

# הבחלת תפוזי טבורי (נבל) בהשפעת ריכוז אתילן, טמפרטורה ולחות יחסית שונים\*

## שיטות עבודה

בחרנו בחלקת טבורי בפרדס בשובה כדי לבדוק את השפעת ריכוז האתילן, הטמפרטורה והלחות היחסית על טיב הבחלת הפרי. בתקופה שבין 20.10.74 ל-20.11.74, ביצענו 9 קטיפים „קטיפי זהיר“. את ניסויי ההבחלה עשינו במערכת מבוקרת להזרמת אוויר, בריכוזים שונים של אתילן ובתנאים קבועים של טמפרטורה ולחות יחסית, בהתאם לניסוי. למחרת כל קטיפי ביררנו פרי לפי צבע וגודל אחיד. שקלנו את הפרי והכנסנו אותו לצנצנות זכוכית, בנפח 3 ליטר כל אחת. התנאים ששררו בעת הקטיפי וההבחלה מובאים בטבלה 1.

בחלק מהניסויים הזרמנו לפרי אוויר המכיל אתילן בריכוזים מ-0 עד 20 ח"מ בטמפרטורה מ-20 עד 30 מ"צ ובלחות יחסית של 80%-100%. רמת האווירור בכל הניסויים היתה החלפת אוויר אחת לשעה, שהיא הזרמת כ-2% אוויר טרי למערכת. בכל טיפול היו 3 צנצנות, שהיו 3 חזרות. משך ההבחלה בכל ניסוי היה בהתאם לצבע הפרי לפני ההבחלה ונמשך מ-66 עד 80 שעות. בניסויים אלה לא עבר הפרי כל חיטוי לפני ההבחלה, רק לאחריה דונג הפרי בדונג שהכיל 4000 ח"מ ת.ב.ז. אחרי ההבחלה השארנו את הפרי חודש ימים למעקב באיחסון, בטמפרטורה של 14 מ"צ. עקבנו אחרי התקדמות צבע קליפת הפרי, ההפסד במשקלו, התייבשות העוקצים, עוצמת הנשימה ופליטת האתילן ושיעור הריקבון בפרי המובחל.

ריכוז האתילן וריכוז הפחמן הדו-חמצני שהפרי הפריש נמדדו בעזרת מכשירי גזכרומטוגרף.

התפוז וושינגטון (נבל) הוא זן ראשון של תפוזים המופיע בארץ בעונת הקטיפי, ובדומה לפירות הדר אחרים הוא מקדים להבשיל בהרכב הכימי ובטעם, כאשר צבע קליפתו עדיין ירוק. כדי להביא לשינוי צבע הקליפה לכתום מבחילים את הפרי בעזרת אתילן. כידוע מזרות ההבחה תופעות הזדקנות הפרי, המתבטאות לרוב ע"י העלאת עוצמת הנשימה, פליטת אתילן, התנדפות מים והתייבשות עוקצים, ולפעמים בהופעת פגמים והתפתחות רקבונות.

וושינגטון נבל הוא פרי רגיש במיוחד להופעת כתמי שמן („מכות קטיפי“), וקיימת דעה שההבחלה עצמה גורמת, או לפחות מבליטה, את הופעת כתמי השמן.

עד שנת 1973 נהגו להבחיל את כל מיני פרי הדר בארץ בגז אתילן בריכוז של 20 ח"מ ומעלה, ריכוז השווה ליחס אוויר לאתילן — 1:50,000. כתוצאה ממחקריו של המחבר בהבחלת שמוטי (4, 5) נעשית בשנים האחרונות הבחלת פרי הדר בריכוז אתילן נמוך מזה — 10 ח"מ. גם לתנאי הטמפרטורה והלחות היחסית בעת ההבחלה השפעה על התהליך עצמו, ועל טיב הפרי המובחל (6).

מטרת מחקר זה היא: א) להגדיר בתנאי מעבדה את ריכוז האתילן, הטמפרטורה והלחות היחסית האופטימליים להבחלת טבורי, והמביאים למינימום זירוז בהזדקנותו; ב) לבדוק אם קיים קשר בין הבחלה בתנאים שונים לבין הופעה של כתמי שמן בפרי המובחל.

\* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני סדרה 1840.

\*\* מרכז וולקני, המחלקה לאיחסון.

טבלה 1. התנאים ששררו בפרדס בעת הקטיף ובהבחלה, בניסויים השונים

תנאי זמישך ההבחלה				התנאים בפרדס בעת ולפני הקטיף				הניסוי		
מזשך	ההבחלה	לחות יחסית	טמפרטורה	אתילן	תנאים ששררו	לחות יחסית	טמפר' הפר' האוויר	שעת הקטיף	תאריך	מס'
ש' 78		100%	25 מ"צ	עד 20 ח"מ	חמסין			12.00	20.10.74	1
ש' 80		100%	25 מ"צ	עד 20 ח"מ	חמסין נמישך	60%	25 מ"צ	10.30	24.10.74	2
ש' 71		80%-100%	25 מ"צ	10-1 ח"מ	חמסין — היתה השקיה	67%	22 מ"צ	9.00	27.10.74	3
נפסל		80%-100%	25 מ"צ	עד 10 ח"מ	חמסין נמישך	50%	24 מ"צ	9.30	31.10.74	4
ש' 71		80%-100%	25 מ"צ	עד 10 ח"מ	מעונן — טיפטוף	87%	18 מ"צ	9.30	3.11.74	5
ש' 72		80%-100%	25 מ"צ	עד 10 ח"מ	רגיל	69%	21 מ"צ	9.30	6.11.74	6
ש' 68		100%	20 מ"צ	עד 10 ח"מ	רגיל	66%	20 מ"צ	9.30	11.11.74	7
ש' 66		100%	20 מ"צ	עד 10 ח"מ	מעונן — טיפטוף	72%	19 מ"צ	9.30	13.11.74	8
ש' 87		80%-85%	20 מ"צ	עד 10 ח"מ	יומיים גשמים, כ-20 מ"מ	70%	15 מ"צ	9.30	20.11.74	9



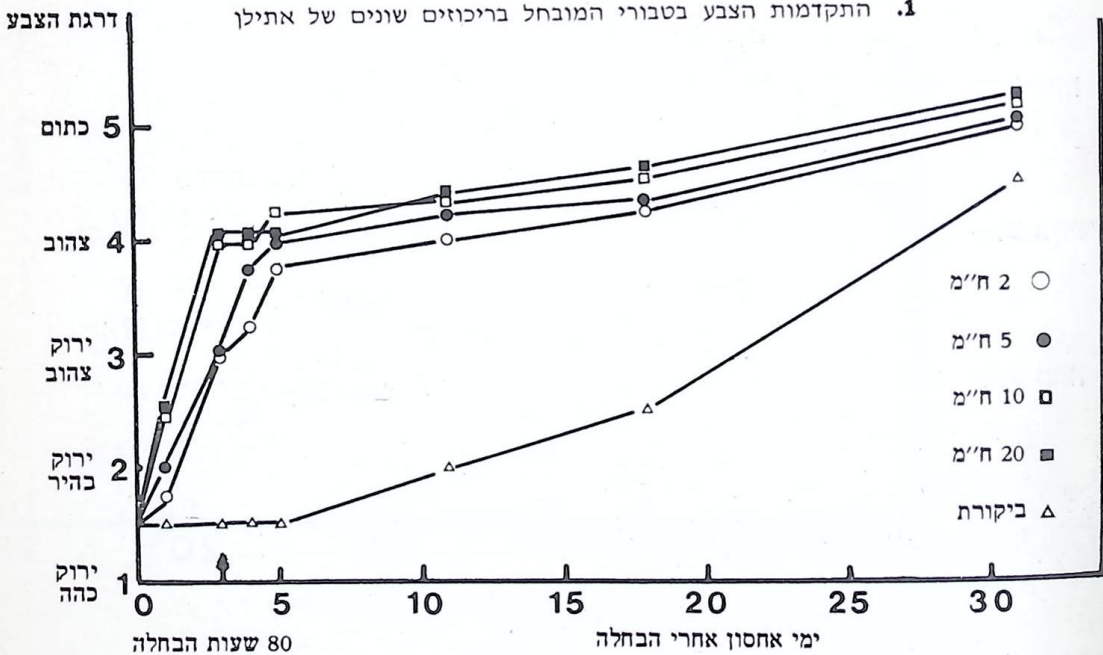
כדי להגדיר את צבע קליפת הפרי ולאפשר השוואה של צבע פירות שקיבלו טיפולים שונים, קבענו חמש דרגות צבע, 1 — ירוק כהה, 2 — ירוק בהיר, 3 — ירוק צהוב, 4 — צהוב, 5 — כתום.

**השפעת ריכוז האתילן:** הבחלת טבורי בריכוזים שונים של אתילן, 2, 5, 10 ו-20 ח"מ, הראתה, שהתקדמות הצבע ביום הראשון של ההבחלה היתה במידת-מה מהירה יותר כאשר ההבחלה נעשתה בריכוז אתילן גבוה (ציור 1): בהבחלה ב-10 ו-20 ח"מ אתילן התקבל צבע פרי ירוק-צהוב, לעומת צבע ירוק-בהיר ב-5 ח"מ וירוק ב-2 ח"מ אתילן. ככל שהתקרבו לסוף ההבחלה הצטמצם ההבדל בצבע הפרי המובחל בריכוזי אתילן שונים, וכמעט ולא היה הבדל בצבע הפרי שהובחל בריכוזי אתילן של 5, 10 ו-20 ח"מ. רק צבע הפרי שהובחל ב-2 ח"מ אתילן נשאר במידת מה פחות מתקדם מאשר בטיפולים האחרים. הבדל בולט בצבע הפרי היה בין פרי שהובחל ב-2 ח"מ לבין פרי ביקורת ששהה באותם התנאים אך ללא אתילן. אהרוני ולטר מצאו (1), שאתילן בריכוז של 5 ח"מ ויותר גרם לשינוי בצבע קליפת הטבוריים. לעומת זאת ריכוז של עד

4 ח"מ לא השפיע על צבע הפרי, אולם גרם לזירוז בעוצמת הנשימה שלו. גם במחקרים אחרים נמצא שעליית ריכוז האתילן מ-5 ועד 50 ח"מ אינה גורמת להתקדמות בצבע הפרי (11, 12, 15). הבחלה בריכוזי האתילן הנ"ל לא גרמה להבדלים גדולים בהפסד משקל הפרי; ההבדל בהפסד במשקל בין הטיפולים השונים נע בכ-1% בלבד. לעומת זאת, שיעור העוקצים הירוקים שנספרו בפרי 10 ימים לאחר ההבחלה היה גדול יותר בפרי שהובחל בריכוז אתילן קטן יותר: בהבחלה עם ריכוזי אתילן 2, 5 ו-10 ח"מ — 65%, 38% ו-29% במקביל. שיעור העוקצים הירוקים שנותרו אחרי חודש מההבחלה, בפרי שהובחל עם 2 ח"מ אתילן, היה 5% בלבד. בפרי שהובחל עם אתילן בריכוז גבוה יותר היו כל העוקצים יבשים, ובפרי שלא הובחל היו 48% עם עוקצים ירוקים.

יש לציין שבכל הניסויים לא הופיעו כתמי שמן או פגמים אחרים בקליפת הפרי המובחל, ולא התפתחו כל רקבונות. גם בניסויים הראשונים, ב-1957/8 שנעשו בהבחלת פירות הדר בישראל (3) ובניסויים מאוחרים יותר (2) נמסר, שבאף מקרה לא גרם הטיפול באתילן כל נזק לקליפת הטבורי.

1. התקדמות הצבע בטבורי המובחל בריכוזים שונים של אתילן



הבחלה בטמפרטורה נמוכה — 20 מ"צ. לדוגמה: 5 ימים מהתחלת ההבחלה הפסיד הפרי שהיה ב-100% לחות יחסית, 1.75% ממשקלו ההתחלתי בטמפרטורה גבוהה ו-1.0% בטמפרטורה נמוכה (ציור 3); וב-80%—85% לחות יחסית, 2.5% לעומת 1.25% במקביל (ציור 4). התייבשות העוקצים בפרי המובחל היתה מהירה יותר בטמפרטורה גבוהה מאשר בטמפרטורה נמוכה. אך לאחר חודש מהבחלה כמעט כל העוקצים בפרי המובחל היו יבשים.

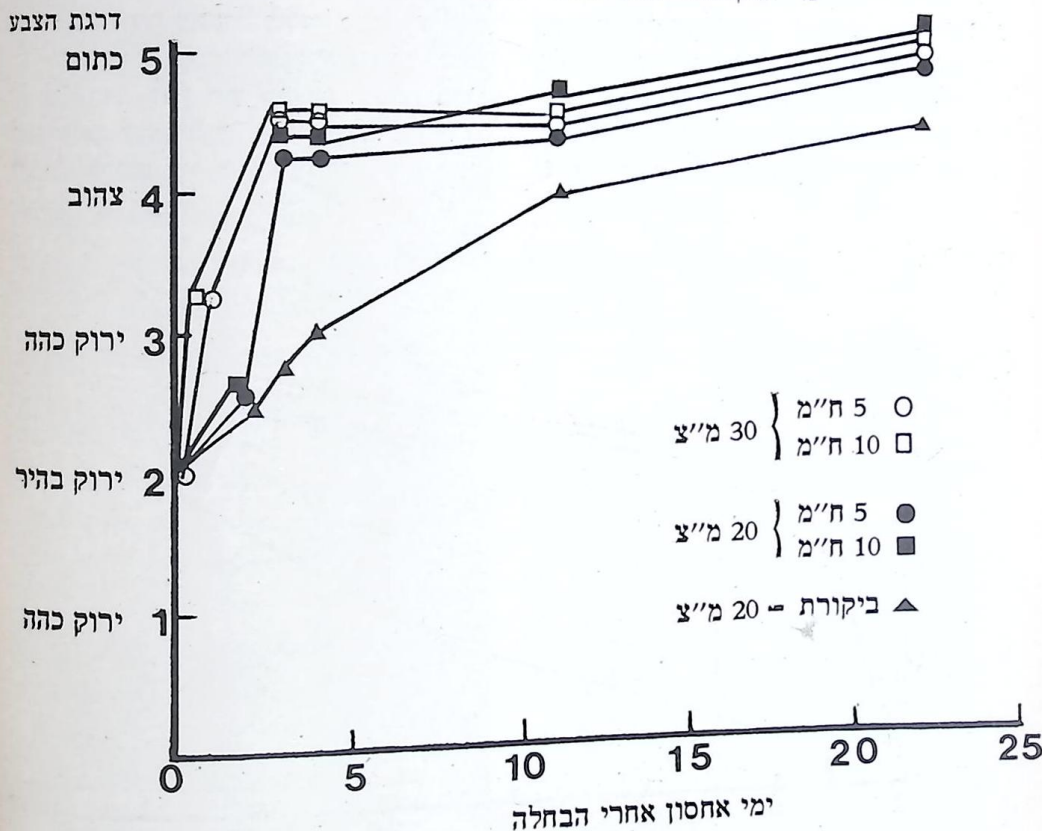
בניסויים אלה, בהם בדקנו הבחלה בטמפרטורות שונות, לא הופיעו בפרי כתמי שמן ולא התפתחו רקבונות.

השפעת הלחות היחסית: כאשר הלחות היחסית בעת ההבחלה היתה 80%—85% או קרוב ל-100%, הגיע הפרי המובחל לצבע צהוב. לפ-

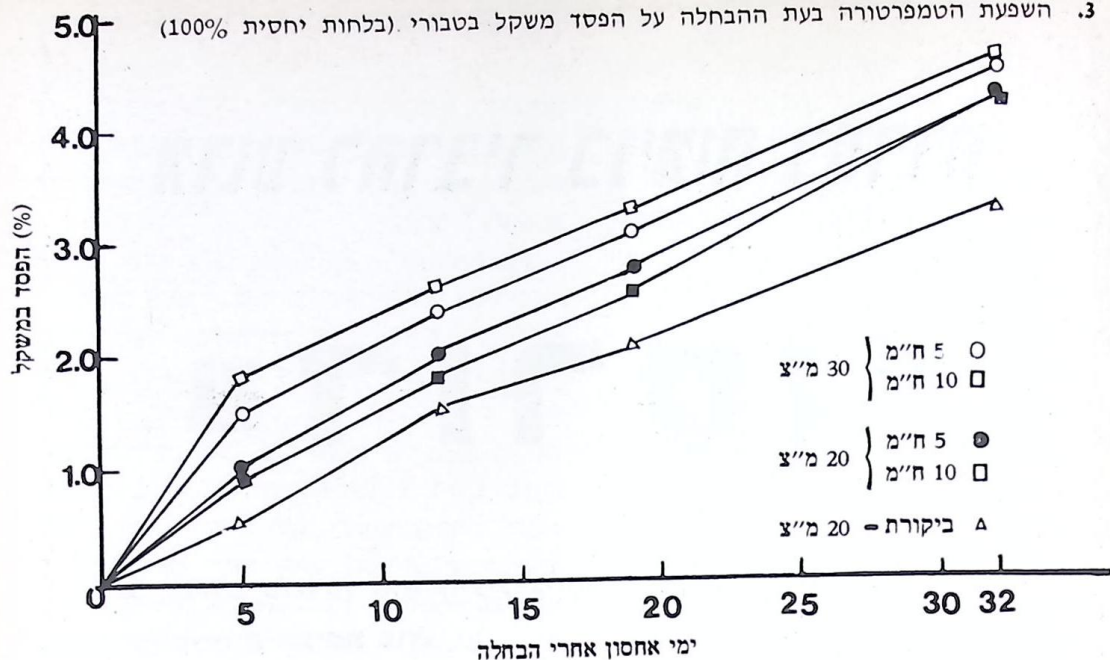
השפעת הטמפרטורה: הבחלת ת"ז טבורי בטמפרטורה 30 מ"צ זרזה במידת-מה את התפתחות הצבע בפירות, מאשר הבחלה בטמפרטורה 20 מ"צ (ציור 2): ב-24 שעות ההבחלה הראשונות השתנה הצבע של הפרי, שהיה בטמפרטורה 30 מ"צ, לצהוב, לעומת הפרי שהיה בטמפרטורה 20 מ"צ שנשאר ירוק. ההבדל בהתקדמות הצבע הצטמצם בתום ההבחלה, אך במשך כל זמן האית"סון ניתן היה להבחין בין פירות שהובחלו בשתי הטמפרטורות. השפעת הטמפרטורה התבלטה בהבחלה עם ריכוז אתילן שונה, 5 ו-10 ח"מ, וכן בלחות יחסית שונה, 80%—85% ו-100% (ציור 2). תוצאות דומות נמצאו בהבחלת תפוזי Ham (13) lin.

הבחלה בטמפרטורה גבוהה, 30 מ"צ, גרמה לשיעור גדול יותר של הפסד משקל בפרי מאשר

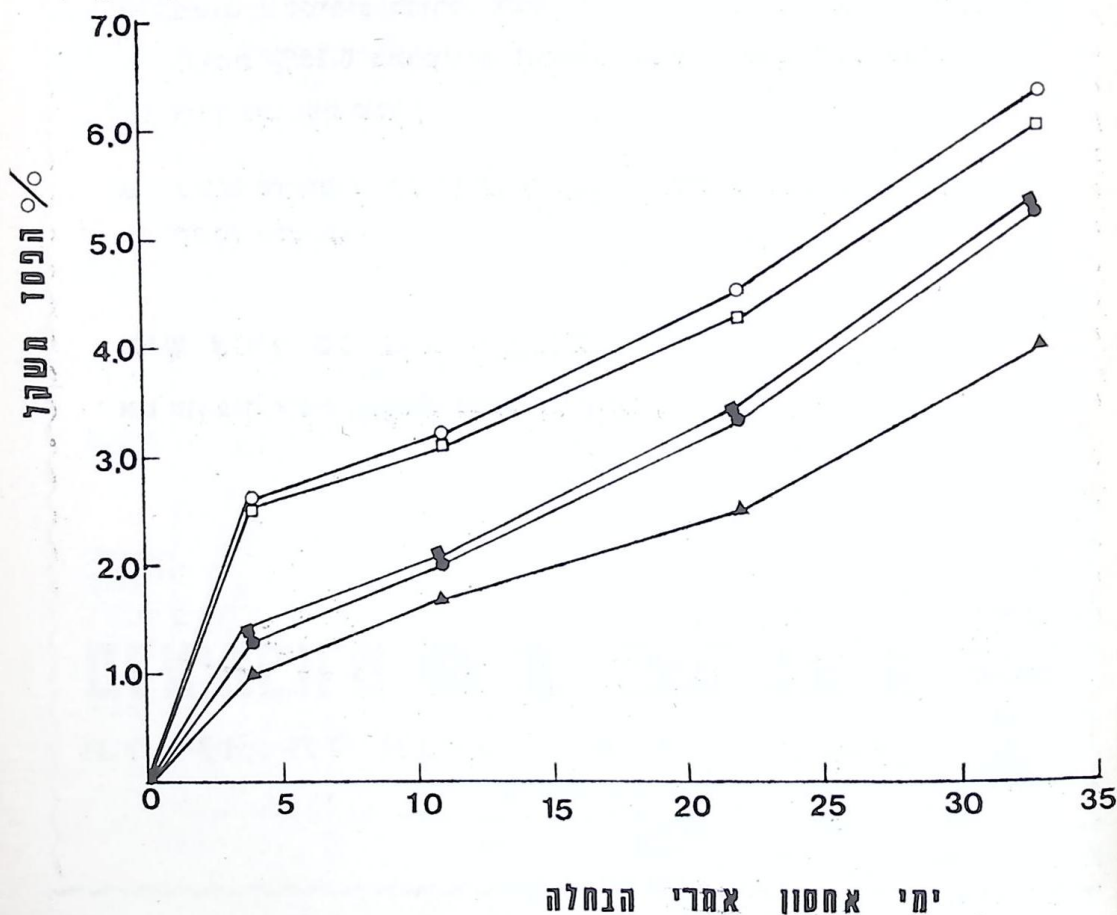
2. התקדמות הצבע בטבורי המובחל בטמפרטורה שונה



3. השפעת הטמפרטורה בעת ההבחלה על הפסד משקל בטבורי (בלחות יחסית 100%)



4. השפעת הטמפרטורה בעת ההבחלה על הפסד משקל בטבורי (בלחות יחסית 80%—85%)



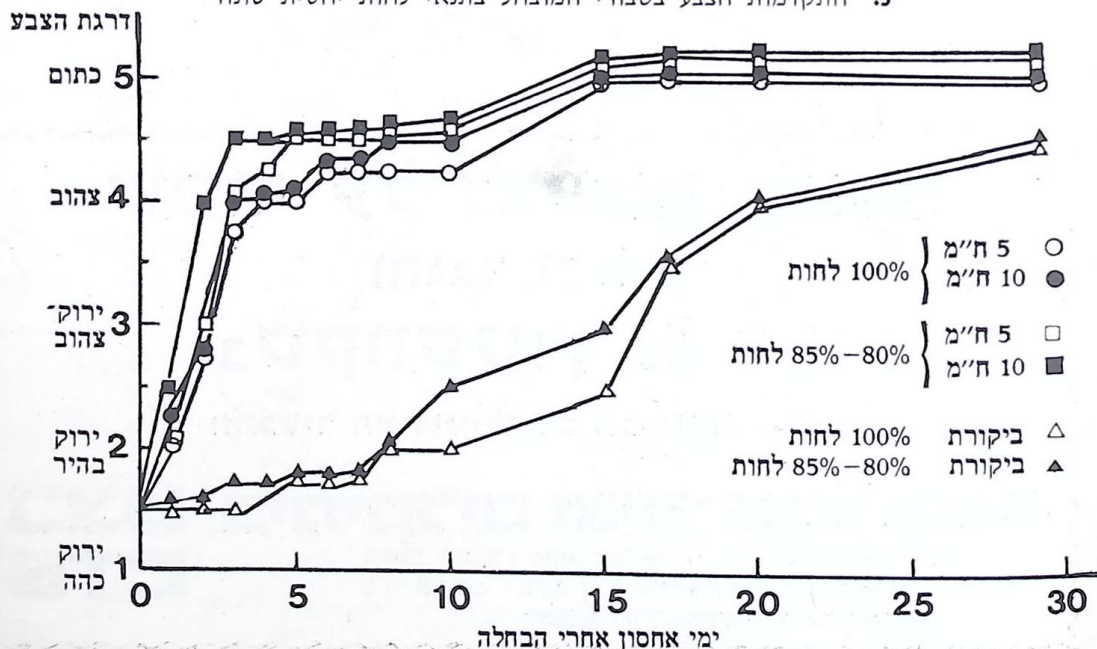


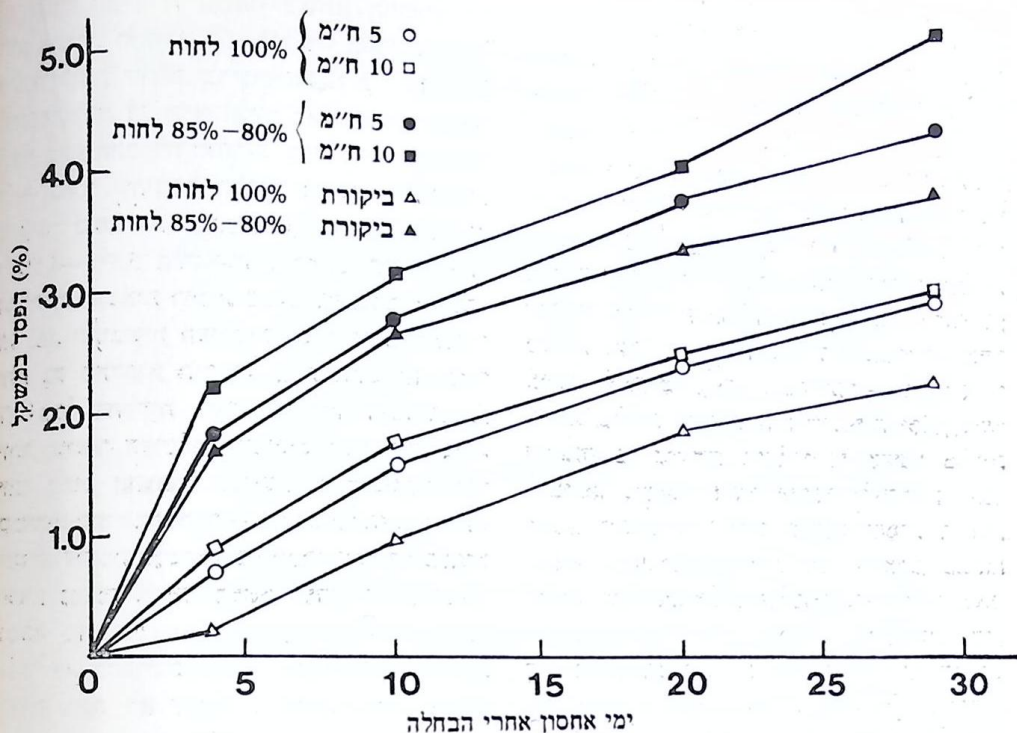
הבחלה בתנאי לחויות שונות לא הביאה להופעת כתמי שמן בפרי. יש לזכור שהקטיף בכל הניסויים היה זהיר במיוחד; יתכן והסיבה לאי הופעת „מכות קטיף“ בפרי המובחל קשורה בטיב הקטיף עצמו (8). בפירות מכל הניסויים לא התפתח ריקבון.

Hopkins & McCornack (14) מצאו בתפוזי ולנסיה מובחלים באתילן, שיעור גבוה מאוד של התמוטטות קליפת הפרי ע"י העוקץ, העלול להגדיל את שיעור הריקבון וזאת כאשר הלחות היחסית בחדר ההבחלה היתה נמוכה, כ-74%; לעומת זאת, לא נראה שום נזק בפרי שהובחל בתנאי לחות של 95%. נוסף לכך — בפרי אשר הובחל בלחות הנמוכה, היה שיעור הריקבון אשר התפתח פי שלושה גדול יותר מאשר בלחות הגבוהה. במחקר אשר פורסם לאחרונה (10) מובא, שהבחלת תפוזים בלחות יחסית גבוהה, 90%—96%. ובטמפרטורה של 30 מ"צ, מביאה לזירוז של התפתחות הליגנין בפלבדו הפצוע, וכתוצאה מזה להגדלת פצעים. הפירות הפצועים היו פחות רגישים להדבקה ע"י גורם העובש *Penicillium digitatum*. הבחלה בלחות יחסית נמוכה של כ-75% בטמפרטורה של 30 מ"צ לא הביאה לליגניפיקציה במקום הפצעים ויתכן שזאת

עמים פיתח הפרי צבע כתום יותר כאשר ההבחלה נעשתה בלחות הנמוכה. תוצאה זו מצאנו גם בפרי הביקורת ששהה באותם התנאים אך ללא אתילן. תוצאות אלו נתקבלו בפרי שהובחל בתנאי לחות שונים, בריכוז אתילן 5 ו-10 ח"מ, ובטמפרטורה 25 מ"צ (ציור 5). ההפסד במשקל הפרי בעת ההבחלה ואחריה, בחיי מדף, היה גדול יותר בפרי שהובחל בלחות נמוכה (ציור 6): כ-2% בהשוואה ל-0.75% בתום ההבחלה, ו-4.5%—5.5% בהשוואה ל-3.0% חודש לאחר ההבחלה. תוצאות דומות מצאנו גם בשמוטי מובחל (6). התבישות העוקצים בפרי המובחל הושפעה גם מהלחות היחסית בעת ההבחלה (ציור 7): ככל שהלחות בעת ההבחלה היתה גבוהה יותר, שיעור העוקצים הירוקים בפרי היה גבוה יותר בתום ההבחלה. תופעה זו טושטשה כבר שבועיים אחרי ההבחלה — כמעט כל העוקצים היו יבשים. עוצמת הנשימה של הפרי שהובחל בלחות יחסית נמוכה היתה, במשך חודש ימים כמעט, גבוהה מזו של הפרי שהובחל בלחות גבוהה (ציור 8). בהפרשת אתילן, בפרי מובחל בלחות יחסית שונה, לא קיבלנו אחידות. כמות האתילן שהפרי הפריש בטיפולים שונים נע בין 0.01—0.08 מיקרוליטר/ק"ג/שעה.

5. התקדמות הצבע בטבורי המובחל בתנאי לחות יחסית שונה





6. השפעת הלחות בעת ההבחלה על הפסד משקל בטבורי

שמור על בריאות הצמח

והגבר יבולים

בסקווסטרן  $^{138}\text{Fe}$

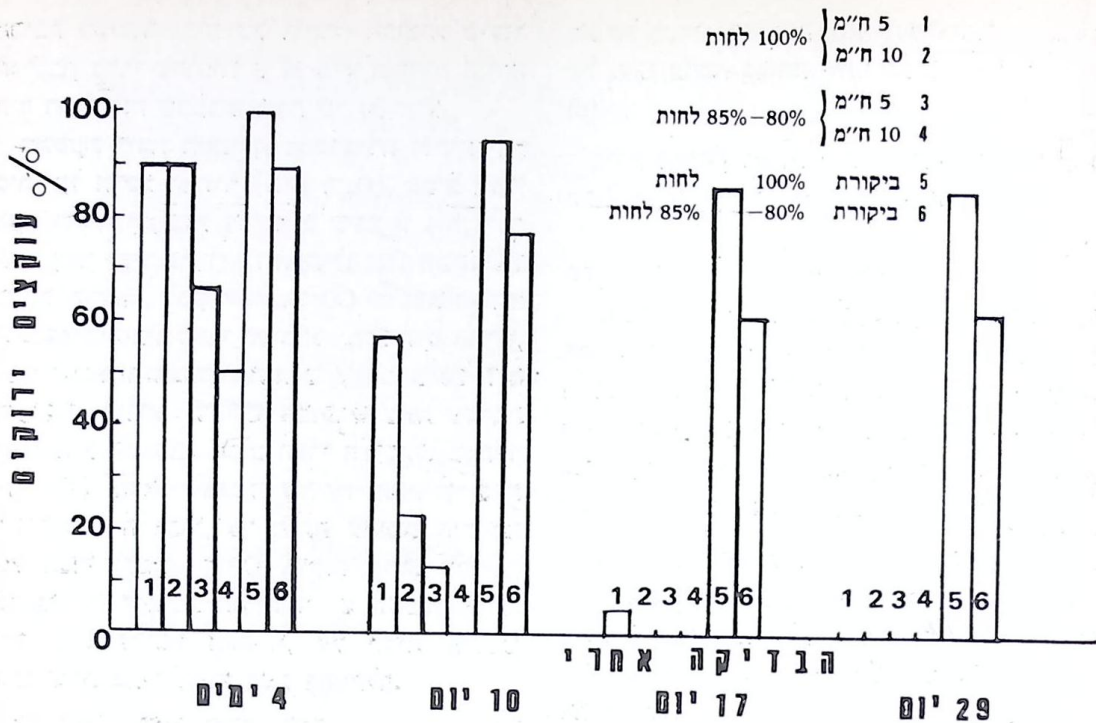
התכשיר האורגינלי של חב' סיבה — גייגי

**כצט CTS כימיקלים וציוד טכני בע"מ**

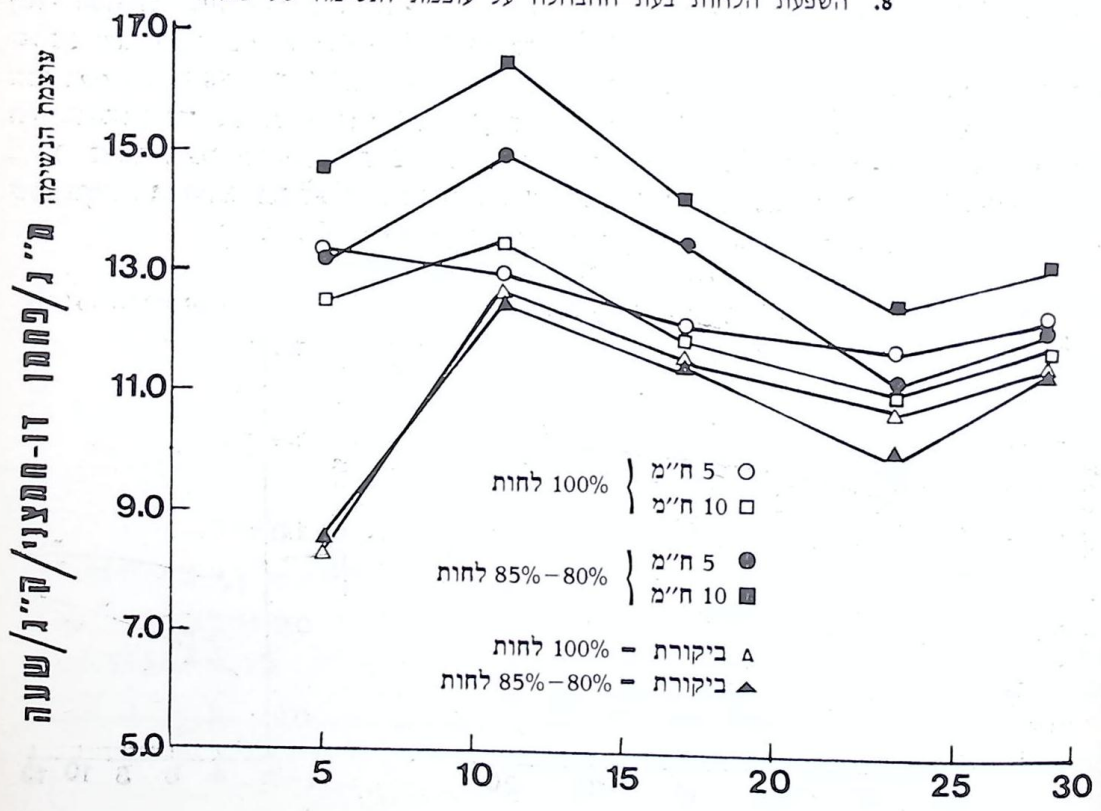
משרד ראשי: מקוה ישראל 17, פל. 622522, תל-אביב

סניפים: חיפה, דרך העצמאות 104, פל. 523610

ירושלים, רח' ההסתדרות 22, פל. 226612



7. השפעת הלחות בעת ההבחלה על שיעור העוקצים הירוקים של טבורי  
8. השפעת הלחות בעת ההבחלה על עוצמת הנשימה של טבורי





מה של הפרי, וכתוצאה מזה להפרשה ולהצטברות של  $CO_2$  ברמה גבוהה יותר סביב הפרי המובחל (6).

ריכוז החמצן באוויר סביב הפרי המובחל בכל התנאים הנ"ל לא ירד מ-19.4%.

### סיכום תוצאות המחקר

תנאים אופטימאליים להבחלת ת"ז טבורי הם אתילן בריכוז 5 ח"מ, טמפרטורה 20—25 מ"צ ולחות יחסית של קרוב ל-100%. בתנאים אלה הפרי מקבל את הצבע היפה ובד בבד — הזדקנותו, המתבטאת בהפסד משקל, התיבשות עוקצית, נשימה והתפתחות רקבונות היא מינימאלית.

אתילן בריכוז גבוה יותר, וטמפרטורה גבוהה יותר עשויים לגרום לזירוז בהתפתחות הצבע רק בשעות הראשונות של ההבחלה, אשר כמעט ואינו מתבטא בתום ההבחלה, ואילו הפרי מזדקן בקצב רב יותר.

בתנאים מעבדתיים, בהם ביצענו את ההבחלה, כולל קטיף זהיר של הפרי, לא הופיעו כתמי שמן („מכות קטיפ").

התופעה של התפתחות צבע כתום טובה יותר בפרי מובחל בלחות נמוכה מאשר בלחות גבוהה אינה ברורה לנו והיא תיבדק בעתיד. ממחקרים אחרים נמצא, שריכוז גבוה של  $CO_2$ , המצוי

הסיבה לשיעור גבוה של ריקבון העובש. שיעור הריקבון בפרי שהובחל ב-27 מ"צ ובלחות גבוהה היה דומה לזה שבטמפרטורה של 30 מ"צ.

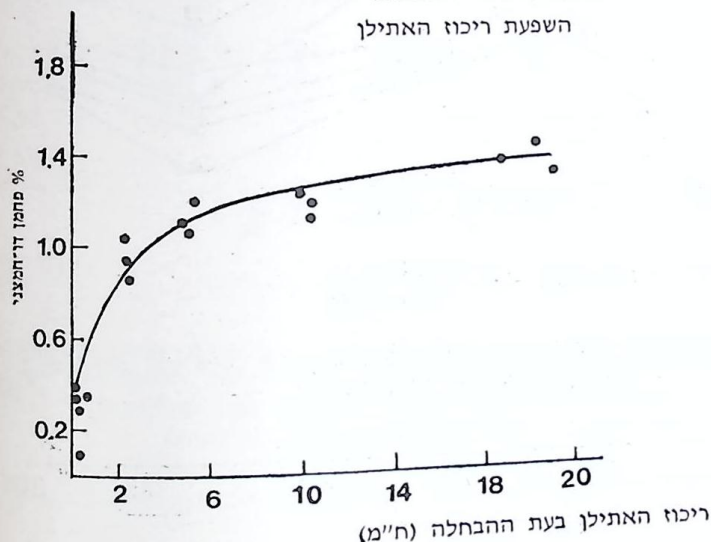
השפעת ריכוז האתילן, טמפרטורה ולחות יחסית, על הרכב האוויר ( $CO_2$  ו- $O_2$ ), סביב הפרי בעת ההבחלה: בכל הניסויים שעשינו ניתן לראות קשר ישיר בין ריכוז האתילן שבו השתמשנו בהבחלת הפרי, לבין ריכוז ה- $CO_2$  שנמצא באוויר (בצננות) סביב הפרי המובחל: ב-2 ח"מ אתילן,  $CO_2$  שבאוויר הצננת היה כ-1.0% וב-20 ח"מ כ-1.4%. כידוע, ה- $CO_2$  המופרש בעת נשימת הפרי הוא המצטבר סביב הפרי המובחל. במחקר אחר (4) מצאנו שכלל שריכוז האתילן בעת ההבחלה היה גבוה, כך היתה עוצמת הנשימה של הפרי ורמת ה- $CO_2$  גבוהה יותר. כמו כן מצאנו (9) שלרמת האוויר יש השפעה קטנה מזו שיש לריכוז האתילן, על כמות ה- $CO_2$  המצטברת סביב הפרי בעת ההבחלה.

כן ניתן לראות קשר ישיר בין הטמפרטורה בעת ההבחלה לבין ריכוז ה- $CO_2$  באוויר סביב הפרי המובחל (ציור 9): בהבחלה בטמפרטורה של 30 מ"צ היה הריכוז של  $CO_2$  — 0.9% ובהבחלה בטמפרטורה 20 מ"צ, 0.6%, כאשר האתילן היה בריכוז אחיד של 10 ח"מ; ו-0.7% לעומת 0.5% כאשר ריכוז האתילן היה 5 ח"מ. ידוע שטמפרטורה גבוהה גורמת לעליה בעוצמת הנשימה

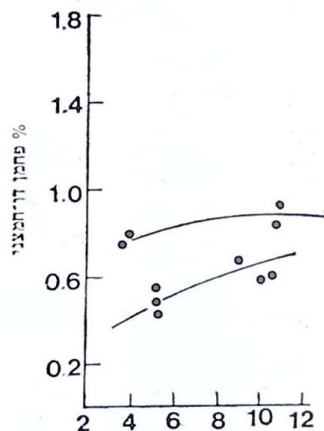
9. השפעת ריכוז האתילן והטמפרטורה בעת ההבחלה על רמת  $CO_2$

המצטברת סביב הפרי המובחל

השפעת ריכוז האתילן



השפעת הטמפרטורה



13. John O. L. Chace, W. G. & Cubbedge, R. H. 1973. Degreening response of "Hamlin" oranges in relation to temperature, ethylene concentration and fruit maturing. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 177—181.

14. Hopkins, E. F. & McCornack, A. A. 1960. Effect of delayed handling and other factors on rind breakdown and decay in oranges. Proc. Fla. St. Hort. Sci. 73 : 263—268.

15. Grierson, W. & Newhall, W. F. 1960. Degreening of citrus fruits. Fla. Agr. Exp. Sta. Bul. 620.

# קילוואל

תכשיר סיסטמי

להדברה ממושכת  
של כנימות-העלה  
במטע הפקאן



מדביר ביעילות כנימות עלה  
החסונות לתכשירים  
מקובלים אחרים



פרטים והדגמה:  
אחים מילצ'ן בע"מ  
המחלקה החקלאית  
ת"א, קרליבך 29, טל': 285282-4

באווירה סביב הפירות המובחלים, בהבחלה ברי-  
כוז אתילון גבוה או בטמפרטורה גבוהה, לא מש-  
פיע על ההבחלה עצמה, כאשר ריכוז החמצן  
באוויר הוא מעל ל-15% — ריכוז החמצן הנמצא  
בחדרי הבחלה מסחריים כמעט בכל תנאי האוויר-  
רור (4, 9).

## רשימת ספרות

1. אהרוני, י., לטר פ"ש, 1963. השפעת אתילון על  
צבע הקליפה של תפוזים טבוריים (נבל). מכון וולקני  
לחקר החקלאות. סקירה מס' 426.

2. אהרוני, י., וקס, י., לטר, פ"ש, 1965. ניסויים  
בהבחלת תפוזים, בתחילת עונת הקטיפה תשכ"ג  
1962/63. מכון וולקני לחקר החקלאות. סקירה מס'  
502.

3. גוטר, י., 1957. ניסויים בהבחלת פירות הדר  
בישראל. התחנה לחקר החקלאות. סקירה מס' 225.

4. כהן, א. 1973. ריכוז האתילון הרצוי בהבחלת  
פרי שמוטי. עלון הנוטע כ"ז : 99—103.

5. כהן, א. 1973. השפעת משך ההבחלה על טיב  
הפרי. עלון הנוטע כ"ז : 105—107.

6. כהן, א. 1973. השפעת הטמפרטורה והלחות  
היחסית על הבחלת שמוטי. עלון הנוטע כ"ז : 109—115.

7. כהן, א. 1973. השפעת הרכב האוויר ורמת  
האווירור על הבחלת הפרי. עלון הנוטע כ"ז : 115—  
122.

8. כהן, א. 1976. גורמים בפרדס ולאחר הקטיפה  
העלולים לגרום להתפתחות כתמי שמן בתפוזים טבו-  
ריים (נבל) בהבחלה, עלון הנוטע ל"א, 1 עמ' 39.

9. כהן, א. 1976. פחמן דו-חמצני, האם מפריע  
להתקדמות צבע הפירות בעת ההבחלה ? ומה התנאים  
המשפיעים על הצטברותו בחדר (בהכנה לפרסום).

10. Brown, G. L. 1973. Development of  
green mold in degreened oranges. Phy-  
topathology 63 : 1104—1107.

11. Clark, C. K. 1942. Coloring room  
studies. Fla. Agr. Exp. Sta. Ann. Rept.  
1941—1942 : 155—156.

12. Denny F. E. 1924. Effect of ethylene  
upon the respiration of lemon. Bot. Goz.  
77 : 322—328.