

נורות לד כתוספת הארה בטרכליום

מעין פלוס קטרון, אבי אושרוביץ, קתרינה קריזובה, איתן שלמה - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

יאיר נשרי - לה"ד נגב, שה"מ משרד החקלאות ופיתוח הכפר

אבישג קדמן זהבי - המחלקה לפרחים, מנהל המחקר החקלאי (בגמלאות)

כתובת המחברת: maayank@arava.co.il

תקציר

הטרכליום (*Trachelium caeruleum*) שתורבת ומשמש כצמח גינה, עציץ פורח וכפרח קטיף הינו צמח יום ארוך הכרחי, עם דרישה של לפחות 13 שעות אור. הארכת היום מעל 16 שעות מאפשרים פריחה של 100% של הצמחים. טמפרטורות גידול גבוהות מחישות את הפריחה אך גורמות לענפים קצרים יחסית, ולעומת זאת טמפרטורות נמוכות גורמות לצמיחה איטית, גבעולים ארוכים ודחיית הפריחה. עוצמות אור גבוהות יחסית מעודדות פריחה ובעוצמות אור נמוכות נוצרים גבעולים וגטטיביים ארוכים.

בשנים האחרונות אנחנו עדים לשימוש גובר והולך בנורות הפלואורסצנט לתאורה פוטופריודית למטרת בקרת הצמיחה והפריחה בפרחי קטיף וצמחי בית שונים. נורות אלו מחליפות את נורות הליבון כי הן יעילות יותר מבחינה אנרגטית בהפקת האור, צורכות פחות חשמל מנורות הליבון ולרוב גם משפיעות על עידוד ועיכוב הפריחה ביעילות דומה לזו של נורות ליבון. בשנים האחרונות הולך ועולה גם השימוש בנורות לד החסכוניות במידה רבה אף מנורות הפלואורסצנט. במחקר שנערך במו"פ ערבה בעונת 2012/13 נבחנה השפעת תאורה מלאכותית תוך שימוש בגופי תאורה מבוססי (LED (light emitting diodes) על גידול טרכליום בערבה. בניגוד לנורות הלהט הנפוצות ביותר בשימוש חקלאי, ולנורות הפלואורסצנט שגם הן בשימוש חקלאי, ניתן בתאורת LED לקבוע את ספקטרום האור הנפלט ולהתאימו לצרכים של גידול מסוים. מתוצאות המחקר עולה כי לא ניתן להציב את נורות הLED במרווחים המקובלים בנורות הפלואורסצנט כיום 3X3 אלא במרווחים קטנים יותר של 2X2. עלינו לחזור על ניסוי זה שנה נוספת לבחון מהו המרווח המתאים. נראה כי נורות הLED בעלות תוספת אדום רחוק נראה כי הביא להקדמה בפריחה אך גם נושא זה ייבחן עונה נוספת.

מבוא

בשנים האחרונות אנחנו עדים לשימוש גובר והולך בנורות הפלואורסצנט לתאורה פוטופריודית למטרת בקרת הצמיחה והפריחה בפרחי קטיף וצמחי בית שונים. נורות אלו מחליפות את נורות הליבון כי הן יעילות יותר מבחינה אנרגטית בהפקת האור, צורכות פחות חשמל מנורות הליבון ולרוב גם משפיעות על עידוד ועיכוב הפריחה ביעילות דומה לזו של נורות ליבון. בשנים האחרונות הולך ועולה גם השימוש בנורות לד החסכוניות במידה רבה אף מנורות הפלואורסצנט. בעבודות קודמות שבוצעו במו"פ ערבה נמצא כי ניתן להשתמש בנורות לד להשראת פריחה בצמחי יום ארוך. ראינו כי תגובת הצמחים ללד אדום אינה נופלת באיכותה מהארה באמצעות נורות פלורסצנט (פלוס קטרון וחוב' 2011, קדמן זהבי וחוב', 2007).

הסוג טרכליום הוא צמח עשבוני רב שנתי ממשפחת הפעמוניותיים (*Campanulaceae*) הכולל כעשרה מינים. מוצא הסוג מאגן הים התיכון. המין *Trachelium caeruleum* שתורבת ומשמש כצמח גינה, עציץ פורח וכפרח קטיף הינו צמח יום ארוך הכרחי, עם דרישה של לפחות 13 שעות אור. הארכת היום מעל 16 שעות מאפשרים

פריחה של 100% של הצמחים. טמפרטורות גידול גבוהות מחישות את הפריחה אך גורמות לענפים קצרים יחסית, ולעומת זאת טמפרטורות נמוכות גורמות לצמיחה איטית, גבעולים ארוכים ודחיית הפריחה. עוצמות אור גבוהות יחסית מעודדות פריחה ובעוצמות אור נמוכות נוצרים גבעולים וגטיביים ארוכים.

הארה באמצעות נורות LED יכולה להביא לחסכון משמעותי בצריכת החשמל, להקטנת הוצאות הייצור ולהפחתת הזיהום. בשל צריכת החשמל הנמוכה והעובדה שה-LEDs המקובלים עובדים על מתח ישר ונמוך יתכן שמערכת כזאת תוכל לפעול תוך שימוש באנרגיה סולרית. השליטה בספקטרום האור פותחת אין סוף אפשרויות לשיפור איכות ויבול צמחי נוי, גם בתחום הפוטופריודי וגם בתחום הפוטו-מורפוגני, לשליטה בפריחה ובעיצוב המוצרים החקלאיים.

במחקר הנוכחי נבחנת השפעת תאורה מלאכותית תוך שימוש בגופי תאורה מבוססי LED (light emitting diodes), בעוצמות שונות, על גידול טרכליום. בניגוד לנורות הלהט הנפוצות ביותר בשימוש חקלאי, ולנורות הפלואורסצנט שגם הן בשימוש חקלאי, ניתן בתאורת LED לקבוע את ספקטרום האור הנפלט ולהתאימו לצרכים של גידול מסוים. בחינת השימוש בנורות ה-LED בעבודה זו היא תאורת לילה להקדמת הפריחה. הטרכליום מייצג צמחי יום ארוך לפריחה ומגודל בהיקף מסחרי בערבה.

שיטות וחומרים

בבית צמיחה מחופה פוליאתילן בתחנת יאיר בערבה נשתל טרכליום בעומד של 30 שתילים למטר. טרכליום לבן נשתל ב- 6/9/2012 ואילו טרכליום כחול ב- 20/9. נבחנו הנורות הבאות: לד אדום מתברג 5 ואט, לד אדום מתברג 7 ואט, גוף תאורה של חברת די לד אדום (660 נ"מ) + אדום עמוק (680 נ"מ), גוף תאורה של חברת די לד אדום (660 נ"מ), גוף תאורה של חברת די לד אדום (660 נ"מ) ונורות פלואורסצנט כביקורת. המנורות דלקו במשך 8 שעות באמצע הלילה. התאורה הוצבה במרכז הערוגה כאשר בכל ערוגה מצפון ודרום נותרו 5 מטר ללא תוספת הארה לבחינת השפעת התאורה במפל עוצמות האור. הצמחים לא נקטמו. תועדו מועדי הופעת התמיינות לפריחה תחת הנורות ובמפל. נערך מעקב אחר התפתחות הפרחים מניצן ועד פרח (תמונות 1-6), כאשר שלב 0 לפני הופעת ניצן ושלב 5 פריחה מלאה.



תמונה 1

שלב 0- לפני היווצרות ניצן פריחה נראה לעין



תמונה 2

שלב 1- היווצרות ניצן בגודל של כ-2 מ"מ



תמונה 3
שלב 2- ניצן גדול יותר אך עדיין כדורי



תמונה 4
שלב 3- תפרחת פרושה ותפרחות משניות



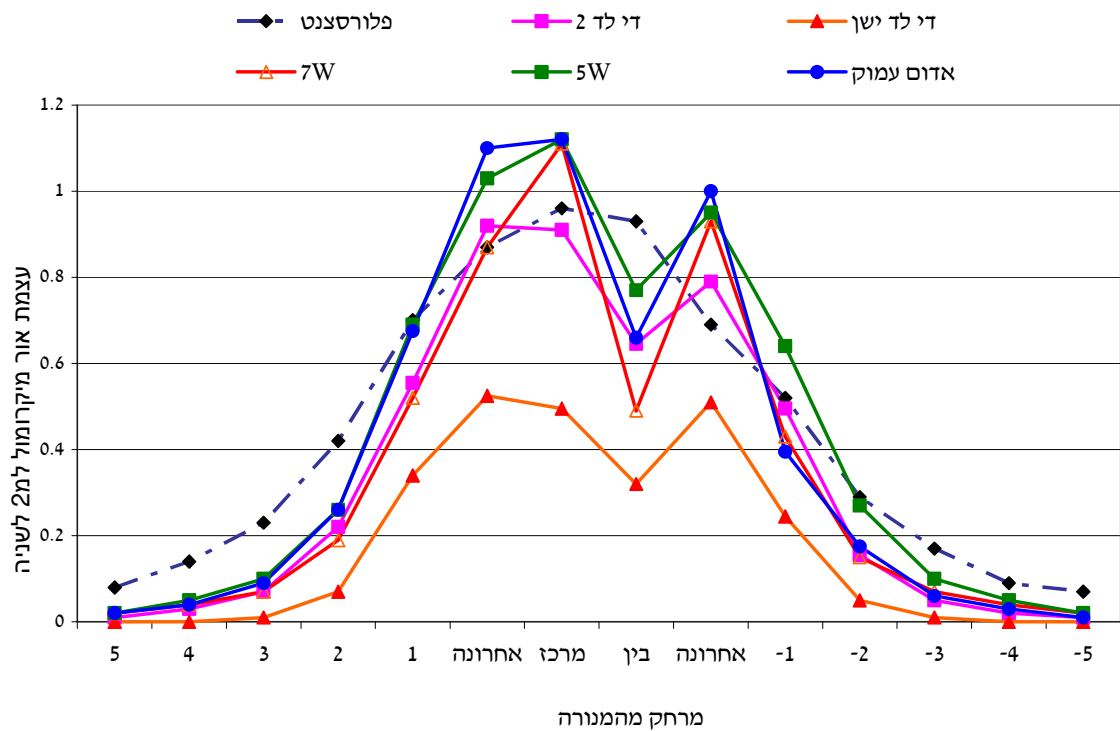
תמונה 5
שלב 4- תפרחת גדולה



תמונה 6
שלב 5- פריחה מלאה

תוצאות

עוצמות האור שנמדדו בחודש נובמבר 2012 הראו כי הירידה בעוצמה בנורות הLED עם המרחק, כפי שניתן לראות בשינוי בעוצמת נורות הLED כבר במרחק 1 מטר מהנורה הקיצונית, הייתה משמעותית יותר מאשר נורות הפלואורסנט (איור 1). בנורות הפלואורסצנט נמדדה עוצמה רציפה ללא נפילה בעוצמה בין הנורות. בכל נורות הLED הייתה ירידה של עוצמה במדידה בין הנורות וירידה חדה בעצמה עם הגדלת המרחק מקו המנורות עד לרמה שלא ניתנת למדידה.



איור 1 : עוצמת אור שנמדדה בתאריך 08/11/12.

5-מרחק 5 מטר מנורה דרומית

4-מרחק 4 מטר מנורה דרומית

3-מרחק 3 מטר מנורה דרומית

2-מרחק 2 מטר מנורה דרומית

1-מרחק 1 מטר מנורה דרומית

אחרונה- נורה דרומית

מרכז- נורה מרכזית

בין- בין נורות בקו הארה

אחרונה- נורה צפונית

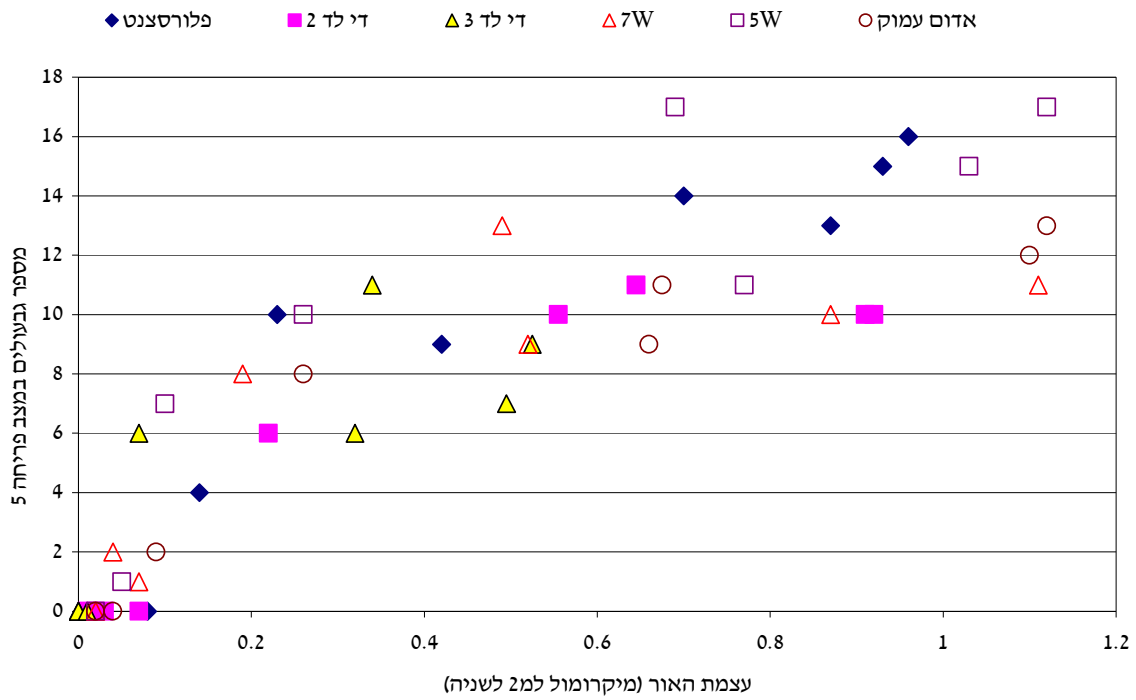
-1 - מרחק 1 מטר מנורה צפונית

-2 - מרחק 2 מטר מנורה צפונית

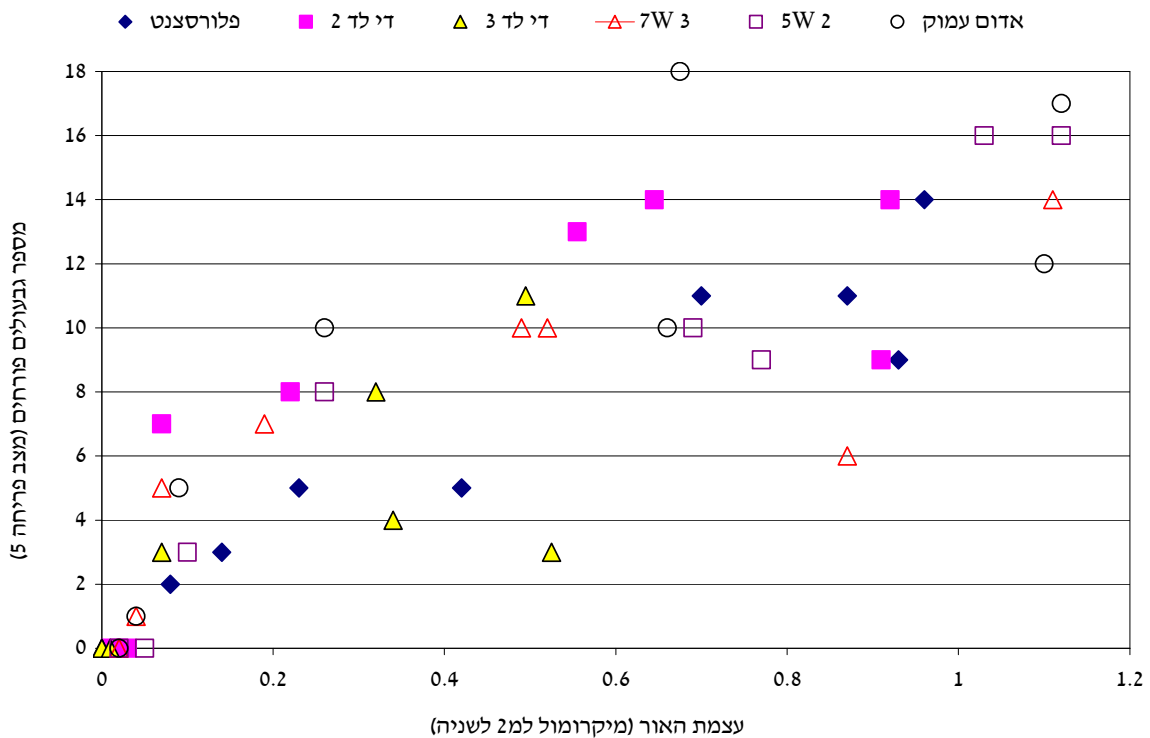
-3 - מרחק 3 מטר מנורה צפונית

-4 - מרחק 4 מטר מנורה צפונית

-5 - מרחק 5 מטר מנורה צפונית



איור 2 : השפעת עוצמת האור והמנורה על מספר פרחים פתוחים בטרכליום לבן בתאריך 28/02/12.



איור 3 : השפעת עוצמת האור והמנורה על מספר פרחים פתוחים בטרכליום כחול בתאריך 28/02/12.

נמצא יחס ישר בין עוצמת האור ומספר הגבעולים הפורחים בכל חלקה (איור 2 (טרכליום לבן) ואיור 3 (טרכליום כחול). לא נמצאו הבדלים ברורים בהשפעת המנורות השונות. נראה לנו כי שיטות המדידה בניסוי לא

היו מדויקות דיין להראות אם יש הבדלים כאלה. ההבדל העיקרי בהרכב האור הוא שבנורות הLED כל האור הוא בתחום האדום – שהוא התחום היעיל ביותר בפוטופריודה, בעוד שבנורות הפלורואצנט כמחצית האור המופק נמצא בתחום הכחול-ירוק שאינו יעיל להפעלת התגובה הפוטופריודית.

סיכום

הניסוי הנוכחי, כמו גם ניסויים קודמים מראה שנורות LED יעילות מאד להקדמת הפריחה בטרכליום על ידי תאורה ממושכת באמצע הלילה. ישנם הבדלים גדולים בתפוקת האור בין מנורות הLED השונות (איור 1). כמות האור הנפלטת על הצמחים תלויה במידה רבה באופן הצבת המנורות. יש הבדל רב בין טיפוס נורות הLED השונות. נראה לנו שחשוב לבדוק טיפוסים שונים של מנורות כגון נורות מתברגות המפיצות אור באופן שווה לכל הצדדים כמו הנורות של W5 ו W7 שנכללו בניסוי הזה לעומת נורות המסודרות בפסים, כמו שאר נורות הLED שנבחנו כאן. צריך לבדוק את ההצבה המיטבית לכל סוג של נורה ולחשב את כמות החשמל הנצרכת ואת מחיר המנורות.

הבעת תודה

תודתנו נתונה לחברות REMY ו-D-LED על תרומת הנורות לניסוי.

ספרות מצוטטת

פלוס קטרון מ', שלמה א', קדמן זהבי א', קריזובה ק', אושרוביץ א', ברזילי י', נשרי י', זלגמן ר' ושדה נ', 2011. בחינת שימוש בנורות פלורסצנטיות שונות ונורות LED להארה פוטופריודית של הזן טרכליום לבן בערבה. סיכום עונת מחקרים 2010/11, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=1053

קדמן זהבי א', פלוס קטרון מ', אלבו ק', אושרוביץ א', שלמה א', נבון א', לוסיג ק' וגולן ח', 2007. השפעת תאורה בנורות שונות (פלורסצנטיות ו-LED) על צמיחה ופריחה של טרכליום בערבה. סיכום עונת מחקרים 2006/7. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=572

Examination of LED light for photoperiod illumination of white Trachelium.

Maayan Plaves Kitron, Eithan Shlomo, Avi Usherovitz, Katarina Krizova - Central and Northern Arava Research and Development

Yair Nishri - Extension Service (Shaham), Ministry of Agriculture and Rural Development

Avishag Kadman Zehavi - Volcani Center, ARO (retired).

Writer address: maayank@arava.co.il