

# עצי פרי וגבן

## השפעת הטמפרטורה על גידול ויצירת חומר יבש באבוקדו\*

ע. להב\*\*, ט. טרוכוליאס\*\*\*

### תקציר

שתילי האס ופוארטה מורכבים גודלו משך 81 יום כחדרי גידול בטמפרטורות לילה/יום של 17/10, 21/14, 25/18, 29/22, 33/26, 37/30 מ"צ. קוטר הגזע, אורך הענפים, מספר העלים ושטחם וגובה השתיל היו כולם גבוהים יותר בתחום הטמפרטורות מ-21/14 עד 33/26 מ"צ מאשר בהשפעת טמפרטורות של 17/10 ו-37/30, שהגבילו את הגידול בשני הזנים.

צבירת חומר יבש בון פוארטה היתה מירבית בטמפרטורות 25/18 בעוד הזן האס הושפע פחות מטמפרטורות קיצוניות. טמפרטורות גבוהות הביאו לצבירה מירבית של חומר יבש בעלים ואילו בטמפרטורות נמוכות היתה הצבירה בשורשים. טמפרטורות של 37/30 מ"צ הקטינו את גידול השורשים ואת צבירת החומר היבש בהם בשיעור 60%-70% בהשוואה למשטרי הטמפרטורה האחרים.

בתנאי טמפרטורה גבוהה רצוי לפיכך לנקוט באמצעים לקירור הקרקע. שתילי הזן פוארטה הושפעו במידה רבה מהטמפרטורות הקיצוניות בהשוואה לשתילי הזן האס. לפיכך ניתן לצפות

שמבחינת הגידול וצבירת החומר היבש, מתאים יותר הזן האס לגידול באיזורי גידול שוליים. ירידת הטמפרטורה הביאה לצבע אדום עז יותר בבלוב שתילי האבוקדו.

### הקדמה

מולדת האבוקדו באיזורים הסובטרופיים של מרכז אמריקה (20°). שם גדל האבוקדו עד גובה של 2,500 מ'. מסחרית משתרע הגידול עד קו רוחב 35°. הרחבת נטיעות האבוקדו בעשור האחרון הביאה לנטיעתו באיזורי גידול שוליים, בהם הוא נתון להשפעות קיצוניות של טמפרטורות יומיות ועונתיות. הנטיעה באיזורים קרירים משפיעה על גידול איטי של העץ. ההשפעה של טמפרטורות גבוהות על עץ האבוקדו לא ידועה.

למרות גידולו של האבוקדו באיזורי אקלים קיצוניים, בוצעו עד כה רק שני מחקרים העוסקים בהשפעת משטרי טמפרטורה על גידול העץ. בשנת 1939 גידל האס (6) זריעי פואבלה ב-5 משטרים של טמפרטורת שורש (10-38 מ"צ). מירב החומר היבש נמצא בעלים ובגזע בטמפרטורות שורש של 31 מ"צ. גידול השורש המירבי היה ב-24 מ"צ. יוסוף (11) בדק אף הוא גידול של זריעים מכסיקניים. הגידול המירבי נמצא בטמפרטורות 21-27 מ"צ. ב-32 מ"צ היתה הפחתה בגידול והזריעים היו קטנים ובעלי נוף רחב. מטרת העבודה הנוכחית לקבוע השפעת תחום רחב של טמפרטורות על גידול וצבירת חומר יבש של שני הזנים העיקריים בארץ - האס ופוארטה.

\* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1981, מס' 1089.

\*\* המח' למטעים סובטרופיים, מינהל המחקר החקלאי.  
\*\*\* תחנת הניסויים לפירות טרופיים, אלסטנוויל, אוסטרליה.

## נתונים ושיטות

שתילים מורכבים בני 8 חודשים גודלו משך 81 יום במיכלי 5 ליטר בחדרי גידול. מקור הרכב והזרעים (גוואטמאליים) לשני הזנים היה אחיד. שתילי הפוארטה גודלו על מצע חול-כבול-פוליסטירן מוקצף ואילו שתילי ההאס על מצע נסורת-קרקע. חדרי הגידול הוארו באור השמש מדי יום כ-12½ שעות. 3 שתילים הוכנסו לכל חדר. משטרי הטמפרטורות לילה/יום היו כלהלן: 17/10, 21/14, 25/18, 29/22, 33/26, 37/30. כל שתיל הושקה מדי יום בליטר מי ברז ודושן פעמיים בשבוע ב-1 גר' אמן חנקתי נוזלי. לא ניתנו דשנים נוספים.

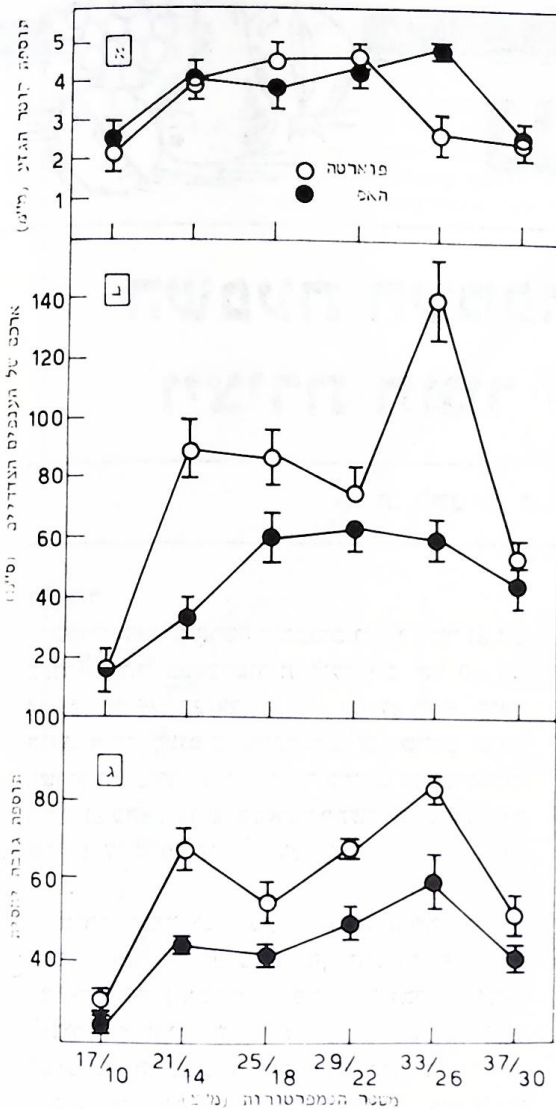
בתחילת הניסוי נדגמו 4 שתילים מכל זן. נרשמו המדדים הבאים: קוטר וגובה הגזע, מספר ואורך הענפים הצדדיים ומשקל טרי ויבש של השורשים, הגזע והעלים. עם סיום הניסוי נדגמו כנ"ל כל השתילים. כן נרשם מספר העלים שלכלבו משך הניסוי, נמדד עובי העלה במיקרומטר ושטחו בפלנימטר אלקטרוני. גובה הגזע נמדד מדי שבוע. חושב הגידול היחסי והיחס משקל:גובה. עוצמת הצבע האדום של הלבולב הוערכה בעזרת מגדיר צבעים (7).

## תוצאות

בתחילת הניסוי היו שתילי הפוארטה גדולים בשיעור ניכר (סה"כ חומר יבש 29 גר'/שתיל) בהשוואה לשתילי ההאס (13 גר'). הבדל זה נשמר משך כל הניסוי.

מדדי גידול הנוף הראו גידול מירבי בתחום הטמפרטורות 21/14–33/26 מ"צ. שני משטרי הטמפרטורות הקיצוניים 17/10 ו-37/30 מ"צ עכבו גידול בשני הזנים. קוטר הגזע (ציור 1א'), אורך הענפים הצדדיים – המייצג גם את מספר הענפים הצדדיים (ציור 1ב') והגידול היחסי בגובה (ציור 1ג') היו כולם גדולים יותר בטווח הטמפרטורות 21/14–33/26 מ"צ מאשר בטמפרטורות גבוהות או נמוכות יותר. שיא קוטר הגזע בון פוארטה ושיא אורכם של הענפים הצדדיים בון האס נרשמו בטמפרטורה של 29/22 מ"צ.

בשל מחזורי הצמיחה של האבוקדו לא היתה השפעת הטמפרטורה על גובה שתילים אחידה משך כל הניסוי (ציור 2). לדוגמה, שתילי הפוארטה שגדלו ב-33/26 מ"צ היו גבוהים יותר בתחילת הניסוי ובסופו, מהשתילים שגדלו ב-29/22 מ"צ. היפוכו של

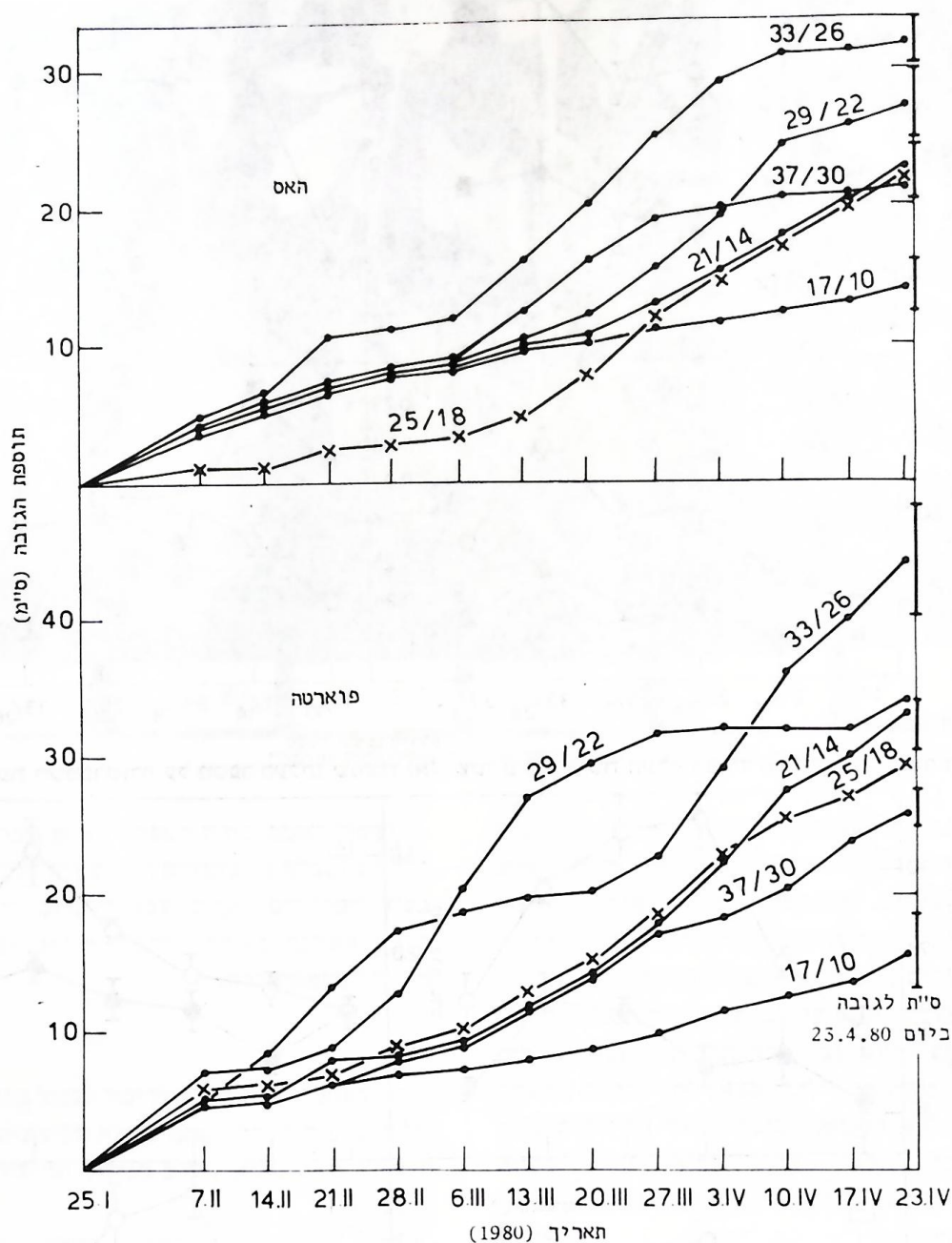


1. השפעת הטמפרטורה על התוספת בקוטר הגזע (א), סה"כ אורך הענפים הצדדיים (ב) ותוספת הגובה היחסית (ג) משך 81 יום.

דבר נמדד מהיום ה-22 ועד ה-54 של מהלך הניסוי. גם בון האס היו לעתים השתילים שגדלו ב-37/30 מ"צ גבוהים יותר מאלה שגדלו ב-29/22 מ"צ.

מספר העלים החדשים (ציור 3א') ושטחם (ציור 3ב') עלה עם העליה בטמפרטורה עד 33/26 מ"צ. שטחו של העלה הבודד בשתילים שגודלו ב-37/30 מ"צ היה קטן בשיעור ניכר (ציור 3 ג') בהשוואה לשתילים האחרים. עובדה זו הביאה להקטנה



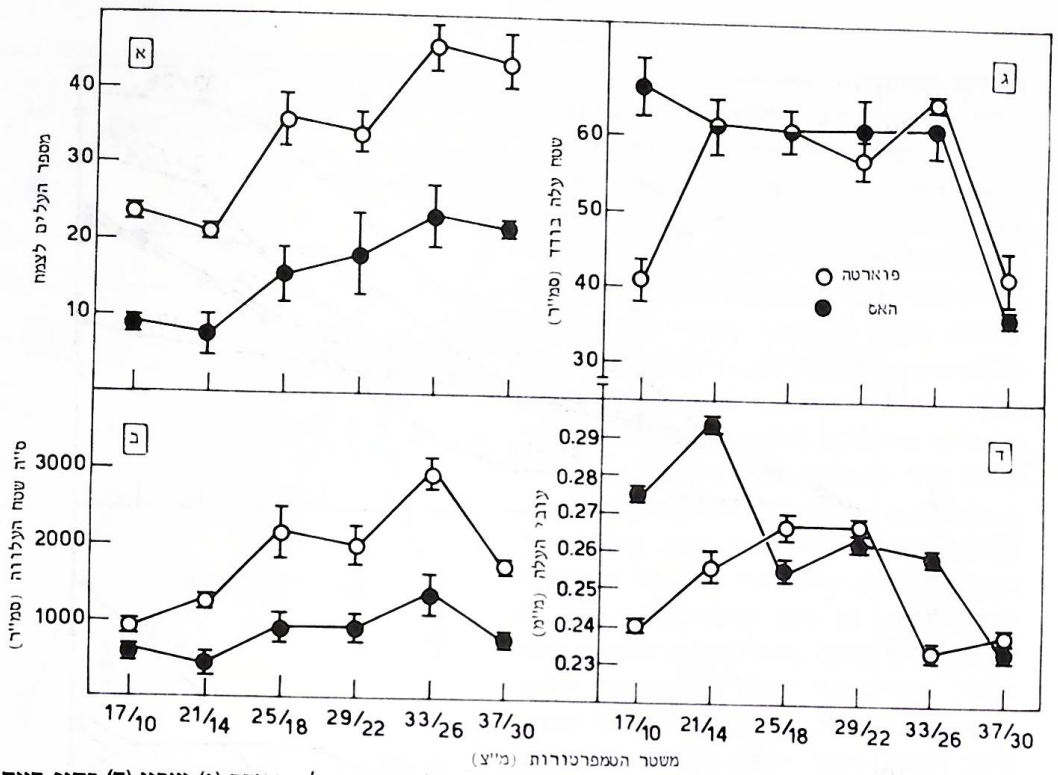


2. השפעת הטמפרטורה על הגידול המצטבר בגובה שתילי האבוקדו במשך 81 יום.

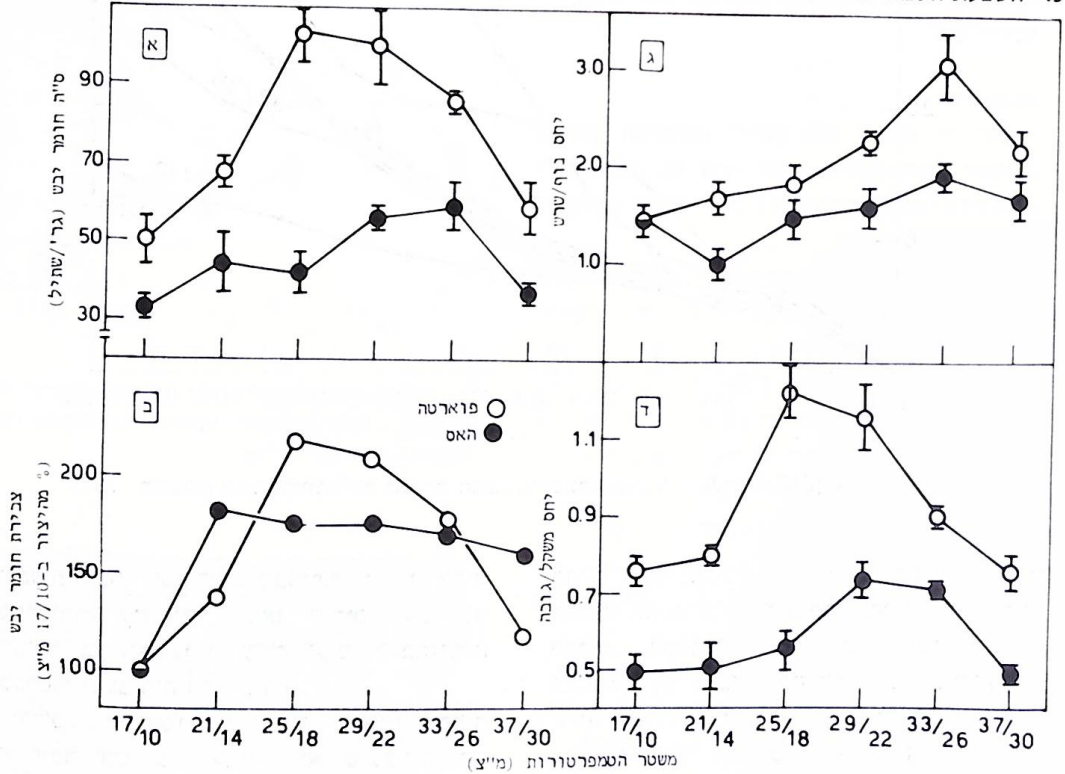
בחלקי הצמח השונים (ציור 5) מראה כי באופן יחסי הביאה הטמפרטורה הגבוהה לצבירת חומר יבש בעלים. בטמפרטורה בינונית היתה הצבירה בגבעולים ואילו בתנאי גידול של טמפרטורה נמוכה היתה הצבירה בשורשים. כן ניתן לראות כי בשתילי פוארטה שגדלו ב-33/26 מ"צ נמצאו כמעט 50% מהחומר היבש בעלים ורק 19% בשורשים. הערכים המקבילים בשתילים שגדלו ב-21/14 מ"צ היו 37%

משמעותית בסך שטח העלווה בטיפול זה (ציור 3ב'). טמפרטורות קיצוניות הביאו לעלים דקים בון פוארטה. בון האס נוצרו עלים דקים רק בהשפעת טמפרטורות גבוהות (ציור 3ד').

סה"כ צבירת חומר יבש (ציור 4א') וצבירה יחסית של חומר יבש (ציור 4ב') מתוארים כעקום שיא (25/18 מ"צ) בון פוארטה. בון האס השפעת הטמפרטורה יותר מתונה. התפלגות החומר היבש



3. השפעת הטמפרטורה על מספר העלים שנוצרו (א), שטחים (ב), שטח העלה הבודד (ג) ועביו (ד) בסוף הניסוי.



4. השפעת הטמפרטורה על סה"כ משקל יבש (א), ייצור יחסי של חומר יבש (ב), יחס נוף: שורש (ג) ויחסי המשקל לגובה בסוף הניסוי.





צילום 1. הקטנה בגידול שורשי הזן פוארטה כתוצאה מטמפרטורות גבוהות.

משטרי הטמפרטורה השפיעו באופן ניכר על צבע הלבלו (טבלה 1). בחדרים החמים היה הלבלו ירוק בעוד שבחדרים הקרים צבע הלבלו היה אדום. הצבע השתנה באורח הדרגתי מירוק לאדום עם הירידה בטמפרטורה.

### דיון

התוצאות הראו שהאבוקדו יכול לגדול בתחום רחב של טמפרטורות. רק בטמפרטורות הקיצוניות 17/10 ו-37/30 מ"צ נמצא עיכוב בגידול ובייצור החומר היבש.

שני המחקרים שעסקו בעבר בהשפעת הטמפרטורה על גידול האבוקדו התייחסו לזרעים מכסיקניים (11,6). העבודה הנוכחית עוסקת לראשונה בשתילים מורכבים של שני זני האבוקדו הנפוצים ביותר בעולם – פוארטה והאס. יתרה מזאת, הגזע המכסיקני ידוע בעמידותו היחסית לקור בעוד שני הזנים שנבחנו רגישים יותר.

עדיין אין תשובה חד-משמעית לגבי הטמפרטורה הקריטית לגידול האבוקדו. גידול הנוף האיטי באביב המוקדם יוחס תמיד לתמותת השורשים בעקבות הטמפרטורות הנמוכות בחורף. גם הטמפרטורה

ו-33%. בשתילי הזן האס שגודלו ב-21/14 מ"צ הגיע אחוז החומר היבש בשורשים ל-42% לעומת 26% בלבד בעלים. ההגבלה בגידול השורש ובייצור החומר היבש בהשפעת הטמפרטורות הגבוהות נראית גם בצילום 1 וביחס נוף/שורש (ציור 4').

הטיפולים השפיעו גם על גידולם של הענפים הצדדיים (ציור 1') ועל הגידול לגובה (ציורים 2, 1'). גובה השתילים נמצא יחסי לסה"כ המשקל היבש. יחס המשקל לגובה (ציור 4') היה נמוך בהשפעת הקור והחום והיה גבוה בטווח 33/26–29/22 בזן פוארטה ובטווח 29/22–25/18 בזן האס.

טבלה 1: השפעת הטמפרטורה על צבע הלבלו (7).

הטמפרטורה	פוארטה	האס
17/10	8-L-6	8-L-4
21/14	16-A-12	8-L-6
25/18	15-H-8	8-L-9
29/22	15-L-4	16-E-8
33/26	22-L-7	15-L-11
37/30	22-L-5	22-L-5

האופטימלית לחידוש גידול השורשים באביב אינה ידועה. בעבודתנו מצאנו שגידול שורש וצבירת חומר יבש רבים יותר מתקבלים בתנאים של גידול בקור בהשוואה לגידול בחום. יתרה מזאת, נראה ששורשים רבים מתו בהשפעת הטמפרטורות הגבוהות.

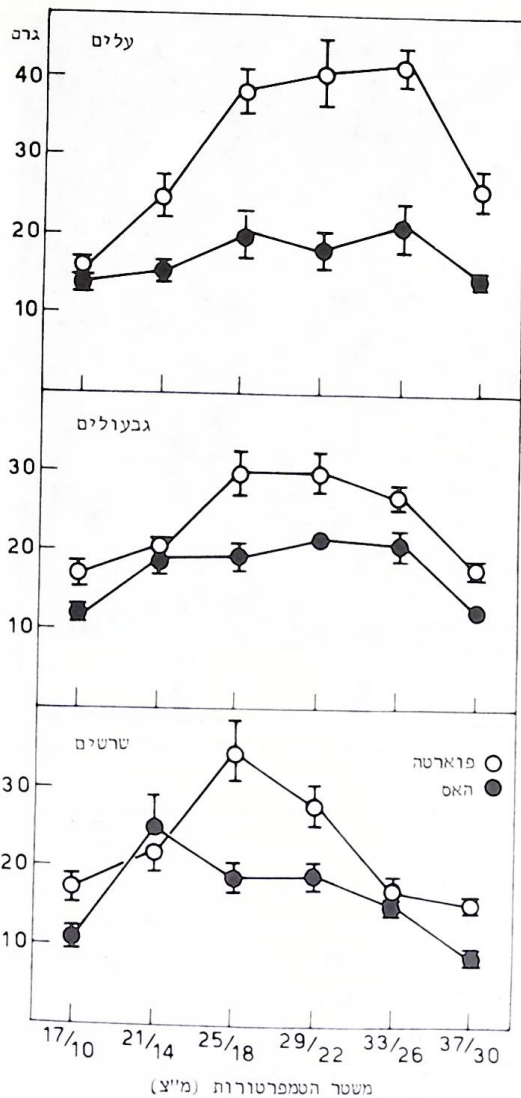
מכאן ניתן להניח שפעילות השורשים במטע מתחילה מוקדם יחסית באביב. הטמפרטורה האופטימלית לגידול שורשי הזן האס היתה 21/14 מ"צ ואילו בזן פוארטה 25/18 מ"צ. טמפרטורות אלה שוררות באביב המוקדם באיזורי גידול סובטרופיים רבים בעולם.

השוואה בין הטיפול החם ביותר והקר ביותר, מראה יתרון לטיפול החם בכל המדדים למעט צבירת החומר היבש בשורש. מאחר ושורשי האבוקדו נמצאו פעילים בטמפרטורה נמוכה יחסית, נראה שיש לדאוג לאספקת מים ומזונות באביב המוקדם כדי לא לעכב צמיחה ופריחה.

ההשפעה העיקרית של הטמפרטורה הגבוהה התבטאה בהקטנת גידול השורש. הנוף גדל היטב בתחום טמפרטורות רחב כאשר האופטימום בד"כ 33/26 מ"צ. ואולם הטמפרטורה האופטימלית לגידול השורש היתה נמוכה בשיעור ניכר (25/18 או אף 21/14 מ"צ) (ציור 5). מימצא זה מתאים לתוצאותיהם של האס (6) שקיבל ייצור מירבי של חומר יבש בשורשים שגדלו ב-24 מ"צ ושל יוסוף (11) שקבע את התחום האופטימלי ל-21-27 מ"צ. לפיכך גם היחס נוף/שורש השתנה לטובת הנוף בתנאי הגידול החמים (ציור 4').

עצי האבוקדו ידועים במערכת השורשים השטחית שלהם. מאחר שבמקרים רבים מקובל העיבוד הנקי במטע, שכבת הקרקע העליונה, בה מצויים מרבית השורשים עלולה להתחמם במידה ניכרת. טמפרטורה של 41 מ"צ נמדדה בשכבת הקרקע העליונה במטע תפוחים בישראל (3). למרות שחימום הקרקע קטן עם העומק, טמפרטורה מעל 30 מ"צ – שלפי עבודתנו עשויה לעכב גידול השורשים – נמדדת פעמים רבות בעומק בית השורשים.

העובדה כי גידול שורשי אבוקדו מוגבל בהשפעת חום, בעלת השלכות מעשיות רבות. באיזורים חמים, כעמק הירדן, רצוי לדאוג לקירור הקרקע. גידולי ביניים, חיפוי קש וצל עשויים לסייע. כבר הוכח יתרונו של גידול ביניים (בננות) במטע אבוקדו (5). בשטחים בהם איורור הקרקע אינו מהווה מגבלה,



5. השפעת הטמפרטורה על המשקל היבש של שורשים, גבעולים ועלים לאחר 81 ימי גידול.

ניתן לקרר את הקרקע בעזרת ציפוף מירוחי ההשקיה.

טמפרטורה של 20-25 מ"צ אינה אופטימלית רק לגידול שורשי האבוקדו אלא גם לפריחה, צמיחת הנחשון וגידול העובר. טמפרטורות גבוהות יותר אינן מעודדות פריחה וחנטה אלא גידול המתחרה בחנטה (8,2). בעבודתנו מצאנו כי בתנאי טמפרטורה גבוהה, הוקטן סה"כ שטח העלווה (ציור 3') יותר מאשר סה"כ מספר העלים (ציור 3א'). ניתן להנחית,



איפוא, כי בתנאי חום תגדל התחרות בין גידול וגטטיבי לחנטה.

הופעת הצבע האדום בלבול כתוצאה מטמפרטורות נמוכות נמצאה בגידולים אחדים, אך לא באבוקדו. עובדה זו לא נמצאה ע"י יוסוף שטווח הטמפרטורות שלו לא היה רחב מספיק, ולא ע"י האס ששלט בטמפרטורת השורש בלבד (11,6). ידוע כי בתפוחים מביאות הטמפרטורות הגבוהות לפירוק האנטוציאן (10). לעתים משתמשים בצבע הלבול כתכונה להגדרת זני אבוקדו. יש לזכור, איפוא, כי צבע הלבול מושפע ע"י הטמפרטורה.

למרות שמצע ההזנה לשני הזנים היה שונה, שניהם יצרו שתילים חזקים ובריאים. מאחר ששתילי הזן פוארטה היו גדולים יותר מתחילת הניסוי, ניתן להשוות בין שני הזנים רק בעזרת מדדי הגידול היחסיים כגידול היחסי בגובה (ציור ג'), הייצור היחסי של חומר יבש (ציור ב'), יחס נוף/שורש (ציור ג') ויחס משקל/גובה (ציור ד'). שתילי הזן פוארטה הושפעו יותר מהטמפרטורות הקיצוניות מאשר שתילי הזן האס. עלית הטמפרטורה בתחום הנמוך וירידת הטמפרטורה בתחום הגבוה הביאה לתגובות משמעותיות ברוב המדדים בון זה.

למרות שלון האס יותר דם גוואטמלי מאשר לון פוארטה והוא ידוע כרגיש יותר לקור, הוא הראה עמידות רבה יותר בתחום הטמפרטורה הנמוכה. ניתן להסביר זאת ע"י יכולתו לצבור חומר יבש בגבעול ובשורשים בטמפרטורה 21/14 מ"צ בשעה שהצבירה המירבית בון פוארטה היתה רק ב-25/18 מ"צ (ציור 5). כמו כן בהשפעת הטמפרטורות הנמוכות היו עלי הזן פוארטה קטנים ודקים ואילו עלי הזן האס גדולים ועבים (השווה ציור ג' ל-ד').

התאמתו הרבה יותר של הזן האס לחום נראית גם ע"י הטמפרטורה האופטימלית הגבוהה יותר (29/22-33/26 מ"צ) לייצור חומר יבש (ציור א') והיחס משקל/גובה הגבוה יותר בטמפרטורות אלה בהשוואה לון פוארטה (האופטימום 29/22-22/18 מ"צ). ניתן להניח, איפוא, שעונת הגידול של הזן האס עשויה להיות ארוכה יותר בתנאים שוליים בהשוואה לעונת הגידול של הזן פוארטה המושפע יותר ע"י טמפרטורות קיצוניות. הזן האס, שהוא בעל עקומת גידול אופטימלית רחבה יותר, עשוי להתאים טוב

יותר לאיזורי גידול בעלי טמפרטורות קיצוניות. למסקנות דומות הגיעו גם באוסטרליה (9). יש לציין בהקשר זה כי בתנאי הגליל המערבי נמצא הזן האס יעיל יותר בתגובתו למים לגבי ייצור נוף ופרי בהשוואה ליעילותו של הזן פוארטה (4). אולם, העבודה הנוכחית מתיחסת להשפעת הטמפרטורה על גידול וצבירת חומר יבש בלבד ולא להשפעה על החנטה וגידול הפרי.

#### ספרות

1. אופנהיימר ח. (1978). גידול עצי פרי סובטרופיים. הוצאת עם-עובד, ספרית השדה.
2. בירן ד. (1979). נשירת חנטים ועיכוב צימוח אביבי והשפעתם על הפוריות באבוקדו. ע"ג האוניברסיטה העברית; רחובות.
3. כצלסון י., הופמן מ., סנדובסקי נ. (1976). בחינת סוגי מימשק שנים במטע תפוח. כתבים י"ז: 289-301.
4. להב ע., קלמר ד. (1976) בחינת תצורות המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי. עלון הנוסע ל': 629-681.
5. להב ע., זמט ד. (1976). השוואת נטיעת אבוקדו עם בננות או בלעדיהן. עלון הנוסע ל': 464-473.
6. Hass, A.R.C. (1939). Root temperature effects on the growth of walnut and avocado seedlings. Yb. Calif. Avocado Soc. 1939:96-102.
7. Mearz, A. and Paul, R.M. (1963). A Dictionary of color. Mcgraw-Hill Book Co., New York, N.Y.
8. Sedgley, M. (1977). The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in the avocado. J. Hort. Sci. 52:135-141.
9. Sedgley, M. and Annells, C.M. (1981). Flowering and fruit-set response to temperature in the avocado cultivar 'Hass'. Scientia Hort. 14:27-33.
10. Uota, M. (1952). Temperature studies in the development of anthocyanin in McIntosh apples. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 59:231-237.
11. Yusof, I.M., Buchman, D.W. and Gerber, J.F. (1969). The response of avocado and mango to soil temperature. J. Am. Soc. hort. Sci. 94:619-621.

# The effect of temperature on growth and dry matter production of avocado plants

By

E. LAHAV<sup>1</sup> and T. TROCHOULIAS<sup>2</sup>

## Summary

Grafted 'Fuerte' and 'Hass' avocado plants were grown for 81 days in sunlit growth chambers at day/night temperatures of 17/10, 21/14, 25/18, 29/22, 33/26 and 37/30°C. Stem diameter, length of side branches, the number of leaves and their area, and height, were all greater in the 21/14 to 33/26°C temperature range, than at temperatures of 17/10°C and especially 37/30°C, which restricted growth in both cultivars.

High temperatures produced maximal dry matter in the leaves while low temperatures produced it in the roots. Temperatures of 37/30°C reduced root growth and dry matter accumulation by 60—70% as compared with

the optimal treatments. It is suggested that under high temperature conditions measures should be taken to cool the soil.

The 'Fuerte' plants were more affected by temperature extremes than the 'Hass' plants which had a broader range of optimal growth response. Therefore the cv. 'Hass' could be expected to adapt better to extreme temperature conditions.

As temperatures decreased, more red pigment was evident in the young flush of both cultivars.

1. Div. of Subtropical Horticulture, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P. O. B. 6, Bet Dagan, Israel.
2. Tropical Fruit Research Station, P. O. B. 72, Alstonville, N.S.W., 2477 Australia

# סודניט (סודיום ארסניט)

## להדברת מחלת הזרוע המתה בגפנים



פחול בע"מ ערד פלאימפורט בע"מ  
לוחסמבורג כימיקלים  
תל-אביב, ת.ד. 13 טל. 03 336566 מיקוד: 61000

