

משרד החקלאות –דף שער לדו"ח מדעי לתוכניות מחקר

לקרן המדען הראשי

קוד זיהוי	א. נושא המחקר (בעברית)
91-104-20	בחינת רשתות בעלות תכונות פיזיקליות ייחודיות, כאמצעי להעלאת היבול, חסכון במים, והגנה מנזקי רוח וקרה בבננה

ג. כללי		
מוסד מחקר של החוקר הראשי		
מיגל- מו"פ צפון		
סוג הדו"ח		
תאריכים		
שנתי	תקופת המחקר	תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון
שנתי	עבורה מוגש הדו"ח	
	התחלה	סיום
שנה חודש	שנה חודש	שנה חודש
1 / 21	12 / 21	12 / 21

ב. צוות החוקרים		
שם משפחה	שם פרטי	
חוקר ראשי	גלפז	נבות
חוקרים משניים		
1	גל אור	

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח בשקלים
קרן המדען הראשי	200,000	

ה. תקציר:

הצגת הבעיה: כל מטעי הבננה בישראל מכוסים ברשת קריסטל לנו ארוגה לבנה, 10% הצללה, בעיקר בזכות חוזק מכני משופר. מטרת התכנית היא בחינת רשתות בעלות תכונות פיזיקליות ייחודיות ושונות מאלה של הרשת המשקית, כאמצעי ליצירת מיקרו-אקלים מותאם יותר לגידול הבננה בישראל, לצורך שיפור היבול, חסכון במנות ההשקיה, והגנה מפני נזקי עקות סביבתיות: טמפ' קיצונית, ורוח.

שיטות העבודה: נשתלו שתי חלקות לצורך המחקר: 1. חלקה לבחינת רשתות פנינה באחוזי הצללה 20% ו-30%. 2. חלקה לבחינת רשתות רפלקטיביות ל-NIR, באחוזי הצללה 22% ו-30%. המעקב בניסוי כולל את ההשפעה של הרשתות השונות על תכונות צימוח, פריחה ויבול. בנוסף, בחלקת רשתות הפנינה מוקמו תחנות מטאורולוגיות, לצורך חישוב ההתאדות היומית תחת כל רשת, ובחלקת הרשתות הרפלקטיביות ל-NIR מתבצע איסוף נתונים על טמפ' האויר, העלים, והגזעול, ורמת הקרינה הפוטוסינתטית.

תוצאות עיקריות לתקופת הדוח הנידון: ניסוי רשתות הפנינה (יבולים א'-ג'): נמצאה מגמה ברורה: יתרון לגידול תחת רשת פנינה 30%. הצמחים שגדלו תחת רשת זו גבוהים וחסונים ביחס לצמחים שגדלו תחת רשת הביקורת. נמצאה תוספת ממוצעת של 2.1 ק"ג לאשכול ביחס לרשת המשקית, בעוד שמשקל האשכול בטיפול רשת פנינה 20% היה נמוך ב-0.5 ק"ג ביחס לרשת המשקית. בערכי ההתאדות היומית המחושבת נמצאה פחיתה של 16% תחת רשת הפנינה 30% ביחס לרשת המשקית בחודשים השונים, בעיקר בזכות הפחתה משמעותית של רמת הקרינה ועוצמת הרוח.

ניסוי הרשתות הרפלקטיביות ל-NIR (יבול א'): נמצאה הקדמה בזמן הפריחה והקטיפה ברשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית. לא נמצאה עלייה בממדי הצמח תחת רשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית, ונמצאה מגמה של נחיתות קלה במשקל האשכול. נמצאה הפחתה של רמות הקרינה הפוטוסינתטית ושל טמפ' המקסימום באויר, בעלה ובגזעול, תחת רשתות ה-NIR.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: רשת הפנינה 30% מסתמנת כרשת בעלת פוטנציאל גדול בהעלאת היבול וחסכון במנות ההשקיה בבננה, אולם לפני פריסה שלה בקנה מידה נרחב, נדרש המשך איסוף נתונים למשך שתי עונות נוספות, לחיזוק התוצאות, ובחינה לאורך שנים של החוזק המכני שלה. תחת רשתות ה-NIR נמצאה פחיתה קלה ביבול ביחס לרשת המשקית, אולם הפחתת טמפ' המקסימום והקרינה, מרמזת לפוטנציאל לחסכון משמעותי במנות ההשקיה.

ו. אישורים

הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

חוקר ראשי	מנהל המחלקה	מנהל המכון (פקולטה)	אמרכלו ת (רשות המחקר)	רשות המחקר	תאריך (שנה) (חודש) (יום)
-----------	-------------	---------------------	-----------------------	------------	--------------------------

דו"ח שנתי לתכנית מחקר מספר 91-103-20

שנת המחקר: _____ 2 _____ מתוך _____ 3 שנים

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י:

חוקר ראשי: נבות גלפז
יועצים: גל אור
מו"פ צפון
שה"מ

פרטי חוקר ראשי:

Navot galpaz, Migal, Northern R&D, Kiryat-Shmona. E-mail: navot.navotg@migal.org.il

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר _____ תאריך: _____

עמוד

תוכן העניינים

4.....	תקציר מדעי.....
4.....	מבוא – רקע מדעי ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח
5.....	מטרות המחקר.....
6.....	פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות לתקופת הדו"ח
13.....	דיון ותשובות לשאלות מנחות.....
13.....	רשימת ספרות.....

תקציר מדעי:

הצגת הבעיה: כל מטעי הבננה בישראל מכוסים ברשת קריסטל לנו ארוגה לבנה, 10% הצללה, בעיקר בזכות חוזק מכני משופר. מטרת התכנית היא בחינת רשתות בעלות תכונות פיזיקליות ייחודיות ושונות מאלה של הרשת המשקית, כאמצעי ליצירת מיקרו-אקלים מותאם יותר לגידול הבננה בישראל, לצורך שיפור היבול, חסכון במנות ההשקיה, והגנה מפני נזקי עקות סביבתיות: טמפ' קיצונית, ורוח.

שיטות העבודה: נשתלו שתי חלקות לצורך המחקר: 1. חלקה לבחינת רשתות פנינה באחוזי הצללה 20% ו-30%. 2. חלקה לבחינת רשתות רפלקטיביות ל-NIR, באחוזי הצללה 22% ו-30%. המעקב בניסוי כולל את ההשפעה של הרשתות השונות על תכונות צימוח, פריחה ויבול. בנוסף, בחלקת רשתות הפנינה מוקמו תחנות מטאורולוגיות, לצורך חישוב ההתאדות היומית תחת כל רשת, ובחלקת הרשתות הרפלקטיביות ל-NIR מתבצע איסוף נתונים על טמפ' האויר, העלים, והגזעול, ורמת הקרינה הפוטוסינתטית.

תוצאות עיקריות לתקופת הדוח הנידון: ניסוי רשתות הפנינה (יבולים א'-ג'): נמצאה מגמה ברורה: יתרון לגידול תחת רשת פנינה 30%. הצמחים שגדלו תחת רשת זו גבוהים וחסונים ביחס לצמחים שגדלו תחת רשת הביקורת. נמצאה תוספת ממוצעת של 2.1 ק"ג לאשכול ביחס לרשת המשקית, בעוד שמשקל האשכול בטיפול רשת פנינה 20% היה נמוך ב-0.5 ק"ג ביחס לרשת המשקית. בערכי ההתאדות היומית המחושבת נמצאה פחיתה של כ-15% תחת רשת הפנינה 30% ביחס לרשת המשקית בחודשים השונים, בעיקר בזכות הפחתה משמעותית של רמת הקרינה. ניסוי הרשתות הרפלקטיביות ל-NIR (יבול א'): נמצאה הקדמה בזמן הפריחה והקטיף ברשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית. לא נמצאה עלייה בממדי הצמח תחת רשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית, ונמצאה מגמה של נחיתות קלה במשקל האשכול. נמצאה הפחתה של רמות הקרינה הפוטוסינתטית ושל טמפ' המקסימום באויר, בעלה ובגזעול, תחת רשתות ה-NIR.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: רשת הפנינה 30% מסתמנת כרשת בעלת פוטנציאל גדול בהעלאת היבול וחסכון במנות ההשקיה בבננה, אולם לפני פריסה שלה בקנה מידה נרחב, נדרש המשך איסוף נתונים למשך שתי עונות נוספות, לחיזוק התוצאות, ובחינה לאורך שנים של החוזק המכני שלה. תחת רשתות ה-NIR נמצאה פחיתה קלה ביבול ביחס לרשת המשקית, אולם הפחתת טמפ' המקסימום והקרינה, מרמזת לפוטנציאל לחסכון משמעותי במנות ההשקיה.

מבוא:

ענף הבננות הוא הגדול בענפי הפירות בארץ מבחינת היקפי הייצור, ומהווה מקור הכנסה ותעסוקה חשוב במגזר הקיבוצי והמושבי בחוף הכרמל, הגליל המערבי, ועמק הירדן. בשנת 2018 שווקו כ-170,000 טון בננות, בשווי של כ-370 מיליון ₪ בשער המטע (לוי, 2019).

ענף הבננות בישראל עבר בתחילת המאה ה-21 לגידול תחת רשתות, במטרה לספק הגנה מפני תנאים אקלימיים מגבילים, בעיקר נזקי רוחות. כתוצאה מכך חלה עליה של כ-30% ביבול ליחידת שטח, שיפור בגודל ובאיכות הפרי, הקטנת הפחת, יכולת לפיזור הקטיף לאורך רוב השנה, חסכון במים בשיעור של כ-25%, והאפשרות לגדל בחלקות חדשות, בעלות קרקע שולית וחשופות לרוח (ישראלי וחוב' 2009).

ענף הבננה התקבע תוך זמן קצר על שימוש ברשת קריסטל לנו ארוגה לבנה, בעלת 10% הצללה, בעיקר בזכות חוזק מכני משופר. בשנים האחרונות, אנחנו בוחנים רשתות בעלות תכונות פיזיקליות שונות מהרשת המשקית, כאמצעי ליצירת מיקרו-אקלים מותאם יותר, לצורך שיפור משמעותי של אלמנטים שונים של גידול הבננה בארץ, בעיקר בהעלאת יבול, חסכון במנות ההשקיה, והגנה מפני נזקי עקות סביבתיות (חום וקור, מרוח).

כך, שימוש ברשתות תרמיות בעלות 50% הצללה, מקנה הגנה טובה בפני נזקי קרה (גלפז וחוב', 2018, נספח 1), ובתצפית נוספת, במהלכה מתבצעת השוואה הדיות המחושבת (ע"פ נוסחת פנמן-מונטית), מצאנו שתחת רשתות באחוז הצללה 20% ניתן לחסוך כ-15% ממנת ההשקיה השנתית, ביחס לרשת הביקורת בעלת 10% הצללה (Cohen et al., 2019).

אור השמש המגיע אלינו מורכב מאור ישיר, ומאור דיפוזי (מפוזר), המתקבל משבירה של האור הישיר. בעוד האור הישיר מגיע ישירות מהשמש, האור הדיפוזי מתפזר, ומגיע מכיוונים שונים. קרינת אור ישיר נבלעת על ידי עלי הצמח באופן לא אחיד: העלים העליונים חשופים לשטף קרינה גבוה, שעלול לגרום נזק למערכת הפוטוסינתטית כשהוא עובר את סף הנזק, ואילו העלים הנמוכים יותר זוכים למנות קטנות של קרינה, ולא מנצלים את הפוטנציאל הפוטוסינתטי שלהם. לפיכך, אור שמורכב מאחוז גבוה של אור דיפוזי משפר את ביצועי הצמח, בזכות הקטנה של נזקי עודף קרינת אור בעלים העליונים, ושיפור היעילות הפוטוסינתטית של העלים התחתונים, שזוכים ליותר אור, בזכות חדירות משופרת של האור הדיפוזי. רשתות מסוג פנינה הן רשתות לבנות שמוטמע בהן התוסף טיטניום אוקסיד (TiO_2), המקנה לרשת את תכונת פיזור האור הייחודית לה (https://green-tek.com/shade_nets_chromatinet). אחוז האור הדיפוזי המועבר מרשתות הפנינה, ביחס לאור הישיר, הוא גבוה במיוחד, ובגידולים שונים דווח על יתרון לגידול תחת רשת זו (Shahak, 2014, Li and Yang, 2015). תוצאות ראשוניות שהושגו במחקר מקדים שביצענו, מרמזות לפוטנציאל משמעותי להעלאת משקל האשכול, וחסכון במנות המים, בגידול בננות תחת רשת פנינה 30% הצללה ביחס לרשת המשקית (קריסטל לנו 10% הצללה), כנראה בזכות אחוז גבוה יותר של אור מפוזר, והעלאת אחוז ההצללה, בהתאמה. כך, משקל האשכול היה גבוה ב-3.9 ק"ג תחת רשת פנינה 30% ביחס לרשת המשקית.

סוג רשת נוסף שייבחן במסגרת התכנית הוא רשת לבנה עם תוסף סלקטיבי לאורכי גל ב-NIR. יריעות פלסטיק עם תוסף זה הביאו להפחתה של 6 מעלות צלסיוס והעלאת היבול בחממת עגבניות בקיץ (חנה שוורץ, חברת "כפרית תעשיות", עדות אישית), והן בעלות פוטנציאל להגנה מפני קרה בחורף. רשתות אלה, במספר רמות הצללה, ייוצרו לראשונה, לצורך המחקר המוצע, על ידי חברת "GINEGAR smart cover solutions", בסתיו 2019.

תכנית המחקר תתבצע בשתי חלקות ניסוי, בהן תבחנה הרשתות השונות. בחלקות יתבצע איסוף נתונים חקלאיים מלא: תכונות צימוח, פריחה, ויבול. בניסוי רשתות הפנינה ייעשה שימוש בתחנות מטאורולוגיות, לקביעת הדיות היומית המחושבת, לצורך חישוב מנת ההשקיה היומית תחת כל סוג רשת.

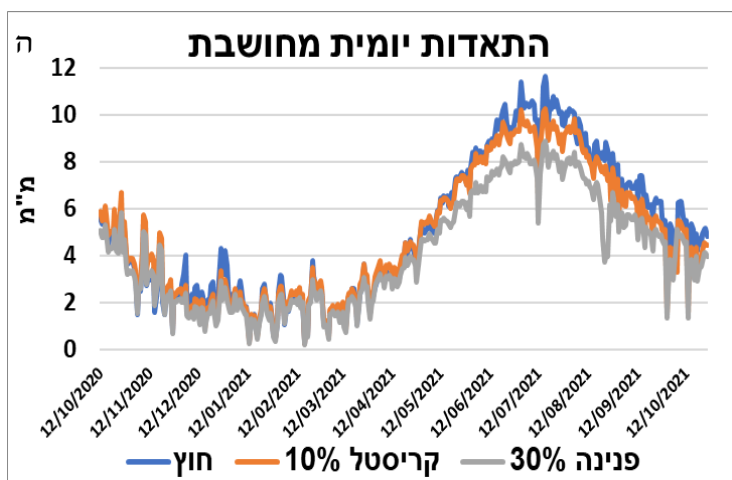
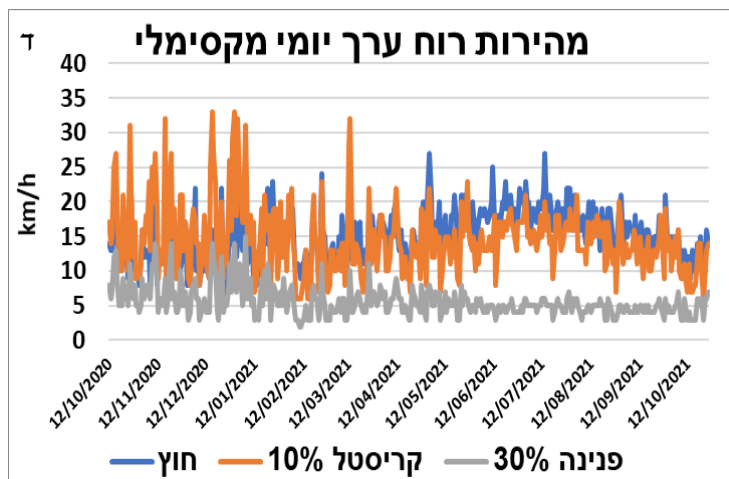
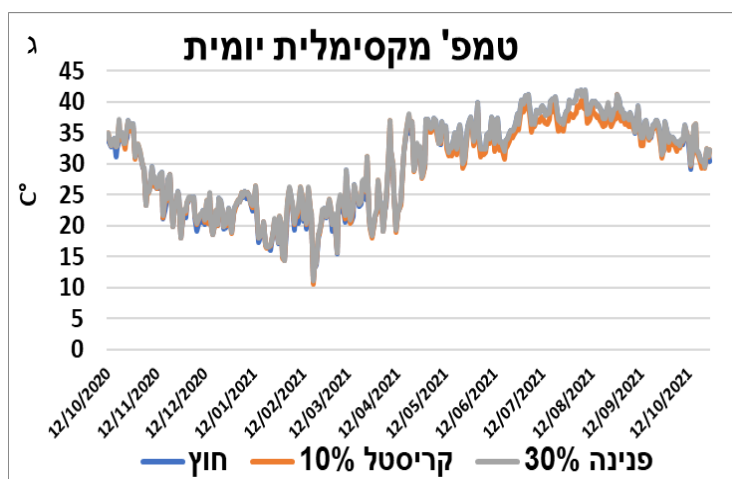
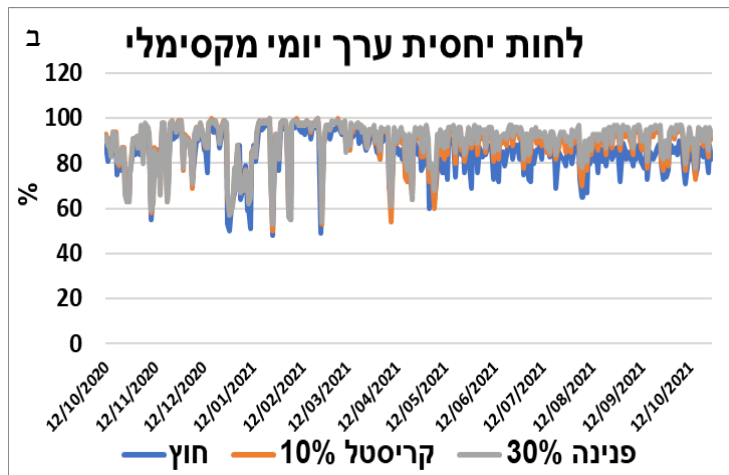
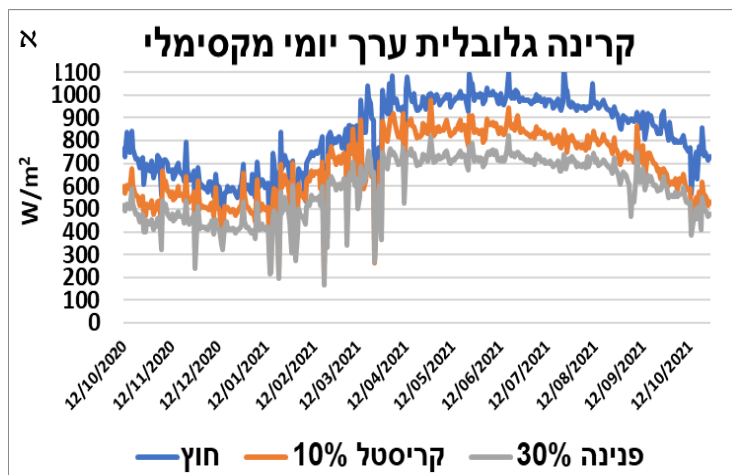
מטרות המחקר: מטרת התכנית היא בחינת הפוטנציאל של שני סוגי רשתות בעלות תכונות פיזיקליות ייחודיות: רשתות פנינה, המעבירות אחוז גבוה של אור מפוזר, ורשתות סלקטיביות לאורכי גל ב-NIR, בשיפור הצימוח והיבול, הגנה מפני נזקי טמפ' קיצון (גבוהות ונמוכות), וחסכון במנות ההשקיה, באמצעות שינוי המיקרו-אקלים בתוך בית הרשת.

ניסוי רשתות הפנינה: החלקה, של קיבוץ חניתה, נשתלה בקיץ 2017. נפרשו 3 סוגי רשתות: 1) קריסטל 'לנו' 10% הצללה, ארוגה, הרשת המשקית בישראל, 2) פנינה 'לנו' 20%, ארוגה, חורים מלבניים, 3) פנינה 'לנו', 30% ארוגה, חורים מרובעים + סרט.

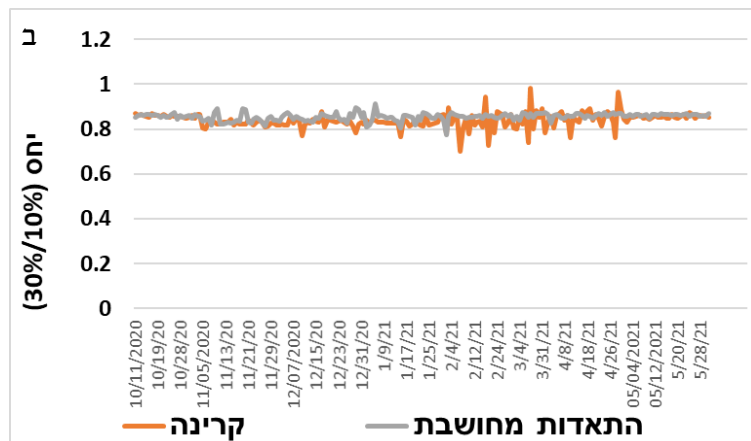
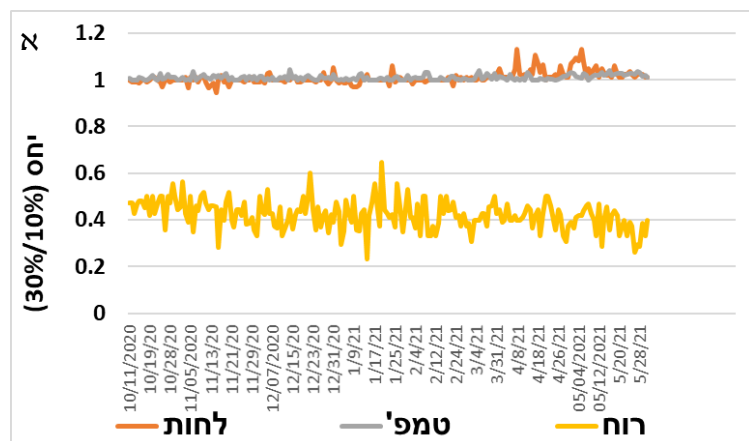
כל רשת מופיעה בארבע חזרות במתכונת בלוקים באקראי, שטח כל חזרה 1.13 דונם. שטח הניסוי הכולל הוא כ-16 דונם. תחת כל סוג רשת הוצבה תחנה מטאורולוגית, בגובה 4 מטר. עלים הוסרו בעת הצורך, ע"מ למנוע הצללה על הרגשים בתחנה. הנתונים נאספים כל 10 דקות, ומשמשים לחישוב הדיות היומית במטע, תוך שימוש בנוסחת פנמן מונטית'. בחלקה נאספים נתונים על ההשפעה של הרשתות השונות על תכונות וגטטיביות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה והיבול, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם).

המדידות שהתקבלו בתחנות המטאורולוגיות שהוצבו בחלקת הניסוי התגלו בשנה ב' של הניסוי כלא אמינות מספיק, עקב תקלות חוזרות ונשנות ברגשים, ולכן בדו"ח מוצגות תוצאות שנמדדו בניסוי אחר, שמתקיים בקיבוץ מסדה שבעמק הירדן. תחנות מטאורולוגיות מסוג ET0 Station, מתוצרת חברת ADCON TELEMETRY, אוסטריה, הוצבו באוגוסט 2020 בגובה 4 מ' תחת רשתות קריסטל 10% ופנינה 30%, ונתונים מטאורולוגיים מלאים נאספים בכל חמש דקות. נתוני הקרינה, טמפ' אויר, הלחות ומהירות הרוח מוכנסים לנוסחת פנמן-מונטית', לצורך חישוב ערך הדיות היומית תחת כל סוג רשת. כביקורת לפעילות התחנות, נאספים נתונים שנאספו בתחנה מטאורולוגית הממוקמת בחוץ, בחוות המחקר בצמח.

הנתונים המוצגים באיור 1, הינם ערכי מקסימום יומיים של קרינה גלובלית, לחות יחסית, טמפ', ומהירות הרוח, וערך יומי של ההתאדות המחושבת (ET0). הנתונים נאספו בין התאריכים 12.10.2020-12.10.2021. לאורך כל התקופה, לא נמצאו הבדלים בערכי המקסימום היומיים של הלחות והטמפ' בין הרשתות השונות (איורים 1ב', 1ג'). לעומת זאת, בערכי מהירות הרוח נמצאה ירידה משמעותית תחת רשת הפנינה 30%, ביחס לרשת הקריסטל 10%. טווח ההפחתה בכל התקופה היה 23%-67% (איור 1ד'), המרמז לשונות גדולה במהירות הרוח תחת שני סוגי הרשתות בימים השונים. ברמת הקרינה הגלובלית, כמצופה, נמצאה הפחתה ממוצעת לאורך כל התקופה בשיעור של 16% (איור 1א'). בדומה לערכי הקרינה, גם בערכי ההתאדות המחושבת היומית הממוצעת נמצאה ירידה של 16% תחת רשת הפנינה 30% ביחס לרשת המשקית, קריסטל 10% (איור 1ה'). איור 2 מציג את יחס ההפחתה היומי, בכל אחד מהנתונים המטאורולוגיים, בין רשת הפנינה 30% ביחס לרשת הקריסטל 10%. יחס ערכי הטמפ' והלחות בשתי הרשתות דומה מאד, והיחס לאורך כל התקופה קרוב ל-1 (איור 1א2'). בערכי מהירות הרוח, נמצאה שונות גדולה בימי המדידה השונים. ממוצע יחס ההפחתה היה 0.42, וטווח ההפחתה היה 0.23-0.67 (איור 1א2'), נתון המעיד על שונות רבה לאורך התקופה, אם כי לא נמצאה מגמה ברורה של שיעור ההפחתה בעונות המדידה השונות. ערכי ההפחתה הממוצעים של הקרינה וההתאדות המחושבת זהים, 0.84 (איור 1ב2'), למרות השונות הגבוהה בעוצמת הקרינה לאורך השנה (איור 1א1').



איור 1. נתונים מטאורולוגים יומיים תחת רשתות פנינה 30%, קריסטל 10%, וחוץ. הנתונים המוצגים: א. ערך מקסימום יומי של קרינה גלובלית; ב. ערך יומי מקסימלי של לחות יחסית; ג. טמפרטורה יומית מקסימלית; ד. ערך מקסימלי יומי של מהירות הרוח; ה. ערך התאדות מחושבת יומי (ET_0). הנתונים נאספו בטווח התאריכים 12.10.2020-12.10.2021.



איור 2. היחס בין הנתונים המטאורולוגים היומיים תחת רשתות פנינה 30%, קריסטל 10%. הנתונים המוצגים: היחס בין ערך מקסימום יומי של הנתונים המטאורולוגים השונים בין רשת פנינה 30% וקריסטל 10%. הנתונים חושבו על ידי חלוקת הערך המקסימלי היומי ברשת הפנינה 30% בזה של רשת הקריסטל 10%. א: לחות יחסית, טמפרטורה, ומהירות הרוח; ב: קרינה גלובלית, והתאדות מחושבת יומית (ET0).

טבלה 1: תכונות צימוח, פריחה, ויבול, תחת הרשתות השונות, יבולים א'-ג'.

מובהקות	פנינה 30%	פנינה 20%	קריסטל 10%	שנה / יבול	
ל.מ.	295	280	278	א', 2018-19	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	278	264	271	ב', 2019-20	
ל.מ.	336	321	325	ג', 2020-21	
	303	288	291	ממוצע	
ל.מ.	69.2	66.9	67.4	א', 2018-19	היקף גזעול, ס"מ
ל.מ.	66.2	62.3	64.6	ב', 2019-20	
ל.מ.	78.1	75.3	76.6	ג', 2020-21	
	71.2	68.1	69.5	ממוצע	
ל.מ.	27/07/2018	24/07/2018	24/07/2018	א', 2018-19	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	01/09/2019	03/09/2019	30/08/2019	ב', 2019-20	
ל.מ.	17/08/2020	17/08/2020	12/08/2020	ג', 2020-21	
	15-אוג	15-אוג	12-אוג	ממוצע	
ל.מ.	120	122	122	א', 2018-19	מספר ימים מפריחה לקטיף
ל.מ.	165	163	158	ב', 2019-20	
ל.מ.	141	144	139	ג', 2020-21	
	142	143	140	ממוצע	
ל.מ.	43424	19/11/2018	20/11/2018	א', 2018-19	תאריך קטיף ממוצע
ל.מ.	43876	11/02/2020	04/02/2020	ב', 2019-20	
ל.מ.	02/01/2021	05/01/2021	26/12/2020	ג', 2020-21	
	02-ינו	02-ינו	27-דצמ	ממוצע	
ל.מ.	217	214	227	א', 2018-19	מספר פרחים לדונם
ל.מ.	179	174	186	ב', 2019-20	
ל.מ.	173	178	187	ג', 2020-21	
	189	188	200	ממוצע	
ל.מ.	157	143	145	א', 2018-19	מספר אשכולות קטופים לדונם
ל.מ.	179	174	186	ב', 2019-20	
ל.מ.	140	132	154	ג', 2020-21	
	158	150	162	ממוצע	
ל.מ.	14.0	13.5	13.6	א', 2018-19	מספר כפות
0.0441	12.0A	11.1B	11.6AB	ב', 2019-20	
ל.מ.	12.7	12.5	12.5	ג', 2020-21	
	12.9	12.4	12.6	ממוצע	
ל.מ.	39.5	36.1	36.6	א', 2018-19	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	31.8	28.5	30.7	ב', 2019-20	
	42.6	39.4	40.4	ג', 2020-21	
	38.0	34.7	35.9	ממוצע	
ל.מ.	6451	5870	5989	א', 2018-19	יבול שקול בפועל לדונם, ק"ג
0.0365	5117A	3870B	4574AB	ב', 2019-20	
ל.מ.	5964	5200	6213	ג', 2020-21	
	5844	4980	5592	ממוצע	
					אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	142	134	133	א', 2018-19	משקל, גרם
ל.מ.	152	144	145	ב', 2019-20	
ל.מ.	163	157	156	ג', 2020-21	
	152	145	144	ממוצע	
ל.מ.	20.5	20.0	19.8	א', 2018-19	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	21.2	20.8	20.9	ב', 2019-20	
ל.מ.	21.9	21.7	21.4	ג', 2020-21	
	21.2	20.8	20.7	ממוצע	

תוצאות יבולים א-ג' בניסוי מצביעות על מגמה ברורה: יתרון לגידול תחת רשת פנינה 30%. התוצאות אינן מובהקות סטטיסטית, בעיקר עקב שונות גדולה בין החזרות השונות בטיפול הביקורת, רשת קריסטל 10%.

הצמחים שגדלו תחת רשת פנינה 30% גבוהים וחסונים ביחס לצמחים שגדלו תחת רשת הביקורת: גובה הצמח הממוצע ביבולים א-ג' היה 303 ס"מ והיקף הגזעול 71.2 ס"מ, בהשוואה ל-291 ס"מ ו-69.5 ס"מ, בהתאמה (טבלה 1).

למרות ההבדלים ברמת ההצללה בין הרשתות השונות, לא נמצא עיכוב משמעותי במועד הפריחה או הקטיפה ברשתות הפנינה ביחס לרשת המשקית, ובמספר הפרחים והאשכולות הקטופים (טבלה 1).

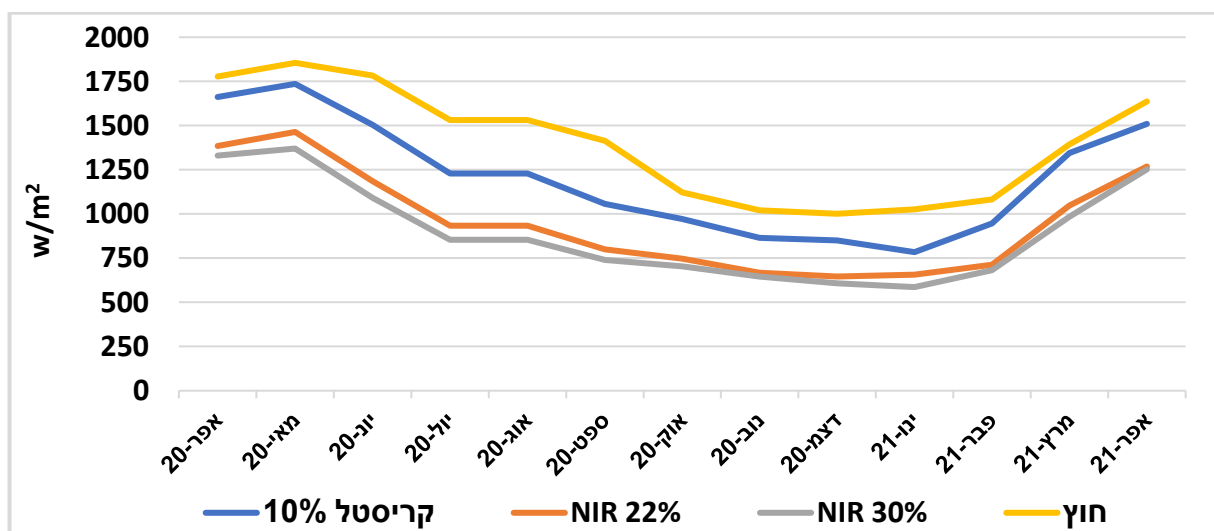
במשקל האשכול בטיפול רשת פנינה 30% נרשמה תוספת של 2.1 ק"ג ביחס לרשת המשקית, בעוד שמשקל האשכולות בטיפול רשת פנינה 20% היה נמוך ב-1.2 ק"ג ביחס לרשת המשקית (טבלה 1).

הנתון היחיד בו נמצאה מגמה של נחיתות לרשת הפנינה 30% ביחס לרשת המשקית הינו מספר הפריחות לדונם (פחיתה של 11 אשכולות), שהצטמצמה לפחיתה של 4 אשכולות קטופים לדונם בממוצע התלת-יבולי (טבלה 1).

בנתון היבול השקול בפועל, הנגזר מהמשקל הממוצע של האשכולות הקטופים, נמצאה תוספת של 250 ק"ג/דונם לשנה בטיפול רשת פנינה 30% ביחס לטיפול הרשת המשקית, בעוד שבטיפול רשת פנינה 20% חלה ירידה של 600 ק"ג ביחס לטיפול הרשת המשקית (טבלה 1).

ניסוי הרשתות הרפלקטיביות ל-NIR: החלקה, של קיבוץ תל-קציר, נשתלה באפריל 2020. נפרשו 3 סוגי רשתות: (1) הרשת המשקית, קריסטל 'לנו' 10% הצללה, (2) רשת רפלקטיבית ל-NIR, 22% הצללה, ארוגה, (3) רשת רפלקטיבית ל-NIR, 30% הצללה, ארוגה. הניסוי מתבצע במתכונת של תצפית, עם חזרה אחת, בשטח 2 דונם לחזרה, על כל סוג רשת. שטח הניסוי הכולל הינו 6 דונם. תחת כל סוג רשת, בגובה 2 מטר, הוצבו 2 הובואים למדידת טמפרצורה, ונמדדה, בימים נבחרים, טמפרצורה העלה והגזעול. רמת הקרינה הפוטוסינתטית (PAR) נמדדה אחת לחודש. בחלקה נאספים נתונים על ההשפעה של הרשתות השונות על תכונות וגטטיביות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועדי הפריחה והצימוח, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם).

רמת הקרינה: כצפוי, נמצאה גרדיאנט בעוצמת הקרינה: חוץ < קריסטל 10% < NIR 22% < NIR 30%. באופן מפתיע, ולא ניתן להסבר על ידי, ההפרש בעצמת הקרינה בין רשת ה-NIR 30% לרשת ה-NIR 22% קטן מהמצופה (8%).



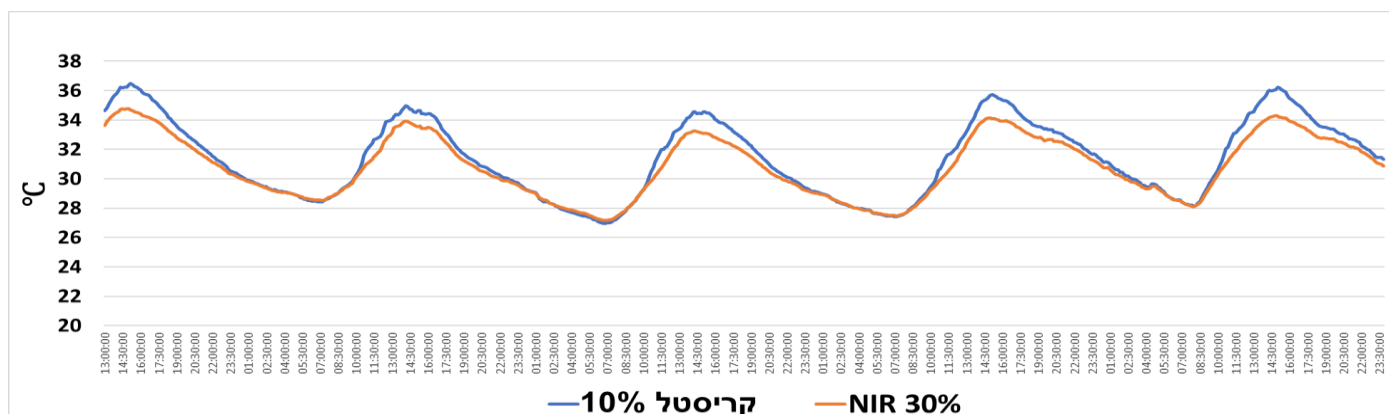
איור 3: רמת הקרינה הפוטוסינתטית (PAR). רמת הקרינה תחת כל אחד מסוגי הרשתות, ובחוף, נמדדה אחת לחודש, בשעה 12, במשך שנה. התוצאות המוצגות, בכל מועד מדידה, מהוות ממוצע של 16 מדידות.

טמפרטורת האויר תחת הרשתות השונות: טמפ' האויר בגובה 2 מטר נמדדה לאורך כל חודשי השנה. בעוד שבטמפ' המינימום החודשים הממוצעת לא נמצא הבדל בין הרשתות השונות לאורך חודשי השנה (טבלה 2), בטמפ' המקסימום החודשית הממוצעת נמצאה הפחתה משמעותית ברשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית לאורך כל תקופת המדידה, והתקיים גרדיאנט: קריסטל $10\% < \text{NIR } 22\% < \text{NIR } 30\%$. בימים מסוימים בחודשים אלה נמצאה הפחתה של עד 3 מ"צ.

טבלה 2: טמפרטורת האויר בגובה 2 מ' תחת הרשתות השונות. מדידה רציפה של טמפ' האויר התבצעה בחודשים מאי 2020-מאי 2021. התוצאות המוצגות הן טמפ' מינימום ומקסימום חודשיות, והן ממוצע של שני הובואים. תחת כל סוג רשת.

	מקסימום			מינימום			
	NIR 30%	NIR 22%	קריסטל 10%	NIR 30%	NIR 22%	קריסטל 10%	
מאי-20	36.5	36.3	37.4	19.3	19.3	19.3	
יוני-20	37.5	37.5	38.7	21.2	21.2	21.3	
יולי-20	39.7	39.7	41.2	24.5	24.5	24.4	
אוג-20	37.6	38.1	40.1	25.3	25.3	25.4	
ספט-20	35.8	36.7	37.9	25.4	25.2	25.4	
אוק-20	33.1	33.3	34.6	22.3	22.2	22.3	
נוב-20	25.2	25.2	26.0	16.9	16.7	17.0	
דצמ-20	21.8	21.9	22.8	13.6	13.5	13.5	
ינו-21	20.7	20.9	21.9	12.2	12.1	12.0	
פבר-21	22.0	22.2	24.0	11.1	10.9	10.9	
מרץ-21	24.7	24.5	26.4	11.5	11.4	11.3	
אפר-21	32.8	33.1	34.9	15.2	15.0	15.1	
מאי-21	36.3	36.8	38.8	19.3	19.1	19.3	

טמפרטורת הגזעול תחת הרשתות השונות: טמפ' הגזעול נמדדה לאורך 5 ימים, בהם שררו בעמק הירדן טמפ' גבוהות במיוחד. בדומה לטמפ' האויר, גם בתוך הגזעול נמצאה הפחתה של כ-2 מעלות בטמפ' המקסימום בצמחים שגדלו תחת רשת הפנינה 30%, ביחס לצמחים שגדלו תחת רשת הקריסטל 10%, בעוד שבטמפ' המינימום לא נמצא הבדל בין הצמחים שגדלו תחת הרשתות השונות (איור 4).



איור 4: טמפרטורת הגזעול בגובה 1 מ' תחת רשתות קריסטל 10% ופנינה 30%. טמפ' הגזעול נמדדה בין התאריכים 31.8.2020-5.9.2021. חיישני טמפ' הוחדרו לעומק 20 ס"מ בתוך הגזעול. התוצאות המוצגות הן ממוצע של 4 גזעולים בכל סוג רשת.

תוצאות צימוח, פריחה, ויבול

לא נמצאו הבדלים בין הרשתות השונות בממדי הצמח : גובה והיקף גזעול (טבלה 2). למרות אחוזי ההצללה הגבוהים יותר, נמצאה הקדמה בזמן הפריחה והקטיף ברשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית. הפערים הגדולים ביותר נמצאו ברשת ה-22% NIR ביחס לרשת הקריסטל 10%: בתאריך הפריחה תועדה הקדמה של 6 ימים, ובתאריך הקטיף נמצאה הקדמה של 13 יום (טבלה 2). במשקל האשכול, נמצאה מגמה של נחיתות ברשתות ה-NIR, בשיעור של 0.9 ק"ג (22% NIR) ו-1 ק"ג (30% NIR), טבלה 3. קטיף יבול ב' נמצא כעת בעיצומו, והתוצאות יובאו בדו"ח הבא.

טבלה 3: תכונות צימוח, פריחה, ויבול, תחת הרשתות השונות, יבול א'.

	קריסטל 10%	NIR 22%	NIR 30%	מובהקות
גובה בפריחה, ס"מ	283	285	283	ל.מ.
היקף גזעול, ס"מ	59.6	60.4	60.3	ל.מ.
תאריך פריחה ממוצע	18/09/2020A	12/09/2020B	14/09/2020B	<.0001
ימים מפריחה לקטיף	227A	221B	225A	0.0002
תאריך קטיף ממוצע	03/05/2021A	21/04/2021C	28/04/2021B	<.0001
מספר כפות	11.2	11.2	11.3	ל.מ.
משקל אשכול, ק"ג	31.2	30.3	30.2	ל.מ.
אצבע מייצגת מכף 3:				
משקל, גרם	190A	176B	185AB	0.0279
אורך חיצוני, ס"מ	22.5	21.8	22.5	ל.מ.

דיון

מטרת המחקר היא בחינת רשתות בעלות תכונות פיזיקליות ייחודיות, במטרה ליצור מיקרו אקלים משופר בחלקה, לצורך העלאת היבול וחסכון במנות ההשקיה. במסגרת המחקר נבחנו שני סוגי רשתות: רשת פנינה, המעלה את אחוז האור המפוזר, ורשת רפלקטיבית ל-NIR, שהיא בעלת פוטנציאל לקירור המטע. שני סוגי הרשתות נבחנו בשני אחוזי הצללה: 20% (פנינה) או 22% (NIR), ו-30%.

רשתות פנינה: תוצאות יבול א'-ג' מרמזות, בכל הפרמטרים החקלאיים שמדדנו, ליתרון לרשת הפנינה 30% על פני הרשת המשקית, בעוד שלרשת הפנינה 20% אין יתרונות על רשת הביקורת. בטיפול הפנינה 30%, הצמחים היו גדולים יותר, ונמצאה תוספת למשקל האשכול בשיעור של 2.1 ק"ג. תוצאה חשובה נוספת היא הפחתה משמעותית מאד, של 16%, בהתאדות המחושבת, בחודשים השונים, תחת רשת זו ביחס לרשת המשקית, נתון המרמז לאפשרות לחסכון משמעותי במנות ההשקיה, ושיפור יעילות השימוש במים.

רשתות רפלקטיביות ל-NIR: למרות אחוזי ההצללה הגבוהים יותר, נמצאה הקדמה בזמן הפריחה והקטיף ברשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית. בשונה מברשת הפנינה 30%, לא נמצאה עלייה בממדי הצמח תחת רשתות ה-NIR ביחס לרשת המשקית, ונמצאה מגמה של נחיתות קלה במשקל האשכול. הפחתת טמפ' המקסימום

באוויר, בעלה ובגזעול, תחת רשתות ה-NIR, עשויה להביא לשיפור בביצועים החקלאיים. להפחתה בטמפ' המקסימום בגזעול, שהוא האזור שבו מתרחשת ההתמיינות לפריחה והתפתחות התפרחת, עשויה להיות השפעה בעתיד על משקל האשכול ואיכות הפרי. בחלקת ניסוי רשתות ה-NIR לא חושבה התאדות יומית מחושבת, אולם הפחיתה המשמעותית באחוז ההצללה תחת רשתות אלה, מרמזת לפוטנציאל לחסכון משמעותי במנות ההשקיה, בדומה לזה שנמצא תחת רשת הפנינה 30%.

תשובות לשאלות מנחות:

ההתקדמות במחקר שחלה ממועד כתיבת הדו"ח האחרון: הושלם איסוף נתונים חקלאיים בחלקות המחקר: יבול ג' (רשתות פנינה), יבול א' (רשתות NIR). בוצע איסוף נתונים מטאורולוגים וחישוב ערכי התאדות יומית, בחלקה חלופית של רשתות פנינה 30%, עקב תקלות חוזרות ברגשים בחלקת הניסוי בחניתה. הושלם איסוף נתוני קרינה וטמפ' למשך שנה בחלקת ניסוי רשתות ה-NIR.

פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו'): ביוני 2021 התבצעו סיורים בחלקות המחקר למגדלי הבננות. תוצאות המחקרים הוצגו למגדלי הבננות ביום עיון שנערך ביולי 2021.

פרסומים: דיווח מפורט על תוצאות המחקרים מפורסם בספטמבר בכל שנה, בחוברת השנתית לסיכום המחקרים בתחום בננה, שמופץ בקרב המגדלים. **המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר:** המחקר יימשך כמתוכנן בשנים הבאות.

רשימת ספרות מצוטטת

גלפז וחוב' (2018): בחינת ראשונית של רשתות תרמיות להגנה מקרה. עלון הנוטע 72: 35-40.

ישראלי י', חודי ג', ארזי א', נמרי נ', שפירא א', לוי י', טנאי י', כהן ש', שוורץ א'. חסכון במים במטע בננות בעמק הירדן באמצעות רשת צל (2009). עלון הנוטע 63: 20-21.

לוי י'. (2019): ענף הבננה: תמונת מצב 2018. עלון הנוטע 5: 14-16.

Cohen S, Hadad D, Galpaz N, Israeli Y, Lukyanov V, Achiman, O, Londener A, Elingold I, Tanny Y (2019): Exploiting dynamic changes in internal greenhouse climate to inform irrigation in bananas. Accepted, Acta Hort.

Li T & Yang Q (2015): Advantages of diffuse light for horticultural production and perspectives for further research. Frontiers in Plant Science, 6: 1-5.

Shahak Y (2014): Photosensitive Netting: an Overview of the Concept, R&D and Practical Implementation in Agriculture. Acta Hort. 1015, ISHS 2014: 155-162.