

תקציר הדו"ח:

מטרות המחקר היו: א. אפיון תנאי האקלים הגורמים לדהייה בעלי הכותרת של אסטר, בעונת הסתיו והחורף.
 ב. הבנת תופעת הדהייה מבחינה ביוכימית.
 ג. הצעת פתרונות ברמה פיזיולוגית. בהתאם לממצאים הראשוניים על השינויים הביוכימיים החלים בזמן דהייה.
 הראנו שהגורם האקלימי העיקרי לדהיית הצבע באסטרים היא טמפרטורה גבוהה, אך גם לעוצמת האור השפעה על הצבע. מצאנו שבטמפרטורה גבוהה יש פחות סינטזה של הפיגמנטים האחראיים לצבע בפרחי אסטר, האנטוציאנינים. דבר זה נכון לגבי שני הזנים אותם כחנו, למרות העובדה שרק באחד הזנים, בסנגל, ריכוז האנטוציאנינים יורד בטמפרטורה גבוהה. מכאן, שכנראה שהתהליך הביוכימי המרכזי האחראי לדהיית צבע בזן סנגל הוא פירוק יתר של האנטוציאנינים. על ידי מספר טיפולים שמטרתם היתה להאריך את זמן החיים של הפיגמנטים הצלחנו להעלות את ריכוזם בפרחים עד פי 1.8 בטמפרטורה גבוהה.

דוח מסכם: דהיית צבע בפרחי לימוניות ואסטר בעונות הסתבר

(המסמך ניתן לשנתיים, מ-1/96 עד 12/97)

חוקר ראשי: שמיר מיכל

מבוא: (רקע ומטרות)

חוקרים משניים: נסים עדה
וייס דוד

א. רקע מדעי:

עונת השיא בשיווק פרחים בארץ היא בחדשי החורף (נובמבר-מרץ), בעקבות בגלל האקלים המתון והנוח ביחס לארצות אירופה. לאחרונה ישנה נטייה בענף להאריך את עונת השיווק לקבלת מקסימום רווח לתוך עונות הסתיו (ספטמבר-אוקטובר) והאביב (אפריל-מאי). בעונות אלו עוצמת קרינת השמש חזקה והטמפרטורות גבוהות מאשר בחורף. אחת הבעיות המרכזיות בפריחה בעונות אלו היא דהיית הצבע בפרחים הפוגעת באיכות הפרחים ומעכבת את הארכת זמן שיווקם. התופעה בולטת בעקבות בפרחים שבהם הגורמים העיקריים לצבע הם האנטיציאנינים. מטרת מחקר זה היא לאפיין את הגורמים לדהיית צבע בפרחים בעונות הסתיו והאביב, ולהבין את תופעת הדהייה ברמה הביולוגית על מנת להציע פתרונות למניעת התופעה.

בהצעת המחקר המקורית בחרנו להתמקד בשני גידולים חשובים, אסטר ולימוניות (עדעד), לבחון את בעיית דהיית הצבע בפרחים. בתחילת המחקר התמקדנו בצמחי לימוניות והשווינו את רמת הפיגמנטציה המופיעה בחפים ובעלי הגביע בצמחים שגודלו בתנאי סמפרטורה שונים. בזמן העבודה נתקלנו בקשיים רבים בהפרדת עלי הגביע והחפים ובצבירת מספיק חומר צמחי למדידות ובדיקות יותר מעמיקות. לכן, ובגלל שזמן המחקר קוצץ משלוש שנים לשנתיים, החלטנו להתמקד בשני זני אסטר בלבד, בתקווה שנוכל להשליך מתוצאות המחקר גם על פרחים אחרים. (דבר זה הובא לידיעתו של ד"ר מעוז בסכתב מה-25/6/97).

האסטר הוא עשב חד או רב שנתי ממשפחת המורכבים, עם פרחים בצבעי כחול, סגול או ורוד ולבן. ברוב זני האסטר תופעת דהיית צבע הפרחים בעונות השוליים היא חזקה, כשהצבע הכחול דוהה לתכלת, הסגול לסגול בהיר והורוד ללבן מלוכלך. למחקר זה בחרנו לעבוד עם שני זני אסטר: סנגל, שהוא רגיש מאד לשינויי אקלים מבחינת דהיית צבע פרחיו, וסנסנה, שצבע פרחיו כמעט ואינו משתנה בעונות הביניים. השוואה בין שני זנים אלו עשויה לעזור בהבנת התופעה של דהיית הצבע ובמצאת פתרונות לבעיה.

הפיגמנטים האחראיים לצבע בפרחי האסטר הם מקבוצת האנטיציאנינים. אלו הם קבוצת הפיגמנטים העקריים האחראית לצבע בפרחים והמונה כמה מאות מרכיבים. הם שייכים לקבוצה רחבה של חמרים צמחיים הנקראת פלבנואידים. האנטיציאנינים מצטברים בוקואולה של תאי האפידרמיס בעלי הכותרת בפרחים (Nozzolillo, 1988, Pecket, 1988). בנגוד לפלבנואידים אחרים, האנטיציאנינים עוברים שינויים במבנה הראשוני ובקונפורמציה, שגורמים להם לשנות את צבעם. תכונות הצבע של פיגמנטים אלו תלויות בסביבת הימצאותם, שהיא וקואולת התא. לכן שינויים בוקואולה כגון שינוי pH או שינוי בריכוזי יונים שונים, עלולים להיות הגורמים לצבע חוזר בפרחים, ולא דוקא ירידה בריכוז מולקולות הפיגמנט. יתכן שעל ידי שינוי בתנאי הגידול ניתן יהיה להשפיע על הסביבה המיידית של האנטיציאנינים ועל ידי כך לשפר את איכות צבע הפרחים. חלק מהגורמים הסביבתיים המשפיעים על האנטיציאנינים הם: א-ה pH של הוקואולה (de Vlaming, 1984) ב)

קופיגמנטציה (מולקולות פלבנואידים חסרי צבע, שנוכחותם וקשריהם עם האנטוציאנינים משנה את גוונו ומשפיע על יציבותו) (Brouillard, 1988), (ג) ריכוז מתכות שונות כמו אלומיניום, ברזל, ומגנזיום שעוברים אינטראקציה עם האנטוציאנינים ומשפיעים על צבעם (Asen, 1976 ; Brouillard, 1988) (ד-ו) ריכוז האנטוציאנינים בוקואולה, התלוי בקצב הסינטזה והפרוק. מכאן שדהיית צבע לא בהכרח מראה על ירידה בכמות הפיגמנט אלא יתכן שסביבת הפיגמנט, במקרה זה פנים הוקואולה, השתנתה וגרמה לשינוי בצבע.

רשימת ספרות:

Nozzolillo, C. and Ishikura N (1988). Plant Cell Rep., 7: 389.

Pecket R. C. and Small C. (1980) Phytochem. 19: 2571

de Vlaming P., Cornu A., Farcy E., Gerats A. G. M., Maizonnier D., Wiering H. and Wijsman H.J.W. (1984) Plant Mol. Biol. Rep. 2: 21.

Asen S., Steward R. N. and Norris K. H. (1976) Phytochem. 16: 1118.

Brouillard, R. (1988) In: The Flavonoids, Ed. Harborne, J. B. Chapman and Hall, London pp. 539.

ב. ספרות המחקר:

1) איפיון התנאים החצוניים הגורמים לדהייה בעלי הכותרת של האסטר, בעונות הסתיו והחורף. נבדוק למשל, אם הגורם לדהייה הוא הטמפרטורה או קרינת השמש החזקה או שלוב של השניים.

2) הבנת תופעת הדהייה ברמת הביוביכמית. האם הדהייה היא כתוצאה מפחות סינטזה, או פירוק מוגבר של אנטוציאנינים? ייתכן גם שחלים שינויים בסביבת המידות של הפיגמנטים (הוקואולה של תאי האפידרמיס) הגורמים לשינויים בצבע.

3) הצעת פתרונות ברמה פיזיולוגית בהתאם למימצאים הראשוניים על השינויים הביוביכמיים החלים בזמן דהייה. ברמה הפיזיולוגית, שינוי בתנאי הגידול של הפרחים עשוי לשנות את ה-pH של הוקואולה או את רכוז המתכות בו ועל ידי כך למנוע דהיית צבע.

תוצאות

החומר הצמחי (מערכת הניסוי/תנאי הגידול):

הצמחים למחקר זה היו שתילים צעירים של פרחי אסטר מהזנים סנגל וסנטנה, שקבלנו ממשתלת דנציגר.שתילים מכל אחד משני הזנים, נשתלו בעציצים עם קוטר של 18 ס"מ והוכנסו לחדר מבוקר בפיטוטרון בבית דגן בתנאי טמפרטורה של 23° ביום ו-15° בלילה. (תנאי הלחות, האור וכו' הינם קבועים בפיטוטרון). השתילים גודלו בתנאי יום ארוך על מנת לקבל התארכות של השתילים, ולאחר שהשתילים הגיעו לגובה של כ-40 ס"מ (במשך כחודש) במסופע, הם הועברו לתנאי יום קצר על מנת לקבל אינדוקציה לפריחה. עם התחלת היווצרות פקעי הפריחה, חולקו הצמחים לשלושה חדרים בפיטוטרון הנבדלים אחד מהשני בתנאי הטמפרטורה שלהם בלבד: טמפרטורות היום היו 29°, 23° ו-17°, וטמפרטורות הלילה היו נמוכות ב-8° מהיום בכל החדרים. חזרנו על מחזורי גידול אלו 4 פעמים על מנת לקבל מידגם נאות לתוצאות הניסויים.

א. השפעת טמפרטורה על הפיגמנטציה בשני זני האסטר, סנגל וסנטנה:

האם השינוי הנראה לעין בצבע הפרחים קשור לריכוז האנטוציאנינים בהם? על מנת לענות על שאלה זו מיצינו את הפיגמנטים מעלי כותרת של הפרחים על ידי כתישה של עלי הכותרת בחנקן נוזלי, מיצוי האנטוציאנינים בתערובת של מיס:מתנול:תומצה אצטית (1:1:5) וקריאה בספקטרופוטומטר באורך גל של 530nm. תוצאות ניסוי זה מסוכמות באיור 1. ברור מהגרף שבפרחי הסנטנה ריכוז האנטוציאנינים כמעט ולא משתנה בתנאי טמפרטורה שונים בניגוד לפרחי הסנגל בהם ישנה ירידה ניכרת בכמעט 50% בריכוז האנטוציאנינים בפרחים שגדלו ב- 29° לאלו שגדלו ב- 17° . מכאן ברור שהגורם העיקרי, אם לא היחיד, לדהיית צבע בפרחי סנגל בטמפרטורות גבוהות היא ירידה בריכוז האנטוציאנינים בפרחים. עדיין לא ברור מתוצאות אלו האם השינוי הוא כתוצאה מסינטיזה פחותה של פיגמנטים, פרוק מהיר יותר של הפיגמנטים בטמפרטורות הגבוהות, או שילוב של שני הגורמים.

ב. האם לעוצמת האור השפעה על הפיגמנטציה בטמפרטורות השונות?

על מנת לבחון אם לעוצמת האור השפעה על צבע הפרחים בטמפרטורות השונות, כיסינו חלק מהפרחים מכל זן (10 מכל זן) בכל אחת מהחדרים בעלי הטמפרטורה השונות ברשת צל של 30%. רשת הצל שבחרנו שקופה ולכן רק מורידה מכמות האור מבלי לשנות את איכות האור המגיע לפרחים. על ידי כך בודדנו את גורם עוצמת האור. החלטנו לא להצליל יותר מ-30% על מנת לא למנוע אינדוקציה לפריחה של האסטרס (הפיטוטרון עצמו גורם כבר ל-50% הצללה).

איור 2. מסכם את תוצאות הניסוי: בפרחי סנטנה, רשתות הצל כמעט ולא משפיעות על ריכוז האנטוציאנינים בפרחים. נראה שבטמפרטורה הגבוהה (29°) יש לרשת הצל יתרון קל וריכוז הפיגמנטים גבוה במעט מאשר בבקורת. בפרחי הסנגל, רשת הצל מורידה את ריכוז האנטוציאנינים בכל שלוש הטמפרטורות, אך ככל שהטמפרטורה עולה ההבדל בצבע בין הפרחים המוצללים ללא-מוצללים קטן.

ג. השפעת טמפרטורה ועוצמת אור על אורך זמן הפריחה, קוטרו התפרחת ומספר הפרחים בכל תפרחת בזנים השונים.

בנסיונות מוקדמים התעורר החשד שכיסוי הפרחים ברשתות צל שקופות של 30% הצללה האריך את תקופת הפריחה באסטרס בעיקר בטמפרטורות הגבוהות. לכן החלטנו לבדוק זאת בקפידה.

עקבנו אחר משך הפריחה על ידי סימון פקעי פרחים בתנאים השונים, ומעקב אחר תאריכי פתיחת הפרחים ונבילתם. מאיור 3 נראה שזמן החיים של פרחי שני הזנים מתקצר ככל שטמפרטורת הגדילה גבוהה יותר. בזן סנטנה ההבדלים ניכרים יותר מאשר בסנגל וזמן הפריחה מתקצר בממוצע בחמשה ימים בין הטמפרטורת 17° ל- 29° . איור 4, מראה את השפעת רשתות הצל עלמשך פריחת האסטרס. ברור מאיור זה שהחשד הראשוני שרשתות צל מאריכות את משך פריחת האסטרס היה מוטעה. בסנגל רשתות הצל לא השפיעו כלל על ימי הפריחה, ובסנטנה נראה שההצללה קיצרה עוד יותר את ימי הפריחה בטמפרטורות הגבוהות.

באיור 5 ניתן לראות את השפעת טמפרטורת הגידול על מספר התפרחות. בשני הזנים מספר הפרחים גדול באופן משמעותי בטמפרטורה הנמוכה של 17° , ולמעשה אינו משתנה בין 23° ל- 29° . בסגל מספר הפרחים לענף בטמפרטורה של 17° פי שלוש מאשר ב- 23° ו- 29° . איור 6 מראה שלרשתות הצל לא היתה השפעה על מספר התפרחות פרט לפרחי הסנטנה בטמפרטורה של 29° שבו רשת הצל הורידה באופן משמעותי את מספר הפרחים.

קוסר התפרחות בזן סגל אינו משתנה בטמפרטורות השונות (ראה איור 7) אך בזן הסנטנה הפרחים ב- 17° הרבה יותר גדולים מאשר ב- 23° וב- 29° .

ד. השפעת הטמפרטורה על ה-pH של הווקואלות.

אחד הגורמים האפשריים לשינויים בצבע עלי הכותרת של האסטרים הם שינויים במדת החומציות של ווקואלות תאי האפידרמיס של עלי הכותרת. יתכן שבתנאי טמפרטורה שונים מידת החומציות משתנה ולכן גם צבע הפרחים דוהה. אם pH הווקואלות משתנה יתכן שיהיו שינויים בצבע הפרחים גם אם אין הבדל בריכוז הפיגמנטים בתוכם.

על מנת למדוד את pH הווקואלות, הכנו מיצוי של עלי הכותרת השלמים בהנחה שנפח הווקואלה גדול מאד ביחס לנפח התא כולו, והמיצויים יתנו מדד לשינוי ה-pH בוקואלה. מדידות אלו יתנו לנו רק אינדיקציה ראשונית אם אכן חומציות הווקואלה משתנה.

תוצאות הניסוי מסוכמות באיור 6. בפרחי הסגל בהם ישנו שינוי צבע משמעותי בטמפרטורות הגבוהות, ישנו שינוי קטן בחומציות הווקואלות המראה על חומציות גבוהה במעט בפרחים שגדלו בטמפרטורה גבוהה. לעומת זאת בפרחי הסנטנה, בהם לא היה שינוי משמעותי בצבע הפרחים, pH הווקואלות משתנה ב-0.5 יחידות pH. זהו שינוי משמעותי מאד והיינו מצפים לראות שינויים בגוון הפרחים.

ה. השפעת הטמפרטורה על פעילות אנזים במסלול סינטזת האנמוציאנינים.

מתוצאות הניסויים המתוארים בסעיף א, ברור שישנם הבדלים ניכרים בריכוז האנמוציאנינים בזן הסגל הדוהה בטמפרטורות גבוהות. ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר ריכוז האנמוציאנינים נמוך יותר. האם שינויים אלו הם כתוצאה מסינטזה פחותה של אנמוציאנינים בטמפרטורות גבוהות, מפרוק יתר או משילוב של השניים. על מנת להבין את התופעה בצורה מעמיקה יותר, עקבנו אחר פעילות אנזים מפתח במסלול סינטזת אנמוציאנינים, CHI בפרחים שגדלו בטמפרטורות שונות. סבלה 1 מסכמת את תוצאות ניסוי זה.

תוצאות מדידות פעילות ה-CHI מראות שבשני הזנים, סנטנה וסגל ישנה ירידה דרמטית בפעילות האנזים בטמפרטורות גבוהות המרמזת לכך שכנראה יש פחות סינטזה של פיגמנטים ככל שהטמפרטורות גבוהות יותר. הדבר נכון לגבי שני הזנים, ולכן כנראה אינו מסביר את העובדה שבזן הסנטנה אין ירידה בריכוז האנמוציאנינים ובזן הסגל יש.

ו. השפעת טיפולים שונים על ריכוז האנמוציאנינים בפרחים הגדלים בטמפרטורות גבוהות.

הרשתות על אורך תקופת הפריחה, בפרחי סנגל בהם היתה בעית הדהייה רשתות הצל כלל לא השפיעו על זמן הפריחה.

ב. השפעת הטמפרטורה על pH הווקואולות

כנראה שאין משמעות לשינויי ה-pH על שינויים בצבע פרחי האסטר: בזן סנגל, בו נראו שינויי צבע דרמטיים עם שינוי הטמפרטורה, שינויי ה-pH היו קטנים מאד. לעומת זאת בזן סנגל, בו לא נראו הבדלי צבע, ה-pH השתנה מאד בפרחים שגדלו בטמפרטורות שונות. עובדה זו מסקרנת ודורשת בדיקה יותר מדויקת ומהימנה של קביעת ה-pH בוולקואולות תאי האפידרמיס של הפרחים. אם אכן התוצאות נכונות מענין לבחון מבחינה ביוכימית למה אין שינויים בצבע הפרחים.

ג. השפעת הטמפרטורה על האנטיציאנינים בפרחי אסטר

תוצאות המחקר מראות שריכוז האנטיציאנינים יורד עם עליית הטמפרטורה, בזן האסטר שדוהה, ואינו משתנה בזן שצבעו לא מושפע מהטמפרטורה. מכאן שכנראה ריכוז האנטיציאנינים הוא הגורם העיקרי לשינויים הנראים לעין בפרחים דהויים. לכן מיקדנו את המחקר בבדיקת קצב הסינמזה של הפיגמנטים, ובנסיון לייצב אותם, ופחות באיפיון ביוכימי של מולקולות האנטיציאנינים.

מתוצאות מדידות פעילות CH_{11} נראה שאכן יש פחות סינמזה של אנטיציאנינים בפרחים בטמפרטורות גבוהות. דבר זה נכון גם לגבי פרחי הסנטנה, שצבעם לא משתנה וריכוז האנטיציאנינים שלהם לא יורד ב- 29° , וגם בפרחי הסנגל. מכאן שלמרות ההתנהגות הדומה של אחד מהאנזימים המסנזים אנטיציאנינים, כנראה שיש הבדל נוסף בין שני הזנים הגורם לכך שבאחד הזנים הפרחים דוהים ובשני הפרחים אינם דוהים. אחת האפשרויות הוא שבסנגל ישנו פירוק מהיר יותר מסינמזה של אנטיציאנינים בטמפרטורות גבוהות. נושא זה דורש עבודה נוספת על מנת לבחון את קצב פירוק הפיגמנטים בשני הזנים. מכיון שידוע מעט על פירוק אנטיציאנינים, מערכת זו של שני זני האסטר עשויה להיות נוחה להמשך המחקר והבנת תהליכי פירוק אנטיציאנינים.

בנסיון למצוא דרכים לשיפור הפיגמנטציה בסנגל בטמפרטורות גבוהות למרות הזמן הקצר שניתן למחקר זה, בחנו סיפולים שונים שאמורים לייצב את הפיגמנטים. התוצאות הראשוניות שלנו מראות על עליה נכרת בריכוז הפיגמנטים בפרחים, למרות שהיא עוד לא מספיקה לאבחנה ברורה בעיין (רק כשרכוז הפיגמנטים עולה פי 4 נתן לקבל אבחנה ברורה בעיין). בנוסף לכך הטפולים פגעו באיכות הפרחים. ברצוננו להמשיך להתקדם במחקר זה ולמצוא תנאי טיפול שיעלו יותר את ריכוז הפיגמנטים מבלי לפגוע באיכות הפרחים. אנו מגישים הצעה המשבית להצעה זו לשנת '99 שמטרתה למצוא תנאים לשיפור הפיגמנטציה בטמפרטורות גבוהות. יתכן שתוצאות המחקר יביאו לפתרונות למגוון רחב של פרחים שדוהים בטמפרטורות גבוהות.

תשובות לשאלות על תוצאות המחקר:

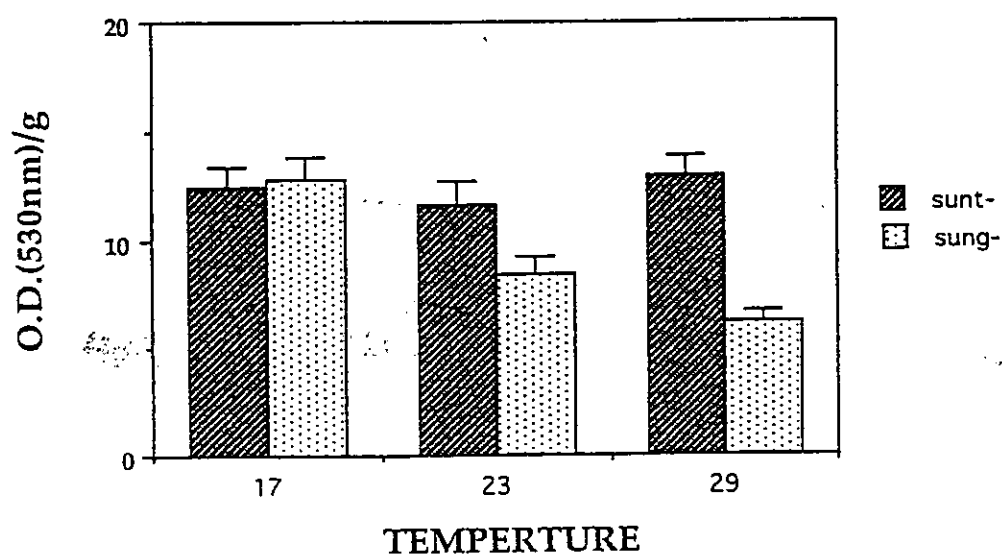
- א. איפיון תנאי האקלים הגורמים לדהייה בעלי הכותרת של אסטר, בעונות הסתיו והחרף.
- ב. הבנת תופעת הדהייה מבחינה ביוכימית.
- ג. הצעת פתרונות ברמה פיזיולוגית בהתאם למימצאים הראשוניים על השינויים הביוכימיים החלים בזמן דהייה.

2. א. השוואת רמת הפיגמנטציה בטמפרטורות שונות ובמידות הצללה שונות בין שני זני אסטר, האחד דוהה בעונות המעבר והשני שאינו דוהה. ב. השפעת עוצמות האור והטמפרטורות על אורך זמן הפריחה, גודל הפרחים, ומספר הפרחים לענף. ג. מדידת קצב פעילות אנזימים האחראים על סינטזת הפיגמנטים. ד. טיפולים עם יונים שונים לשיפור הפיגמנטציה בטמפרטורות גבוהות.

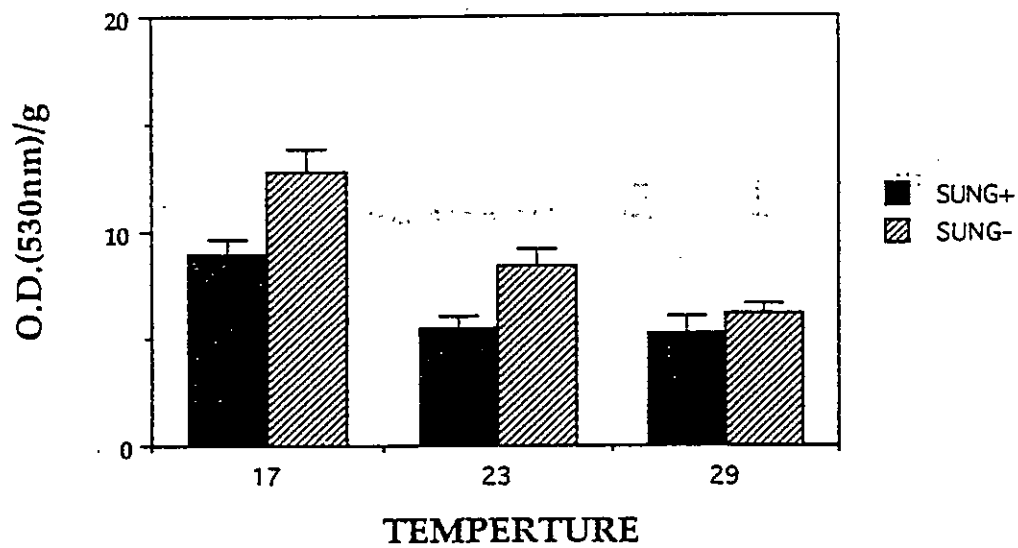
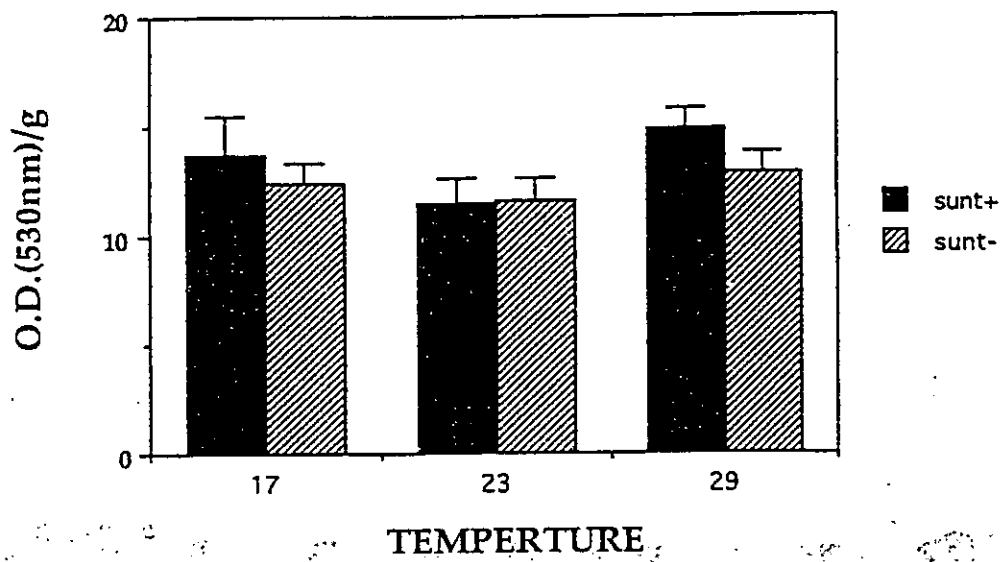
3. א. הגורם האקלימי העיקרי לדהיית הצבע באסטרם היא טמפרטורה גבוהה. ב. כנראה שהגורם העיקרי לדהיית צבע בזן סנגל היא פרוק יתר של האנטוציאנינים ולא רק העובדה שיש פחות סינטזה. ג. טיפולים המעשירים את וקואולות הפרחים ביונים המיצבים אנטוציאנינים, גורמים לעליה של עד פי 1.8 בריכוז האנטוציאנינים בפרחים שגדלו בטמפרטורות גבוהות.

4. א. לבחון האם רשתות צל יפחיתו את הדהייה בטמפרטורות גבוהות מ- 29° . ב. האם הסיבה להבדלים בין הזנים היא בקצב פרוק האנטוציאנינים? ג. עבודה מקיפה על הטיפולים השונים לצבירת ריכוז גבוה יותר של אנטוציאנינים בפרחים הגדלים בטמפרטורות גבוהות.

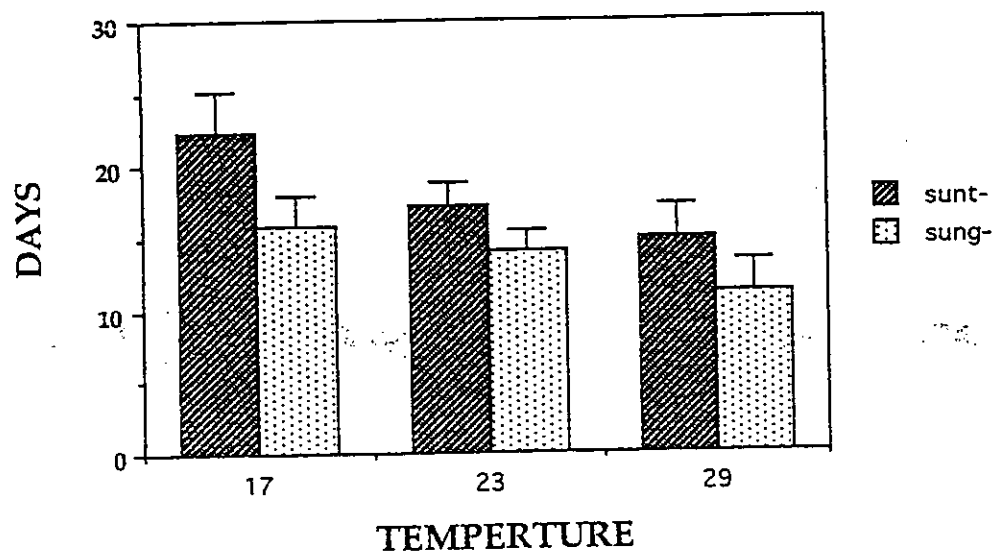
5. עדיין לא הוחל בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח. אנחנו בשלבים מתקדמים של סדרת ניסיונות שיתנו מענה לחלק מהשאלות שנשאלו פתוחות ממחקר זה, ובסיום העבודה נפרסם את תוצאותיה ב"דפי מידע" ובעתונות בין-לאומית.



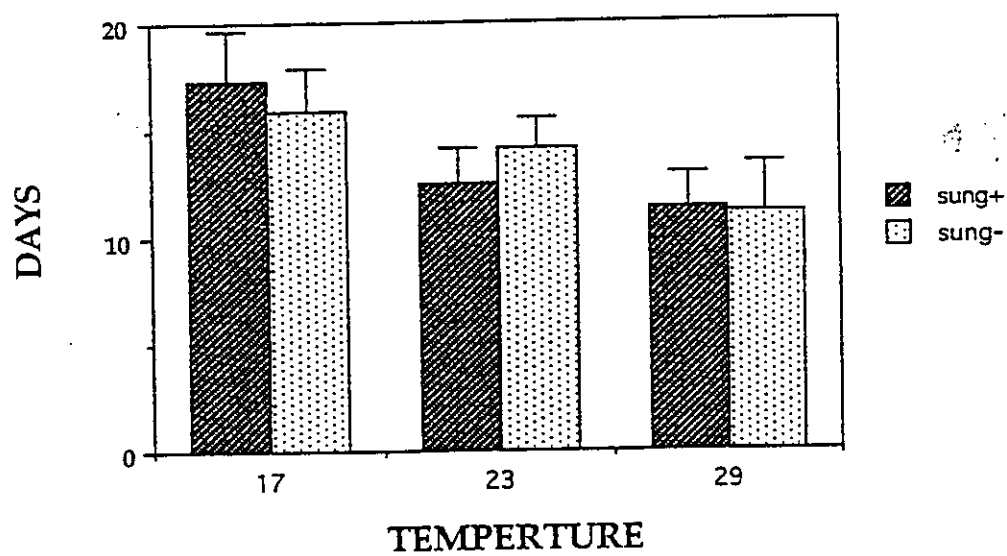
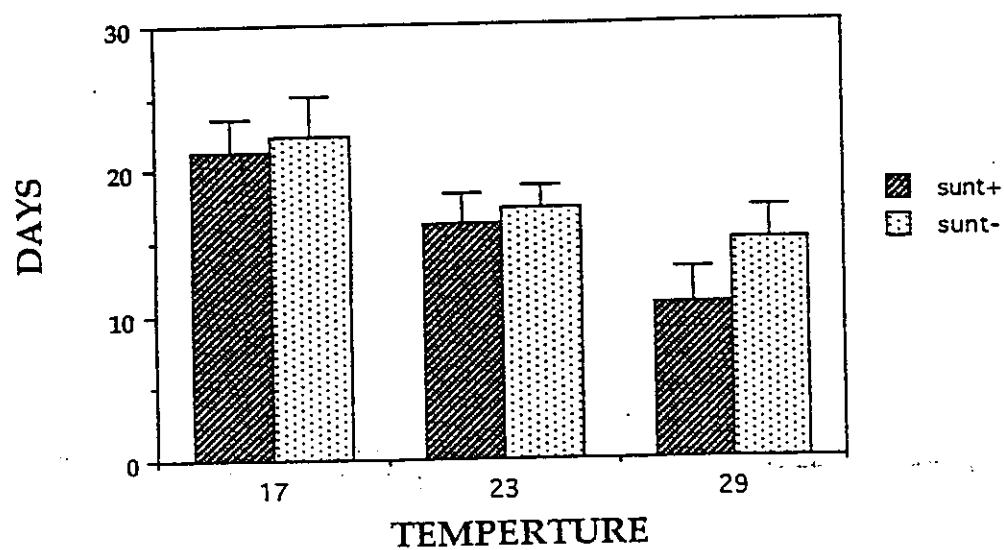
איור 1:
השפעת הטמפרטורה על ריכוז האנמוציאנינים בזנים סנטנה וסנגל.



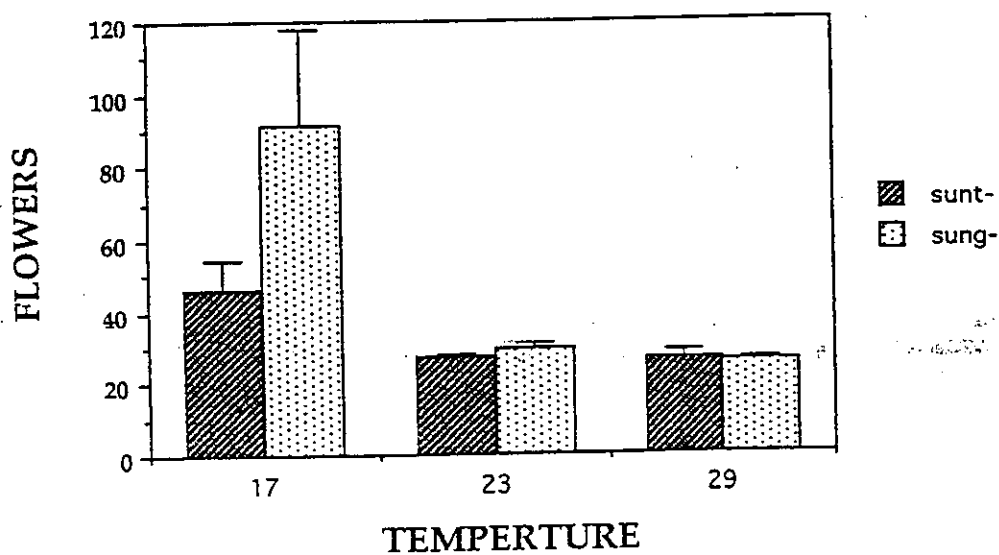
איור 2:
השפעת הצללה על הפיגמנטציה בפרחי סגול (sung) וסנסנה (sunt).



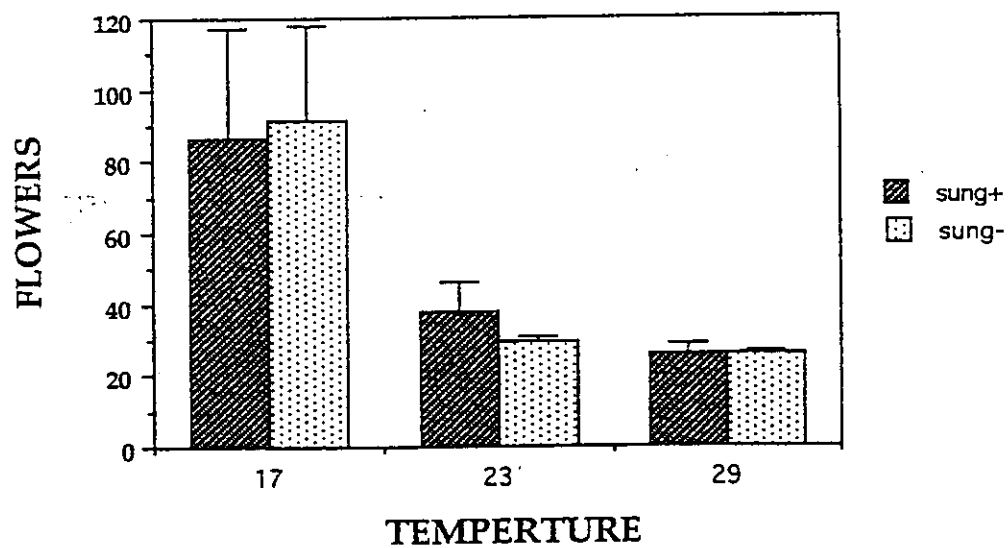
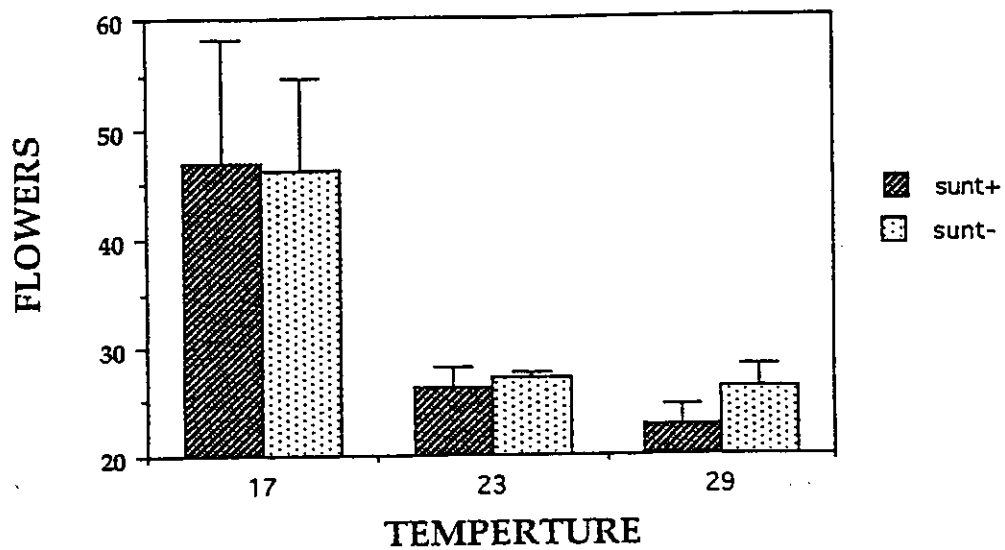
איור 3:
השפעת הטמפרטורה על משך הפריחה של פרחי סנסנה וסנגל.



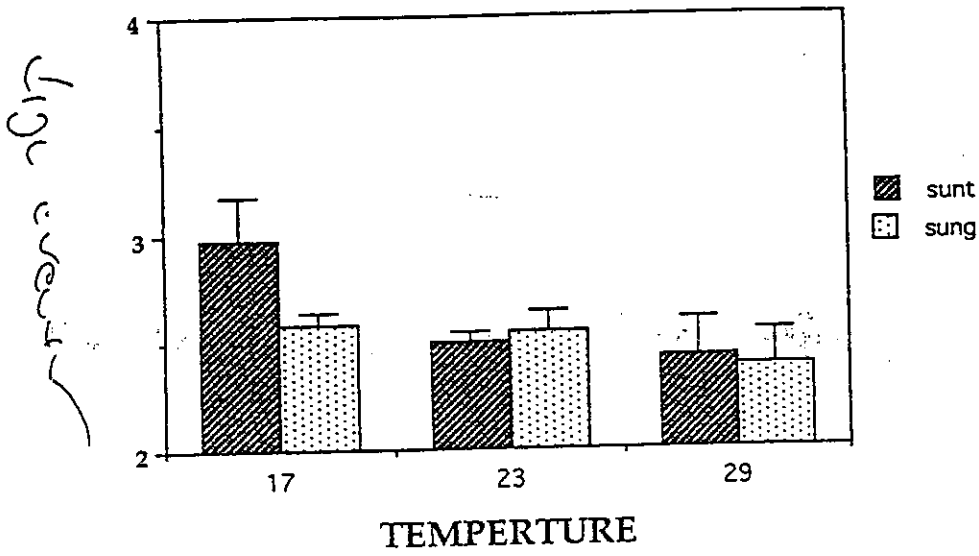
איור 4:
השפעת רשתות צל על משך פריחת האסטרים.



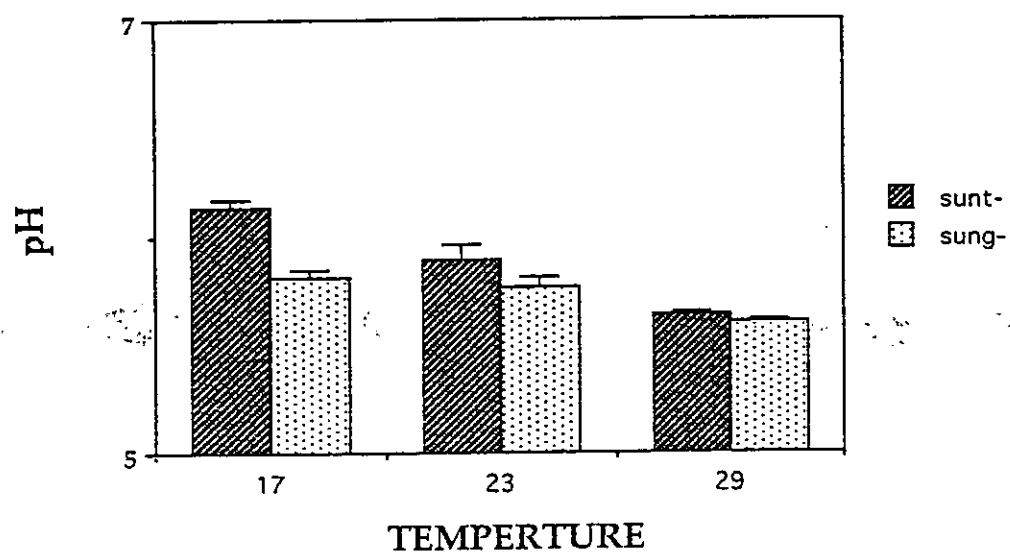
איור 5:
השפעת הטמפרטורה על מספר הפרחים לתפרחת.



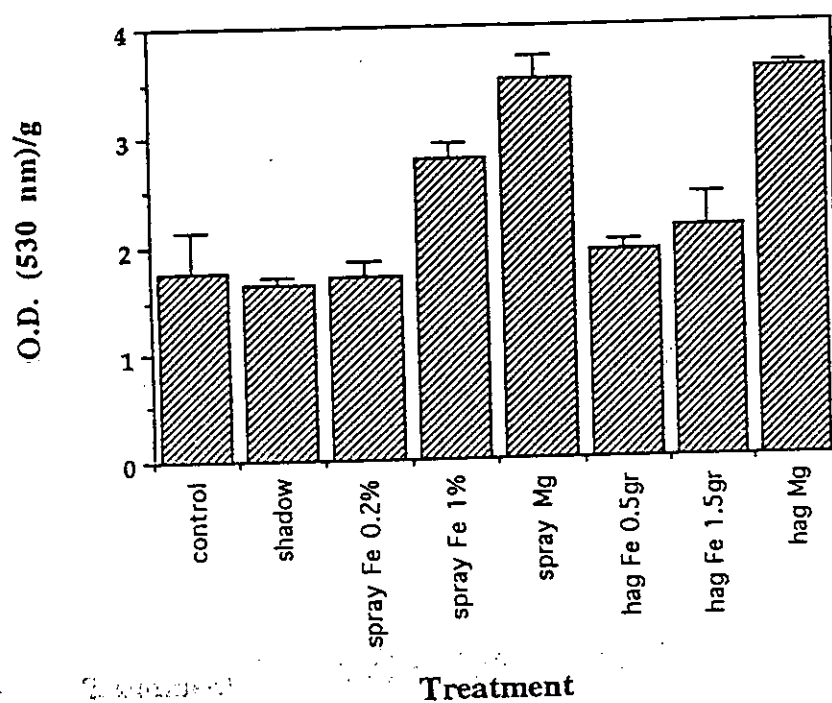
איור 6:
השפעת רשתות צל על מספר הפרחים לתפרחת.



השפעת הטמפרטורה על קוטר התפרחות.



איור 8:
השפעת הטמפרטורה על pH הווקואולות של פרחי הסנטנה והסנגל.



איור 9:
השפעת טיפולים שונים על ריכוז האנטוציאנינים בפרחים הגדלים בסמפרטורות גבוהות.

		activity / g fresh weight	activity / petal
Sung.	17°C	14.08± 0.11	0.016
	23°C	10.78± 5.26	0.0105± 0.005
	29°C	8.18± 1.38	0.0042± 0.0005
Sunt.	17°C	10.18± 0.45	0.0145± 0.0021
	23°C	6.42± 0.25	0.0066± 0.0012
	29°C	7.09± 0.43	0.0041± 0.0001

טבלה 1:
פעילות האנזים CHI בפרחי סגל וסנטנה במספרטורות כדילה שונות.