

השוואת נורות לד (LED) לנוורות פלואורסצנטיות, להארכת היום בגידול חרציות

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

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

כתובת המחברת: maayank@arava.co.il

תקציר

אורך היום מעורב ומשפיע על תהליכים ביולוגיים שונים בצמחים ובעיקר כהשראה לפריחה והתפתחות הפרח. בחלק מהגידולים קיים מעבר לשימוש בנוורות פלואורסצנטיות במקום נורות ליבון. בשנים האחרונות התמורה מהפרחים פוחתת בהתמדה כי הוצאות היצור גדלות ועלויות החשמל עולות במיוחד. הקטנת צריכת החשמל עשויה להגדיל את הרווחיות ולשמור על פרנסתם של מגדלי הפרחים ואף לתרום להקטנת הפגיעה באיכות הסביבה. החיפוש המתמיד להפחית הוצאות החשמל ליחידת שטח הביא לבדיקת נורות לד בשימוש להארכת היום לצורך עידוד או מניעת פריחה. בשל איסור יבוא נורות ליבון בעוצמה של מעל 60 ואת קיים יבוא הולך וגדל של נורות לד מסוגים שונים ובעוצמות שונות. במהלך עונת 2011/12 נבחנו בתחנת יאיר מספר נורות לד שונות בהשוואה לנוורות פלואורסצנט בגידול חרציות. בתאורה בעצמה מעל 0.5 מיקרומול למ"ר לשנייה למשך 8 שעות כל הצמחים היו מעוכבים באופן מלא.

מבוא

אורך היום מעורב ומשפיע על תהליכים ביולוגיים שונים בצמחים ובעיקר כהשראה לפריחה והתפתחות הפרח. בישראל נוהגים להפריח צמחי יום ארוך (י"א) בתקופת החורף (יום קצר) ע"י הארכת היום באמצעות נורות ליבון או נורות פלואורסצנטיות. כיום הוכנסו בחלק מהגידולים תאורה פלואורסצנטית מאחר וחל איסור על שימוש בנוורות ליבון. בשנים האחרונות התמורה מהפרחים פוחתת בהתמדה כי הוצאות היצור גדלות ועלויות החשמל עולות במיוחד. הקטנת צריכת החשמל עשויה להגדיל את הרווחיות ולשמור על פרנסתם של מגדלי הפרחים ואף לתרום להקטנת הפגיעה באיכות הסביבה. החיפוש המתמיד להפחית הוצאות החשמל ליחידת שטח הביא לבדיקת נורות לד בשימוש להארכת היום לצורך עידוד או מניעת פריחה.

נורת הלד (LED) היא דיודה פולטת אור. התקן מוליך למחצה אשר פולט אור לא קוהרנטי בספקטרום צר. ספקטרום האור נקבע בהתאם לתרכובת המוליך למחצה. ספקטרום האור הנפלט על ידי הלד הוא צר. ניתן להגדירו כאור מונוכרומטי ולכן אין צורך במסננים לקבלת ספקטרום ספציפי. בניגוד לנוורות הרגילות, הלד עמיד מכנית למכות וזעזועים. נורות הלד חסכוניות בצריכת חשמל הרבה יותר מנורות פלואורסצנטיות. נורת לד בודדת צורכת 1 ואת ואורך החיים שלה הוא כ- 100,000 שעות (כ-11 שנים) בשנים האחרונות מחיר נורות הפלואורסצנטיות ירד באופן דרסטי, תהליך דומה עשוי להתרחש גם לגבי נורות הלד. הארה באמצעות נורות לד יכולה להביא לחסכון משמעותי בצריכת החשמל ולהקטנת הוצאות הייצור ולהפחתת הזיהום. בשל צריכת החשמל הנמוכה יתכן שמערכת כזאת תוכל לפעול תוך שימוש באנרגיה סולרית.

בשל איסור יבוא נורות ליבון בעוצמה של מעל 60 ואת קיים יבוא הולך וגדל של נורות לד מסוגים שונים ובעוצמות שונות. על סמך הממצאים שהתקבלו בניסויים שנעשו בפרחי קטיף במו"פ ערבה (קדמן זהבי וחובי, 2007) הנחנו שיש טעם לבדוק מגוון נורות לד אדומות שונות בהשוואה לנוורות פלואורסצנט, לשימוש כתאורה פוטופריודית לעיכוב הפריחה וקבלת ענפי קטיף איכותיים בפרחי חרציות.

שיטות וחומרים

שתילי חרציות מהזנים Amelia, Orange day, River side, Toffee white, New day נתקבלו ממשלת דנציגר ונשתלו בתאריך 19/12/11 בעומד של 24 שתילים למ"ר.

המנורות דלקו למשך 8 שעות משעה 20:00 עד שעה 04:00. בין הטיפולים הפרידו מסכים שחורים שהורדו מדי ערב והורמו בשעות הבוקר. הנורות נתלו בגובה 2 מטר מעל הערוגה בהצבה של 3X3 מטרים. בשל העוצמה הגבוהה של נורות ה-18 ואט, נמתח רק קו אחד בין שתי הערוגות. נורות ה-18 של חברת די לך הוצבו מעל הערוגה. התאורה החלה ביום השתילה והופסקה בתאריך 23/01/12, 35 ימים לאחר השתילה, כאשר הבחנו בניצני פריחה בחלק מחלקות הבקורת.

הטיפולים כללו:

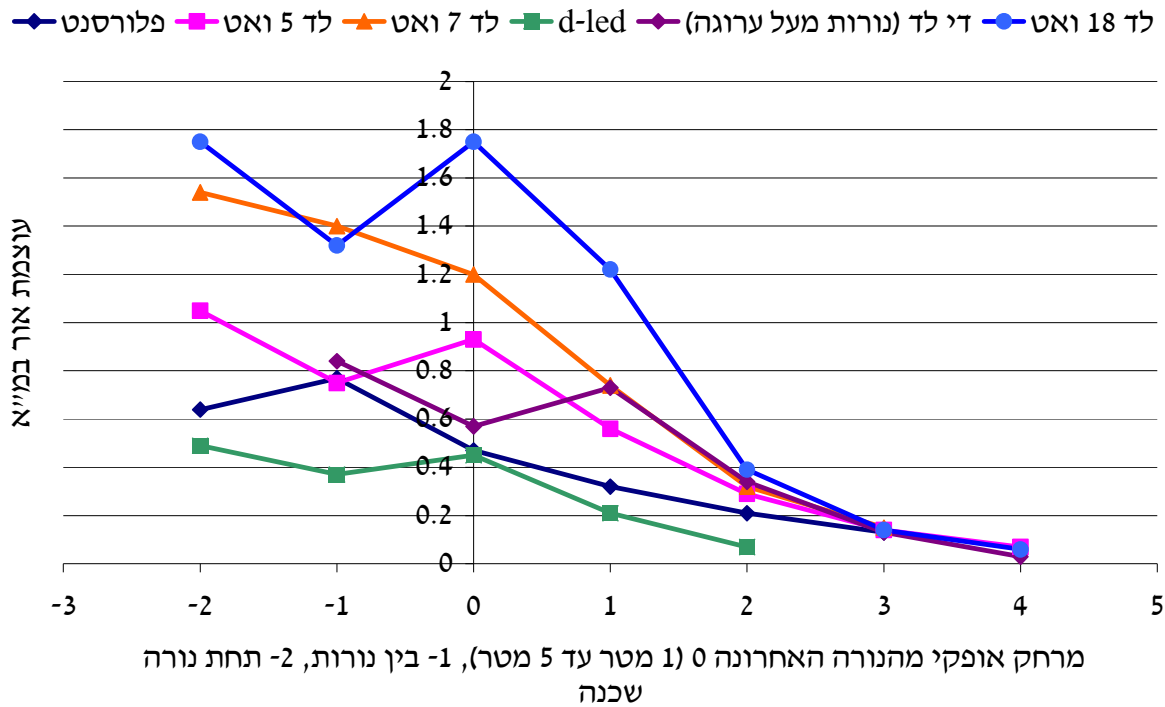
1. יום טבעי
2. נורות לך אדומות 18 ואט יבוא חברת REMY LTD
3. נורות לך אדומות של חברת D-LED
4. נורות לך אדומות 7 ואט יבוא חברת REMY LTD
5. נורות לך אדומות 5 ואט יבוא חברת REMY LTD
6. נורות פלואורסנט אזרום 23 ואט

מפל תאורה: בזן new day נבדקה השפעת הירידה בעצמות האור. נשתלו 8 מטר בכל טיפול כאשר הנורות נתלו מעל 3 המטרים הראשונים בערוגה. מעל חמשת המטרים הנותרים לא נתלו נורות כך שהצמחים קבלו תאורה בעצמה יורדת ככל שגדל המרחק מהנורות זאת על מנת לבחון את השפעת הירידה בעוצמת האור על דחיית הפריחה. בגלל מחסור בשתילים לא יכולנו לשתול בפלואורסנט חלקה במרחק של 5 מטרים.

איסוף הנתונים: בכל זן סומנה חלקה בת 1 מטר ממנה נקטפו הפרחים ונאספו המדדים הבאים: אורך כללי, מספר פרקים, אורך עד הענף הפורח הראשון. תאריך הפריחה נקבע לפי הופעת פקעים בעלי צבע בזנים השונים ובחלקות המפל בטיפולים השונים. המספר הוא: מספר ימים מהפסקת התאורה עד להופעת צבע בפקעי הפריחה

מדידות עצמת האור: עוצמות האור נמדדה במכשיר LI-COR ביחידות מיקרו איינשטיין. לפני השתילה ב- 10/12/11 ערכנו מדידות עוצמת האור בגובה פני הקרקע. בשל ערכים נמוכים של נורת ה-18 של חברת D-LED החלטנו להעביר את הקו מעל הערוגה של החרציות ולכן נערכה מדידה נוספת ב- D-LED בתאריך 19/12/11. נמצא ששינוי זה במיקום הנורות הגדיל מאד את עצמת האור מעל לצמחים (איור 1).

עוצמת האור נמדדה במקומות שונים ביחס לקו התאורה (איור 1): מתחת למנורות (2 -), בין המנורות (1 -), מתחת למנורה האחרונה בקו (0), ובמרחקים אופקיים של 1-5 מטר (על הקרקע) מהמנורה האחרונה. המדידות הראו (איור 1) כי קיימת שונות גדולה בעוצמת האור בין המנורות השונות בשטח המואר וכמובן ירידה חזקה בעוצמת האור עם המרחק באזורי מפל התאורה. במרחק אופקי של 4 מטר כמות האור היתה נמוכה מכוסר המדידה של המכשיר שלנו, אך כפי שנראה מתוצאות הניסוי, אפילו כמויות נמוכות אלה דחו את הפריחה בכל הטיפולים ופרט לנורת ה-D-LED נמצאה דחייה מסוימת בפריחה אפילו במרחק של 5 מטר מהנורה.



איור 1: עוצמות האור אור במרחק אופקי מהנורה האחרונה, 0 – קצה קו נורות, 1-5 מרחק (מטר) מהנורה האחרונה (1) – בין שתי נורות (-2) תחת נורה במרכז קו.

תוצאות ודין

תוצאות הקטיפים הראו (טבלה 1) הבדלים ברורים בין הזנים, אך בכולם התאורה דחתה מאד את הפריחה וגרמה להתארכות ניכרת. למרות ההבדלים בעצמות האור בין המנורות השונות באף אחד מהנתונים שנמדדו לא היו הבדלים במידת השפעת התאורה באותו זן (ההתארכות הנוספת בפלואורסצנט נגרמה עקב הצללה מקומית על ערוגה זו). דבר זה מראה שכאשר הופסקה התאורה כל הצמחים היו במצב וגטיבי והתחילו להתמייין לפריחה רק לאחר הפסקת התאורה, בבת אחת. לכן אנחנו מניחים שבתאורה המלאה אפילו עצמת האור הנמוכה ביותר שניתנה בניסוי זה הייתה בתחום הרוויה – כלומר גרמה לעיכוב מלא של הפריחה. כפי שמוכר וידוע ישנם זנים שיכולים להתארך גם ביום ארוך גבולי, כלומר ביום מתקצר, ללא צורך בתוספת תאורה. דוגמא לכך הינו הזן River side שבו גם ללא תוספת תאורה (בביקורת) הצמחים הגיעו לגובה ממוצע של 92 ס"מ אך גם בזן זה התאורה דחתה את הפריחה והייתה לה השפעה חזקה על כל ממדי ההתארכות.

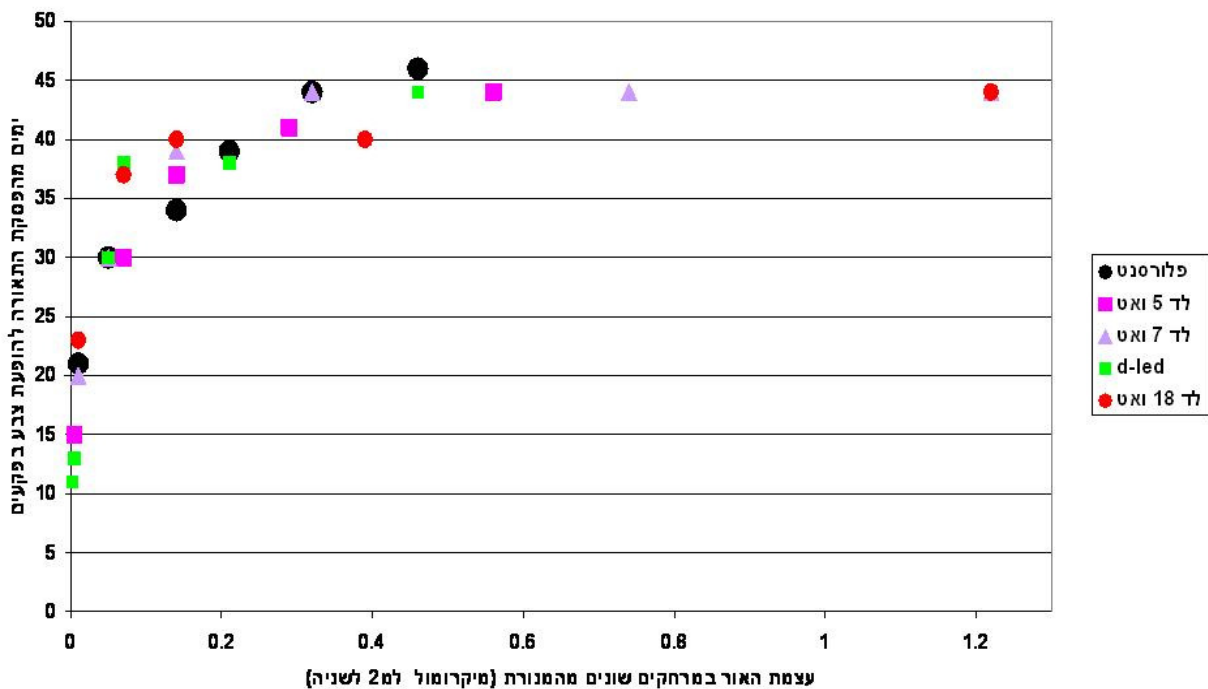
טבלה 1: מדדי איכות בונים השונים בתאורה מלאה בנורות השונות

New Day Toffe White River Side Orange Day Amelia					
אורך כללי					
64	57	92	65	60	ביקורת
115	95	137	119	108	די לד
120	99	144	116	100	לד 5W
111	98	159	117	108	לד 7W
114	96	143	111	103	לד 18W
120	98	145	123	112	פלורסנט
אורך עד לפיצול					
41	30	47	37	33	ביקורת
88	63	92	76	79	די לד
92	65	89	73	71	לד 5W
83	61	90	74	75	לד 7W
87	60	96	65	77	לד 18W
92	67	92	78	80	פלורסנט
מס' פרקים					
25	25	32	33	22	ביקורת
42	41	44	46	40	די לד
42	44	45	48	39	לד 5W
38	43	42	48	41	לד 7W
42	42	48	46	38	לד 18W
42	41	47	45	43	פלורסנט
להופעת צבע מהפסקת התאורה לאחר 35 ימי הארה					
11	15	44	37	15	ביקורת
44	44	61	52	44	די לד
40	45	60	52	44	לד 5W
44	44	61	52	44	לד 7W
41	44	60	52	44	לד 18W
46	44	60	52	44	פלורסנט

השפעת מפל התאורה: עיכוב הפריחה בזן New Day הלך וירד ככל שגדל המרחק מהמנורה ועצמת האור קטנה (איור 2) מדדי האיכות מפורטים בטבלה 2. מבחינת האורך אנו רואים כי עד מרחק של 2 מטר מהנורה האחרונה בכל הטיפולים האורך שהתקבל היה מספיק לצורך מכירת גבעול הפריחה. בנורות הפלורסנט ובלד של ה-18 ואט האורך היה טוב עד מרחק של 4 מטר מהנורה האחרונה. בדי לד לעומתם אחרי 3 מטר מהנורה האחרונה האורך הממוצע היה גבולי. מבחינת מספר הימים עד לקבלת צבע נראה כי בנורות של 18 ואט הופיע הצבע בפקעים לאחר 40 יום גם במרחק של 3 מטר מהנורה בעוד שבנורה של די לד כבר במרחק 1 מטר מהנורה האחרונה הופיע הצבע בפקעי הפריחה לאחר 38 יום. מתחת ל 0.5 מיקרומול למ"ר לשנייה מתחילה ירידה בהשפעת האור (איור 2). מעל לרמה זו אפילו הגדלה ניכרת ביותר של עצמת האור לא שינתה את מועד הפריחה ומדדי האיכות.

טבלה 2 : מדדי איכות כתלות ממרחק מהארה בזן New Day

5	4	3	2	1	0	מרחק ממנורה
						אורך כללי
		55	60	61	64	ביקורת
64	70	87	103	109	115	די לד
80	97	108	114	117	120	לד 5W
89	109	115	116	111	111	לד 7W
89	103	105	106	112	114	לד 18W
	96	106	111	114	120	פלורסנט
						אורך עד לפיצול
		35	37	38	41	ביקורת
41	44	61	76	84	88	די לד
51	67	82	84	89	92	לד 5W
57	77	83	88	84	83	לד 7W
60	75	77	82	86	87	לד 18W
	65	71	79	87	92	פלורסנט
						מס' פרקים
		24	25	24	25	ביקורת
27	25	31	38	38	42	די לד
28	30	37	39	40	42	לד 5W
30	34	38	38	37	38	לד 7W
31	33	39	39	41	42	לד 18W
	31	36	38	40	42	פלורסנט
						זים להופעת צבע מהפסקת התאורה לאחר 35 ימי הארה
11	11	11	11	11	11	ביקורת
11	13	30	38	38	44	די לד
15	30	37	41	44	40	לד 5W
20	30	39	44	44	44	לד 7W
23	37	40	40	44	41	לד 18W
21	30	34	39	44	46	פלורסנט



איור 2: השפעת עצמת האור בנורות השונות במפל התאורה על מהירות הפריחה (הופעת צבע בפקעי הפריחה). הוצאנו מהאיור את עוצמות האור הגבוהות ביותר על מנת להדגיש את הירידה החזקה בהשפעת האור בעוצמות הנמוכות.

סיכום

בתאורה בעוצמה מעל 0.5 מיקרומוול למ"ר לשנייה למשך 8 שעות כל הצמחים היו מעוכבים באופן מלא. לא היו הבדלים בין הטיפולים השונים במספר פרקים, אורכם או במהירות הופעת צבע. לעומת זאת נמצאו הבדלים ברורים בין הנורות במפל האור לפי כמות האור בנורות כאשר הנורות של 18 ואט השפיעו למרחק הגדול ביותר מהנורה ואילו הנורות של די לד היו בעלות המפל הקצר ביותר. כמו כן עוצמות האור של 0.5 מיקרואיינשטיין נמצאה כערך גבולי לקבלת עיכוב מלא של הפריחה בניסוי זה. כמו בניסויים קודמים (פלוס קטרון וחובי 2011, קדמן זהבי וחובי, 2007) לא נמצאו הבדלים בין תאורה בלד אדום לבין תאורה פלואורסצנטית. נתונים אלה נכונים לפרחי החרציות בלבד יש להמשיך ולבחון שימוש בנורות לד מסוגים שונים על מינים אחרים של פרחי קטיפי.

תודות

תודה לחברות D-LED ו-REMY LTD על אספקת הנורות לניסוי. ולמשתלת דנציגר על שתילי החרציות.

מקורות

פלוס קטרון מ', שלמה א', קדמן זהבי א', קריזובה ק', אושרוביץ א', ברזילי י', נשרי י', זליגמן ר', שדה נ'. 2011. בחינת שימוש בנורות פלואורסצנטיות שונות ונורות לד (LED) להארה פוטופריודיות של הזן טרכליום לבן בערבה. סיכום עונה 2010/11. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&guest_data=%20%D%20&act=view&dbid=files&dataid=1053&fid=f6&name=Fluorescent%20%20LED%20photoperiod%20Trachelium.pdf

קדמן זהבי א', פלוס קטרון מ', אלבו ק', אושרוביץ א', שלמה א', נבון א', לוסטיג, ק', גולן ח' 2007. השפעת תאורה בסוגי נורות שונות (פלואורסנטיות ו-LED) על הצמיחה והפריחה של טרכליום בתנאי הערבה. חוברת סיכום עונה 2006/7. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&username=yzvieli&password=369467&my_name%20צביאלי%20יורם=my_email=yzvieli@arava.co.il&act=view&dbid=files&dataid=572&fid=f6&name=Trachelium%20LED.pdf

Comparison of fluorescent bulbs and LED lightning for photoperiod illumination of Chrysanthemum

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

Ron Seligmann, Niv Sadeh - D-LED Illumination Technologies

Writer address: maayank@arava.co.il

Keywords: LED light, fluorescent light.