) כי ייבוש בתנור בזרימת אוויר מאולצת בינות למגשי הפרי משפר את יעילות הייבוש. אמנם נמצא (Hederson and Perry) כי בזרימת אוויר מעל 2 מטר לשניה אין כבר תרומה משמעותית בהגדלת מהירות האוויר. בניסויים מוקדמים נמצא כי מהירות האוויר כיום מעל לפרי במגשי ה'מגיהול' נמוכה מערכים כאלו. ניסיונות לשפר נעשו את ביצועי מערכות הייבוש גם בחדר הייבוש החדש שנבנה ב"צמח תמרים". לייבוש בתנורים יתרונות נוספים: א. ייבוש מהיר - ייעול הייצור. ב. נבגי פטריות, שמרים וחידקים מושמדים בטמפרטורות שמעל 60°C ובכך משיגים חיי מדף ארוכים ופרי העומד בדרישות גבוהות של תקנים תברואתיים. ג. הייבוש בתנור גורם להמסה של סוכרים מגובשים בפרי מאוחסן ומקנה לפרי ברק רענן. ד. העברת הייבוש לבית

האריזה מקטינה במידה ניכרת את לחץ העבודה במטע, מפנה כוח אדם לעבודות אחרות ומגדילה בכך את פוטנציאל הייצור של המגדל.

פירות 'מגיהול', המיועדים לשיווק כפרי עסיסי, נגדדים ב"גדידים מדורגים" (המונח גדיד סלקטיבי לא נראה לנו כנכון מאחר שלא גודדים רק את הפירות המתאימים לקטגוריה של פרי עסיסי). בכל גדיד מורידים מהאשכול אחת ל-15-10 יום, כל פרי שהבשיל - מפירות הבוחל הבהירים והקשים, המכילים כ-40 אחוז מים, ועד לפרי היבש ביותר, הראשון שהחל להבשיל, או, הראשון שהחל להבשיל לאחר הגדיד הקודם, פרי העשוי להכיל רק 16-18 אחוזי מים.

מאחר שאין מוסיפים לפרי יבש מים כדי להחזירו למצב של פרי עסיסי (דבר שאפשר לעשותו בפרי שאינו משתלפח), נכנסים לגדיד לפני שהפרי התייבש מדי. סיבה אחרת להתחלת הגדיד, בעיקר בצפון, היא הופעת קרפופילים או גורמי תסיסה. כדי לשווק כ"פרי עסיסי" את כל הפרי שנגדד, בכל שעור מים שהוא, יש ל"כנס" את כל הפירות לתחום צר יחסית שבין עשרים ושתיים לעשרים וששה אחוזי לחות - את הפירות הרטובים לייבש יותר והפחות רטובים - פחות. זו, כיום, משימה בלתי אפשרית כשלא ניתן למיין את הפרי, לפי שעורי הרטיבות, בדיוק מספיק הפרדת פירות המגיהול לפי שעורי המים היא נקודת התורפה בהכנת מגיהול עסיסי משתי סיבות:

חושי המישוש והראיה שניחן בהם האדם אינם טובים מספיק כדי להבחין, במידה הדרושה, בשיעור המים בפרי. כל טפול ידני בפרי 'מגיהול' כשהוא רך (ורטוב) עשוי לגרום לנזקים פיזיים בלתי הפיכים. הקשר, שבין מקור הפרי ודרכי הטפול בו במטע, להמשך עיבודו במפעל התמרים.

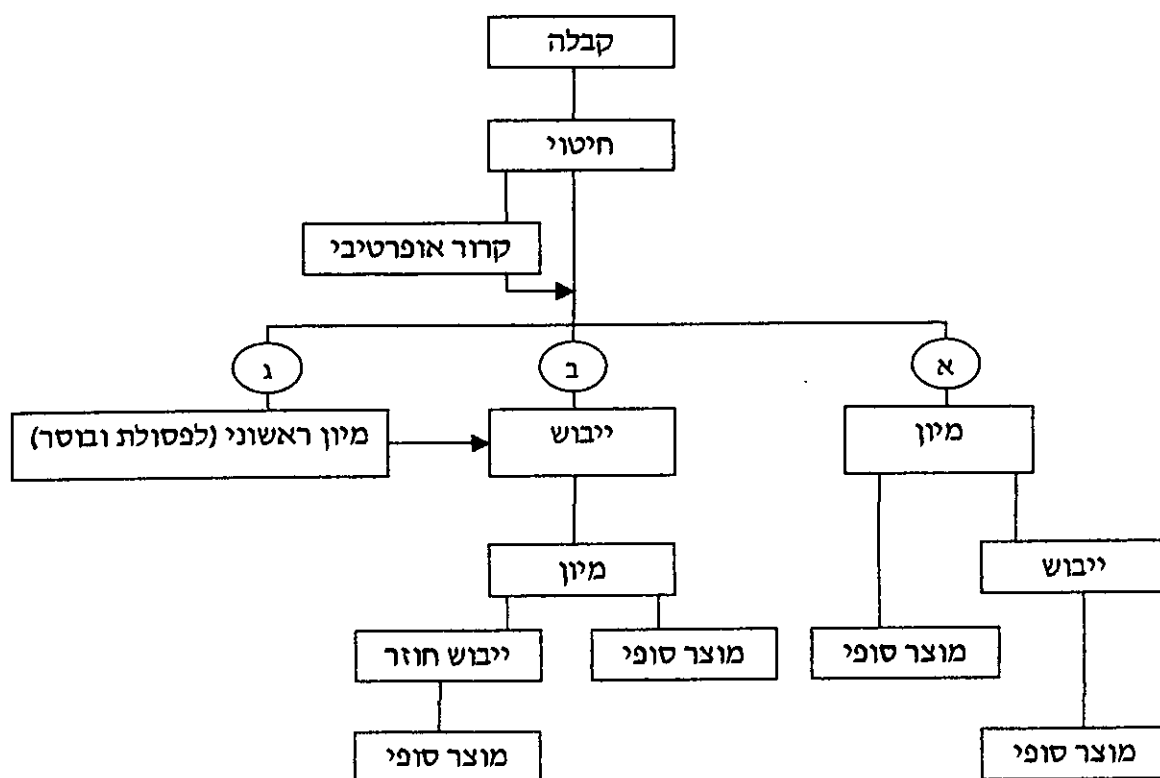
כל פרי המגיע למפעל עבר, קרוב לוודאי, במטע טפול כל שהוא שחובה להתייחס אליו בהמשך הטפול בו. לכל פרי היסטוריה משלו של עיתוי הגדיד, טיב הגדיד, אחוז המים בפרי, שלמות הפרי, האם עבר, או לא, מיון ראשוני, האם הפרי נוטה או אינו נוטה להשתלפח והאם עבר ייבוש כל שהוא במטע. לכל פרט ופרט עשויה להיות השפעה על המשך מסלול הטפול בפרי במפעל התמרים.

מסלולי הטפול בפרי במפעל עשויים להיות שונים כמפורט בתרשים הזרימה המובא באיור 1.

פרי הנוסע על מסלולי המיון עלול להינזק. פעולות כשפיכה, הברשה ומגע יד עשויות לפגוע בקליפת הפרי. ככל שהפרי רך יותר סיכוויי להיפגע גדולים יותר (ראה פצעים). במערכת השיקולים, באם לבחור במסלול א', ב' או ג' לשעורי הרטיבות בפרי תהיה השפעה מכרעת.

ל"שעור הרטיבות" הכוונה, כאן, לא למוצע הרטיבות של הפרי אלא להתפלגות שעורי הרטיבות בפרי. עד לשנתיים האחרונות לא הייתה אפשרות מעשית, בתוך מעגל הייצור, לקבל "בזמן אמת" עקומות התפלגות שעורי הרטיבות בפרי המטופל, באמצעות הצידוד הקיים אפשר לממש בהצלחה מספר משאלות שהעיקריות שבהן הן:

1. קביעת עיתוי הגדיד (אופציה).
2. קבלת החלטה נכונה על מסלול עבוד הפרי המועדף גם במצבים גבוליים.
3. בקרה מדויקת יותר על תהליך המיון.
4. קביעה מדויקת של הזמן הדרוש לייבוש הפרי.
5. התאמת המוצר לדרישות התקן (או הצרכן). בנוסף, ניתן לברר, כמותית, את הקשר שבין רטיבות להשתלפחות ולפציעות, נושאים שיש להם השלכות יישומיות.



איור 1: תרשים הזרימה של מסלולי הטפול בפרי במפעל.

ב. חומרים ושיטות

העבודה התרכזה במספר כיוונים עיקריים:

1. פיתוח חיישן נייד למדידה מיידית של לחות תמר בודד על פי תכונותיו הדיאלקטריות.
2. פיתוח חיישן להערכת הייבוש בחדר הייבוש ע"י שקילה דינמית של מדגם מייצג.
3. פיתוח שיטה מהירה ליישום השיפור במעבר האוויר החם דרך מגשי התמרים בעת הייבוש בחדר הייבוש.
4. בדיקה השפעת טמפרטורת הייבוש על איכות הפרי המיובש.
5. לימוד התפלגות אחוז המים בפרי המיוצא ב'מגיהולי' עסיסי באמצעות מדידה דיאלקטרית.

ב.1. פיתוח מתקן נייד למדידה מיידית של לחות תמר בודד על פי תכונותיו

הדיאלקטריות

במהלך מחקר זה פותח מכשיר למדידת לחות של תמר בודד ושלם על פי העכבה החשמלית. חיישן המכשיר מורכב מארבע אלקטרודות בקוטר של 10 מ"מ, המודד את האות החשמלי בתדר RF העובר דרך התמר בין האלקטרודות. השפעת הלחות של התמר הנמצא בין האלקטרודות כמתואר באיור מס' 2, על קיבוליות החיישן, נמצאת בתלות מובהקת. למכשיר שנבנה לפי העקרונות הנ"ל ומוצג באיור מס' 3, נערכו מספר ניסויים של כיוול. על מנת להגביר את אחידות המדידה, תוכנן המכשיר כך שהאות לקריאת אות המעבר בין האלקטרודות, ניתן רק לאחר הפעלת כוח מזער, שכוון מראש, ע"י מערכת קפיצים פנימית. כח זה במרבית התמרים הינו לא הרסני. המכשיר ממוקח מיקרו מחשב המאפשר הצגת המדידה על צג דיגיטלי המותקן בחלקה

העליון של קופסת הבקרה. לצורך כיול המודל החשמלי נבחנו דוגמאות תמרים מזן 'מגיהול' בלחיות שונות ותוצאות המדידה מופיעות באיורים מס' 5 – 4. בעונת 2000 נבנו עוד 4 מכשירים שנוסו במספר בתי אריזה כמו גם במהלך עונת 2001. מאיסוף נתונים על תרומת המכשירים ועל ביצועיהם נמצא כי בתחום דיוק של כ-1.5% תכולת מים המכשיר אמין, קל לתפעול. דיוק כזה כאשר בודקים דגימה בהיקף של 50 פירות מייצגת את עקום התפלגות הפרי בצורה נאותה לקבלת החלטות של ניהול איכות. כיום נמצא במו"מ עם חברת "שימרוןטק" ייצור מסחרי של מכשירים אלו.

2.2. פיתוח מכשיר וחיישן להערכת קצב הייבוש בחדר הייבוש ע"י שקילה

דינמית של מדגם מייצג

הערכת קצב הייבוש על ידי שקילת התמרים בעת הייבוש מבוססת על אובדן המשקל בעת הייבוש (כתוצאה מיציאת מים מהתמר לאוויר החם). ניתן לחשב את אחוז המים שנותר בתמר, שלחותו היחסית ידועה מראש לפני הייבוש. פותחה מערכת (המתוארת באיור 8) הכוללת: מסגרת נושאית, מגש שקילה, מתמר כוח ומשטח תמרים מתפרק. כל אלו מוכנסים אל חדר הייבוש ומוצמדים למשטחי התמרים. מערכת אלקטרונית מבקרת את מתמר הכוח, ולה מד מתח המייצג משקל. המערכת מוצבת מחוץ לחדר הייבוש. משטח פלסטי מחורר, המשמש כמשטח תמרים נייד, מונח על מגש שקילה קבוע המחובר אל מתמר כוח. מתמר הכוח מתאים למשקל של עד 4 ק"ג ועומד בטמפרטורות של עד 100 מעלות צלסיוס. המערכת מאפשרת איפוס לטרה (עם או בלי תמרים) ומתאימה להפעלה בטמפרטורות גבוהות. המערכת כוילה בטמפרטורות ייבוש של 40, 50 ו- 60 מעלות צלסיוס. על פי הטמפרטורה וירידת המתח ניתן לדעת מה משקל המים שאיבדו התמרים. בניסיונות ייבוש שנערכו בבית האריזה "צמח תמרים", נלקחו תמרים ממרכז עקומת התפוצה של מדגם המשטחים שהוכנסו לתנור. המדגם כולו (כ-70 תמרים) נבחן ע"י מכשיר הדיאלקטריות והתמרים הופרדו לקבוצות לפי תכולת המים באופן הבא: מתחת ל- 20, 21-22, 24-25, 26-27, 28, 29-30, 31-32, 32 אחוז מים. כ-40 תמרים, באחוז לחות סביב חציון המדגם, נבחרו והוכנסו למגש המכשיר, (משקלם הכולל היה לערך 1 ק"ג). המכשיר מאפשר מדידה בדיוק של 0.1 גרם ושימש כמד "אובדן לחות" ברגישות של 0.1 אחוז מים. כך למשל נקבע שאובדן של 20 גרם מהדגימה יהווה הפחתה של כ-2% מתכולת המים (אם כי למעשה זה מהווה יותר, כי הגלעין אינו מאבד מים באותו קצב). באופן ממוצע זה יביא ל"הזזה" של עקומת התפוצה ולהורדת לחות במקביל בכ- 2%, כך שהתמרים יאבדו לחות כנדרש. אמנם תהליך כזה אכן התבצע, בניסוי שתוצאותיו מתוארות באיור 7. בניסוי ייבוש זה, הופסק תהליך הייבוש על פי המדד הנ"ל ונמצא כי הייבוש היה בהתאם לתחזית וכן שצרוף המכשירים מהווה טכניקה יעילה למעקב ובקרה של תהליך הייבוש.

3.2. פיתוח שיטה מהירה ליישום השיפור במעבר האוויר החם דרך מגשי

התמרים בעת הייבוש בחדר הייבוש

מידע קודם ומניסיונות שנערכו בתחילת הפרויקט, ידוע כי מעבר אוויר חם במהירויות של עד 2 מטר לשניה דרך המגשים מייעל את קצב הייבוש. אילוף האוויר נעשה בניסויים קודמים, בעזרת

כיסוי של יריעות והוכיח כי קצב התחממות התמר עולה וגם קצב הייבוש משתפר. ניסיון לפתח שיטה שתיושם באופן יעיל בבית האריזה נערך השנה בבית האריזה "צמח תמרים". בניסויים אלו הוכנס שרוול פלסטי מתנפח אל חדר הייבוש והונח על גבי המשטחים באופן המתואר באיור 9. מדידות טמפרטורה ולחות אוויר בניסוי מוצגות באיור מס' 10. בניסוי, שתוצאותיו מוצגות באיור 10 ובאיור 7, הראה כי ייבוש בשיעור של 2 אחוזי מים בממוצע, ניתן לקבל ב- 4 שעות ייבוש. בשנת 2001 נבחן גם חדר ייבוש חדש שנבנה ב"צמח-תמרים" המבוסס על שני מרחבים עם קירות צדדיים מחוררים מהם יוצא האוויר החם ושאיבה למיחזור בקיר מחורר (כוורה) מרכזי משותף. הייבוש בטמפ' גבוהות (60 °C). הראה ביצועים טובים בייבוש (קצב ייבוש), אך נמצא כי מהירות האוויר בחלק האחרון של המגשים אינה מגיעה לאופטימום של 2 מ' לשניה.

4.3. בדיקה השפעת טמפרטורת הייבוש על איכות הפרי המייבוש.

להשוואת איכות הפרי המתקבל בייבוש, בטמפ' גבוהות ובטמפ' נמוכות, נלקח פרי שהורחק ממסלולי האריזה, ע"י הממיינות בבית האריזה בצמח, כפרי רטוב מדי. באמצעות ה"מכשיר הדיאלקטרי" נבדקה לחות הפרי ב-50 תמרים וחושבה כמות המים שיש להרחיק מהפרי כדי להגיע ללחות ממוצעת של 24 אחוזי מים. הפרי המיועד לניסוי חולק לשני מגשי ייבוש, כ-2 ק"ג בכל מגש, אחד לייבוש ב-65 °C והשני ב-45 °C. הייבוש נעשה בתנור הניסיוני ב"צמח ניסיונות" הבנוי במתכונת של חדר ייבוש, פרט לכך, שחימום האוויר נעשה באמצעות גופי חימום חשמליים. התנור הופעל במחזור "חצי פתוח" כך, שלמעשה, לא הייתה הצטברות של אדי מים בתנור- לחות אוויר הייבוש לא הושפעה, למעשה, מהמים שנפלטו מהפרי. מהירות זרימת האוויר בתנור, מעל לפרי, הייתה כ- 2 מ' / לשניה. זוויגים תרמיים שמשו למדידת הטמפרטורות בפנים הפרי. כן נמדדה, באמצעות זויג לח, הלחות היחסית של האוויר הנכנס והלחות היחסית של האוויר בתוך התנור. במהלך הייבוש מגשי הפרי נשקלו כל שעה או שעתיים לקבלת עקומות ייבוש ולקביעת זמן הפסקת הייבוש. בתנור הניסיוני, טמפ' האוויר בתוך התנור, מגיעה תוך עשר דקות לטמפ' המבוקשת (מה שלא נכון במתקני ייבוש מסחריים כשהאוויר זורם לאורך מספר מגשי פרי. הלחות היחסית, בתנורי ייבוש פרי (הנמצאים בשימוש) אינה מבוקרת, אלא תלויה בלחות היחסית של החוץ ובמידת חימומו. בתקופת הניסוי, בשני הטיפולים, הלחות היחסית של אוויר החוץ היתה 50 – 60 אחוז וטמפ' האוויר כ-30 °C.

הלחות היחסית של האוויר בתנור, בייבוש ב-45 °C ירדה ל 30 – 40 אחוז ואילו זו שבייבוש ב-65 °C הגיעה ל 20 אחוז כאשר מחשבים, באמצעות טבלאות פסיכרומטריות (או עקומות) את הלחות היחסית שצריכה להתקבל בתנור, לפי טמפ' ולחות יחסית של האוויר הנכנס, מקבלים ערכים נמוכים יותר כבעשרה אחוז (לחות יחסית שמתחת ל 20 אחוז כבר לא תורמת, למעשה למהירות הייבוש). טמפ' הפרי מגיעה לטמפ' המבוקשת לאחר שעה, שעה וחצי, מהר יותר, כשהחימום הוא ל-45 °C מאשר ל 65 °C.

מהירות הייבוש

הורדת אחוז המים בפרי מ- 29 ל - 24 אחוז, ארכה 20 שעות בטמפ' של 45 °C ורק 6 שעות בטמפ' של 65 °C. בחישוב אריתמטי פשוט 0.25 אחוז מים לשעה ב-45 °C ו 83 אחוז לשעה ב-65 °C. נתונים אלו אינם יכולים לשמש כמקדמים מבלי להביא בחשבון את התנהגות עקומות

הייבוש, שאינן לינאריות, ואת השעה שעתיים הראשונות בהן עדיין לא התייצבו תנאי הייבוש המבוקשים.

השפעת טמפרטורת הייבוש על איכות הפרי- הפרי לאחר הייבוש מוין לפי דרגות השלפוח. מהירות הייבוש או טמפרטורת הייבוש לא השפיעה על שיעור השלפוח. הפרי המיובש הוצג, ללא תג זיהוי, בפני סגל העובדים ב"צמח ניסיונות" ואח"כ בפני הסגל המקצועי של בית האריזה בצמח, איש לא זיהה הבדלים בין הטיפולים פרט לכך שיש שטענו שהפרי שיובש ב- 65°C היה קצת יותר בהיר.

השפעת טמפי הייבוש על חיי המדף של הפרי – נושא זה צריך להיבדק בייבוש הראשוני לאחר הגידול ולא בפרי עם היסטוריה לא ידועה של טיפולים קודמים ועם הפגיעות שנגרמות, בעיקר, לפרי רך שעובר את מסלול האריזה- שפיכה, מברשות, התזת מים, מישוש ונפילה (או זריקה) למגשי הפרי הרטוב מדי, ואומנם, מרבית הפרי המיועד לייבוש נוסף, אינו נארז לייצא.

בדיקות פיטוסנטריות ופוטנציאל החמצה- גם נושא זה, חייב להיבדק בפרי שיילקח הישר מהמטע, לא שאנחנו סבורים שהשתנו סדרי בראשית וטמפי של 65°C , במקרה זה, לא תהיה יעילה (הנושא כבר נבדק בעבר) אלא שיהיה זה בלתי הוגן כלפי הפרי שיובש ב- 45°C ועבר מסלול ארוך, רצוף אפשרויות להזדהם.

5.2. בדיקת התפלגות שעורי המים בפירות מג'הול המיועד לשיווק כפרי עסיסי,

ככלי לקביעת לחות הפרי ודרכי הטפול בו.

במעבדה של "צמח ניסיונות" הוצב במהלך מחקר המכשיר למדידת לחות של תמר בודד ושלם על פי העכבה החשמלית. במהלך בדיקות אלו נמצא כי יש להתייחס לכך כי המכשיר נבנה לבדיקת פירות מג'הול, וכי הוא מותאם למרקם של פרי המג'הול ולגודל של פירות מג'הול – גדולים ובינוניים (לא מתאים לפרי בוסר או בוחל מוצק – ואין גם צורך בכך). בצג המכשיר מופיע שעור המים בפרי באחוזים, ביחידות שלמות. מידת הדיוק היא אחוז וחצי עד אחוז אחד. אפשר לחזור על הבדיקה באותו פרי פעם או פעמיים בתנאי שהפרי לא נמעך. אמנם, מידת הדיוק אינה טובה מספיק לקביעת אחוז המים בפרי בודד, אך, הסטיות האפשריות במדידת הפרי הבודד אינן מפריעות לקבלת עקומת תפוצה, מדויקת מספיק, של מדגם הפרי שנמדד. אמינות עקומת התפוצה היא פונקציה של מספר הפירות הנבדקים – לצרכים מעשיים, אפשר להסתפק במדגם, אקראי, של 50 פירות. יש להקפיד לא ללחוץ את התמר, בעת המדידה, מעבר לדרוש (קיימת מנורת אזהרה) ולהקפיד לנקות מדי פעם את ה"לחיים", הנושאות את האלקטרודות ובאות במגע עם הפרי. המכשיר נמנה אמנם עם משפחת מכשירי המדידה ה"לא הרסניים", אך, אין להחזיר את התמרים שנבדקו למסלולי הפרי לייצוא.

נתוני הבדיקה של כל פרי הוזנו למחשב לתוכנת Excel. כל הנתונים סודרו לפי סדר עולה מהמדידה הנמוכה ביותר לגבוהה ביותר. המספר הסידורי של הבדיקה (לפי הסדר החדש) חולק במספר התמרים שנבדקו (המהווה 100%) ובאופן כזה נבנו עקומות תפוצה מצטברות לתכולת מים. דיון ביחס לאופן הטיפול בפרי והבעיות השונות התפרסם בחוברת שערך צבי ברנשטיין מטעם "צמח-ניסיונות" ועיקרו נמצא בנספח א' בדו"ח זה.

ג. סיכום ומסקנות

מטרת המחקר הייתה לפתח אמצעים ושיטות לשיפור וייעול הטיפול בפרי המגיהול לאחר גדיד. במסגרת זו לבחון אפשרויות למדידה והערכה של פרמטר עיקרי של איכות המגיהול היינו תכולת המים, ובחון את האפשרויות לשיפור תהליכי הייבוש התעשייתי בבית האריזה.

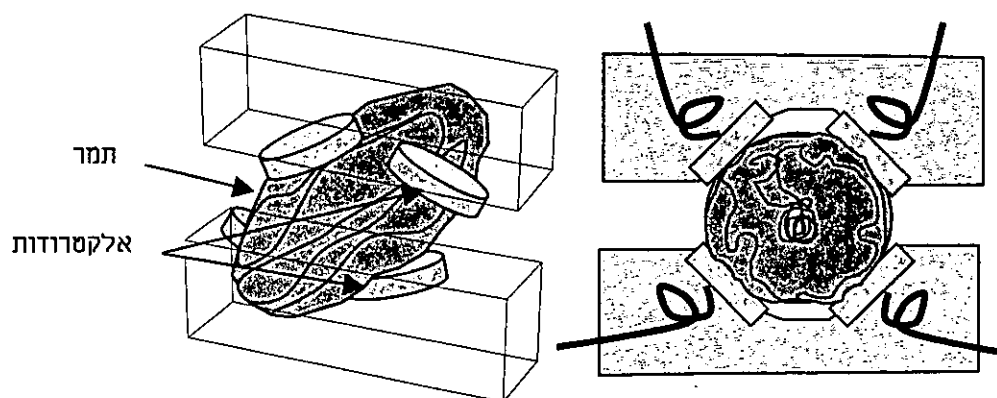
במחקר הנוכחי נערכה עבודה בכיוונים הבאים: (א) פיתוח חיישן נייד למדידה מידית של לחות תמר בודד על פי תכונותיו הדיאלקטריות. (ב) פיתוח חיישן להערכת הייבוש בחדר הייבוש ע"י שקילה דינמית של מדגם מייצג. (ג) פיתוח שיטה מהירה ליישום השיפור במעבר האוויר החם דרך מגשי התמרים בעת הייבוש בחדר הייבוש. (ד) בדיקה השפעת טמפרטורת הייבוש על איכות הפרי המיובש. (ה) לימוד התפלגות אחוז המים בפרי המיוצא בימגיהול עסיסי באמצעות מדידה דיאלקטרית.

נמצא כי ניתן למדוד מדגמי פרי במתקן הנייד למדידה מיידי של לחות תמר בודד על פי תכונותיו הדיאלקטריות, בדיוק שיאפיין את עקומת התפוצה של המשטחים המוכנסים לחדר הייבוש. נמצא כי מערכת של שררולי אטימה שפותחה ונוסתה בחדרי יבוש בבית אריזה, "צמח תמרים" שיפרה את האיכות וקצב הייבוש. נמצא כי מכשיר אבטיפוס של שקילה דינמית מאפשר בקרה יעילה של אבדן המים במשטחים המיובשים. נמצא כי ניתן לזרז את הייבוש בטמפרטורה מעל 60°C מבלי לגרום נזק, ולהשיג פרי ברמה פיטוסניטרית גבוהה.

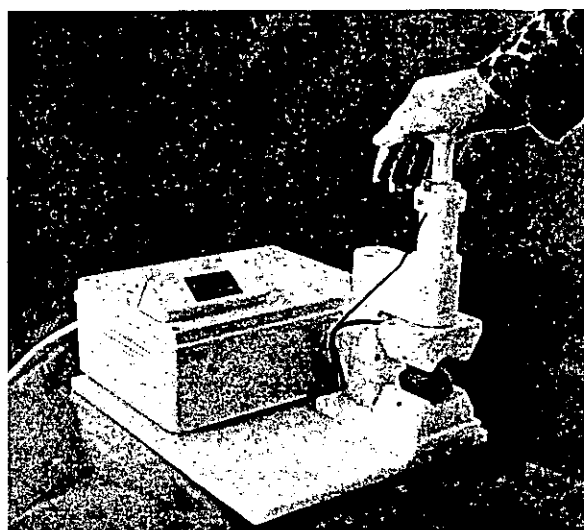
יש לפתח את שיטת העבודה בבית האריזה לניצול יעיל של הפיתוחים הנוכחיים. יש להמשיך את הפיתוח של אבי הטיפוס של מתקני המדידה, לרמה חצי מסחרית, ולבחון יישום שיטה מסחרית להתקנת השררולים האוטומים בחדרי ייבוש נוספים, כמו גם הגברת טמפרטורת הייבוש. כמו כן לזרז את תהליכי הייבוש תוך בחינה שלא נגרמת ירידת איכות במוצר.

במערכת הבנויה על קרינת *NIR* הפועל בתחום $1200 - 2400$ ננומטר, לדוגמא מכשיר מסוג *Quantum 1200* (תוצרת *LTI* ארה"ב), נמצא על ידנו בעבר כי אפשר למדוד תכולת פרי (Dull et al, 1991) בדיוקנות של 1-2 אחוזים, אלא, שעד היום לא הייתה בנמצא מערכת ישימה למיון מסחרי. לאחרונה נמצאת בהליכי רכישה ע"י המכון להנדסה חקלאית מערכת ספקטרופוטומטר עם גלאי *InGaAs*. מערכת כזו עשויה להיות ישימה בעתיד לברור תמרים *Online* בעלות סבירה. הפרדת הפרי לפי קבוצות רטיבות תאפשר, בשלב מאוחר יותר, התאמת אחוז המים בפרי לכל שיעור מבוקש. נושא זה יהווה הרחבה והמשך של הפרויקט הנוכחי.

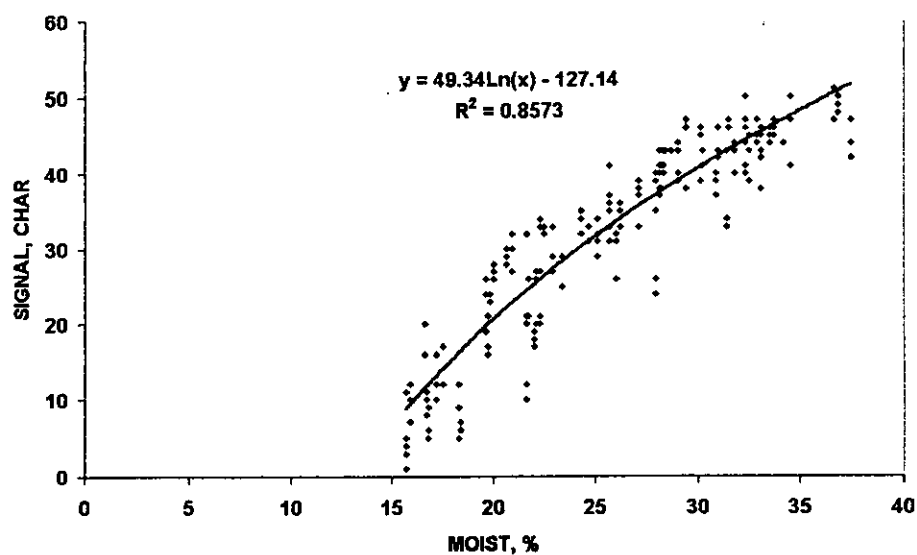
הידע שהתקבל במחקר זה הניב התקשרות מסחרית עם לבניית מד לחות לתמר בודד עפ"י הדיאלקטריות. תוצאות המחקר התפרסמו בחוברות של הכנסים השנתיים של ארגון הדקלאים כמו גם בירחון עלון הנוטע, מערכות המדידה שפותחו הוצגו בתערוכת משוב 2001 וביום הפתוח של המכון להנדסה חקלאית 2001.



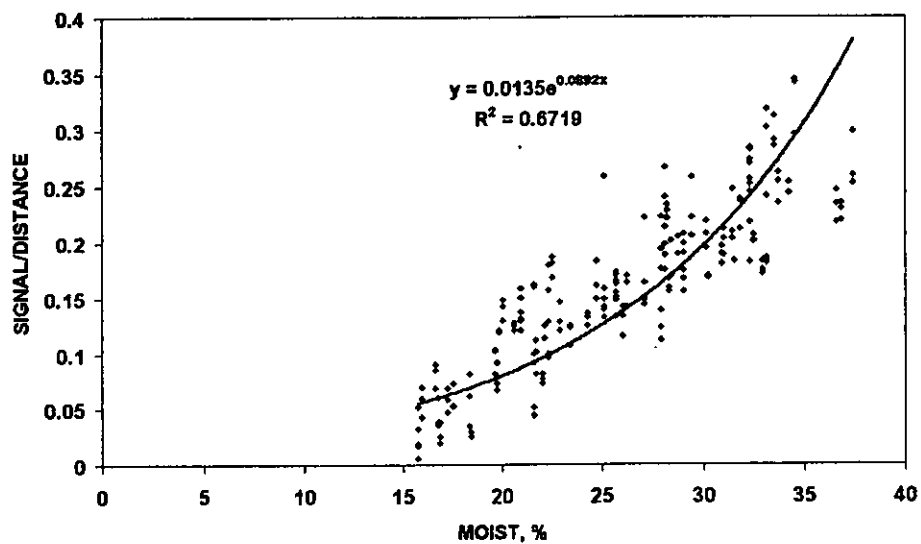
איור מס' 2: תאור סכמתי של מבנה האלקטרודות ומגען עם התמר.



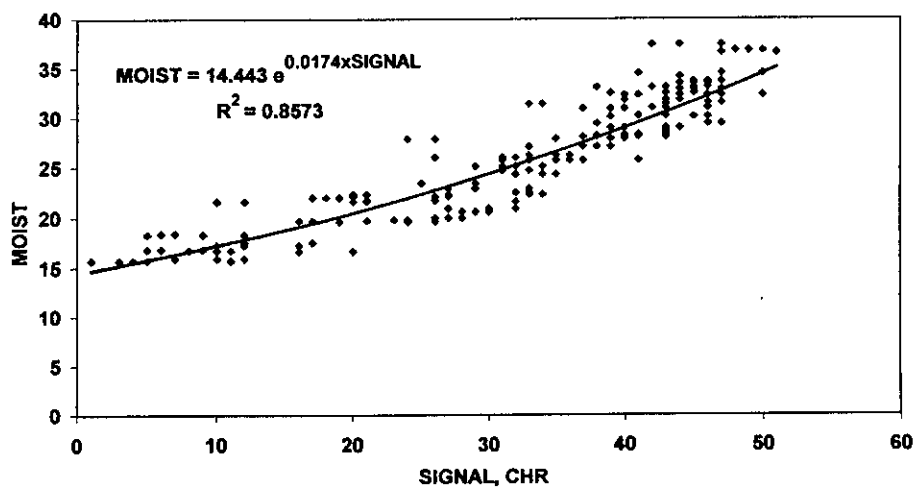
איור מס' 3: מכשיר נייד למדידה מיידיית של לחות תמרים על פי תכונות דיאלקטריות של התמר.



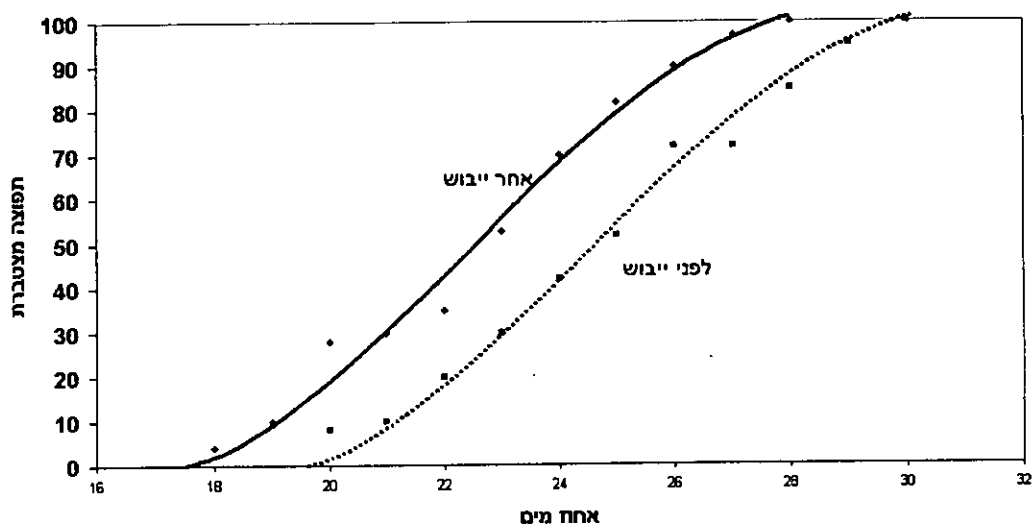
איור מס' 4: התלות בין הלחות לאות המדידה



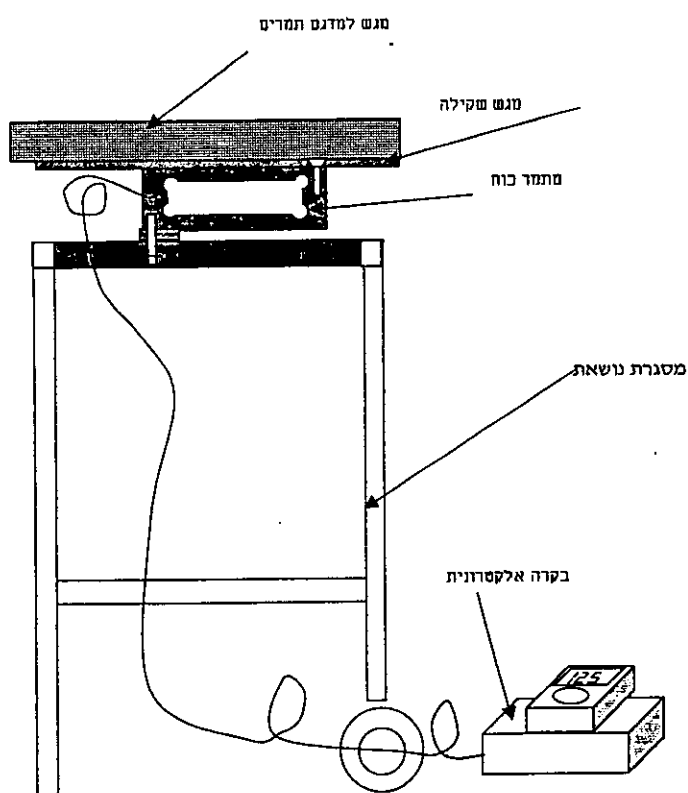
איור מס' 5: התלות של אות המדידה, ה"מנורמל" ביחס למרחק בין הלחיים, בלחות התמר הנמדד



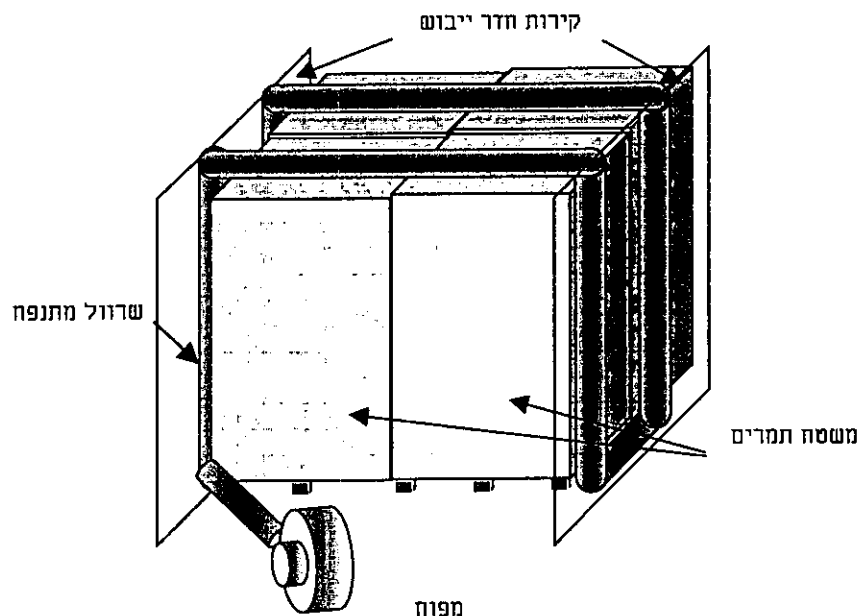
איור מס' 6: כיול המודל לחישוב לחות התמר הנמדד במכשיר הדיאלקטריות



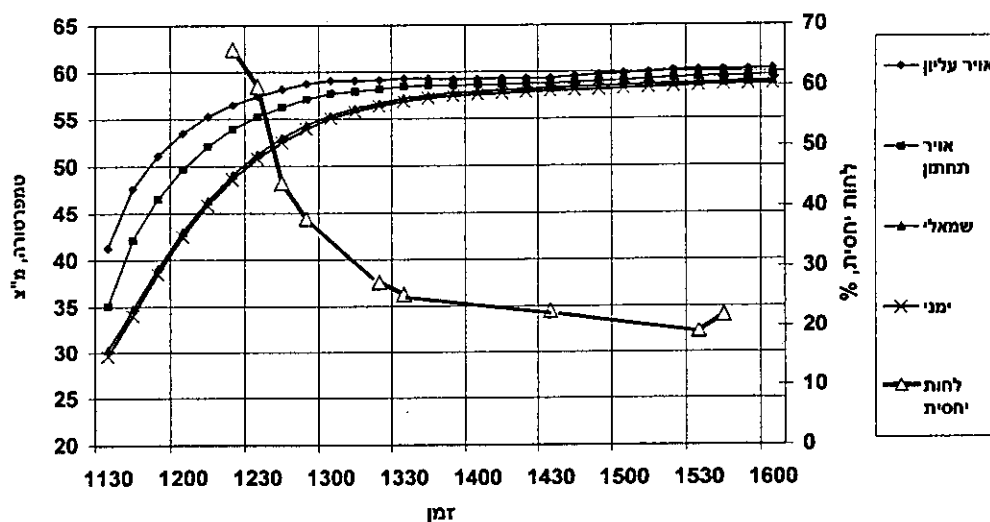
איור מס' 7: עקומת תפוצה אופיינית של מדגמי תמרים



איור מס' 8: תיאור סכמתי של מערכת להערכת הייבוש בחדר הייבוש ע"י שקילה דינמית של מדגם מייצג



איור מס' 9 : תיאור סכמתי של משטחי התמרים בניסוי עם שדוולים מתנפחים



איור מס' 10 : טמפרטורה ולחות אוויר בעת ייבוש תמרים בניסוי עם שדוולים מתנפחים

ד. הכרת תודה

ברצוננו להודות למנהלי בית האריזה "צמח-תמרים" בעבר גידי כהן, ובהווה משה נבון ולצוות המקצועי בבית האריזה בכלל ובמיוחד לדוד ברמוחה על העזרה ושיתוף הפעולה לו זכינו במהלך כל הפרויקט. כמו כן תודה לרמי הברמן מבקעת הירדן, לשרה ברנשטיין מ"עדרום" ולציצי מחצבה- על שיתוף הפעולה בהרצת המכשיר למדידת לחות.

ה. רשימת פרסומים

ז' שמילוביץ, ע' יקותיאל, א' ארבל, ח' אגוזי, א' הופמן, בץ קורוטין, י. גרינשפון, לץ רוזנפלד וצ' ברנשטיין. עיבוד תמרים מזן 'מגיהול' לאחר גידול, 2001, עלון הנוטע נ"ה 1.

ז' שמילוביץ, ע' יקותיאל, א' ארבל, ח' אגוזי, א' הופמן, בץ קורוטין, י. גרינשפון, לץ רוזנפלד וצ' ברנשטיין. עיבוד תמרים מזן 'מגיהול' לאחר גידול, 2000, חוברת תקצירים של כנס הדקלאים השנתי.

צבי ברנשטיין, 2001. בדיקת התפלגות שעורי המים בפירות מגיהול המיועד לשיווק כפרי עסיסי, ככלי לקביעת לחות הפרי ודרכי הטפול בו. חוברת בהוצאת "צמח נסיונות", עמק הירדן

ו. מקורות

ברנשטיין צ' וגדעון זיו (1996). מגיהול עסיסי - חוברת הדרכה. בהוצ' "צמח נסיונות", הדקלאים ומו"פ ערבה.

ברנשטיין צ' (1998). מגיהול צפוני -הכנת פרי עסיסי - טפולים במטע ובבית האריזה -ייבוש בתנורים. בהוצ' צמח נסיונות .

סטולר ש' (1974). הזן מגיול, עלון הנוטע כרך כח', 10-12, עמ' 519-523.

קנר י', ש' נברו, י' דונהאי, נ' בן שלום, נ' שובל, ר' גרניט, מ' רינדנר, א' עזריאל, ר' פינטו. (1998). פיתוח מערך טכנולוגי לשיפור איכות התמר מזן מגיהול ליצוא, דו"ח להצעת מחקר 0435-416-97

ברנשטיין צ' (2000). צמח נסיונות, גידול מגיהול בעמק הירדן דו"ח 1999

Dull, G.G., Leffler, R.G., Birth, G.S., Zaltzman, A., Schmilovitch Z. (1991).

The near Infrared determination of moisture in whole dates. Hort Science 26(10): 1303-1305

Hall W. C. Drying farm crops. (1961).

Chap. 19 at Agricultural Engineers HandBook Ed. Rich E. McGraw-Hill Pub. NY.

Henderson and Perry.

Agricultural process engineering. 318-319

Nelson S. O. and K. C. Lawrence. (1992)

Sensing Moisture content in dates by RF impedance measuements.

Trans. ASAE 35 (2): 591-596.

Schmilovitch, Z., S. O. Nelson, C. V. K. Kandala, and K. C. Lawrence. (1996) Implementation of dual-frequency RF impedance technique for on-line moisture sensing in single in-shell pecans. *Applied Engineering in Agriculture.* 12 (4); 475-479.

Schmilovitch, Z., A. Hoffman, H. Egozi, R. Ben Zvi, Z. Bernstein and V. Alchanatis. (1997).

System and method for maturity determination of pre-harvested fresh Dates by near infrared spectrometry. Proceedings of: Sensors for Nondestructive Testing. Int. Conf. Feb. 1997 NRAES-97. Orlando.FL, USA.111-121

Schmilovitch, Z., A. Hoffman, H. Egozi, R. Ben Zvi, Z. Bernstein and V. Alchanatis. (1999).

Maturity determination of fresh dates by near infrared spectrometry.

J Sci Food Agric 79:86-90.

א. נספח א': בדיקת התפלגות שעורי המים בפירות מג'הול המיועד לשיווק כפרי

עסיסי, ככלי לקביעת לחות הפרי ודרכי הטפול

1.א. פירות פצועים ואחוז המים בפרי

האויב הגרוע ביותר לחיי המדף של "מג'הול העסיסי" הוא התגבשות סוכרים. סוכרים מתגבשים בכל מקום שציפת הפרי באה במגע ישיר עם האוויר. סוכר מתגבש קודם כל, ויותר מכל, במקום שהקליפה קרועה. התגבשות הסוכרים בפצעי הקליפה קודמת להתגבשותם מתחת לקליפה המשולפחת. קליפת המג'הול נפצעת בנקל כשהפרי רך כשהוא מכיל הרבה מים, ויותר מכל, כשהוא גם חם. פצעים קטנים בקליפה אינם מהווים בד"כ עילה לפסילת פרי איכותי, ובמידה מסוימת בצדק, כל עוד הפרי משווק זמן קצר לאחר עיבודו. פצעים קטנים, למעשה, גם אינם מאובחנים כשהפרי הטרי זורם על מסלול המיון, אך, הם שיקבעו אח"כ, את אורך חיי האחסון של הפרי, אפילו יהיה מאוחסן בהקפאה. כשהקליפה לא רק קרועה, אלא גם חסרה, נוצר על הפרי כתם אפור דוחה הנראה כעובש.

קליפת פרי המג'הול נחשפת לראשונה לפציעות בזמן הגדיד; ליישובי הערבה עובד פרוטוקול גדיד המיועד למזער פגעים בפרי שעקרו הוא; להוציא בזהירות את הפרי הבשל, מפתח המוכן בתחתית שק הרשת, ישר למגש המוצמד לפתח. מה שיפה לדרום ודאי שטוב לצפון מאחר שהפרי בצפון, בזמן הגדיד, מכיל שיעור גבוה של פירות עשירים במים (איור 11).

בפרי שנגדד "באופנה הישנה" באחד מהמשקים בצפון, כשהאשכול נוער בתוך הרשת והפרי נשפך למגש – מצאנו, בשלושים ושניים אחוזים מהפרי, פגיעות בקליפה. מאחר שבמטע "נחסכה" עבודת המיון הראשונה – הרחקת הפסולת והוצאת הבוחל – הורץ הפרי למיון ראשוני על מסלול בית האריזה, בסופו של המסלול הגיע שיעור הפירות פגועי הקליפה ל- 57 אחוזים. בשלב זה הפרדנו במדגם פרי את הפירות הפצועים מהשלמים ובדקנו לחוד את שעורי המים בכל מדגם (איור 12). הפירות, ללא פגיעה היו כולם, להוציא שבעה אחוזים, בשעורי רטיבות הנמוכים מ- 26 אחוז. מחצית מהפירות הפצועים, כרבע מכלל הפירות, היו אף הם בשעורי מים נמוכים מ- 26 אחוז. למעשה, רק לפרי ששיעור המים שבו היה נמוך מ- 26 היה סיכוי, בתנאים אלו, לא להיפגע. הדוגמא שהבאנו הינה קיצונית ויש בה את כל המרכיבים השליליים כדי לקבל פרי עם שיעור גבוה של פירות פצועים:

פרי המכיל בגדיד שיעור גבוה של פירות רטובים, תמהיל אופייני למטעי הצפון (ברנשטיין צבי, 1991 – מג'הול צפוני, "צמח נסיונות"). גדיד שלא נעשה בזהירות הדרושה (בלשון המעטה). ואח"כ, מיון ראשוני, טרם ייבוש, כדי להשלים את שלא נעשה במטע. אינו מכירים כל דרך לשנות את הרכב הפרי על העץ לפי שעורי הרטיבות, הפרי יהיה תמיד רטוב יותר ככל ששיעור ההתייבשות במטע, על העץ, יהיה נמוך (תמהיל הפרי ביישובי דרום הערבה נוטה לצד היבש, עד כדי כך, ששם מקווים ללכוד את הפירות, שיושרו מהעץ, באמצעות מנער מכני, ללא כל פגע).

למזעור נזקי פציעה ולהגדלת התמורה עבור פרי רגיש לפציעות מוצע:

1. לגדוד בזהירות (ויש לכך פרוטוקול) ולהימנע מגדיד בשעות החמות.
2. אין להערים, במטע, יותר משכבת פרי אחת במגש.
3. במטע יש להרחיק את הבוסר להוציא לחוד את הבוחל מבלי לגעת בפרי הטוב.
4. אין למיין פרי רך לפני ייבוש. אין למיין פרי חם.

5. בהנחה שלא ניתן למנוע לחלוטין פגיעה בקליפת פרי שנגדד רך, יש להשתדל לשווקו מוקדם ככל האפשר.

אפשר, לפי נסיונו, ל"עמעם" בהצלחה את התפתחות גבישי סוכר בקליפות הפירות ע"י טיפול בגלוקוז.

2.א. השתלפחות ושעורי המים בפרי

עד היום לא הבהרה הסיבה הפיזיולוגית להשתלפחות פירות תמר ולא נמצאה דרך למנוע השתלפחות בתהליך הבשלה תקין של הפרי. השתלפחות אינה תופעה ייחודית לזן מגיהול היא קיימת בכל הזנים (גם פירות מיני הבר של התמר, שאנחנו מכירים, תמר היערות והתמר הנטוי משולפחים כולם) למען האמת, לפחות בארץ, חוסר השתלפחות היא תופעה חריגה, אלא, שבאף אחד מהזנים ההשתלפחות אינה מהווה כיום מכשלה רצינית לשיווקם, פרט למגיהול. התהליך הפיזיקלי של תופעת ההשתלפחות הוא ברור למדי – רוב תאי קליפת הפרי הנם תאים עבי דופן קשיחים, שאינם מתכווצים עם התייבשות הפרי, בעוד, שתאי הצפה העשירים במים מתכווצים תוך התייבשותם. כאשר הציפה מתכווצת והקליפה נותרת צמודה אליה יכול לקרות רק דבר אחד, הציפה עם הקליפה מתקמטים. באם, מסיבה לא ידועה, ניתקת הקליפה מהציפה, הקליפה תישאר מתוחה ומתחתיה ייווצר חלל.

סטולר, בתחילת שנות השבעים ניסה לשווא למצוא נוסחת ייבוש שבה פירות המגיהול לא השתלפחו. פירות המגיהול שהוא ייבש (מ"חנות צמח" ראשון מטעי המגיהול בארץ) השתלפחו כולם, ללא הבדל טמפרטורה וקצב הייבוש, כאשר אחוז המים בהם ירד מתחת ל- 25-28. לסטולר, לא נותר אלא להביע משאלה – לשווק את המגיהול כשהוא רטוב. משאלתו של סטולר, לשווק פרי מגיהול עם אחוזי מים גבוהים, התמלאה רק עשרים וחמש שנים מאוחר יותר כשמגדלי המגיהול בקליפורניה גילו שהצרכן האירופי מקבל בהתלהבות פירות מגיהול עשירים במים, בכך, נפתח מסלול שיווק חדש של פרי טרי – "מגיהול עסיסי", ערוץ שמבלי משים הפך למסלול שיווק "עוקף" השתלפחות" (למען האמת, מגדלי המגיהול ביטבתה גילו זאת לפני כן, בחלקת האלהים הקטנה שלהם, על אף זאת שההשתלפחות לא היתה כלל בעייתם).

בעיית ההשתלפחות של המגיהול לא ירדה מסדר היום מאז המעבר לשיווקו כפרי עסיסי, ועל אף שלא נמצאה דרך ישירה למנוע את ההשתלפחות, נוצרה האפשרות לייצוא רווחי של מגיהול, גדלו כמויות הפרי המתאימות לייצוא, ויותר מזה, התאפשר גידול מגיהול לייצוא גם באזורים בהם הפרי נוטה להשתלפח, כמות פרי המגיהול בארץ, הצפוי להשתלפח, הולכת וגדלה.

להשתלפחות המגיהול שני היבטים; האחד, סביבתי, כאשר תנאי הסביבה הם שמכתיבים את נטיית המגיהול להשתלפח והשני, פיזיקלי – שעור המים בפרי. נעסוק כאן בשני בלבד שהוא בתחום שליטתם, החלקית, לפחות, של המגדל ושל המפעל.

כאשר מפרידים לחוד, במדגם פרי שנלקח מהמטע או מהמפעל, בין הפירות המשולפחים, לבין הלא משולפחים (כולל שלפוח קל של עד עשרה אחוזים משטח הקליפה שאינו פוסל את הפרי לייצוא), ובודקים לחוד את אחוז המים בכל קבוצה, מקבלים שתי עקומות תפוצה, לרוב מקבילות פחות או יותר, כשהשמאלית, זו שבפרותיה יש פחות מים, היא של הפירות המשולפחים והימנית, של הרטובים יותר – של פרי שאינו משולפח. באיור 13 המתאר את אוכלוסיית הפירות המשולפחים והלא משולפחים, בפרי מגשר, רק כשלושה עשר אחוז מהפרי המשולפח מכילים מעל

ל- 26 אחוז מים ובודדים רטובים מ- 28 אחוז, בפרי הלא משולפח מרבית הפירות, עדיין, רטובים מ- 26 אחוז מים.

מעניינים הנתונים ממטע צעיר בעמק-הירדן בו הפירות החלו להצטמק ערב הבחלה, כנראה ממחסור במים. כל הפרי שנגדד, הובחל (בחדר לח בטמפ' של 40°) וייובש. במדגם שנלקח אחר הייבוש הופרדו הפירות המשולפחים – עשרים ושבעה אחוז מכלל הפרי – מאלו שאינם משולפחים – 73 אחוז מכלל הפרי. אחוז המים בכל הפירות המשולפחים היה נמוך מ- 26. כשליש מהפירות הלא משולפחים היו רטובים מ- 26 אחוז (איור 14). אילו היו ממשיכים לייבש את הפרי שזור המשולפחים היה ללא ספק גדל.

אין קו אדום ברור מתי פרי מתחיל להשתלפח, הנחתו של סטולר שזה קורה בין 28 ל- 25 אחוזי מים תואמת את המציאות (להוציא פרי הנוטה להשתלפח והמאוחסן זמן ארוך בקרור, המשתלפח גם ללא אבוד מים כתוצאה, קרוב לוודאי, מקריסת תאי הצפה).

לא כל פרי שמתייבש, משתלפח, וכאן ההבדל הגדול בין אזור גידול למשנהו – מכמעט אפס השתלפחות בערבה דרומית ועד קרוב ל- 80-90 אחוז במשקי הצפון. להלכה, אפשר להגיע לפרי עסיסי עם שזור השתלפחות זניח, גם באזורים הנוטים להשתלפחות חזקה אילו היינו מייבשים את כל הפירות רק לעשרים ושמונה – עשרים וששה אחוזי מים (חלק גדול מהפרי המשווק כיום כפרי עסיסי הוא בשזור רטיבות דומה). ייבוש דיפרנציאלי יהיה אפשרי רק כאשר יהיו בידינו האמצעים להפריד את הפירות, לפני הייבוש, בדייקנות של "פלוס מינוס" שני אחוזי רטיבות. למעשה, גם כיום, אפשר להקטין את שעורי ההשתלפחות כאשר פרי הנוטה להשתלפח (וזאת אפשר לבדוק) לא יגדד כשהוא יבש מידי (באזורים חמים) ואח"כ ייובש במפעל, באם צריך, בזירות, תוך נטייה להתפשר על אחוזי מים גבוהים מעשרים וששה בחלק מהפירות – כמובן בהסכמת הזרוע השיווקית.

לדעתנו, כדאי לבדוק את אחוז הפרי המשולפח ואת התפלגות אחוז המים בפרי המשולפח והלא משולפח, בדיקת מרכיב אחד בלבד לא תתרום הרבה לאיפיון האזור, או המשק.

א.2.א. בדיקות טרם גדיד

בדיקת שזור המים בפרי, במדגם שילקח לפני זמן התחלת הגדיד המשוער, אינה חיונית לקביעת זמן התחלת הגדיד, אך, אם נעשה גדיד מדגמי כדי לקבוע, למשל, כמה פרי צפוי לרדת בגדיד, יש ענין בדגימה אקראית של כ- 100 תמרים, לקביעת שזור הפרי המשולפח והתפלגות שעורי הרטיבות בפירות המשולפחים והלא משולפחים. בדיקה כזו עשויה לכוון מראש את דרכי הטיפול בפרי במפעל.

א.2.ב. בדיקת פרי לקביעת דרכי הטיפול בו לאחר החיטוי, או האחסון האופרטיבי

מפעל אריזת תמרים כ"צמח" ו"שאן" מקבלים לעבוד פירות מגיהול במגוון רחב של שעורי רטיבות מפרי מאזורים יבשים, שלעתים אף התייבש יתר על המידה, ועד לפרי צפוני שמתמהמה להבשיל ואולי אפילו "זוכה" לברכתו של היורה. ההחלטה לגבי דרכי הטיפול בפרי היא בידי המפעל ובאחריותו מהתוצאות יהנה כמובן, או לא, המגדל. בפני המפעל עומדות שלוש אפשרויות: כאשר חלקו הגדול של הפרי הוא בשעורי מים המתאימים לשיווק כפרי עסיסי – למיין ולהוציא את מעט הפרי הרטוב מדי, לייבוש. אפשרות דומה לראשונה, אך, כשחלק ניכר מהפרי רטוב מדי –

למיין, לארוז את הפרי המתאים לשיווק ולייבש את כל הפרי הרטוב. כשחלק ניכר מהפרי רטוב - לייבש את כל הפרי לפני המיון.

יש חשש לפגיעה בפרי הרטוב בתהליך המיון. ההחלטה באיזה משתי האפשרויות האחרות לבחור אינה מחייבת תמיד לבדוק את הפרי, לרוב די בהעפת מבט כדי לקבוע איזה פרי רטוב ואיזה יבש, אך, באם הבחירה היא ייבוש, ההחלטה הבאה תהיה עד כמה יש לייבשו וזו, מחייבת, תמיד, בדיקה.

באיור 15 מובאות חמש עקומות תפוצה מצטברות למים מארבע משקים שונים כששתיים מהן מאותו המשק. הפרי נדגם מתוך המגשים טרם מיונו או ייבושו. באיור 15, חלקה של כל עקומות תפוצה שמימין לקו המאונך של 27 אחוז מים, מראה על שעור הפרי הרטוב מידי לשיווק כפרי עסיסי, וזה שמשמאל לקו - פרי מתאים לייצוא, או יבש מידי. הפרי הרטוב בכל מדגם נקרא מימין, בנקודה שבה עקומת התפוצה חותכת את קו עשרים ושבעת האחוזים.

אין ספק שלא צריך לייבש את פרי קליה ופצאל ב' (הבעיה בקליה היא אחרת - יותר משמונים אחוזים מהפרי כבר מצויים בתחום שבו פרי, רגיש להשתלפחות, משתלפח). המדגם מהמטע בגשר, בעייתי, שלושים אחוז מהפרי רטובים מדי ואלו עשויים להינזק במיון. גשר הוא אזור רגיש יחסית להשתלפחות ופוטנציאל הפרי לייצוא מצוי, לכן, בתחום הרטוב יותר, ייבוש קל, טרם מיון, עשוי לשפר את שעורי הפרי שיתאימו לייצוא (ראה ייבוש) ייבוש ממושך, יביא להגדלה משמעותית של שעורי השלפוח פצאל א', שלא כפצאל ב' הוא פרי רטוב, כדאי לייבשו לפני המיון, רק מעט פרי צפוי לייבוש יתר. שער הגולן - פרי טיפוסי לעמק-הירדן - ייבוש יגדיל במידה נכרת את שעורי הפרי המתאים לייצוא, מיונו טרם ייבוש עשוי לפגוע בשלמות הפרי.

אף אחת מהדוגמאות אינה מאפיינת משק - הגידד השני עשוי להיות שונה מהראשון, יש הבדלים בין חלקה לחלקה ובדרום, בעיקר, מידת הייבוש, במטע, עשויה להיות שונה.

ונחזור שוב לדרך השלישית - להלכה שום דבר לא הולך לאבוד, אפשר להוציא את הפירות הרטובים מדי, לייבשם לחוד ולהחזירם מחדש לתחום הפרי העסיסי ובכך, להימנע מייבוש פרי שאין צורך לייבשו. השיקול הוא כמה מהפרי שנייבש לאחר מיון יתאים לייצוא וכמה פרי נפסיד כיבש מדי ומשולפח. כשתהיה בידינו האפשרות להפריד את הפרי הרטוב משאר הפרי מבלי להזיק לו תפתח דרך שלישית טובה יותר.

א.2.ג. כמה לייבש את הפרי?

פירות מגיהול, לשיווק כפרי עסיסי, מייבשים כדי להתאים את מירב הפירות לאחוז המים המבוקש. בד"כ אין צורך להקטין את אחוז המים בפירות ביותר משניים שלשה אחוזים, להוציא פרי הבוחל שיש להפרידו, תמיד, קודם לכן. אין זאת אומרת שבפרי המיובש לא ימצאו פירות הזקוקים לייבוש נוסף או, ההיפך, פירות שהתנייבו יותר על המדה. השאלה היא כמה צריך לייבש כדי שיישאר, בתחום המבוקש לפרי עסיסי, כמה שיותר פרי.

כדי להבטיח ייבוש מבוקר של הפרי לשעור מים מבוקש יש צורך בחדר ייבוש תקין שבו זרימת האוויר, החם והיבש, תהייה שווה בכל המגשים.

להדגמת הדרך לקביעת שעור הייבוש האופטימלי, תארנו באיור 16 עקומת תפוצה של שעורי המים בפרי שנדגם "בשער המפעל" (4). לפי העקום של המדגם שני שליש מהפרי רטובים מעשרים ושבעה אחוז, פרי כזה ודאי שזקוק לייבוש. בדקנו שלוש דרגות להורדת אחוז המים בפרי; באחת הורדה - בשני אחוזים בלבד (B), בשניה - שלושה אחוזים (C) ובשלישית - בארבעה אחוזים (D).

כדי לבדוק מה יקרה לפרי לאחר שיתייבש בשני אחוזים, שרטטנו, שמאלה מעקומה A עקומה שניה (B) המרוחקת בחציון (בקו של 50 אחוז) בשני אחוזים, למעלה, בתחום 0.9, "הרחקנו" את העקומה ל- 2.5 אחוזים, משום שפרי רטוב מתייבש מהר יותר ולמטה, מסיבה הפוכה, התרחקנו רק 1.7 אחוזים (זה לערך מה שלמדנו מעקומות ייבוש מגיהול). באותה דרך שרטטנו עקומה משוערת לשלשה אחוזים (C) ולארבעה אחוזים (D).

באם נמתח קו מאוזן מהנקודה שכל עקום רטיבות משוער חוצה את קו העשרים ושבעה אחוזים נקבל, מימין, כמה פרי יותר, אחרי הייבוש, רטוב מדי. ייבוש של שני אחוזים בלבד יקטין לשליש את הפירות הרטובים מדי – משני שליש בהתחלה. ייבוש של שלשה אחוזים – לכ- 10 אחוז, ארבע – לאפס. כמובן שחלק מהפרי עשוי להתייבש מעל הרצוי (כמעט שלא בדוגמא הנוכחית).

באיור 16 – מופיעה דוגמא לתכנון הייבוש. A – עקומת תפוצה מצטברת למים במדגם שיש לייבש. B – עקום תפוצה מצטבר, משוער, לאחר ייבוש בשני אחוזים, C – לאחר ייבוש של שלשה אחוזים, D – ארבעה אחוזים.

שיעור הייבוש הצפוי נקבע ע"י שרטוט עקומים חדשים משמאל לעקום הקיים במרחק של 2, 3, 4 אחוזים בקו החמישים אחוז, 25 אחוז יותר. בחלק העליון (בפירות הרטובים המתיבשים מהר יותר), ו- 25 אחוז בחלק התחתון – לפירות היבשים.

לכאורה, ייבוש של כשלשה וחצי אחוזים, יניב כ- 100 אחוז פרי בתחום העסיסי, אך, יש להביא בחשבון שככל שמייבשים את הפרי הוא משתלפח יותר. בדוגמא הנוכחית, שהיא ממשק צפוני, כדאי לא לייבש את הפרי ביותר משניים וחצי אחוזים – מוטב לשווק קצת פרי רטוב מדי מאשר לפסול פרי מחמת השתלפחות. בשנת 2000, דרך זו של תכנון הייבוש העמדה למבחן מספר פעמים והתוצאות התאימו לציפיות.

לתזכורת אנחנו מביאים כאן את הדרך בה ניתן לבקר את מהלך הייבוש כדי להגיע לשיעור הייבוש המבוקש. השיטה מבוססת על מעקב אחרי שינוי המשקל של מדגם פרי שקול המייצג את הפרי המייבש, לצורך כך נבנה ע"י הצוות של פרוייקט המגיהול משקל נייד, המוכנס לחדר הייבוש, שהצג שלו נמצא בחוץ. (אפשר כמובן להסתפק במדגם שקול אותו מוציאים לשקילה סמוך לזמן הצפוי לסוף הייבוש).

את מדגם הפרי שוקלים לפני הייבוש ומחשבים לאיזה משקל הוא צריך להגיע באחוז המים המבוקש, לפי הנוסחה הבאה:

באם המשקל ההתחלתי (נטו) של מדגם הבקורת הוא $W0$ –

ואחוז המים ההתחלתי הוא $H0$ –

אחוז המים המבוקש הוא $H1$ –

משקל פרי בסוף הייבוש $W1$ –

אזי:

$$W1 = W0(100 - H0) / (H1 - 100)$$

לדוגמא: באם משקל הפרי (נטו) לפני ייבוש הוא – 1600 גרם

אחוז המים הממוצע – 29

אחוז המים המבוקש – 25

הפרי יגיע לאחוז המים המבוקש כשמשקל המדגם יהיה:

$$W1 = 1600(100 - 29) / (25 - 100) = 1514.7 \text{ gr}$$

בעתיד, כשיירכש ניסיון, יש להניח שהמפעיל ידע מראש כמה זמן דרוש, בטמפי' נתונה של תנור הייבוש, כדי להוריד את שיעור הרטיבות באחוז אחד, שניים שלושה או יותר (קצב ההתייבשות לשעה אינו לינארי שעות הייבוש הראשונות).

א.2.ד. ייבוש פרי שמוין כרטוב מדי

ככלל, רצוי לצמצם ככל האפשר את כמות הפרי שיש לייבש לאחר שעבר על סרטי המיון - חלק ניכר מהפרי עשוי להיפגע על סרט המיון ורוב הפרי, לאחר ייבושו, לא יזכה לסיווג גבוה. לכאורה, מבדיקת אחוז המים בפרי לפני המיון, או בכניסה למפעל, אפשר לצפות מראש כמה פרי יופנה לייבוש כרטוב מדי, למעשה תוצאות המיון די מפתיעות; לא כל כך בכמות הפרי שהרחקה כרטובה מדי אלא בהרכבו של הפרי - הרבה מהפירות כלל לא היו צריכים להיות שם. באיור 17 הבאנו שתי דוגמאות של פרי שנלקחו ממגשי הפרי שהופנו לייבוש. דוגמא A פרי מעמק-הירדן, שליש מהפרי כלל אינו זקוק לייבוש מאחר שהוא יבש מ-27 אחוזים. בדוגמא B - קרוב למחצית הפרי אינה זקוקה לייבוש - ייתכן שבדוגמא השניה הכמות היחסית שהפנתה לייבוש היתה זניחה.

עם כל המגבלות האנושיות, להבחין בין פרי רטוב יותר לרטוב פחות, נראה לנו, שאילו האחראי, או אחראית, על קו המיון היה מודע מראש מה היא הכמות היחסית של הפרי הרטוב מדי שיש להרחיק, הוא היה תורם לבלימת ההפניה הנדיבה מדי לייבוש של פרי שאינו זקוק לכך.

א.2.ה. התאמת המוצר הסופי לדרישות השוק

למגיהול עסיסי אין תקן רשמי מחייב, אחוז המים בפרי אינו מוכתב (כיום) ע"י שירותי בקורת הפרי ואילו היה כך, ממילא הוא לא היה יכול להיבדק. מכאן אין להניח שהשטח פרוץ לחלוטין, קיימות דרישות צרכן, או קניין, שלעתים הן קשות ומחייבות, למעשה, יותר מדרישות התקן הרשמי.

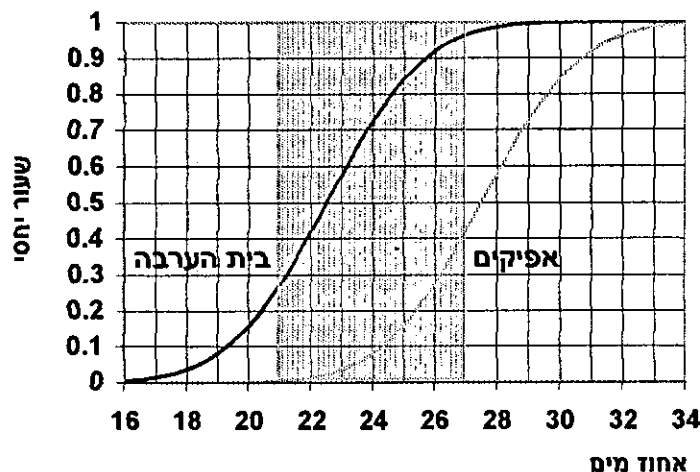
הצרכן, או הקניין, מכיר במגיהול כ"עסיסי": (*succulent*), פרי שמרקמו רך אך לא נמעך ודייסתי, פרי בשרני אך לא קשה, פרי עם אורך חיי מדף של פרי טרי ושגם נראה כך, פרי ללא התגבשות סוכר וודאי שלא עם ריח המבשר את התסיסה.

משלוחי מגיהול שחרגו מההגדרות הנ"ל, אך לא נדחו ע"י הצרכן, אינם מבשרים, בהכרח, אפשרות למתוח יותר את גבולות הסבילות, אלא, את העובדה שבמוצר זה אנחנו נמצאים, עדיין, בעידן של היצע נמוך וביקוש גבוה. הצרכן, קרוב לודאי, לא יכתוב תקנים לאחוזי מים מורשים בפרי, את התקן נחבר, או לפחות נציע, אנחנו.

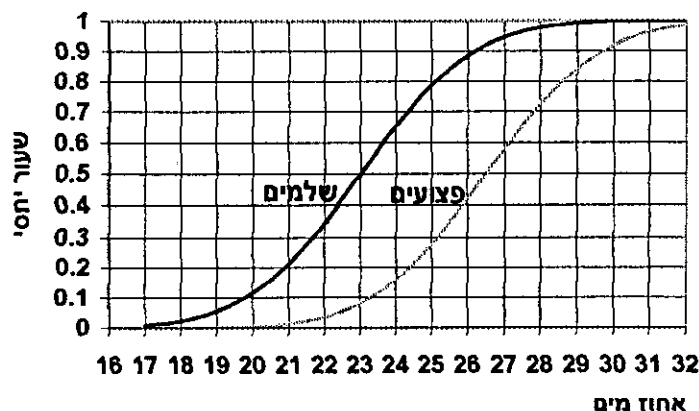
התקן הפנימי שהוצע ע"י "צמח ניסיונות" בשעתו - 22-26 אחוז מים (מבדיקת אריזה אקראית מארה"ב) נמצא כמבטיח לחלוטין את כל התכונות המכניות והאורגנולפטיות המבוקשות - להוציא, לעיתים, המראה. מבדיקות המוצר הסופי שנעשו שנה קודם בשלשה בתי אריזה, התברר שבחלק ניכר מהמדגמים הפרי בתחום של 22-26 אחוז לא היווה אפילו את רוב הפירות במדגם. מכאן שתי מסקנות, העצובה - איננו מסוגלים לעמוד בדרישות התקן, והמשמחת - אפשר גם לשלוח פרי רטוב יותר, עובדה שהפרי לא החזר.

משלוח פרי יבש מדי יהיה תמיד בגדר הפסד (כאשר הוא רטוב הוא שווה יותר) לעומת זאת, יש עניין רב בשיווק פרי בשעורי מים הגבוהים מעשרים וששה אחוז דבר שיוריד, כפי שראינו, את שעורי הפרי המשולפח.

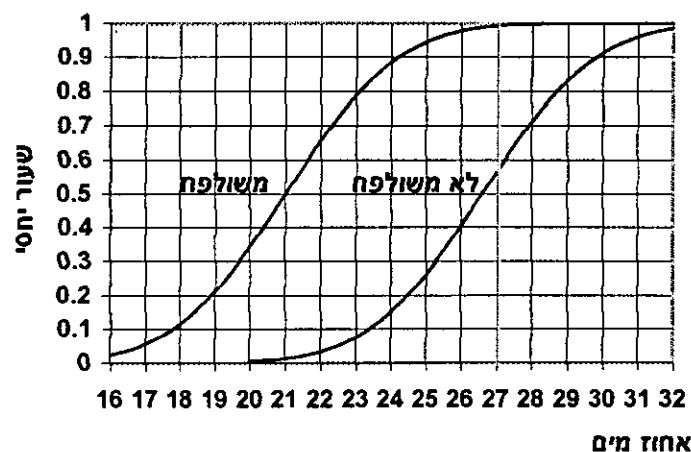
אנחנו נמנעים כאן מלהביא דוגמאות של בדיקת המוצר המוגמר הן מטעמים אתיים (אין טעם להביא דוגמאות אנונימיות) והן מכך שאיננו יודעים כיצד התקבל הפרי בשוק, עם זאת, אנחנו מציעים לכל מפעלי אריזת התמרים, המצוידים במכשירי מדידה לאחוז המים, לבדוק את המוצר הסופי הן כדי ללמוד את תגובת השוק והן לביקורת פנימית על תהליך עבוד הפרי.



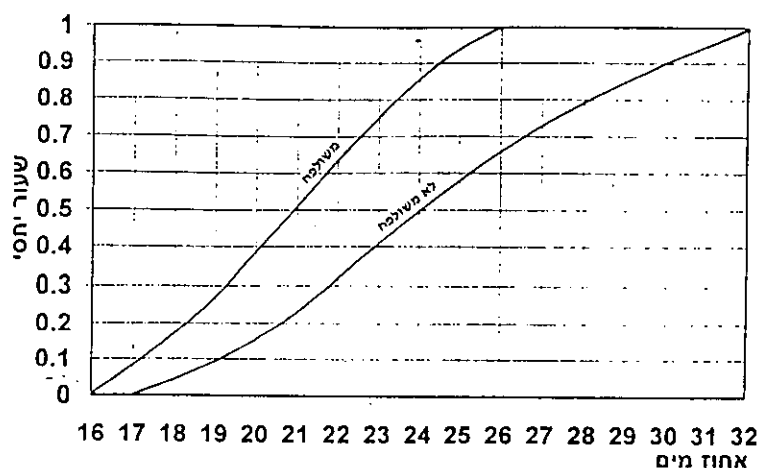
איור 11 - עקומות תפוצה מצטברות למים, לפרי מעמק הירדן (אפיקים) וצפון ים המלח (בית הערבה). השטח האפור מציין את התחום המבוקש לפרי עסיסי + אחוז אחד (סטייה מקובלת). פרי אפיקים רובו רטוב מדי. שליש מפרי בית הערבה יבש מדי.



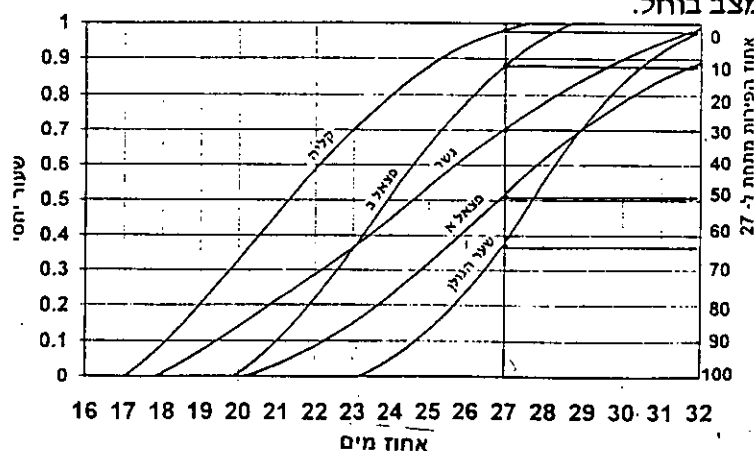
איור 12 - עקומות תפוצה מצטברות למים של פירות פצועים ופירות שלמים, באותו מדגם, לאחר מיון ראשוני.



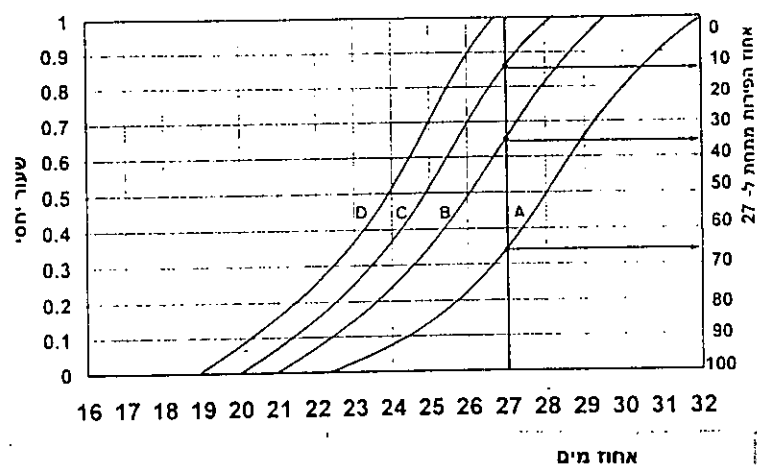
איור 13 – עקומות תפוצה מצטברות למים של פירות משולפחים ושאינם משולפחים במדגם פרי ממשק בעמק-הירדן.



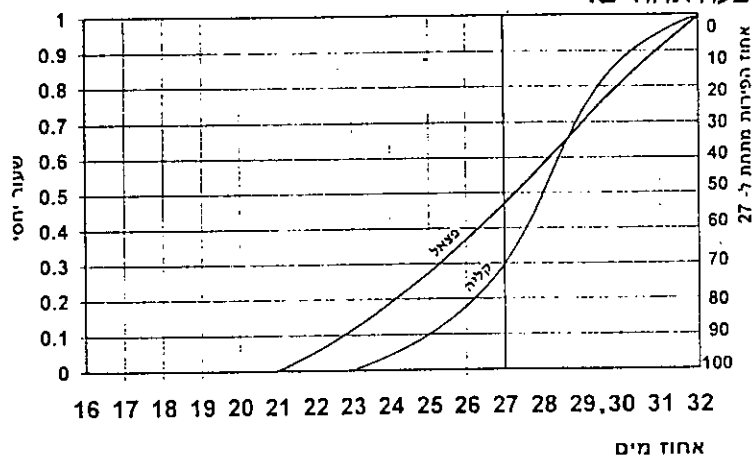
איור 14 – עקומות תפוצה מצטברות למים, לפרי משולפח ולפרי שאינו משולפח, ממדגם פרי שיובש ממצב בוחל.



איור 15 – עקומות תפוצה מצטברות למים של מדגמי פרי שונים להדגמת הדרך לקבלת החלטה על הצורך בייבוש נוסף. ליד העקומות שם המשק ממנו נלקח המדגם. העקומות אינן מאפיינות בהכרח את הפרי של אותו משק באותה העונה.



איור 16 – דוגמא לתכנון הייבוש. A – עקומת תפוצה מצטברת למים במדגם שיש לייבש. B – עקום תפוצה מצטבר, משוער, לאחר ייבוש בשני אחוזים, C – לאחר ייבוש של שלשה אחוזים, D – ארבעה אחוזים.



איור 17 – עקומת תפוצה מצטברת למים של שני מדגמי פרי, מקליה ופצאל שמוינו כרטובים מדי.