

## תאורת לדים (LEDs) בכרס כאמצעי לשיפור צבע, זירוז ההבשלה ושיפור פוריות

פנחס סריג, אבי סטרומזה – מו"פ בקעת הירדן  
דנה חרובי, צחי קמארה, קירה רטנר, יאיר מני – המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי  
דפנה הררי, טוביה סטרייקר, אבי אושרוביץ – מו"פ ערבה תיכונה

### תקציר

כרם ענבי המאכל הנו ענף המטעים השני בחשיבותו בבקעת הירדן ובערבה. מספר חסמים בגידול של כרם בתנאים של אזורים אלו מגבילים את הרחבת הענף. אחד, המשותף לזני ענבים ירוקים וצבעוניים, הנו הצורך בזירוז ההבשלה. מגבלה שנייה נובעת מכך שפרי צבעוני הגדל בתנאי הבקעה והערבה התיכונה, אינו מפתח את מלוא פוטנציאל הצבע שלו, בעיקר בגלל טמפרטורת לילה גבוהה. בנוסף, לשיטת הגידול של ענבי מאכל בחממות, אשר מניבה פרי בערך כלכלי גבוה, ישנו מחיר גבוה המתבטא בין היתר בקיצור חיי הכרם. אור משחק תפקיד מרכזי בתהליכי הגידול וההתפתחות, ובפרט בתהליכים המוזכרים לעיל בגפן. בשנים האחרונות מתחוללת מהפכה בתחום של תאורת הלדים לחקלאות ובכלל. מבין יתרונותיהן של נורות הLED, נמנים האפשרות לשליטה מדויקת בספקטרום האור, חסכון באנרגיה ויישום התאורה בתוך הנוף. בעבודה זו בחנו את השימוש באגרוטכניקה של הארה בכרם לצורך שיפור הפוריות, זירוז ההבשלה, ושיפור הצבע בזן אדום. הבחינה כללה שימוש בנורות LED בהרכבים ספקטראליים שונים והארת הנוף במיקומים וזמנים שונים. יישום של תאורה בכרם ענבי מאכל (זן SBS) הגדלים בחממות בערבה אמנם לא הוביל לשיפור בפוריות הגפנים, אך אפשר את הקדמת ההבשלה של זן זה. לעומת זאת, טיפול תאורה עם לדים בעלי אותם מאפיינים לא זירז את ההבשלה של SBS בתנאי בקעת הירדן. בזן פליים בוצעו ניסיונות לשיפור הצטברות הצבע בקליפה ע"י הארה באור לבן, כחול או אדום במהלך היום, או הארה באור אדום או כחול בלילה. בעוד שהיה שיפור מסוים עם הארה באור אדום, שיפור זה לא היה מספק ולא נראה שיכול לפצות על טמפרטורות הלילה הגבוהות בבקעת הירדן.

כרם ענבי המאכל הנו ענף המטעים השני בחשיבותו (לאחר ענף התמרים), בבקעת הירדן ובערבה. הזן העיקרי בהיקפו (90% מהשטח הנטוע) הוא SBS – Early Sweet, זן ירוק, לצדו נטועים מספר זנים מוקדמים צבעוניים כגון Flame seedless. בשנים האחרונות, העדפת צבע הענבים בשוק האירופי ובישראל במגמת שינוי, עם עלייה משמעותית להעדפת זנים צבעוניים. קיימים מספר חסמים בגידול של זנים מוקדמים בבקעת הירדן ובערבה. פרי צבעוני הגדל בתנאים של אזורים אלו אינו מפתח את מלוא פוטנציאל הצבע שלו, בעיקר עקב טמפרטורת לילה גבוהה. שימוש במוסתי צמיחה כמו תכשירי אתילן ותכשירי חומצה אבסיסית (ABA), מסייעים במידה מסוימת, אך לא מספקת, בשיפור הצבע. פיתוח/מציאת שיטות נוספות אשר יהיו יעילות וכלכליות, לשיפור הצבע עשויות להרחיב את סל הזנים הגדלים בבקעת הירדן ובערבה ולהרחיב את היקף הגידול הכולל. רכיב נוסף בפיתוח ענף הכרם בבקעת הירדן ובערבה, משותף לענבים ירוקים וצבעוניים, הוא זירוז ההבשלה. כל טכנולוגיה שתמצא יעילה בזירוז ההבשלה, תאפשר הרחבת עונת היצוא והשיווק המקומי ובעקבותיה הרחבת היקף הגידול. גידול ענבי מאכל בחממות, בערבה ובבקעת הירדן מהווה "תת ענף" בגידול גפן באזורים אלו. לפרי הנבצר בחממות ערך כלכלי גבוה, אך לקבלת יבול סביר, נדרשת זמירה כפולה (זמירה קייצית לאחר בציר זמירה סתווית לפני לבלוב). שיפור פוריות הפקעים של צימוח הקיץ עשוי לייתר את זמירת הקיץ, להוזיל את הגידול ולהאריך את חייו הכרם.

לאור תפקיד מרכזי בתהליך הגידול וההתפתחות של צמחים ובכללם בגפן. האור מספק אנרגיה לתהליך הפוטוסינתזה, וממלא תפקיד מרכזי בפיקוח ובקרה על מגוון רחב של תהליכים במחזור חיי הצמח, לרבות היווצרות הפרי והתפתחותו. לכל הפרמטרים השונים של האור, כולל עוצמה, פיזור ואורך הגל, ישנן השפעות על התהליכים הפיזיולוגיים של הצמח. השפעות אלו שונות בין צמחים/מינים שונים ואפילו לעיתים בין זנים שונים של אותו מין. במטע, האור הנו גורם מרכזי המשפיע על פוריות והתפתחות הפרי (1). מחקרים שונים מרחבי העולם הראו כי הצללה בנוף הגפן גורמת לירידה באיכות הפרי, ובענבי יין גם לירידה באיכות היין (2-4). באגרוטכניקה הרווחת בגידול גפן, מושם דגש רב על נושא האור בקביעת מרחקי נטיעה, צורת ההדליה, שליטה בנוף וחשיפת הפרי. בגפן יין מקובל גם גיזום ירוק לצורך חשיפה ישירה של האשכולות. מזה עשור נעשה בכרם שימוש בכיסויים בעלי תכונות אופטיות מוגדרות לשיפור הצימוח ואיכות הפרי. אמנם חשוב לציין כי למרות ההשפעה המרכזית של מאפייני הקרינה, היא אינה עומדת בפני עצמה אלא תלויה בגורמי אקלים ובהזנה (4,5).

מחקרים בענבים אדומים באזורי גידול חמים הראו כי בעוד שבטמפרטורות הנמוכות מ-20 מ"צ קיימת הצטברות טובה של אנתוציאנים, בטמפרטורות גבוהות מ-30 מ"צ קיים עיכוב של אנתוציאנים כתוצאה מחוסר פעילות או פעילות נמוכה של הגנים המעורבים ביצירה ובהצטברותם (6,7). עיכוב דומה בביטוי גנים אלו התקבלה כתוצאה מהצללה (8,9). מחקרים ראשוניים מיפן הראו קשר סינרגיסטי בין אור וטמפרטורה בעידוד צבירת אנתוציאן בגפן, וההיתכנות לשיפור באמצעות תאורה מוספת בתחום הכחול והאדום (10,11).

בעשור האחרון, פריצת הדרך המשמעותית בטכנולוגיית הלדים light-emitting diodes (LEDs) גרמה לכך שלדים מחליפים את רוב סוגי התאורה המסורתיים, כולל בחקלאות (12,13). יתרונות לתאורת לדים מספר יתרונות בולטים ביניהם אורך חיים משופר, שליטה מדויקת בהרכב

הספקטרלי וצריכת חשמל נמוכה יותר. פליטת החום הנמוכה וגודלם הפיזי הקטן של נורות הLED מאפשרים את שימושן כתאורה 'תוך-נופית' - 'LED-interlighting' או 'intra-canopy illumination' (14). מזה מספר עונות, אנו בוחנים את השפעותיה של תאורה תוך-נופית עבור שיפור היבול של פלפל בבקעת הירדן (15). בנוסף, לתגבור התאורה בתוך לנוף יכולות להיות השפעות מגוונות – מהגברת הפוריות, איכות וגודל הפרי, מניפולציה של מועד הקטיף, ערכים תזונתיים, ועוד (16,17).

## מטרות המחקר

יכולת ההארה בתוך/בסמוך לנוף פתחה אפשרות בעלת פוטנציאל יישומי לבחינת שימוש בתאורת לדים לשיפור איכות הפרי בגפן. בעבודה זו, אנו בוחנים את השימוש בתאורת לדים מוספת בכרם לשיפור בהופעת צבע בפרי, לזירוז הבשלה ולשיפור בהתמיינות הפקעים. הבחינה כוללת שימוש ב-LEDs באורכי גל שונים, הארת הנוף במיקומים וזמנים שונים. מתבצע מעקב אחר מדדים פיזיולוגיים של הגפנים, על היבול, איכותו ומועד הבציר.

## מהלך המחקר ושיטות העבודה

בעונת 2019 היו שלושה ניסויים, שניים בתחנת צבי - מו"פ בקעת הירדן (להלן ניסויים 1 ו-2), ואחד בתחנת יאיר (ניסוי 3).

### בקעת הירדן:

**ניסוי 1 -** בחינת השפעת התאורה על ההבשלה בזן SBS ו- **ניסוי 2 -** בחינת השפעת תאורה על הצטברות צבע בזן Flame seedless. שתי החלקות ניטעו ב-2010 על כנת רוג'רי בצפיפות 220 גפנים לדונם. SBS מכוסה ברשת לבנה 12% צל, ואילו הזן פליים סידלס גדל בשטח פתוח ללא כיסוי.

**מערכת התאורה והפעלתה -** מערכת התאורה הורכבה מפסי נורות לדים בתוך גלילי סיליקון מוגני-מים (לדארט בע"מ, מושב חגור). הגלילים הוצמדו לפסי אלומיניום אשר משני צידי ה-Y ונתלו כך שהאור הגיע מהצד, וזאת על מנת לאפשר הארה מקסימלית של הפירות והשריגים. בניסוי (1) הבשלה ב-SBS נבחנו שוב שני סוגי תאורה, לבן חם (WW) ולבן קר (CW), כל אחד ב-3 חזרות (תמונה 1) – כל חזרה כללה 5 גפנים. כמו כן היו לניסוי 3 מקטעי ביקורת באורך זהה ללא תאורה. התאורה הופעלה החל מ-18.3.2019 ועד 15.7.2019, בשעות היום מ-6:00 עד 18:00.

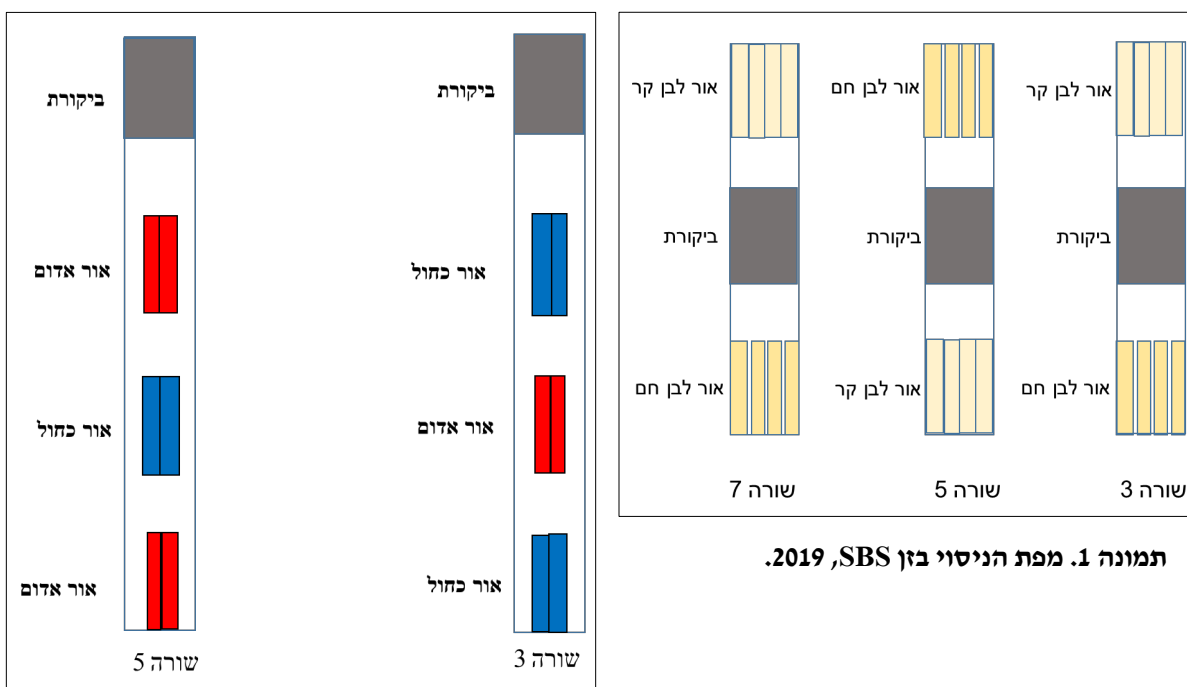
בניסוי (2) צבע בפליים, נבחנו 2 סוגי תאורה – אור כחול (450 nm) ואור אדום (660 nm). כל הרכב נבחן בשלוש חזרות ובנוסף היו שני מקטעי ביקורת באורך זהה (תמונה 2). התאורה הופעלה החל מ-22.4.2019 ועד 15.7.2019, בשעות החשכה, מ-19:00 עד 7:00 למחרת.

בשני הניסויים בוצעו מדידות של ספקטרום האור באמצעות ספקטרו-רדיומטר StellarNet Inc EPP200) ועוצמתו (Li-Cor LI-189) במרחק 10 ס"מ מגופי התאורה המותקנים בשטח.

**השפעת תאורה על הבשלה -** בשני הניסויים, בוצעו בדיקות סוכר בשלושה (ניסוי 2) או ארבעה (ניסוי 1) מועדים לפני הבציר במעבדת השירות בבקעת הירדן.

**השפעת תאורה על התפתחות הצבע בזן פליים** – באופן שגרתי ניתן טיפול(ים) בתכשיר "אתרל" (הגברת פעילות אתילן) ופרוטון (ABA) על מנת לזרז את הצטברות הצבע בפרי. בעונה זו, טיפול האתרל ניתן במועד 9.6.19, וטיפול בפרוטון ניתן ב- 12.6.19. בשני מועדים לפני הבציר, נעשתה הערכה ויזואלית איכותית להצטברות הצבע באשכולות. הערכה נעשתה על פי סולם התפתחות צבע בעל ארבע דרגות 0-3. כאשר דרגה 0 היא אשכול שכל גרגיריו הם ירוקים ואילו דרגה 3 היא אשכול אשר כל גרגירו אדומים (תמונה 13).

**השפעת התאורה על היבול** - כל מקטע נקטף בנפרד. לאחר הקטיף נאספו ארבעה מדדים: יבול לגפן במשקל, מספר אשכולות לגפן, משקל אשכול וקוטר גרגר.



תמונה 2. מפת הניסוי בזן flame seedless, 2019.

**תחנת יאיר (ניסוי 3):**

בעונת 2019 הועבר הניסוי לכרם שבתחנת יאיר שנת הנבה ראשונה. הכרם נזמר ב- 15.11.18 והלדים הותקנו מחדש בחלקה, הצבת התאורה בדומה להצבה שהייתה בחלקה שבעין יהב, כלומר גפנים מהזן SBS 6 חלקות עם אור חם (צהוב) ו-2 חלקות עם אור קר (לבן) כביקורת 4 חלקות ללא תוספת תאורה. מקור התאורה כוון מלמטה כלפי מעלה למניעת התחממות הבדים (תמונות 3 ו-4) תוספת התאורה ניתנה ע"י שימוש בתאורת לדים 5 פסי לד בשני מתקנים מתחת לכל צד של הגפנים. התחלת הפעלת התאורה החלה ב- 23.12.18 מהשעה שש בבוקר ועד השעה שש בערב. הפעלת התאורה נועדה לפצות על הפחתת התאורה כתוצאה מפריסת הפלסטיק ע"ג המבנה. תוספת התאורה ניתנה עד לתחילת הבציר.



**תמונה 4 :** חלקת הניסוי בחממה, הבדים מוארים במהלך היום.



**תמונה 3 :** תאורת הלבד, אור קר, מתחת לבדי הגפנים, האשכולות בפריחה

עם הפעלת התאורה נמדדו שני פרמטרים, התארכות שריגים והתארכות האשכולות (תמונות 5, 6).



**תמונה 6 :** מדידת האשכול



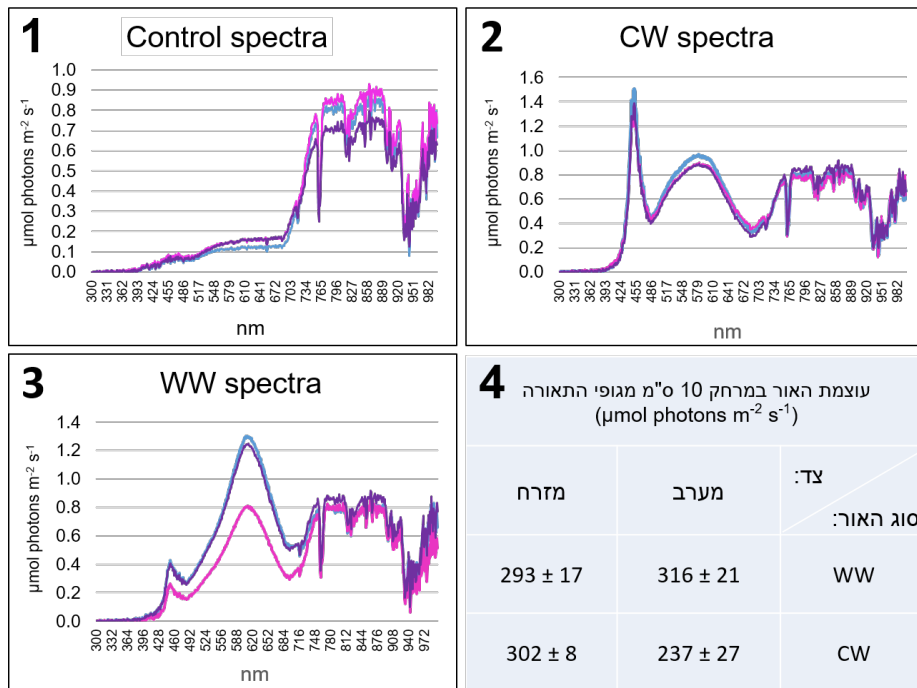
**תמונה 5 :** מדידת השריג

**ניסוי 1 - בחינת השפעת התאורה על קצב ההבשלה ב- early sweet (SBS) בבקעת הירדן.**

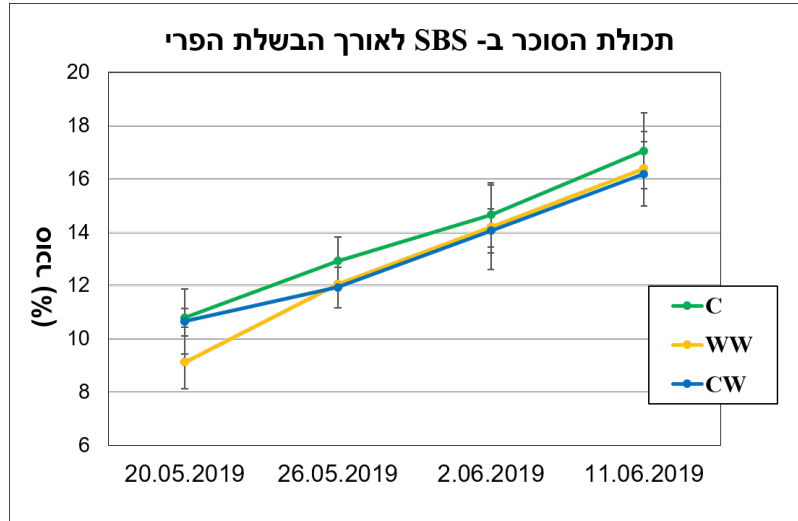
**אפיון מערכת התאורה-** האפיון הספקטראלי של מערכות התאורה כפי שבוצע בשטח מוצג בתמונה 7. עוצמות האור, כפי שנמדדו במרחק 10 ס"מ מגופי התאורה (לבן קר - CW ולבן חם - WW), בצד המזרחי והמערבי של מקטעי הניסוי היו בטווח שבין  $240-315 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**הבשלה -** מדידות הסוכר בוצעו בארבעה מועדים באמצעות דגימה של עשרה גרגרים מכל חזרה של כל טיפול. נראתה מגמה שבביקורת תכולת הסוכר מעט גבוהה יותר מטיפולי התאורה, אך הבדלים אלו לא היו ניכרים (תמונה 8).

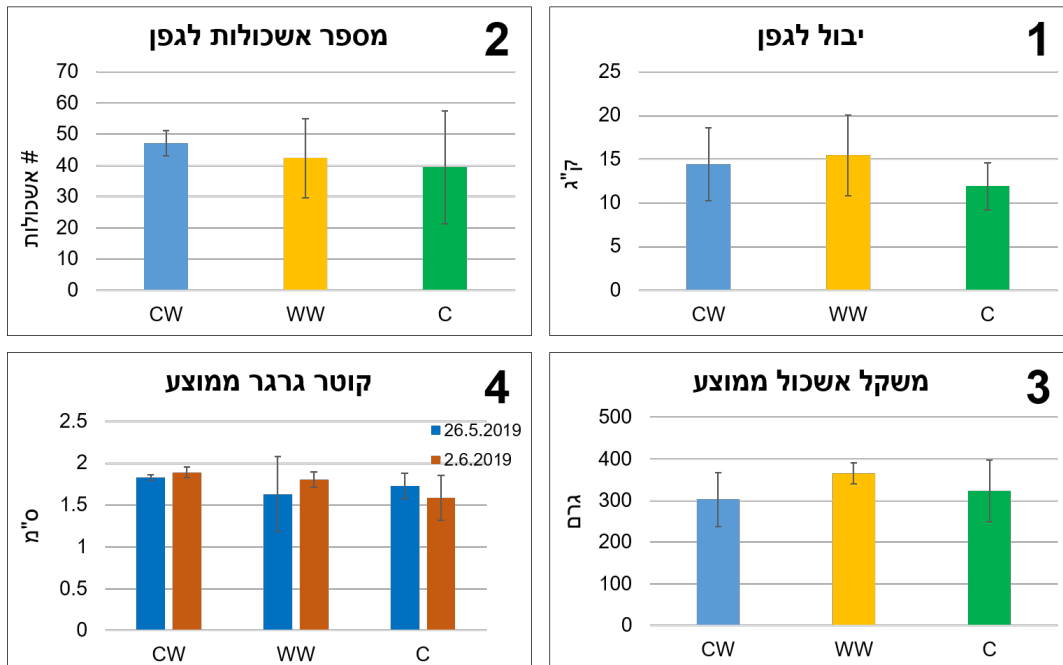
**יבול -** בבציר נאספו נתוני היבול לכל 4 גפנים מכל חזרה של כל טיפול. בחלקות הביקורת, היבול הממוצע היה 11.9 ק"ג לגפן (תמונה 9, גרף 1). בחלקות עם תוספת תאורה היבול הממוצע היה 14.4 ו-15.5 ק"ג לגפן (בהתאמה עם אור לבן קר ואור לבן חם), עלייה של 21% ו-30% בהשוואה ליבול בביקורת בתאורה CW היו מעט יותר אשכולות לגפן, אך משקלם הממוצע היה נמוך יותר (תמונה 9, גרף 3). בתאורה WW משקל האשכול הממוצע היה 15-20% יותר מהביקורת ו-CW. (ככלל, ההבדלים לא היו מובהקים מכיוון שייצגו מספר קטן של חזרות מכל טיפול).



**תמונה 7. איפיון נתוני התאורה בניסוי SBS. (גרף 1) ספקטרום האור בחלקות הביקורת ללא תאורה מוספת. איפיון ספקטרלי של תאורת הלדים (גרף 2) אור לבן קר (CW), ו- (גרף 3) אור לבן חם (WW). (4) עוצמות האור של גופי התאורה בחלק המערבי והמזרחי של שורות הניסוי (נמדדו במרחק 10 ס"מ). כל ערך מייצג ממוצע  $\pm$  סטיית תקן מ- 3 חזרות של הניסוי.**



**תמונה 8. תכולת הסוכר ב-SBS. (A) תכולת הסוכר, כפי שנמדדה בארבעה מועדים שונים בפרי מטיפולי התאורה לבן חם (WW), לבן קר (CW) וחלקות ביקורת ללא תאורה (C).**



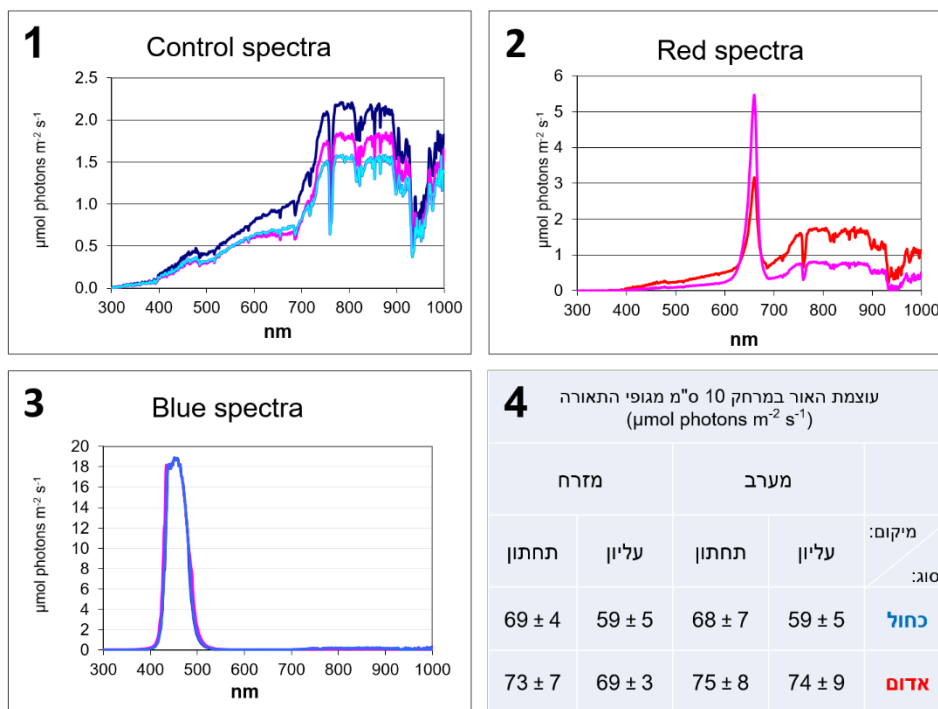
**תמונה 9. היבול ב-SBS. בבציר נאספו נתוני היבול ומספר אשכולות לכל 4 גפנים יחד מכל חזרה של כל טיפול. כאן מוצגים היבול (גרף 1) ומספר אשכולות (גרף 2) לגפן כממוצע מ- 3 חלקות התאורה ו- 3 חלקות הביקורת.**

## ניסוי 2 - בחינת השפעת תוספת תאורה בלילה על הצטברות הצבע ב- flame seedless.

**אפיון מערכת התאורה** - האפיון הספקטראלי של מערכות התאורה, עם אור אדום וכחול (תמונה 10), כפי שבוצע בשטח מוצג בתמונה 11. בניסוי זה הגפנים הוארו בעוצמות אור נמוכות יותר מהניסוי הקודם (בין  $50-100 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , תמונה 11, טבלה) בשעות הלילה. על כן, בכל יחידת תאורה הורכבו שני פסים של לדים כחולים או אדומים, לעומת ארבעה פסים בעונה הקודמת.



**תמונה 10. מערכת התאורה בניסוי Flame seedless.** בניסוי זה נבחנו 3 מקטעי תאורה עם אור אדום (תמונה מימין) ושלושה מקטעי תאורה עם אור כחול (שמאל). בכל יחידת תאורה היו שני פסי לדים.



**תמונה 11. אפיון נתוני התאורה בניסוי Flame seedless.** (גרף 1) ספקטרום האור בחלקות הביקורת ללא תאורה מוספת. ספקטרום של לדים אדומים (גרף 2) וכחולים (גרף 3). (4) עוצמות האור של יחידות התאורה השונות (במרחק 10 ס"מ) המותקנות בשני גבהים בכל צד (מזרח ומערב) של השורה.

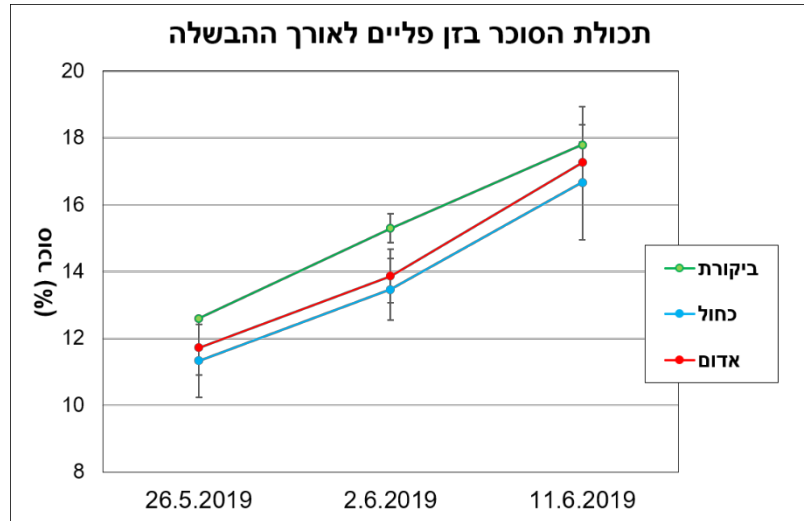


**הבשלה** - בדיקות הסוכר בוצעו בשלושה מועדים לאורך ההבשלה. בדומה ל-SBS בבקעת הירדן, גם במקרה זה היתה מגמה שבה בביקורת תכולת הסוכר היתה גבוהה יותר, אך ההבדלים לא היו משמעותיים (תמונה 12).

**צבירת אנתוציאנין** – הערכות ויזואליות לצבע הפרי בוצעו בשני מועדים לאורך ההבשלה, כאשר צבע האשכולות דורגו לפי סולם של 0-3 (תמונה 13). ההתפלגות של מדד הצבע דורגה בכלל האשכולות של כל חזרה בשלושת הטיפולים, ומוצגת בנפרד עבור צד מזרח ומערב (תמונה 14). לפי ההערכה שבוצעה במועד 11.6.19, ניתן לראות כי בטיפול האור האדום היתה הפרקציה של האשכולות בציון "3" היתה בין 20-25%, גבוהה יותר הן מטיפול האור הכחול (5-9%) או מביקורת ללא תאורה (9-11%). אם מתחשבים בסך האשכולות שדורגו בציון 2 ו-3 יחד, ניתן לראות כי בצד מערב של הטיפול האדום, כבר במועד זה 50% מהאשכולות היו בעלי צבע. בממוצע (כולל מזרח ומערב) בטיפול האור האדום היו 44% אשכולות בעלי צבע (2+3) לעומת 30% בטיפול האור הכחול, ו-37% בביקורת. תוצאות אלו מציעות כי בטיפול האור האדום היה זירו מועט של הצטברות הצבע בעוד בטיפול האור הכחול היה עיכוב קטן.

לאחר טיפול הפרוטון שניתן במועד 12.6.19, ביצענו דירוג נוסף לצבע (ב-18.6.19). ניתן לראות כי בכלל הטיפולים, היתה עלייה משמעותית בציון מדד הצבע לעומת המועד הראשון. הפרקציה של האשכולות שפיתחו את מלוא הצבע (דרגה 3) נעה בין 33-48% (בכלל הניסוי). מעניין לציין כי בביקורת ללא תאורה, צבירת הצבע הייתה טובה יותר בצד מזרח לעומת מערב. הבדל זה לא נראה בחלקות שטופלו באור אדום, בהתאם לכך שהיה שיפור ניכר יותר בצבע האשכולות בצד מערב של טיפול זה כבר במועד הראשון של ההערכה (11.6). גם בטיפול האור הכחול מדד הצבע היה מעט טוב יותר בצד מזרח, אך באופן כללי נראה שהיה עיכוב מסוים בצבירת הצבע בטיפול זה.

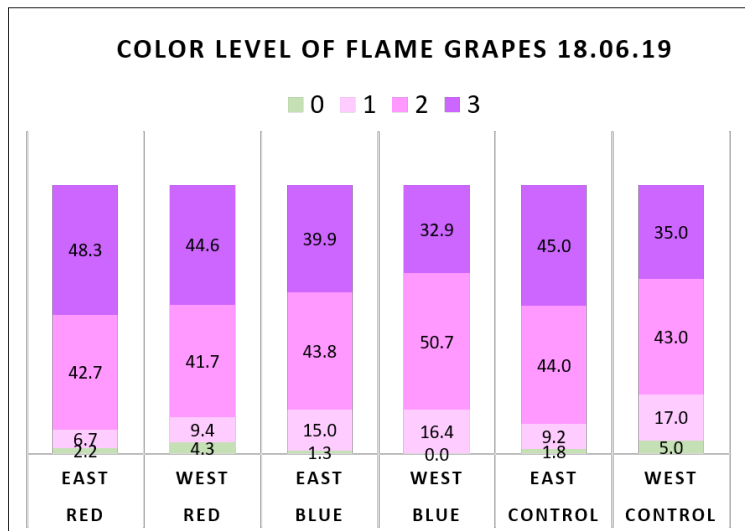
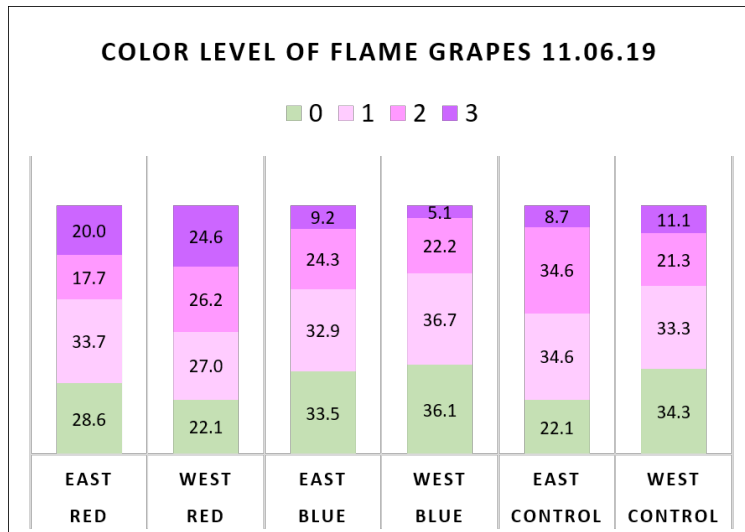
**יבול** – לא היו הבדלים ביבול (תמונה 15), בהתאם לכך שהתאורה שניתנה הייתה בעוצמה נמוכה יחסית שלא צפויה להוסיף משמעותית ליצרנות הצמח.



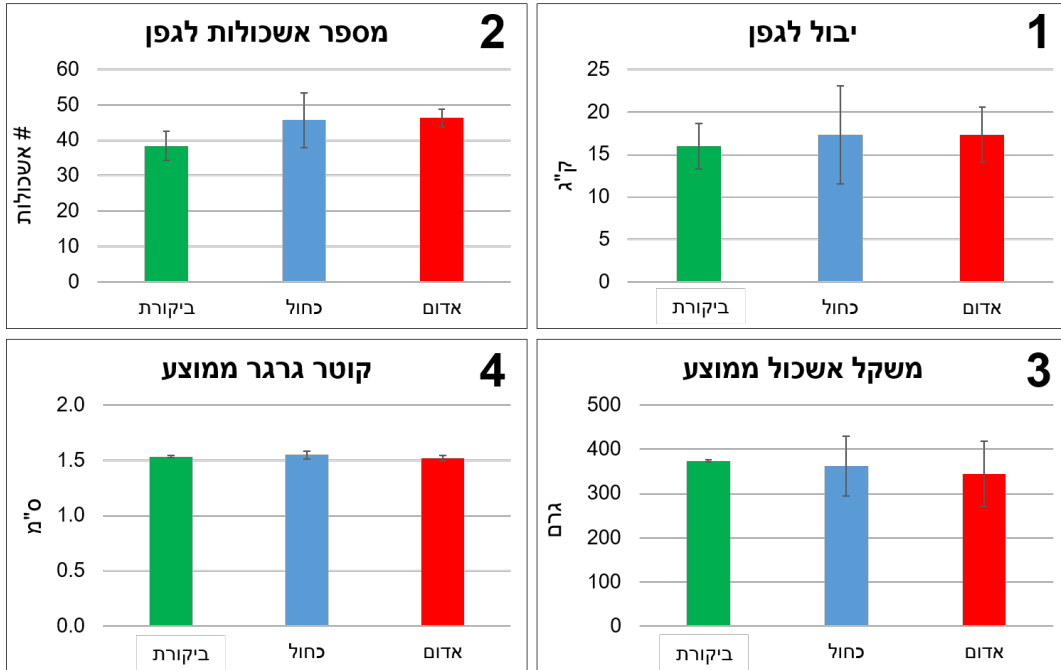
תמונה 12. השפעת התאורה על תכולת הסוכר ב- Flame seedless - בקעת הירדן. מוצגים ממוצעים  $\pm$  סטיית תקן לטיפולי התאורה (כחול, אדום) ולביקורת.



תמונה 13. דרגות הצבע על פיהן בוצעו ההערכות הויזואליות להצטברות אנתוציאנין בזן פליים.



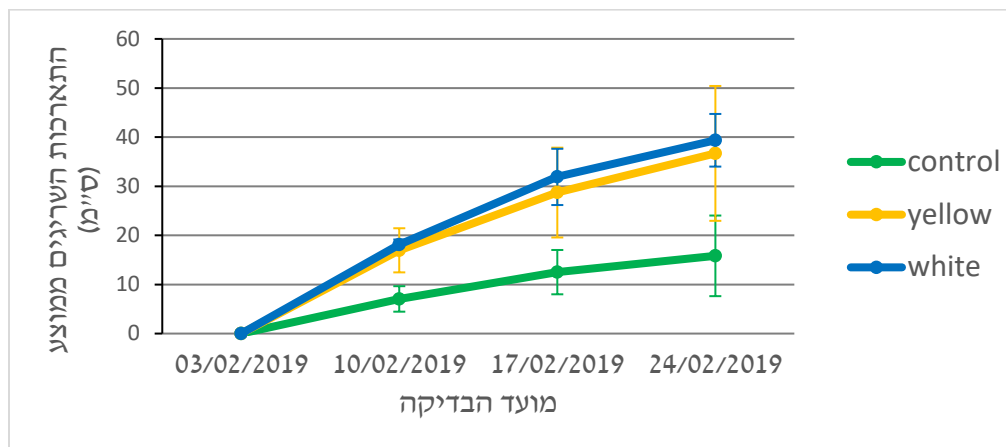
**תמונה 14. השפעת התאורה על הצטברות הצבע באשכולות Flame seedless.** ההערכה הויזואלית בוצעה בשני מועדים כמצוין בכותרות. כל עמודה מייצגת את התפלגות צבע האשכולות על פי הערכה ויזואלית (סולם דרגות 0-3). ההערכה מוצגת בנפרד עבור צד מזרח ומערב של כל טיפול (אור אדום, אור כחול וביקורת).



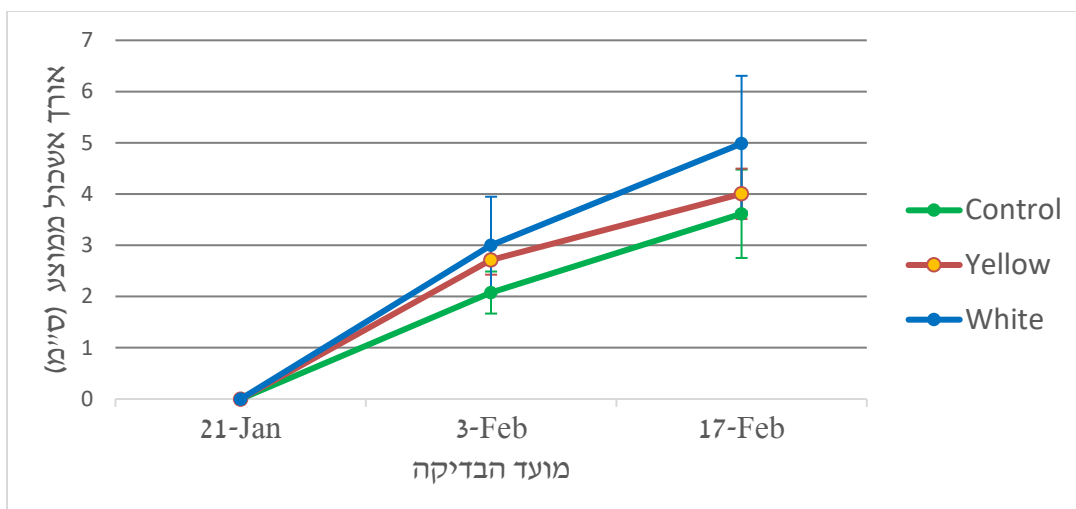
**תמונה 15. היבול ב- Flame seedless.** בבציר נאספו נתוני היבול ומספר אשכולות לכל 4 גפנים יחד מכל חזרה של כל טיפול. בגרפים 1 ו-2 מוצגים הנתונים כממוצע לגפן ב 3 חלקות התאורה באור כחול או אדום והביקורת.

**ניסוי 3- שימוש בתאורה להעלאת הפוריות בכרם ענבי מאכל הגדלים בחממה בערבה.**

בשני טיפולי תוספת תאורת האור חם וקר התארכות השריגים הייתה משמעותית וגדולה יותר לעומת קבוצות הביקורת (תמונה 16). מבחינת התארכות האשכולות, ניכר הבדל רק בטיפול האור הקר (הלבן) לעומת תוספת האור החם (צהוב) והביקורת (תמונה 17) נצפתה הקדמת בחלקה של תאורה באור החם.

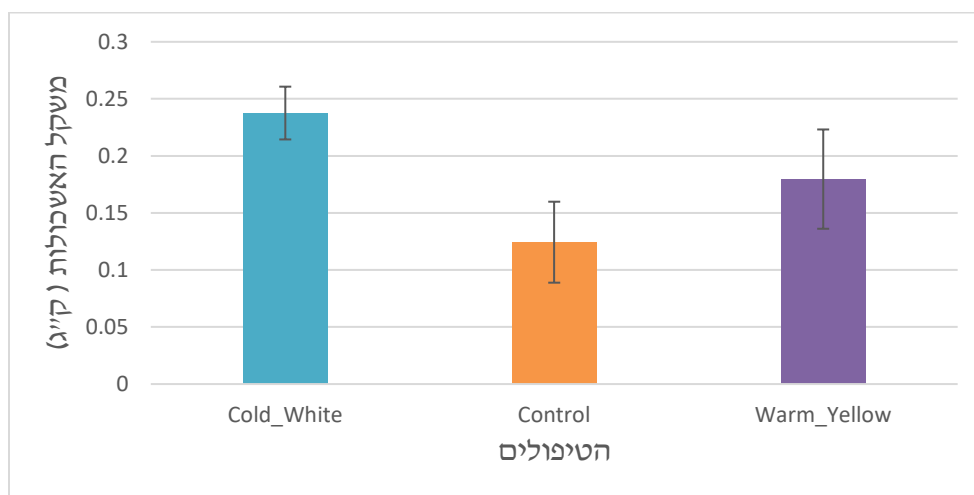


**תמונה 16.** התארכות השריגים בטיפולים השונים



**תמונה 17.** התארכות אשכולות בטיפולים השונים

בציר הכרם התקיים בתחילת אפריל בתאריכים 7.4.19-18.4.19. באופן כללי גודל האשכולות בחלקה היה קטן יחסית לעומת השנים הקודמות והדבר התבטא ביבול. היבול הגבוה ביותר היה בחלקות עם תוספת האור הקר, באופן מובהק מהביקורת, אבל דומה לחלקות עם תוספת האור החם. בתאורת האור החם התקבל יבול גבוה יותר לעומת הביקורת אך לא באופן מובהק (תמונה 18).



**תמונה 18.** משקל אשכולות ממוצע בטיפולי הארה השונים, אור צהוב-חם, ביקורת, אור לבן-קר

בתום הבציר נלקחו 10 זמורות מכל חלקה והועברו לבדיקת פוריות הפקעים. בבדיקה זו לא נמצא הבדל בין הטיפולים בכל המדדים. גם הפוריות הראלית הייתה דומה. לגבי נזק לפקעים שמתבטא במספר גדול של פקעים הרוסים או יבשים שנראה בשתי שנות המחקר הקודמות, בעונה זו לא נראה נזק לפקעים בטיפולי תוספת האור לעומת הביקורת (תמונה 19).

מס' חלקות נדגמות	טיפול	פוריות ראלית (%)	פוריות פוטנציאלית (%)	גדול (%)	בינוני (%)	קטן (%)	ריקים והרוסים (%)	הערות
4	ביקורת	88.5	115.6	74.8	14.0	11.3	28.8	שתי חלקות יוצאות דופן שבהן 40% ענקיים ו- השנייה עם הרבה פקעים שבהם 2 אשכולות
6	לבן חם	88.8	116.5	67.0	15.0	16.3	23.3	בחלקה אחת עם הרבה פקעים שבהם 2 אשכולות
2	לבן קר	100.0	119.0	67.3	19.5	13.3	16.0	בחלקה אחת הרבה אשכולות ענקיים

תמונה 19. תוצאות בדיקת פקעים שהתמיינו במהלך חורף 2019.

## דיון ומסקנות

### SBS בבקעת הירדן

בעונה 2019 חזרנו על אותו הניסוי שבוצע ב- 2018, בניסיון לזרז את ההבשלה של זן SBS הגדל בתנאי בקעת הירדן. בעוד שלא היו השפעות שליליות של תוספת התאורה, לא היו הבדלים בהבשלה בין חלקות עם תאורה בהשוואה לחלקות הביקורת. אמנם עם תוספת התאורה התקבלה עלייה מסוימת ביבול, כפי שנראה גם בערבה בעונה זו.

### צבירת אנתוציאנין ב- Flame seedless

בעונה זו, בחנו את השפעת תוספת תאורה בתחום האדום והכחול (בנפרד), אשר הופעלה בשעות הלילה על הצטברות פיגמנטי האנתוציאנין בזן פליים. בדומה לניסוי של *Azuma et al.* (10), התאורה ניתנה בעוצמות נמוכות יחסית, של  $50-100 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . על רקע של טיפול אתרל אחד, נראה שבחלקות שהוארו באור אדום היה זירוז של הצטברות צבע עפ"י הערכה ויזואלית שבוצעה. אמנם, זירוז זה היה רק בחלק מהאשכולות. ההבדלים בין הביקורת לטיפול האדום כבר לא היו ניכרים לאחר טיפול בפרוטון. בניגוד לטיפול האור האדום, בטיפול ההארה עם אור כחול (450 nm) היתה מגמה של עיכוב בהצטברות האנתוציאנין, הן לפני ואחרי הטיפול בפרוטון.

ייתכן וטיפול התאורה אינם יעילים על רקע טמפי הלילה הלא מספיק נמוכות ו/או לא יכולים להוות תחליף לצורך בטמפי הנמוכות הנדרשות לביוסינתזה של אנתוציאנין (6,7).

### SBS בתחנת יאיר

הפעלת התאורה נועדה לפצות על הפחתת התאורה כתוצאה מפריסת הפוליאתילן ע"ג המבנה. התאורה דרושה לשמירה על פוריות הפקעים המתמיינים בזמן הפריחה, במידה והפוריות נשמרת ניתן היה לוותר על זמירת הקיץ ובכך להאריך את חיי הכרם, לחסוך בעבודה ובתשומות. על פי תוצאות הניסוי נראה שיש השפעה של האור החם והקר על התארכות השריגים והאשכולות וכן על משקל האשכול שהתקבל בתוספת תאורת האור הלבן.

מבחינת פוריות הפקעים לא נראה העלאת פוריות, אבל לאחר שלוש שנות מחקר, בעונה האחרונה, לא נראה נזק לפקעים, מה שראינו בשנים הקודמות. בהתאם לכך הוחלט להמשיך את הניסוי שנה נוספת ולבדוק אולי תתקבלנה תוצאות טובות יותר מבחינת הפוריות.

### ספרות מצוטטת

1. Jackson JE. Light Interception and Utilization by Orchard Systems. In: Horticultural Reviews [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 1980. p. 208–67. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118060759.ch5>
2. Perez J, Kliewer WM. Effect of shading on bud necrosis and bud fruitfulness of Thompson Seedless grapevines. *Am J Enol Vitic.* 1990;
3. Roubelakis-Angelakis KA, Kliewer WM. Effects of exogenous factors on phenylalanine ammonia-lyase activity and accumulation of anthocyanins and total phenolics in grape berries. *Am J Enol Vitic.* 1986;
4. Smart RE, Robinson MD (Michael D., of Agriculture NZM, Fisheries. Sunlight into wine : a handbook for winegrape canopy management. Adelaide, S.Aust. : Winetitles; 1991.
5. Kliewer WM. Influence of Temperature, Solar Radiation and Nitrogen on Coloration and Composition of Emperor Grapes. *Am J Enol Vitic.* 1977;
6. Yamane T, Seok TJ, Goto-Yamamoto N, Koshita Y, Kobayashi S. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *Am J Enol Vitic.* 2006;
7. Mori K, Sugaya S, Gemma H. Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. *Sci Hortic (Amsterdam).* 2005;
8. Matus JT, Loyola R, Vega A, Peña-Neira A, Bordeu E, Arce-Johnson P, et al. Post-veraison sunlight exposure induces MYB-mediated transcriptional regulation of anthocyanin and flavonol synthesis in berry skins of *Vitis vinifera*. *J Exp Bot.* 2009;
9. Jeong ST, Goto-Yamamoto N, Kobayashi S, Esaka M. Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. *Plant Sci.* 2004;
10. Azuma A, Ito A, Moriguchi T, Yakushiji H, Kobayashi S. Light emitting diode irradiation at night accelerates anthocyanin accumulation in grape skin. *Acta Hortic.* 2012;956:341–7.
11. Azuma A, Yakushiji H, Koshita Y, Kobayashi S. Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. *Planta.* 2012;
12. Mitchell, C. A., Dzakovich, M. P., Gómez, C., Lopez, R., Burr, J. F., Hernández, R., Kubota, C., Currey, C. J., Meng, Q., Runkle, E. S., Bourget, C. M., Morrow, R. C. and Both

- AJ. Light-Emitting Diodes in Horticulture. In: J. Janick, editor. Horticultural Reviews: Volume 43. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2015. p. 1–88.
- Singh D, Basu C, Meinhardt-Wollweber M, Roth B. LEDs for energy efficient greenhouse lighting. *Renew Sustain Energy Rev.* 2015;49:139–47. 13.
- Gómez C, Morrow RC, Bourget CM, Massa GD, Mitchell CA. Comparison of intrac canopy light-emitting diode towers and overhead high-pressure sodium lamps for supplemental lighting of greenhouse-grown tomatoes. *Horttechnology.* 2013;23(1):93–8. 14.
- Joshi NC, Ratner K, Eidelman O, Bednarczyk D, Zur N, Many Y, et al. Effects of daytime intra-canopy LED illumination on photosynthesis and productivity of bell pepper grown in protected cultivation. *Sci Hortic (Amsterdam).* 2019;250(February):81–8. 15.
- Olle M, Virsile A. The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agric Food Sci.* 2013;22(2):223–34. 16.
- D'Souza C, Yuk HG, Khoo GH, Zhou W. Application of light-emitting diodes in food production, postharvest preservation, and microbiological food safety. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2015;14(6):719–40. 17.