תאורה פוטופיריודית מתנייעת בפרחי קטיף

חוקרים שותפים:

עירית דורי, אלי מתן,דוד שמואל, ליאנה בן יונס- מו"פ דרום
פרו'פ אברהם הלוי- הפקולטה לחקלאות, המח' למטעים וצמחי נוי
איתן שלמה- שה"מ פרחים, משרד החקלאות
יצחק סקר- שה"מ טכנולוגיה, משרד החקלאות
אמוץ חצרוני- המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי

תקציר:

בעבודה זו נבחנה טכנולוגיה חדשה למתן תאורה פוטופריודית בפרחים, בהשוואה לטכנולוגיה המקובלת.
טכנולוגיה זו מבוססת על הנעת קו תאורה מעל הצמחים בהשוואה לתאורה במערכת תאורה קבועה.
בתחילת הניסוי נבחנו שני מיני צמחים בעלי דרישה הכרחית להארכת יום בתקופת החורף - אסקלפיאס טוברוזה וטרכליום. בשני המינים לא נמצאו הבדלים משמעותיים ביבול ובאיכות הפרחים בהשפעת טיפולי התאורה. בשנה האחרונה נבחנו סולידגו טרה וגיפסנית פרפקטה.
במינים אלו הארכת היום במהלך היצור החורפי משמשת לעיכוב הפריחה והארכת גבעולי הפריחה. גם בגידולים אלו הארכת היום ע"י תאורה מתנייעת לא נפלה ביבול או איכות הפרחים מהתאורה הקבועה.
צריכת החשמל על בסיס נתוני הניסוי הסתכמה ב- 10 קילוואט ללילה בתאורה הקבועה, בהשוואה ל- 6.4 קילוואט ללילה בתאורה המתנייעת. בהנחה שבמהלך הגידול נדרשים 240 ימי הארה, מסתכמת עלות החשמל בכ- 672 ש"ח/דונם בתאורה הקבועה לעומת 432 ש"ח/דונם בתאורה המתנייעת. ע"פ הערכה זו בשיטת התאורה המתנייעת להערכתנו ניתן יהיה להשיג חסכון ניכר בהוצאות השוטפות.

מבוא:

חלק ניכר מגידולי הפרחים בישראל נדרשים במהלך היצור החורפי להארכת היום לזרוז הפריחה: היפריקום, טרכליום, גיפסנית, לע הארי, פלוקס, קיפודן, פעמונית בינונית, אסקלפיאס סינדרלה אסקלפיאס טוברוזה ועוד. בפרחים אחרים משמש היום הארוך לעיכוב הפריחה והארכת הגבעול כמו בחרצית, סולידגו ובאסטר. השימוש בהארה מלאכותית בגידולי פרחים בארץ נפוץ הרבה יותר מאשר באירופה כיוון שמספר רב של גידולים שהם באירופה "פרחי קיץ" גדלים רק או בעיקר בתקופת היום הארוך הטבעי, בעוד שבארץ הם גדלים בחורף ודורשים תוספת הארה פוטופריודית מלאכותית. הסידורים הטכניים להארה מהוים הוצאה ניכרת במהלך הגידול וחשוב למצוא דרכים להפחתת ההוצאה להארה ולשיפור רווחיות הגידול.
שיטת ההארה הנהוגה כיום בגידולי הפרחים מבוססת על תשתית קבועה של כבלים, רפלקטורים ומנורות המוצבים בהצבה של 3* 3מ' (כ- 100 מנורות לדונם), אשר מופעלת בתאורה רציפה או מחזורית בהארכת יום או שבירת לילה בהתאם למין הצמח והידע הקיים לגביו.
בעבודה זו נבחן מתן תאורה פוטופריודית באמצעות מערכת תאורה מתניעת (ולא סטטית כנהוג). מערכת מעין זו עשויה לגרום לחסכון ניכר הן בתשתיות והן בהוצאות השוטפות עבור חשמל.

שיטות וחומרים:

הניסויים נערכו בשני מיני צמחים: סולידגו טרה וגיפסנית פרפקטה. במינים אלו הארכת היום במהלך היצור החורפי משמשת לעיכוב הפריחה והארכת גבעולי הפריחה. שני המינים נשתלו במקביל בשני מפתחים של החממה. במפתח אחד קבלו הצמחים תאורה פוטופיריודית מתנייעת ובמפתח השני קבלו הצמחים תאורה פוטופיריודית קבועה כמקובל אצל החקלאים. בטיפול התאורה הקבועה הארכת היום ניתנה כשבירת לילה בהארה מחזורית (5/15) למשך 2 שעות (12:00-2:00).
בטיפול התאורה המתנייעת נוסעת מערכת התאורה מעל הצמחים לאורך המפתח במחזור של כ- 10 דקות, כך שבנסיעה קדימה היא מאירה 6.4 דקות וחוזרת בחושך 3.2 דקות. הארכת היום

ניתנה גם כן כשבירת לילה למשך 2 שעות (00:2-12:00). בטיפול התאורה הקבועה ניתנה התאורה בנורות להט 150 וואט. עקב ההבדלים הגדולים שנצפו בסכום הקרינה הגלובלית בין התאורה הקבועה לתאורה המתנייעת בעונת הגידול הראשונה, הוחלפו הנורות בטיפול התאורה המתנייעת לנורות בעלות עוצמה גבוהה יותר, 200 וואט.
מערכת ההנעה מבוססת בשלב זה על מתקן המשמש להשקיה במשתלות, שעבר הסבה. על גבי מוט ההשקיה הותקנו 4 נורות לרוחב המפתח. מערכת בקרת ההסעה מאפשרת קבלת מהירויות הסעה שונות בנסיעה קדימה ובחזרה ובכך מאפשרת גמישות בקביעת מחזורי התאורה.
במהלך העונה נמדדו עוצמות התאורה תחת שני משטרי התאורה.
עוצמת האור נמדדה במכשירי Kip למדידת קרינה גלובלית. בכל אחד ממשטרי התאורה נמדדה העוצמה במחזור תאורה בודד.
בתאורה הקבועה מתוך מחזור של 15 דקות ניתנו 5 דקות אור ו- 10 דקות חושך.
בתאורה המתנייעת עומד במחזור על 9.6 דקות מתוכם 6.4 דקות אור ו- 3.2 דקות חושך.

הסולידגו מהזן טרה נשתל ב- 4/7/01 בעומד של 20 למ״ר וב- 29/7/01 עבר קיטום טיפולי התאורה. גל הפריחה הראשון התרחש במחצית שניה של ינואר והגל השני במחצית הראשונה של חודש מאי.
גיפסנית מהזן פרפקטה נשתלה ב-4/7/01 בעומד 6 למ״ר וב- 16/9/01 נקטמו הצמחים. באמצע נובמבר קיבלו הצמחים 2 ריסוסי ג׳יברלין במינון 500 ח״מ בהפרש של שבוע ביניהם. הצמחים פרחו בתחילת פברואר ונתנו גל פריחה נוסף בתחילת חודש יוני.
ב- 8/8/01 הופעלו תאורה קבועה בשני הטיפולים וחודש לאחר מכן הופעל טיפול התאורה המתנייעת.

במהלך תקופת הגידול נערך מעקב אחר עוצמות התאורה הפוטופיריודית בשני הטיפולים וכן אחר מועד הפריחה היבול ואיכותו.

תוצאות :

סכום הקרינה

בבדיקת סכום הקרינה הגלובלית תחת תאורה קבועה התקבלו במרכז הערוגה ערכים של כ- 1,260 וואט למ״ר/לדקה (תרשים 7), לעומת כ- 100 וואט למ״ר/לדקה תחת תאורת המסוע במרכז הערוגה (תרשים 8). כלומר סכום הקרינה בכל מחזור הארה שקיבלו הפרחים בתאורה המתנייעת היה כעשירית מסכום הקרינה בתאורה הקבועה. (סכום הקרינה נקבע ע״י חישוב האינטגרל שמתחת לעקומה). בעונת הגידול השניה והשלישית היתה תוספת של כ- 33% בסכום הקרינה הגלובלית בטיפול התאורה המתנייעת עקב העלאת עוצמת האור של הנורות. שינוי זה לא שינה באופן משמעותי את היחסים בעוצמות הקרינה בין הטיפולים.

סולידגו

בשני גלי הפריחה היבול בטיפול התאורה המתנייעת היה גבוה מבתאורה הקבועה (תרשים 1). בגל הפריחה הראשון היתה תוספת של כ- 8% ביבול הפרחים לטיפול התאורה המתנייעת ובגל הפריחה השני כ- 10% תוספת יבול.
באורך הפרחים, משקל הפרחים ואורך התפרחת לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בשני גלי הפריחה (תרשימים 2,3 ו-4).

גיפסנית

בגל הפריחה הראשון לא היו הבדלים ביבול הפרחים או ההתפלגות המשקלית של ענפי הפריחה (תרשים 5) ואילו בגל השני יבול הפרחים הכללי בטיפול התאורה הקבועה היה נמוך בכ-30% מטיפול התאורה המתנייעת, בעוד ההתפלגות המשקלית היתה דומה (תרשים 6).

<u>הערכה כלכלית לצריכת החשמל בטיפולים השונים</u>

הוצאות שוטפות עבור חשמל <u>בתאורה הקבועה</u> : 100 נורות (לדונם) X 150 ואט/שעה : 1000 = 15 קילוואט/שעה.
15 קילוואט/שעה X 2/3 שעות תאורה בלילה (שליש מחזור) = 10 קילוואט.
10 קילוואט X 0.28 אג' = 2.8 ש"ח ללילה.
2.8 ש"ח X 240 יום (8 חודשים בשנה) = 672 ש"ח לדונם לשנה.

ההוצאות השוטפות (נורות לבון) <u>בתאורה המתנייעת</u> (לדונם) : -
24 נורות X 200 ואט/שעה = 4.8 קילוואט/שעה.
4.8 קילוואט X 4/3 שעות תאורה בלילה (שני שליש מחזור) = 6.4 קילוואט.
6.4 קילוואט X 0.28 אג' = 1.8 ש"ח ללילה.
4.03 ש"ח X 240 יום (8 חודשים בשנה) = 432 ש"ח לדונם לשנה.

בתחשיב דומה לגבי נורות פלואורסנטיות (18 ואט) ההוצאה השוטפת עבור חשמל עשויה להגיע ל :
24 נורות X 18 ואט/שעה = 0.432 קילוואט/שעה.
0.432 קילוואט X 4/3 שעות = 0.58 קילוואט.
0.58X0.28 אג' = 0.16 ש"ח ללילה.
0.16 ש"ח X 240 יום (8 חודשים בשנה) = 38.4 ש"ח לדונם לשנה.
ע"פ הערכה זו בשיטת התאורה המתנייעת להערכתנו ניתן יהיה להשיג חסכון ניכר בהוצאות השוטפות. בשימוש בנורות לבון החסכון בהוצאות השוטפות יהיה כ- 36 אחוז מההוצאה העכשוית ואילו במקרה של שימוש בתאורה פלואורסנטית יהיה חסכון של כ- 95 אחוז.
הערכה הכלכלית לגבי החסכון בתשתית תבוצע רק בשלב מאוחר יותר במחקר שכן בשלב הראשון השתמשנו בתשתית הנעה המשמשת להשקיה במשתלות. בהמשך לאחר שתוכח יעילות מבחינה פיזיולוגית תפותח מערכת ספציפית לתאורה שעלותה אמורה להיות קטנה יותר.

<u>דיון:</u>

תוכנית המחקר בתאורה פוטופיריודית מתנייעת הינה חדשנית. תוכנית זו מבוססת על כך שבגידולים רבים אין צורך בתאורה פוטופיריודית רציפה אלא ניתן להסתפק בהארה מחזורית של כמה דקות ולאחריה הפסקה בתאורה עד למחזור הבא. תקופת ההארה המקובלת היום במחזור היא כרבע עד שליש מהמחזור.
הגידולים שנבחנו בשנתיים הראשונות : אסקלפיאס טוברוזה וטרכליום נחשבים לרגישים מאד לתאורה פוטופיריודית במהלך החורף, כלומר מחסור בתאורה זו יכול ל גרום לתקלות חמורות בפריחה.
בשני הגידולים לא נצפו בתקופת הגידול הבדלים משמעותיים ביבול ובאיכות הפרחים בין התאורה המתנייעת לבין התאורה הקבועה,למרות שבתאורה הקבועה עוצמות הקרינה הפוטופיריודית הגלובלית היו פי עשר מהתאורה המתנייעת.
בגידולים סולידגו טרה וגיפסנית פרפקטה אשר נבחנו בשנה השלישית , הארכת היום במהלך היצור החורפי משמשת לעיכוב הפריחה והארכת גבעולי הפריחה. גם בגידולים אלו הארכת היום ע"י תאורה מתנייעת לא נפלה ביבול או איכות הפרחים מהתאורה הקבועה.
ע"פ תוצאות אלו ניתן בהחלט לומר שמהבחינה הפיזיולוגית התאורה המתנייעת נתנה מענה הולם לכל הגידולים שנבחנו עד כה.

<u>התועלת הצפויה :</u>

1. הפחתת הוצאות הייצור של המגדל ע"י חסכון הן בתשתיות והן בהוצאות השוטפות. החסכון בהוצאות השוטפות בשימוש בנורות ליבון בתאורה המתנייעת מוערך בכ- 50 אחוז לעומת השימוש בתאורה הקבועה הנהוגה כיום. בשימוש בנורות פלאורסנטיות החסכון מוערך בכ- 90-95 אחוז. הערכה כלכלית לגבי החסכון בתשתיות תערך בשלב מאוחר יותר שכן בשלב הראשון של המחקר השתמשנו במערכת הנעה קיימת,אך בהמשך תפותח מערכת ספציפית שעלותה אמורה להיות קטנה יותר.

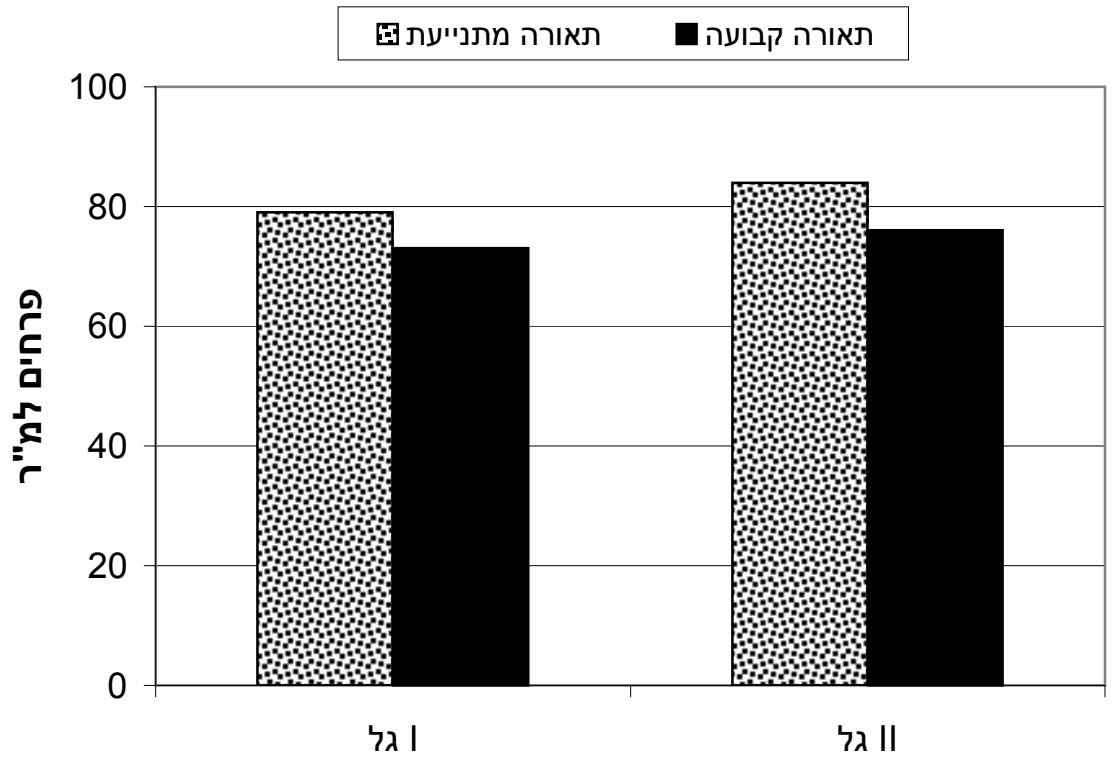
2. פיתוח התאורה המתנייעת יאפשר למגדלי הפרחים הגדלת השטח המואר מבלי להגדיל את הספקי החשמל במשק, הגדלה הכרוכה בהשקעות גדולות בתשתית.

3. בגידולים מסויימים בהם התאורה הפוטופיריודית אינה הכרחית, נמנעים המגדלים מתאורה בשל העלות הכספית הכרוכה בכך וזאת למרות שגם בגידולים אלו תורמת התאורה להקדמה ולשיפור ביבול ובאיכות הפרח לדוגמא: שושן ונץ החלב דוביום. בגידולים אחרים כמו: היפריקום וסולידגו בהם השימוש בנורות פלואורסנטיות נמצא יעיל, לא התרחב השימוש בהן עקב ההשקעה הגדולה הנדרשת בתשתית וזאת למרות שהן חסכוניות בצריכת החשמל בהשוואה לנורות הליבון. צמצום התשתית הנדרשת וההוצאות השוטפות עבור החשמל בשיטת התאורה המתנייעת עשויים להרחיב את השימוש בתאורה בגידולי פרחים שונים ולתרום לשיפור באיכותו.

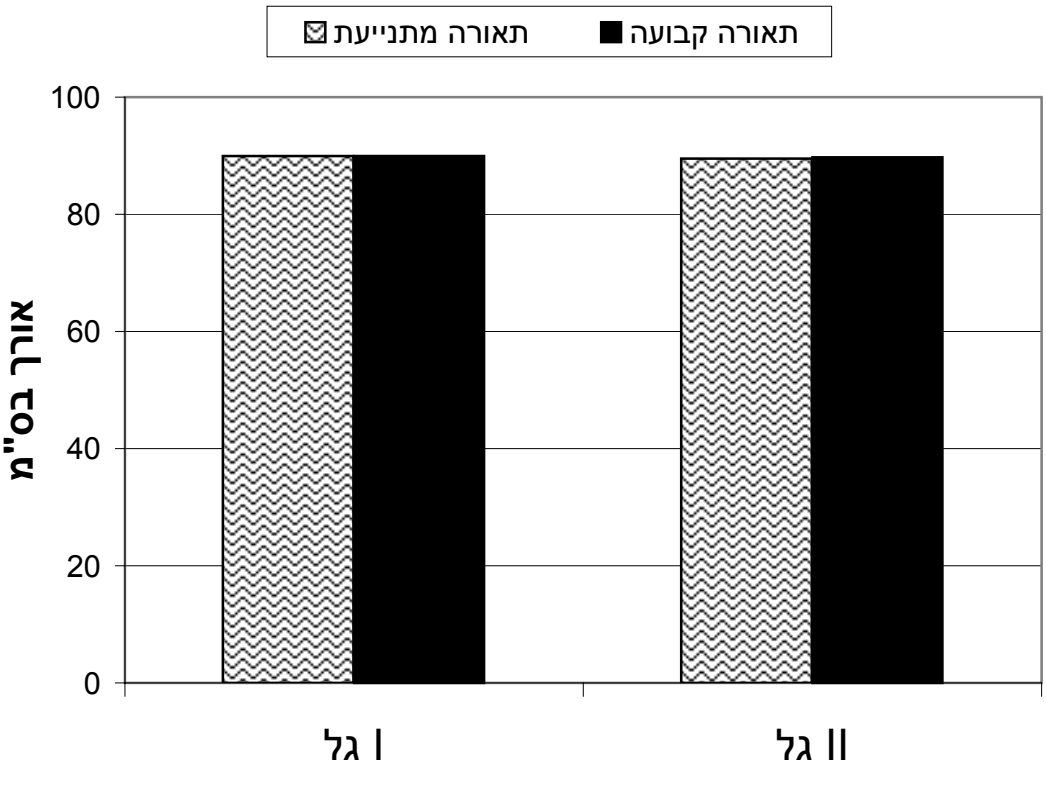
4. השימוש במסוע במערכת התאורה המתנייעת יכול לאפשר שימושים נוספים באותה מערכת הנעה כמו מערכת ריסוס, או מארזים לפנוי הפרחים הקטופים מהשורות לשביל.

5. התאורה המתנייעת יכולה בהמשך לפתור בעיה של הארה בגידול פרחים בשטחים פתוחים בהם יש צורך בהארה פוטופיריודית. קיימת בעיתיות בהקמת תשתיות תאורה בשטחים פתוחים. תאורה מתנייעת שתנוע לאורך השטח בדומה לקונוע המשמש להשקיה, יכולה להוות פתרון לבעיה זו.

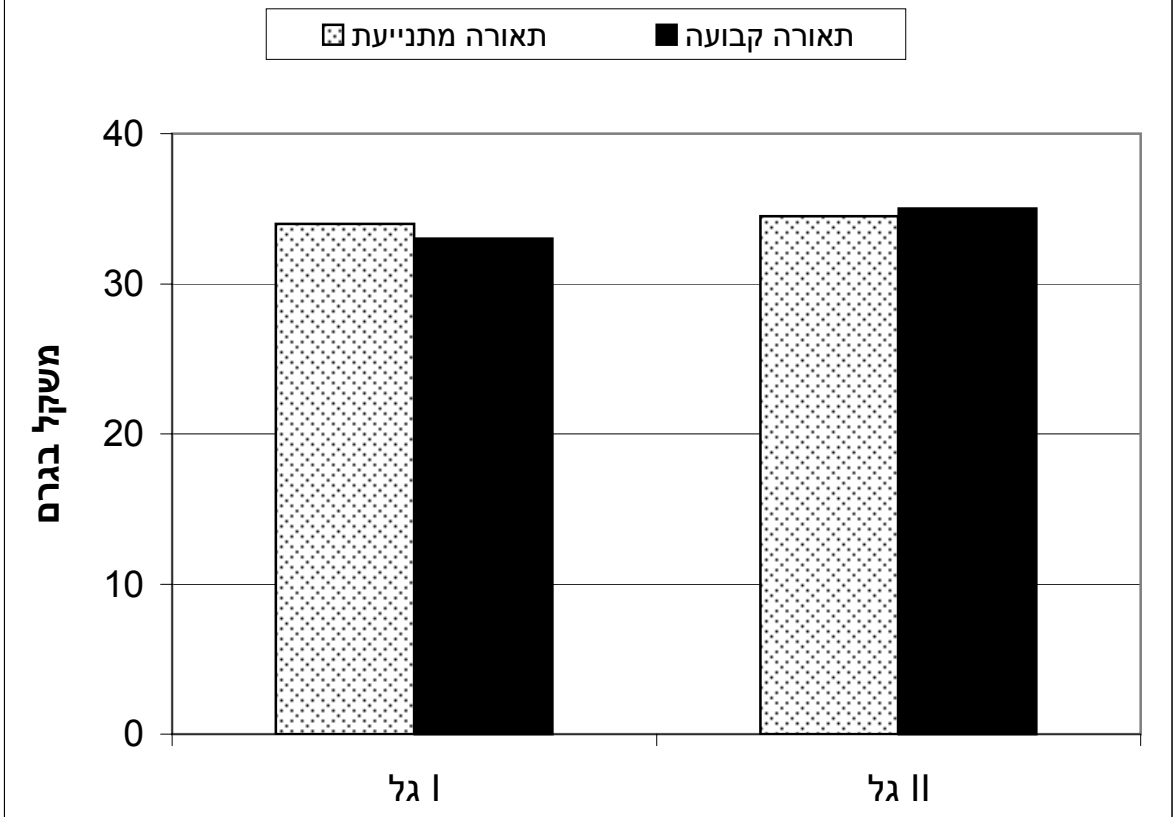
תרשים 1: השפעת התאורה על יבול הפרחים בסולידגו



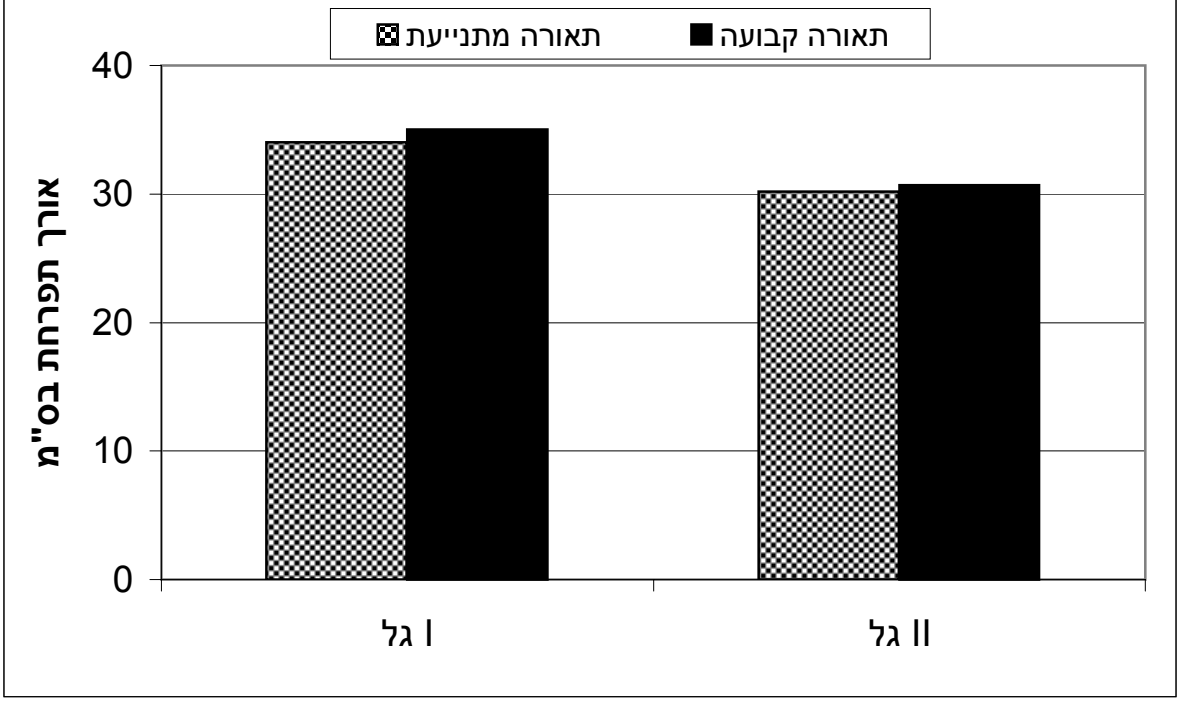
תרשים 2: השפעת התאורה על אורך הפרח בסולידגו



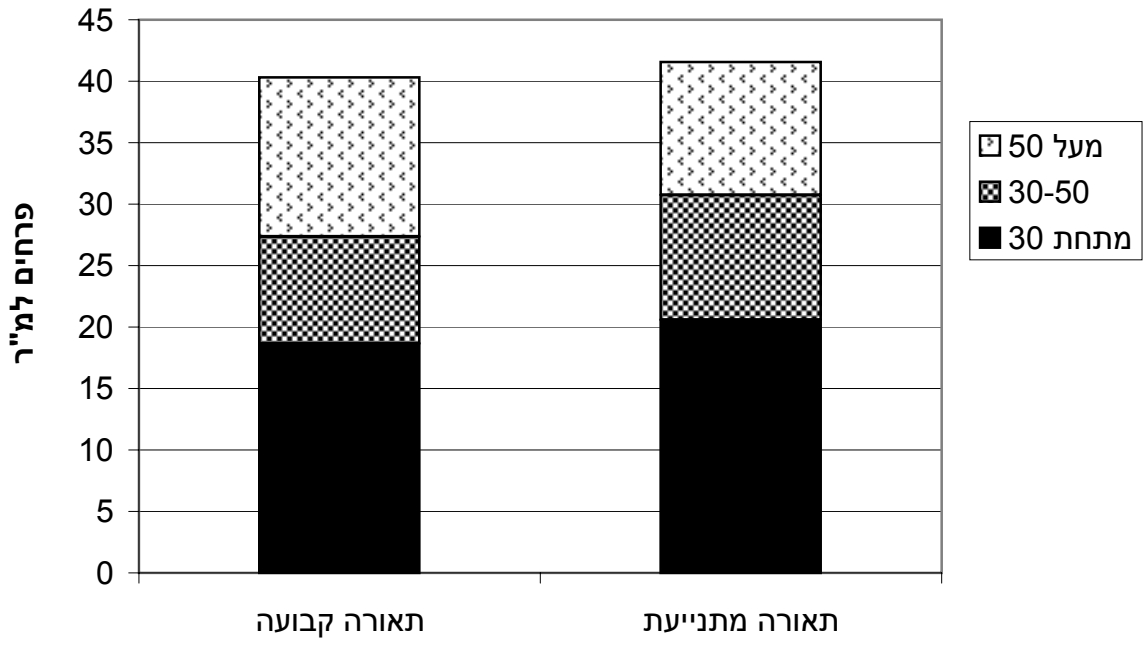
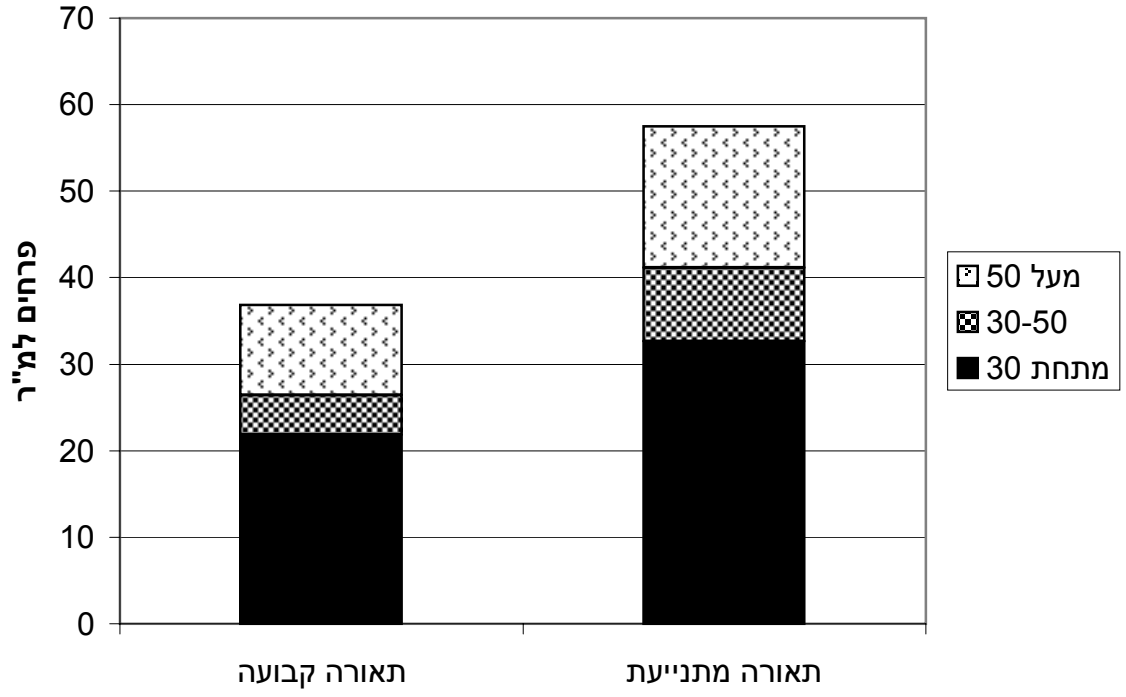
תרשים 3: השפעת התאורה על משקל הפרח בסולידגו



תרשים 4: השפעת טיפולי התאורה על אורך התפרחת בסולידגו



תרשים 5: השפעת טפולי התאורה על התפלגות היבול בגל הראשון



תרשים 6: השפעת טפולי התאורה על התפלגות היבול בגל השני