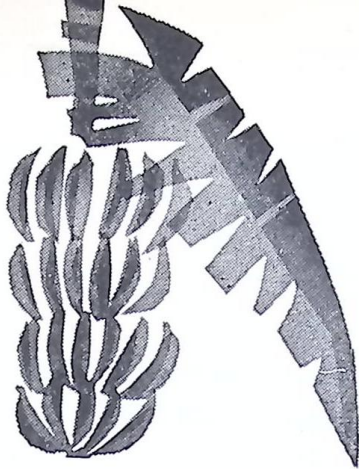


בננות



מ. גוטפריד, מינהל המחקר החקלאי, המח' למטעים סוכרופיים
בניימי ברברו, הפקולטה לחקלאות

נודירות הטמעה ודיות בעלי בננה בתנאי נוטע ובתאגידול

מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, סדרה ה', מס' 1299

של הבננה במציאות החקלאיות, כלומר, בהיותה בתנאים המאפשרים להניב יכול. השתמשנו במכ" שיר מדידה קל ונייד, המאפשר לבצע מדידות רבות במטע. מלבד המדידות במטע, נעשו גם מדידות בתאגידול לשם לימוד ההשפעה של גורמים בודדים על ההטמעה.

גודל עלה הבננה וחלוקתו דורש התאמות מיוחדות של הצידוד, וחלק ניכר של תקופת העבודה הוקדש לתפקיד זה. הנושאים, שתוצאותיהם יובאו להלן, הם, לגבי המטע: עקומה יומית, חלוקת הפעילות על פני כל שטח העלה, והפעילות בצד העליון של העלה לעומת הצד התחתון; ולגבי תאגידול: השפעת הטמפרטורה וריכוז זים שונים של פחמן דו-חמצני.

שיטות וחומרים

המדידות במטע בוצעו בבננה הנמוכה בקבוצת שילר, בחלקה של שנה שנייה, בחודשי יוני עד

ההטמעה (הפוטוסינטזה) מהווה את התהליך שבאמצעותו הצמח בונה את גופו, המורכב ברובו (למעט המים) מחומר אורגני. הפחמן הדו-חמצני שבאוויר נקלט בעלים דרך הפיוניות והופך לסוכר, ואלה מהווים חומרי-יסוד לכל שאר התרכובות האורגניות. עצמת ההטמעה נקבעת, בדרך כלל, ע"י מדידת קליטת פחמן דו-חמצני, ולפעמים ע"י מדידת תוספת החומר היבש. Brun (8) מדד את הטמעת הבננה בנצרים צעירים של הזנים גרוס מיכל וקוונדיש ננס, הנטועים בכלי-גידול קטנים (קוטר 25—30 ס"מ). Aubert (4) מדד את ההטמעה של עלי בננה מנותקים של הזן פויו. שניהם השתמשו בגז אנאלייזר אינפרא-אדום לקביעת קליטת הפחמן הדו-חמצני. שניהם, לפי דבריהם, לא הגיעו למירב היכולת ההטמעתית, ותוצאותיהם המירביות נעו בין 5 עד 9 מג"ר פחמן דו-חמצני לדצימטר מרובע לשעה. מטרנתו היתה ללמוד על הפעילות ההטמעתית

אחת. הדיות בוטאה במג"ר H_2O /דמ"ר/שעה. טמפרטורת העלה נמדדה ע"י טרמיסטור במקום הדגימה. טמפרטורת האוויר נמדדה בטרמיסטור מתחת לעלה הנמדד. האור הלבן נמדד בעזרת לוקסמטר מתוצרת גוסן, וחלקי הספקטרום — כחול, אדום, ואינפרא-אדום — נמדדו בעזרת International Light Photometer IL 150. האלמנט הרגיש לאור הושם על העלה במקום הדגימה.

התוצאות במטע

1. עקומה יומית

שלושה נצרי-אם גדולים, הקרובים זה לזה, לפני ההתמיינות שימשו למדידות אלה, שנעשו ביום 14.9.71 משעה 05.00 עד 18.00. ביום 17.9.71 נערכה מדידה חוזרת משעה 04.50 עד 06.50, אשר אישרה את התוצאות הקודמות, ואלה תוצגנה להלן. משעה 05.00 עד 07.00 נמדד כל אחד משלושת הצמחים כל 10 דקות, אחרי 07.00 כל שעה וחצי בערך, ומשעה 16.00 עד 18.00 עוד שלוש פעמים. מיד בגמר המדידות קיבל המטע את השקייתו. הציור 1 — א, ב, ג, מתאר את התוצאות של שלושת הצמחים. העלים שנמ-דדו הוארו בקרני שמש ישירות מהבוקר עד לצהריים, ואחרי הצהריים היו בצל. בהתאם לכך היו ערכי ההטמעה והדיות גבוהים לפני הצהריים ונמוכים אחרי הצהריים.

האור

בעלות השחר נתקבלו ערכי-לוקס נמוכים עד שעה 06.00, מהצמחים א' וב', ועד שעה 07.00 צמח ג'. עם צאת השמש חלה עלייה תלולה מאוד של עקומת הלוקסים, והיא הגיעה למכסימום של 90,000—100,000 לוקס בשעה 08.30—08.45, ונשארה ברמה זו עד 11.30. אז חלה ירידה תלולה מאוד, אשר נעצרה בשעה 13.00 לגבי הצמחים א' וב', ובשעה 15.00 לגבי צמח ג'. מכאן עד לסוף היום ירדה העקומה באופן איטי.

ההטמעה

העקומות דומות בקווים עיקריים לאלה של עצמת האור. דמיון זה מבליט את התפקיד הראשי

אוקטובר 1971. מטעמי נוחות נבחרו נצרים בגובה 120—140 ס"מ, כולם נצרי-אם. למדידות בתאי-גידול נטעו בהתחלת יולי 1971 ששה עיק-רים, בכלי-גידול פלסטיים של 50 ליטר (אשפטו-נים). הללו גדלו בחוץ, כשהם מוגנים נגד רוח ושמשי ביריעת יוטה דקה, עד יום לפני הכנסתם לתאי-הגידול, כאשר הועברו לסככה בנויה. ביום היכנסם לתאי-הגידול (9.10.71) היו הצמחים בגובה 80—100 ס"מ, ומראיהם בריא ונורמלי. ברוב המדידות במטע נמדד העלה השני, ולפע-מים העלה השלישי. במקרה אחד נמדדו העלה הראשון והעלה הרביעי. במדידות בחדרי הגידול נמדדו העלה השני והשלישי.

פיוניות

לשם קביעת מספרן, גודלן ומצב פתיחתן הוכ-נו תדפיסים של פני שטח העלה באמצעות החומר Duco-Cement. הספירות והמדידות נעשו ב-מיקרוסקופ.

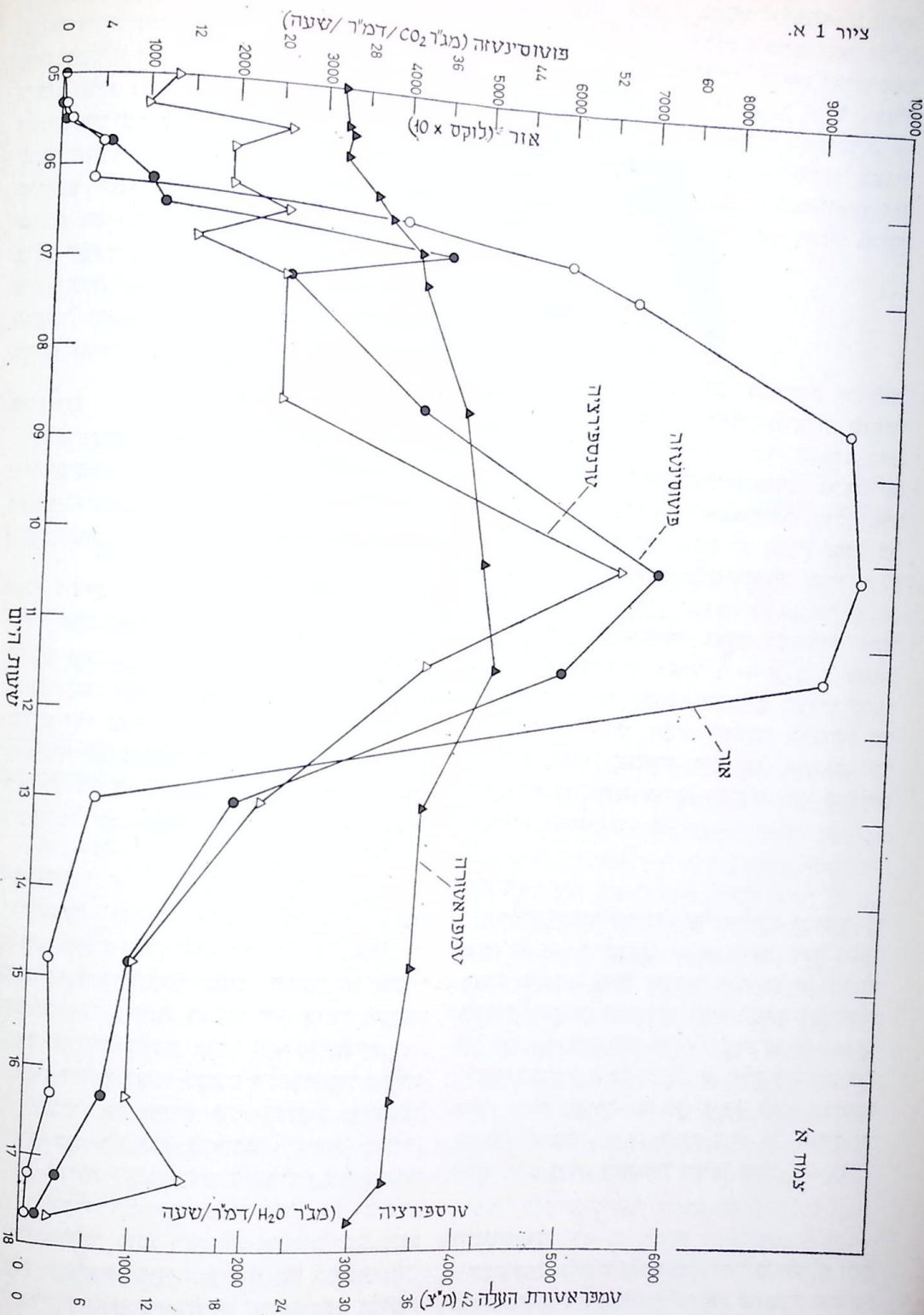
תאי גידול

היו אלה תאים מבוקרים מסוג פרסיבל, שמי-מדיהם $2 \times 1 \times 2$ מ'. בכל אחד משלושה תאים הוכנסו שני צמחים באשפטונים. מנורות פלווא-רסצנט היו מותקנות בתוך התקרה ונפרדות מן התא ע"י שמשה בלתי שקופה. עצמת האור ליד השמשה היתה 20,000 לוקס. הצמחים והרצפה הושקו כל יום. מאווררים דאגו לתנועת האוויר.

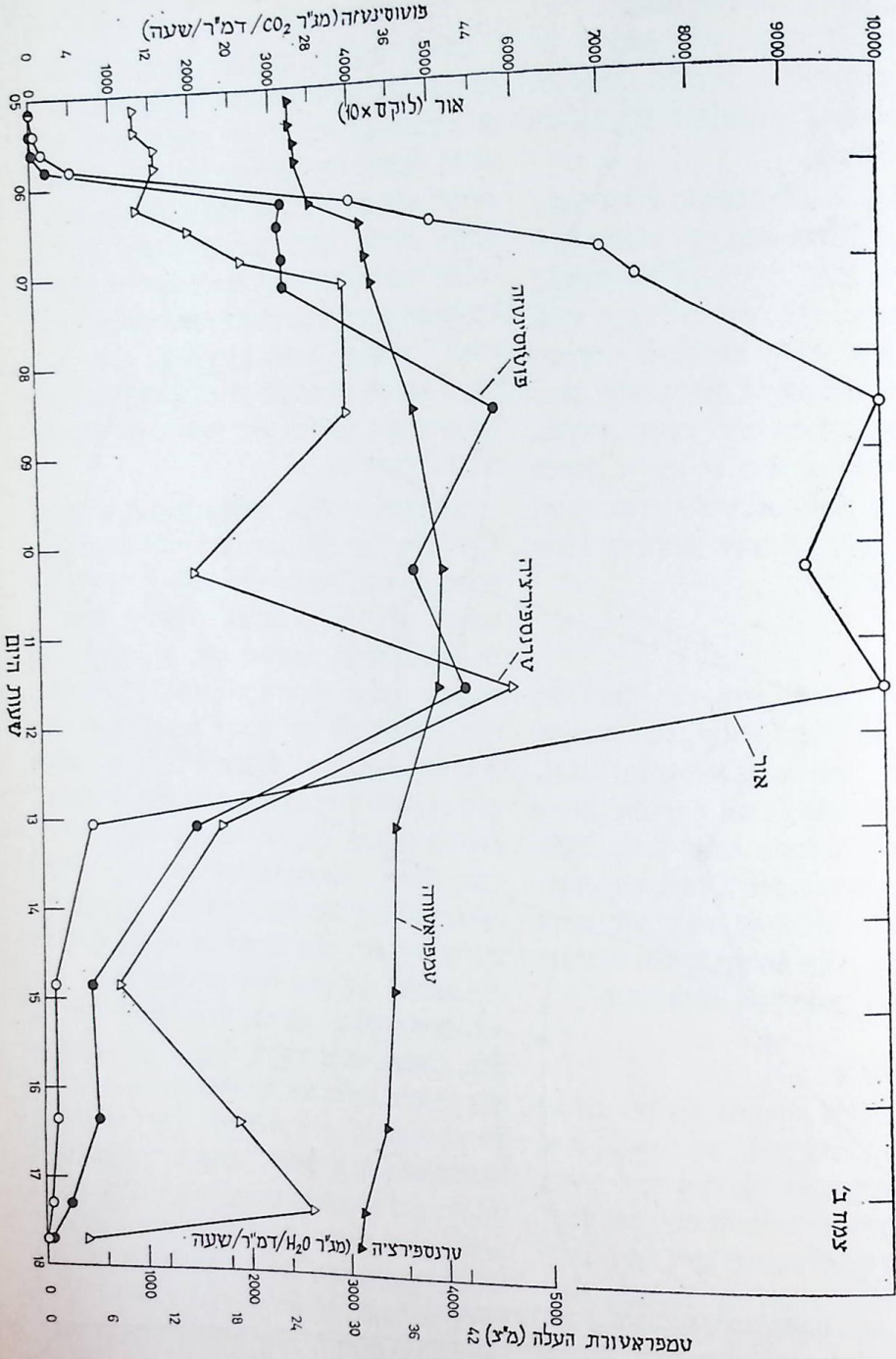
המכשור

ההטמעה נמדדה בעזרת פורומטר דיפוזי מאוורר, אשר נטען לפני כל מדידה באוויר ש-הכיל פחמן דו-חמצני מסומן כפחמן 14 (רדיו-אקטיבי) (7). השטח הנמדד היה עיגול שקוטרו 2 ס"מ. מדידה בודדת ארכה 30—50 שניות. כל המדידות נעשו בצידם התחתון של העלים, פרט לניסוי בו הושו שני הצדדים. ההטמעה בוטאה כמג"ר CO_2 לדצימטר מרובע (דמ"ר) לשעה. הדיות (טרנספירציה) נמדדה ע"י היגרו-מטר חשמלי המורכב בפורומטר, עם ליטיום כלוריד כחומר סופג רטיבות. אוויר מיובש נכנס למעגל המדידה ושתי המדידות של קליטת CO_2 ושל פליטת H_2O ע"י העלה נעשות בעת ובעונה

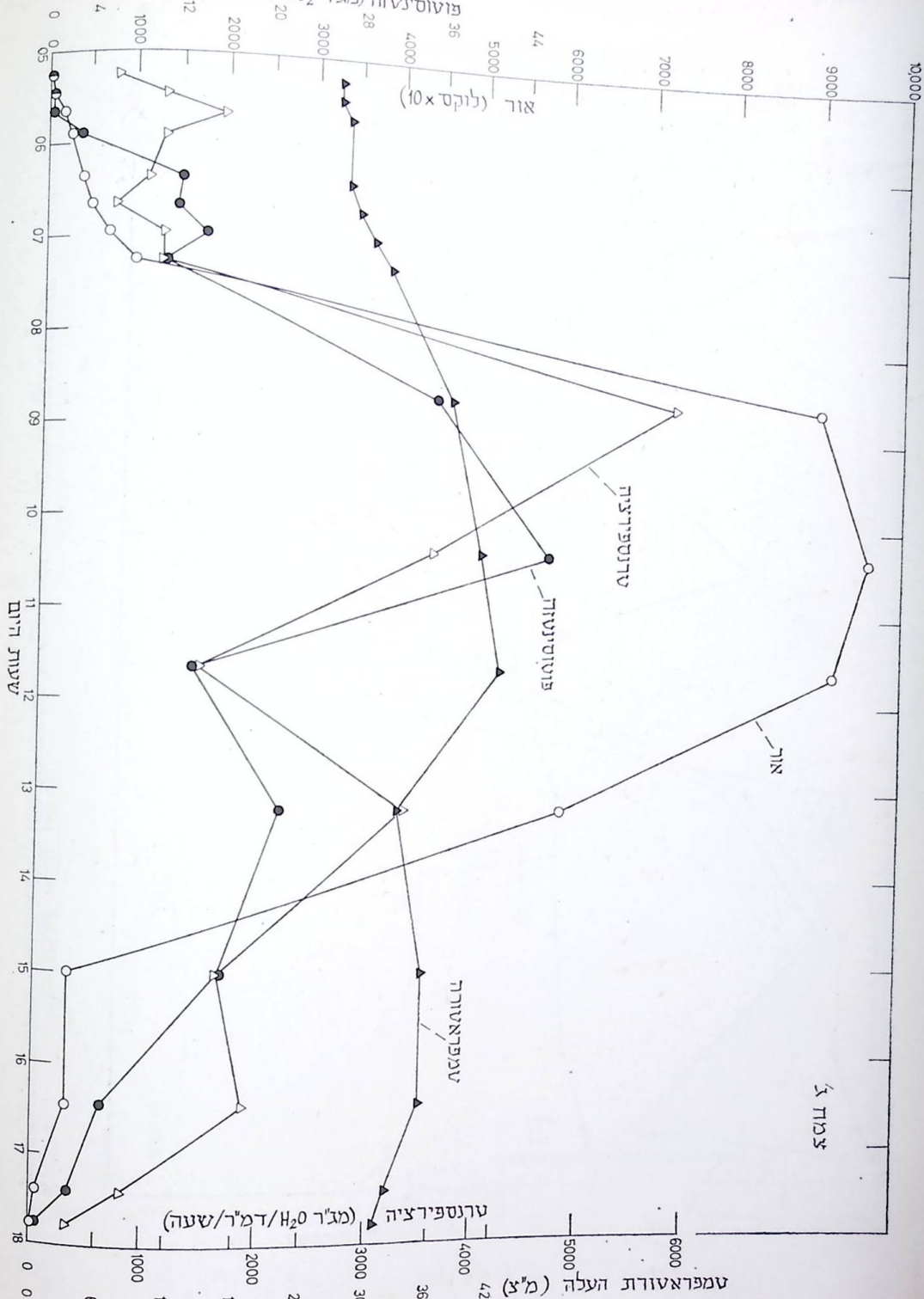
ציור 1 א.



עקומה יומית של האור, הטמפרטורה, הטרנספירציה ופוטוסינתזה בעלה מס' 4 של נצר בונה לפני חתמינות קבוצת שילר, 14.9.1971



פוטוסינתזה (מג"ר CO_2 / דמ"ר / שעה)



רים, כאשר העלים שוב היו בצל, השתוו טמפרטורות העלה והאוויר.

2. חלוקת פעילות ההטמעה על פני כל שטח העלה

בתקופה מ' 4.671 עד 1.971 בוצעו 7 סדרות מדידות, בהן נבדקו ההטמעה והדיות ב-20 עד 30 מקומות מפוזרים על פני מחצית העלה, מן העורק המרכזי עד לשוליים, לכל אורך העלה. מדידות אלה בוצעו בתחום השעות 09.00—12.00. בשלוש סדרות נמדדו שני עלים בכל סדרה, ובשאר הסדרות עלה אחד. מטרת המדידות היתה לבדוק את כושר ההטמעה של העלה לאורכו ולרוחבו. התוצאות הראו אי-אחידות רבה בין העלים וגם בין הדוגמאות של כל עלה. ההבדלים בין הדוגמאות של עלה אחד הגיעו ליחס ממוצע של 1:4, ואף ליותר.

לא נמצאה שיטתיות בחלוקת הטמעה על פני העלה, פרט לגבי כיוון אחד: ע"י השוליים נמצאו ערכים ממוצעים גבוהים יותר מאשר ע"י העורק המרכזי, וערכי ביניים באמצע. תוצאה זו נתקבלה בחמש סדרות, ובשלוש מהן היו ההבדלים מובהקים. בשתי הסדרות הנותרות היה היחס הפוך, ובאחת מהן היה ההבדל מובהק. הבדלים אלה היו קטנים ביחס לשונות הכללית על פני העלה. האמיתות של הבדלים אלה מקבלת חיזוק בעבודת Aubert (3), כפי שיוסבר בפרק דיון. גראה, איפוא, שההבדלים בהטמעה בין אזורי העלה השונים נובעים יותר מהשפעת גורמים חיצוניים כגון אור, טמפרטורה ורוח, מאשר מגורמים פנימיים כגון מבנה העלה או אחוזי הכלורופיל. הדיות התנהגה גם במבחן זה בדומה להטמעה. לעומת שונות כללית רבה, נמצאה נטייה קלה להגברת הדיות ע"י השוליים בארבע סדרות, נטייה לצמצומה ע"י השוליים בשתי סדרות, ובסדרה אחת לא היה הבדל. ההגברה או ההקטנה של הדיות היתה באותן סדרות, בהן גם ההטמעה הראתה נטייה להגברה או להקטנה. ציור 2 מתאר את מיקום הדוגמאות על פני העלה ואת ערכי הדיות וההטמעה של סדרה אחת, שנבחרה עקב היותה פחות קיצונית באי-אחידות, ומייצגת את הרמה הממוצעת.

שהאור ממלא במהלך היום של ההטמעה בתנאי-מטע. מאידך, מתברר מאי-השלמות של ההקבלה, כי גורמים נוספים משפיעים על ההטמעה. אחד מהם, המגביל את עצמתה וכן את זו של הדיות, הוא התנגדות הפיוניות (מספרן ומצב פתיחתן), המווסתת חילופי גזים חפשיים בין האוויר לבין פנים העלה. בשלושת הדוגמאות הגיע שיעור ההטמעה למכסימום של 46—57 מג"ר/CO₂/דמ"ר/שעה.

בצמחים א' ו-ג' הושג המכסימום בשעה 10.00 ובצמח ב' בשעה 08.30. היות ובין הזמנים הללו לא היתה מדידה, איננו יודעים אם שני הצמחים המפגרים לא הגיעו למכסימום אולי כבר קודם. בשני צמחים אלה מהווה המכסימום שיא צר, שממנו ירדה ההטמעה בצורה תלולה, ואילו בצמח ב' נשמרה רמה אחידה יותר במשך שעות. בשעה 13.00 היתה במחצית או בשליש מערכה המירבי, 15—22 מג"ר/CO₂/דמ"ר/שעה, ומכאן המשיכה לרדת במשך 5 שעות הנותרות, באופן הדרגתי פחות או יותר.

הדיות

עקומות אלה דומות במידה רבה לאלה של הטמעה. הן שונות למדי, זו מזו, לפני הצהרים. זמני השיא היו בשעות 08.30, 10.00, 11.30, וערכי השיא היו 4,700, 5,700, 5,800 מג"ר/H₂O/דמ"ר/שעה. השיאים כולם צרים וחדים. אצל שלושת הצמחים נפסקה הירידה אחרי הצהרים בשעה 15.00 עד 16.00, וחלה שוב עלייה מודגשת פחות או יותר. אחידות תופעה זו מרמזת ע"כ שעלייה זאת משמעותית בתנאי מטע.

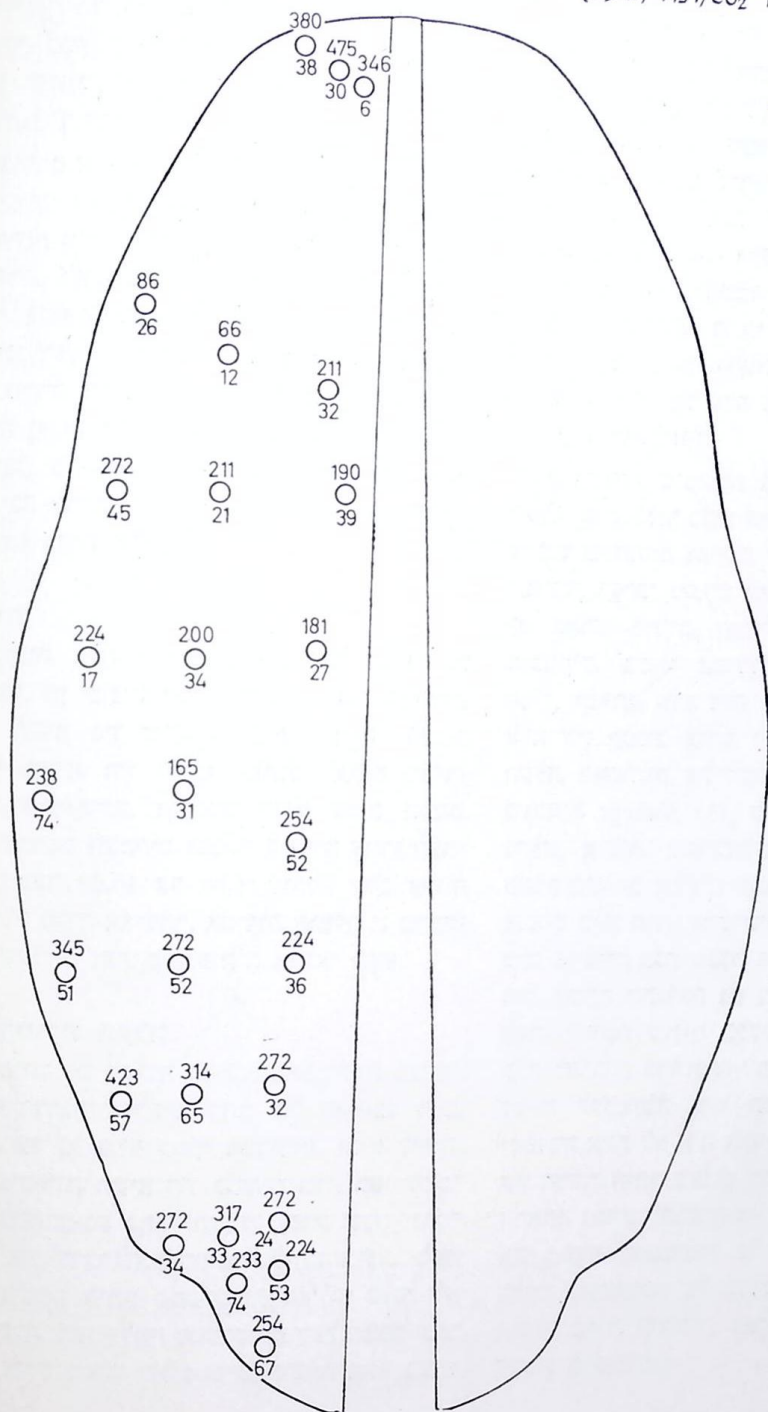
טמפרטורת העלה

זו היתה 26 מעלות בהתחלת המדידות בבוקר, עלתה הדרגתית לשיא רחב של 40—42 מ"צ, וירדה עד 30 מ"צ בסוף המדידות. יכול להיות, שטמפרטורות השיא היו גבוהות מדי, כפי שמסתבר מהתוצאות בתאי-הגידול (פרק שני), והמעיטו את ערכי המכסימום של ההטמעה. לפני צאת השמש היתה טמפרטורת האוויר שווה לזו של העלה. מאז עלתה טמפרטורת העלה מהר יותר עד להפרש מירבי של 4 מ"צ. משעה אחת בצה-

טרנספירציה ופוטוסינתזה על פני שטח העלה של בונה (עלה מס' 2 של נצר-אם)

טרנספירציה (מג"ר H_2O /דמ"ר/שעה)
 מקום דיגום
 פוטוסינתזה (מג"ר CO_2 /דמ"ר/שעה)

קבוצת שילר
 26.8.1971



3. צד עליון וצד תחתון של העלה

הניסוי בוצע ב-16.871 בשלושה נצרי-אם, שגובהם 120—140 ס"מ. בכל צמח נעשו שתי מדידות בצידו העליון והתחתון של העלה השני, ועל סדר זה חזרו במחזור שני בגמר המחזור הראשון. כך נתקבלו 4 מדידות לצמח ו-12 מדידות משלושת הצמחים, לגבי כל צד. לכל שתי מדידות הוכן תדפיס פיוניות במקום הקרוב להן.

גודל התדפיס כסנטימטר מרובע. לקביעת מספר הפיוניות נספרו 5 שדות ראייה בממוצע לתדפיס (2—11 לפי טיב התדפיס). אורכן ומידת פתיחתן של הפיוניות נמדדו במיקרומטר, שאפשר למדוד בו בדיוק של מיקרון. נמדד הפתח העליון של הפיוניות (על משמעות הדבר ראה בפרק „דיון“). נמדדו 7 פיוניות בממוצע לתדפיס (3—17 לפי טיב התדפיס). התוצאה ניתנת בטבלה 1.

טבלה מס' 1: ההטמעה והדיות בצידו העליון והתחתון של העלה

(מג"ר/דמ"ר/שעה) (ממוצעים)

צמח	הטמעה		דיות		פיוניות			
	צד עליון	צד תחתון	צד עליון	צד תחתון	מספרן לממ"ר (מיקרונים)	אורך (מיקרונים)	מידת הפתיחה (מיקרונים)	
							עליון / תחתון	עליון / תחתון
א	16	23	68	120				
ב	20	91	40	172				
ג	8	83	40	205				
ממוצע								
כללי	15	66	49	166	69	184	28	24
							7	5
							5	3

התוצאות בתאי-גידול

4. השפעת הטמפרטורה

נבדקו שלוש טמפרטורות-יום: 22, 27, 35 מ"צ. הטמפרטורות בלילה היו: 17, 22, 25 מ"מ, בהתאמה. טמפרטורות הקרקע באשפטונים היו: 19, 24, 29 מ"צ. מדי שלושה ימים הוחלפה הטמפרטורה בתאים, כך ששני הצמחים בכל אחד מן התאים היו נתונים לשלושת הטמפרטורות הנ"ל. בכל אחד משלושת תאריכי המדידה (19.10.71, 22.10, 25.0) נעשתה מדידה אחת בעלה השני והשלישי של כל צמח, כך שבסה"כ היו 12 חזרות לכל טמפרטורה ולכל תא-גידול. התוצאות ניתנות בטבלה 2.

טבלה 1 מראה, שבצד העליון של העלה מספר הפיוניות קטן מזה שבצד התחתון (16,2). יחס דומה קיים גם לגבי הדיות וההטמעה. עובדה זאת מדגישה את חשיבות צפיפות הפיוניות לגבי שני התהליכים. מידת פתיחת הפיוניות שנמצאה כאן אינה מראה קשר להטמעה או לדיות, אולם אין להסיק מכך שאין לה השפעה, כי ייתכן שהשפעה תה מתבטאת כאשר הפיוניות קרובות יותר לסגירה. המידות הקטנות במקצת של פיוניות הצד התחתון נובעות אולי מן הצורה הקעורה של העלה בצידו התחתון, או שהן מהוות ביטוי לכלל, שפיוניות צפופות נוטות להיות קטנות (14).

טבלה מס' 2: השפעת הטמפרטורה על ההטמעה והדיות (מג"ר/דמ"ר/שעה)

טמפרטורות-יום בתאים, מ"צ			22	27	35
הטמעה			א 2.9	א 2.4	ב 1.0
דיות			ג 178	ב 318	א 673
עצמת האור על העלה, לוקס			א 13,600	א 15,300	א 12,000

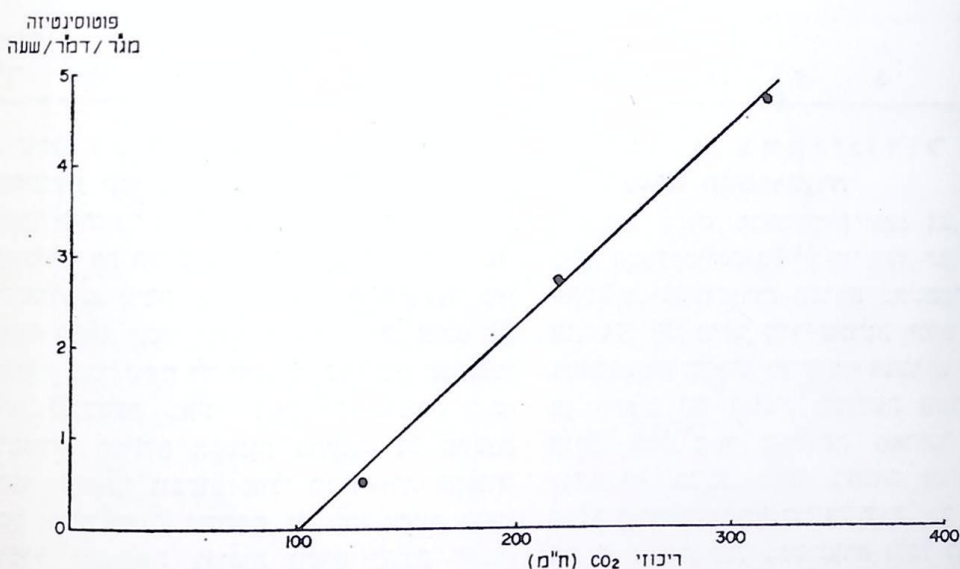
וזהותם השונים.
בהבדלי האור האלה אין כדי להסביר את
שיעור ההטמעה הנמוך בטמפרטורה של 35 מ"צ.
הדיות עלתה עם עליית הטמפרטורה, וכל ההבד-
לים מובהקים.

5. ריכוזי דו-חמצן הפחמן

בימים 2.11 ו-12.11 נבדקו שלושה ריכוזים —
130, 220, 315 ח"מ — על אותם צמחים שהיו
בתאי הגידול. הטמפרטורה בכל התאים היתה 30
מ"צ. התוצאה ניתנת בציור 3.

אותיות שוות (א, ב, ג) ע"י המספרים, בשורה
אחת של הטבלה, מציינות שההבדלים ביניהם
אינם מובהקים, ואילו אותיות שונות מציינות
מובהקות. טבלה 2 מראה, שבטמפרטורה של 35
מעלות ההטמעה נמוכה באופן מובהק מזו בשתי
הטמפרטורות האחרות, שביניהן אין הבדל ממשי.
ערכי ההטמעה בכל התאים היו נמוכים מאד,
ואחת הסיבות היא עצמת האור הנמוכה, שהגיעה
למקומות הדיגום על העלים. אף על פי שהמנו-
רות בכל התאים היו אחידות בגבולות צרים
למד, קיבלו העלים עצמת אור שונה בגלל גובהם

ציור 3 : השפעת ריכוזי CO_2 על הפוטוסינטיזה בעלי בננות



שהם תוצאה, לפחות חלקית, של עצמת האור
הנמוכה על הצמחים.

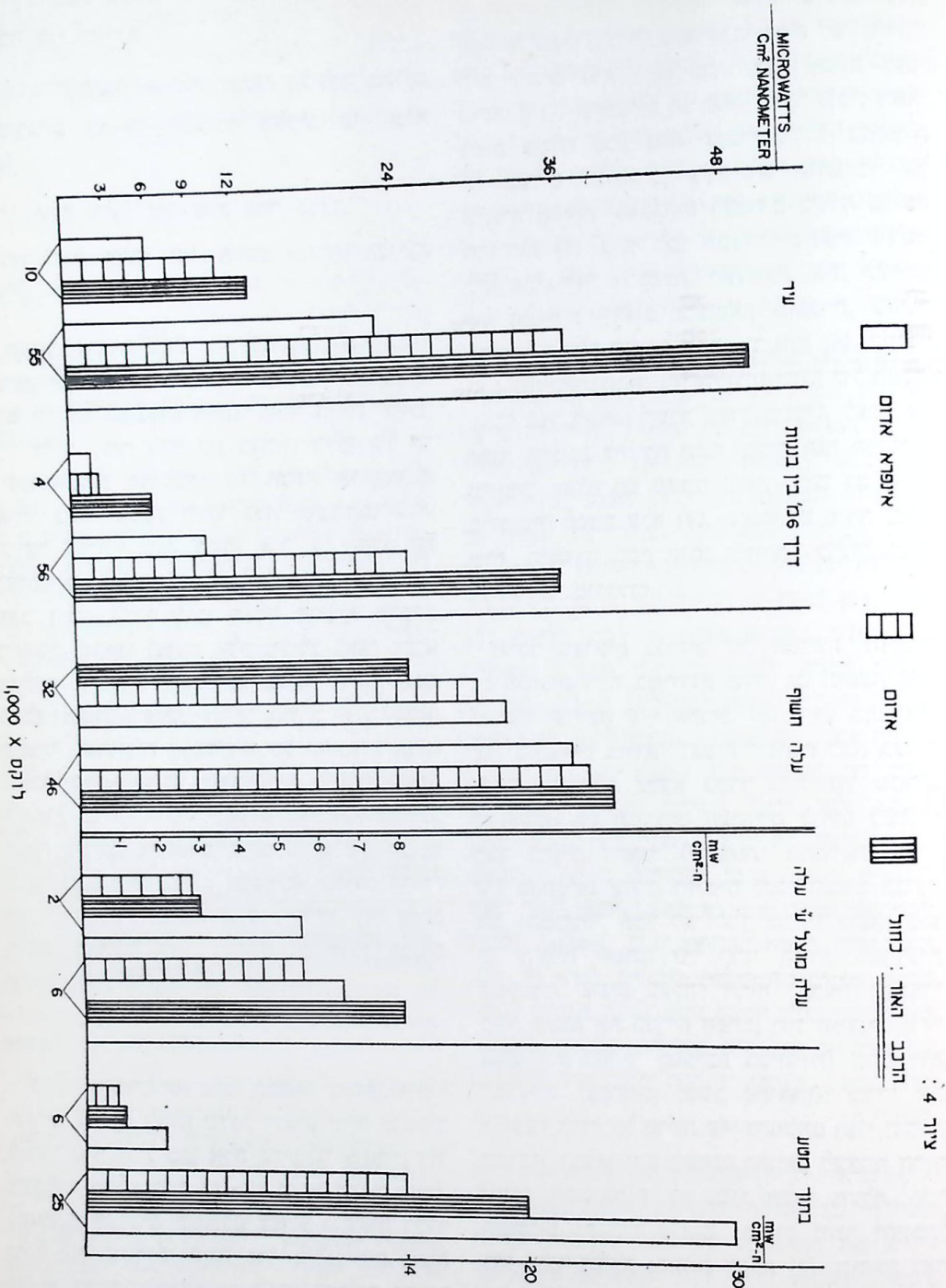
הרכב האור

באוקטובר 1971 נעשו מדידות של שלושת
מרכיבי הספקטרום בעלי חשיבות פיסיולוגית

בציור 3 ניתן לראות, שהשפעת ריכוזי פחמן
דו-חמצני על ההטמעה היא קווית. תוצאה זו
מתאימה לאשר נמצא בספרות (10). נקודת
הקומפנסציה לפחמן הדו-חמצני (איזון בין קלי-
טה לפליטה) ניתנת בציור בנקודת החיתוך של
קו הרגרסיה עם ציר הריכוזים. הערך של 100
ח"מ גבוה, אך גובע מערכי ההטמעה הנמוכים,

מכרעת לגבי צמחים — האור הכחול והאדום
 כספקי האנרגיה להטמעה, והאינפרא-אדום אשר
 במאזן עם האדום משתתף בקביעת ההתפתחות

בשלבים שונים של חיי הצמח. ציור 4 מתאר את
 חלקם היחסי של שלושה מרכיבים אלה, כפי
 שנמדד באתרים ובעצמות אור שונים.



בשנים האחרונות, מאז החלו למדוד הטמעה בתנאי שדה.

כך מצאו ערכי-מכסימום ממוצעים של 21—85 מג"ר/דמ"ר/שעה לגבי זני תירס שונים (13); 30—70 מג"ר/דמ"ר/שעה לגבי סויה לפי מירו-חיס שונים (5); ו-75 מג"ר/דמ"ר/שעה לגבי חיטה (15). ההסברים הניתנים לפער שבין התוצאות בשדה לבין אלה שבכלי-גידול, בחממות או בעלים מנותקים, מצביעים קודם-כל על ההארה החזקה שמקבלים הצמחים בשדה בשעת המדידות (5). נוסף לכך התברר, שהארה חלשה בתקופת-גידול מוקדמת מצמצמת את יכולתם של הצמחים להגיב בהטמעה מוגברת, כאשר מקבלים בשלב מאוחר יותר אור חזק (6). הסיבה התגלתה כהתפתחות מורפולוגית שונה של העלה, שגדל בצל לעומת העלה שגדל בשמש. לעלה-צל פחות פיוניות ליחידת שטח, פחות תאי פליסידים ומזופיל, ואלה הם קטנים יותר, ולהם גם פחות כלורופיל לשטח עלה (9). תיתכן גם סיבה של-שית, הקשורה בתת-הזנה השוררת כרגיל במי-כלי-גידול מוגבלים.

מלבד בערכים גבוהים של הטמעה, נתקלים גם בשונות רבה במדידות שדה. גם תופעה זאת נמצאה וצויינה ע"י אחרים (5); ואם כך לגבי עלי-סויה, יש בוודאי לצפות לשונות רבה בעלי-בנות, ששטחם נמצא בסדר גודל של מטרים מרובעים. בין הגורמים העשויים לגרום לשונות רבה נמנים: האור (שעצמתו מתחלפת כהרף עין בהשפעת עננים חולפים לפני השמש בגובה רב, והמכשיר, אבל לא העין, מבחין בהם); כמו כן, הזווית השונה של קרני השמש הפוגעות במקומות שונים בעלה; הרוח (הבאה בפתאום מיות משנה את תכולת הפחמן הדו-חמצני ואדי-המים של האוויר בסביבת הפיוניות) והתנגדות הפיוניות (צפיפותן ומצב פתיחתן). מדדו את השפעת הרוח על הדיות ע"י השוליים וע"י העורק המרכזי, ומצאו יחס משתנה בהתאם לעצמת הרוח וזווית ההתקבלות בין שני חצאי העלה. ע"י השוליים נתקבלו ערכים גבוהים יותר וההבדל גדל ברוח חלשה ובזווית רחבה (2). תופעה זאת של חוזק רוח שונה במקומות שונים של העלה

מקומות המדידה היו:

- (1) שטח ללא צמחייה — עיר.
- (2) באמצע הדרך בין שתי חצרות בנגות, בגובה פני הקרקע.
- (3) עלה חשוף — שטח מואר של אחד העלים האמצעיים (4—6) המכוסה חלקית ע"י עלה אחר.
- (4) עלה מוצל ע"י עלה אחד בלבד.
- (5) מקום צפוף של המטע, באוויר בגובה 1.5 מ'.

אפשר לראות בציור 4, שהרכב האור בתוך המטע שונה מזה שמחוצה לו. השינוי הבולט הוא בתחום האינפרא-אדום. באור הבלתי-מסונן ע"י עלים (עיר, דרך בין בנגות) חלקו של ה-אינפרא-אדום קטן מזה של הכחול או האדום, ואילו בתוך המטע חלקו גדול משניהם. עלה, המוצל על-ידי עלה, מקבל אור, בו החלק של האינפרא-אדום רב, אולם לא תמיד הרב ביותר. מצב דומה שורר לגבי העלה החשוף חלקית. מסתבר, שהאור המגיע אליו מעורב באור מסונן ומוחזר ע"י עלים אחרים. בניגוד לכך דומה הרכב האור, באמצע הדרך ברוחב 6 מ', לזה שבעיר. החשיבות הספציפית של האינפרא-אדום בשביל הבנגות אינה ידועה עדיין. במידה פחותה משתנה גם היחס כחול:אדום בהשפעת העלים. הפער ביניהם מצטמצם, אולם חלקו של הכחול נשאר גדול יותר (ברוב המקרים). בליעה בריר-נית של חלקי הספקטרום ע"י עלים, לפי אותם יחסים שנמצאו כאן, נקבעה גם לגבי צמחים אחרים (11, 12).

דיןן

כאשר משווים את ערכי הטמעה שנתקבלו ע"י אחרים (4, 8) לאלה שלנו, רואים שהם נמצאים באותו סדר גודל כמו אלה שקיבלנו בתאי-גידול מצמחים בכלי-גידול (1—10 מג"ר/דמ"ר/שעה). לעומתם, הערכים שקיבלנו במטע נמצאים בסדר גודל של עשרות רבות של מיליגרמים. רמת ערכים דומה נתקבלה גם לגבי גידולים אחרים

מטרת מחקר כזה צריכה לאפשר להגיע להגדרת השפעת גורמי סביבה שונים וכן להשפעת גורמי צמח על ההטמעה — כך שניתן יהיה להגדיר את תנאי האופטימום וכן התנאים המגבילים. לכשיוגדרו נתונים אלה, אפשר יהיה לבסות ולשפר את תנאי ההטמעה במטע על-ידי טיפולים אגרוטכניים שונים.

ספרות

1. שמואלי, א. (תשי"ב) — מחקרים על הבננה: הגבת הבננה על צמצום הרטיבות בקרקע, הוצאת „ספרית השדה": ע' 31—89.

2. Aubert, B. M. (1968) — Etude préliminaire des phénomènes de transpiration chez le bananier. *Fruits*. 23: 357—381; 483—494.

3. Aubert, B. M., et S. de Parcevaux (1969) — Résistance à la diffusion gazeuse au niveau de l'épiderme foliaire de quelques plantes fruitières tropicales et subtropicales. *Fruits*. 24: 177—190.

4. Aubert, B. M. and J. Catsky (1969) — Photosynthesis and Transpiration of Banana Leaf Samples in a controlled environment. *Tropical Ecology*. 10: 256—269.

5. Beuerlein, J. E. and Pendleton, J. W. (1971) — Photosynthetic rates and light saturation curves of individual soybean leaves under field conditions. *Crop Science*. 11: 217—219.

6. Böhning, R. H. and Burnside, Ch. A. (1956) — The effect of light intensity on rate of apparent photosynthesis of leaves of sun and shade plants. *Amer. J. Bot.* 43: 557—561.

7. Bravdo, Ben-Ami (1972) — Photosynthesis transpiration, leaf stomatal and mesophyll resistance measurements by the use of a ventilated diffusion porometer. *Physiol. Plant.* 27: 209—215.

8. Brun, W. A. (1961) — Photosynthesis and lower surfaces of intact banana leaves *Plant Physiol.* 36: 399—405.

נמצאת אולי ביסוד התוצאה שקיבלנו, שההטמעה והדיות ע"י השוליים נתנו ערכים גבוהים במקצת ברוב המקרים. אשר לצפיפות הפיוניות, אין היא שווה על פני שטח העלה. Skutch (16) מצא בבננה צפיפות פחותה בבסיס העלה מאשר באמצע, או בסביבת הקודקוד, ובשוליים צפיפות רבה יותר באיזור הבסיס, אבל יחס הפוך בחלקו העליון של העלה. הוא מוסיף, שדרושה עבודה רבה נוספת לקביעת כללים. שונות של צפיפות הפיוניות נקבעה גם בצמחים אחרים, לפי המיקום על פני שטח העלה, לפי מקום העלה בצמח ולפי תנאי-גידול (שמש או צל, לחות גבוהה או נמוכה, אדמה רטובה או יבשה) (14).

גם מידת פתיחת הפיוניות של אותו עלה אינה אחידה, אפילו לא על שטח מצומצם (14). לכן מציין Aubert (2) את פתיחת הפיוניות בביטוי סטטיסטי, כאחוזי הפיוניות הפתוחות מס"ה הפיוניות שבהסתכלות. אולם, הבנת מבנה הפיוניות בעומק העלה באה לערער על הערך של מדידות הפתיחה השטחיות הנהוגות בעבר, ובאותו זמן גלתה את הסיבה לאי-התאמות שנמצאו בין מידת פתיחת הפיוניות לבין הדיות (1). בסוגי צמחים מסויימים, שני התאים הגובלים בנקב הפיונית (תאי השמירה) נסוגים לצדדים, מתחת לפני שטח העלה, ומתקרבים שוב בעומק, וע"י כך נוצרים שני פתחים לפיונית — זה מתחת לזה, וחלל ביניהם. המדידות הרגילות במיקרוסקופ מתייחסות לפתח העליון, כי קשה להבחין באופן ברור בגבולות הפתח התחתון. לגבי חילופי-גזים קובע הפתח הקטן יותר, וזהו בדרך-כלל הפתח התחתון (14). Aubert וחברו הראו, שפיוניות הבננה שייכות לסוג זה (3). הפורומטר מודד חילוף גזים משטח מסויים ועוקף את הבעיות הקשורות במדידת פיוניות בודדות. הוא מספק הערכה נאמנה יותר של התנגדות הפיוניות.

מן הראוי לציין, שעבודה זאת איננה אלא שלב התחלתי בנושא זה, ודרושה עבודה נוספת כדי לוודא את התוצאות שקיבלנו ולהבהיר שאלות נוספות שאמנם נגענו בהן, אולם לא הגיעו אף לסיכום מוקדם.

13. Heichel, G. H. and Musgrave, R. B. (1969) — Varietal differences in net photosynthesis of *Zea mays*. **Crop Science**. 9: 483—486.
14. Meidner, H. and Mansfield, T. A. (1968) — Physiology of Stomata. McGraw — Hill Book Company.
15. Puckridge, D. W. (1971) Photosynthesis of wheat under field conditions. III. Seasonal trends in Carbon Dioxide uptake of crop communities. **Austral. J. Agric. Res.** 22: 1—9.
16. Skutch, A. (1927) — Anatomy of leaf of banana *M. Sapientium* var. hort. Gros Michel. **Bot. Gaz.** 84: 337—391.
9. Cooper, C. S. and Qualls, M. (1967) — Morphology and chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. **Crop Science**. 7: 672—673.
10. Gaastra, P. (1959) — Photosynthesis of crop plants as influenced by light carbon dioxide, temperature and stomatal diffusion resistance. **Mededel. Landbouwhogeschool. Wageningen**. 59: 1—18.
11. Gaskin, T. A. (1965) — Light quality under Saran shade cloth. **Agronomy J.** 57: 313—314.
12. Geiger, R. (1950) — Das Klima der bodennahen Luftschicht. Frieder. Vieweg et Sohn, Braunschweig.