

בחינת גדול פלפל תחת רשתות צל צבעוניות.

חוקרים שותפים:

אלי מתן, חנה יחזקאל - מו"פ דרום.
יוספה שחק, קירה רטנר - המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי.
דוד בן יקיר, מיכאל חן - המכון להגה"צ, מינהל המחקר החקלאי.
יצחק פוסלסקי, גיא רשף, יואל מסיקה - שה"מ, משרד החקלאות.
יוסי אופיר - פוליסק תעשיות פלסטיקה בע"מ, ניר יצחק וסופה.

תקציר:

המחקר עוסק בהשפעת רשתות צבעוניות נמוכות הצללה על גידול הפלפל באזור הבשור ועל מזיקי הפלפל, בהשוואה לרשת השחורה המקובלת כיום. התמקדנו ברשתות צבעוניות בעלות פוטנציאל לשיפור רווחיות הגידול, על בסיס ידע קודם. החלק הגידולי נלמד בבית רשת גדול בו נבחנו השנה הרשתות: אדומה, פנינה צהובה ושחורה, כ"א אחת בארבע חזרות, מעל 3 זנים. חדירת והתבססות מזיקים נלמדה במנהרות רשת פנינה, צהובה ושחורה, כ"א בארבע חזרות. תוצאות בית הרשת מראות תוספת יכולת תחת שלוש הרשתות הצבעוניות, אשר נובעת מקצב ייצור פירות מוגבר לעומת הרשת השחורה. האדומה בלטה מכולן. התעוררו מספר בעיות ושאלות פתוחות הדורשות שיפור ובירור. הבנת ההשפעה הפיזיולוגית מחייבת אף היא המשך המחקר. בנושא המזיקים נמצא כי גם כאן צבע רשת הכיסוי משפיע סלקטיבית. זאת, למרות שגודל החורים מאפשר מעבר חפשי. נמצא יתרון לרשתות הצהובה והפנינה על פני הרשת השחורה בהקטנת חדירת מזיקים ועליה במשקל היבול ליצוא. זאת שנת המחקר הראשונה, והוא דורש המשך לשם אישוש, שיפור, העמקה והבנה.

מבוא:

בעשור האחרון אנו עוסקים בפיתוח ויישום של רשתות צבעוניות (פוטוסלקטיביות) לשיפור הביצועים של גידולים חקלאיים. הרשתות הצבעוניות פותחו במגמה לעודד תגובות פיזיולוגיות בעלות יתרון כלכלי בגידולים חקלאיים שונים. הרעיון מבוסס על העובדה שהצמחים יודעים לחוש את תחומי האור השונים ולהגיב להם באמצעות שינויים הורמונליים-מורפולוגיים-התפתחותיים. במקביל לשינוי הספקטרום, הרשתות הצבעוניות גורמות גם לפיזור האור. האור המפוזר חודר אל אזורי הנוף החבויים ומאפשר ניצול יעיל יותר ע"י הצמח, בהשוואה לקרינה ישירה. היכולת להשפיע על הפנולוגיה והתפתחות הפרי בעזרת סינון פוטוסלקטיבי/מפזר של קרינת השמש הולכת ומתבססת בגידולי פרי שונים (ר' מאמרי רביו שחק 2003, שחק 2005, Rajapakse and Shahak 2007).

הפלפל הוא מן הגידולים החשובים באזור הבשור. בשלב הנוכחי מגדלים באזור כ – 1800 דונם פלפל בבתי רשת. עם הפנוי מגוש קטיף (900 דונם) צפוי היקף הגידול באזור להתרחב במידה ניכרת. הגידול המקובל הוא תחת רשתות שחורות נמוכות הצללה (30-40%) אשר אינן חוסמות מעבר מזיקים. את השתילה מבצעים בד"כ לקראת סוף חודש מאי. קטיף הפרי מבוצע החל מאוגוסט ועד החורף, והוא מיועד הן לשוק המקומי והן לייצוא. בעיקרון, ניתן היה להקדים את השתילה לחודש מרץ, ובכך לקבל עוד מחזורי פרי, ולהעלות את רווחיות הגידול. עד כה זה נמנע בגלל נגיעות גבוהה בכנימות מעבירות וירוסים, אשר פעילותן היא מרבית במרץ-אפריל, ויורדת במאי.

בשנת הלימוד ההקדמית (2005) התמקדנו בשתי רשתות צבעוניות (אדומה ופנינה) בנושא הגידול, ובלימוד הקדמי של תגובת מזיקים לרשתות שונות. התוצאות החיוביות של תוספת ניכרת ביבול תחת הרשת האדומה והפנינה לעומת השחורה המסחרית, אשר התקבלו בשלושה זנים (אנה, טריפל סטאר וקליבר), סוכמו במאמר בגן שדה ומשק (שחק וחוי 2006), והיוו בסיס למחקר הנוכחי, אשר 2006 הייתה שנתו הראשונה. כאן הורחב המחקר הגידולי לשלוש רשתות צבעוניות (הוספנו רשת צהובה שנתנה תוצאות ראשוניות מעניינות בחדירת מזיקים) בהשוואה לרשת השחורה, ולשלושה זנים אחרים (ורגסה, אנה ואלגריה).

מטרות המחקר לשנה זאת היו: א. אישוש תוספת היבול ע"י הרשת האדומה והפנינה (על רקע הרכב זנים שונה, מזג אוויר, מלחמה...) ב. מה התגובה הגידולית לרשת הצהובה? ג. מה הבסיס הפיזיולוגי להגברת היבול ברשתות הצבעוניות: יותר מפרקים? חנטה טובה יותר? פחות נשירת חנטים? הטמעה טובה יותר? ד. בחינת הסיכון לחדירה והתבססות של מזיקי הפלפל כאשר מכסים את הגידול ברשתות צל צבעוניות.

פרוט עיקרי הניסויים:

1.1. מערך הניסוי

המחקר בוצע בשני אתרים בתחנת הבשור. אתר בית הרשת המרכזי בו נלמד החלק הגידולי, ואתר מנהרות הרשת בו נלמד החלק של הגנת הצומח.

בית הרשת: הוקם בית רשת שטוח בגובה 2.5 מ'. התקנו בו 4 סוגי רשת ב-4 חזרות באקראי, המכסות יחידות של 18 על 18 מ' (324 מ"ר) כ"א. סה"כ כ-5.2 דונם. הרשתות: כרומטינט פנינה, כרומטינט אדומה, וכרומטינט צהובה וכן רשת שחורה כביקורת המייצגת את הגידול המסחרי המקובל כיום באזור. הרשתות כולן סרוגות, מתוצרת פולישק, ברמת הצללה של 30-35% בתחום PAR בתחילת העונה, ו-40-35% עם האבק במהלך העונה. הבחירה בשלוש הרשתות הצבעוניות התבססה על תוצאות חיוביות שלהן בצמחי נוי וגידולי פרי שונים, מאידך (Oren-Shamir et al. 2001; Shahak et al. 2004b; אורן-שמיר וחוי 2003; שחק וחוי 2003; שחק וחוי 2004; שחק, 2005).

הזנים שנבחנו ב-2006: ורגסה, אנה ואלגריה. 6 ערוגות מכל זן תחת כל רשת. במעקב נכללו רק שתי המרכזיות.

מימשק גידול: לפני השתילה בוצע חיטוי קרקע סולרי. ההדליה ספרדית. מועד השתילה: 04.06.2006. מועדי הקטיפים: החל מ-29.08.06, ועד ינואר 2007, אחת לשבוע. הממשק האגרוטכני: המיטבי המקובל באזור. ממשק מזיקים ומחלות: פרופילקטי כמקובל בגידול המסחרי. פיקוח הגה"צ נעשה אחת לשבוע בעזרת רות רביד. במהלך העונה עקבנו אחר תאורה, מיקרואקלים, ומדדי צימוח בשטח ובמדגמי צמחים הרסניים. הקטיפים בוצעו אחת לשבוע. הפרי מוין לפי מדדי ייצוא, ונשקל. במספר קטיפים בוצע גם אומדן ויזואלי לצבע ופגמים. לימוד חדירה והתבססות של מזיקים:

המחקר בוצע בחוות הבשור במנהרות בגודל 6X6 מ' ובגובה 2.5 מ' שכוסו ברשתות צל (30-39% הצללה) בצבעים פנינה, צהוב ושחור (טיפולים). היו 4 מנהרות מכל צבע (חזרות) שאורגנו בבלוקים באקראי (כיוון הבלוקים מזרח-מערב). גודל החורים בכל הרשתות אפשר מעבר חופשי של מזיקי הפלפל שנלמדו. השתמשנו בפלפל מהזן ורגסה שעמיד לוירוסים TM3 ו-TSWV המועברים על ידי כנימות עלה ותרפיסים, בהתאמה. לפני השתילה בוצע חיטוי קרקע סולרי. בכל מנהרה נשתלו 82 צמחים ב-6 שורות. הצמחים הודלו בשיטה הספרדית. במהלך הניסוי, במשך חודשיים שלאחר השתילה, לא ניתנו טיפולי הדברה נגד מזיקים אך ניתנו טיפולי מניעה נגד מחלות. השתילה היתה ב-5 למאי ותחילת הקטיפי היתה ב-2 לאוגוסט.

בכל מנהרה הוצבו 2 מלכודות דבק (מכסה של צלחת פטרי בקוטר 10 ס"מ) על רקע כחול ו-2 מלכודות על רקע צהוב לניטור תריפסים וכנימות עש (כע"ט), בהתאמה. המלכודות הוחלפו ונספרו אחת לשבוע. בבוקר של ה-19 ליוני בוצעה דגימת פרחים (8 פרחים למנהרה) לנוכחות תריפסים. דגימת דרגות צעירות של כע"ט ואקריות קורים נעשתה על ידי בדיקת עלים (10 עלים למנהרה). שיעור הנגיעות בוירוסים נקבע בבחינת ראייה של תסמיני המחלות על ידי יואל מסיקה ואיציק פוסלסקי. בין ה-19 ל-26 במאי בוצעה לכידה של מזיקים על הצד החיצוני של המנהרות באמצעות מלכודות דבק שקופות

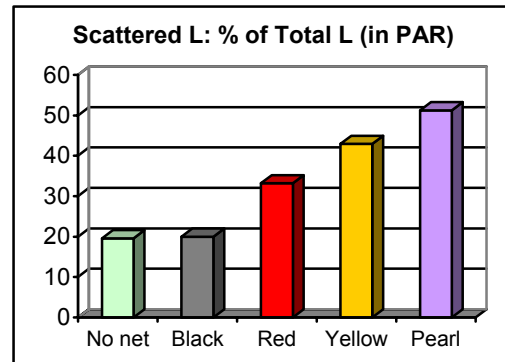
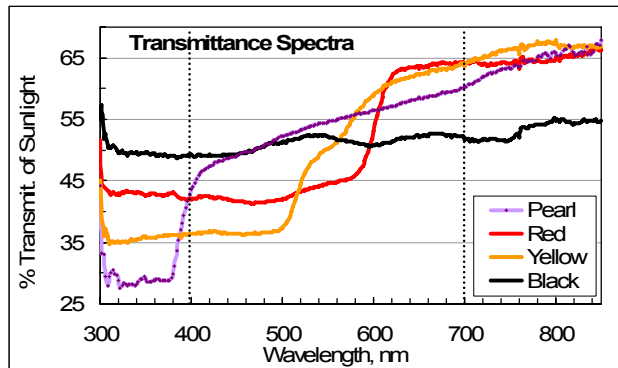
בשבועיים האחרונים של יולי נערך מעקב אקלימי (טמפרטורה ולחות יחסית) במנהרות באמצעות אוגרי נתונים (3 לטיפול, לאחר כיוול).

במועד הקטיפי נערכה השוואה של רמת היבול ואיכותו בין הטיפולים השונים. הפרי בר שיווק נקטף מ-13 צמחים למנהרה שנבחרו באקראי משתי השורות האמצעיות.

2. תוצאות בנושא השפעת הרשתות הצבעוניות על גידול הפלפל

כמות ואיכות האור

עקב בעיה טכנית נמנע מאיתנו למדוד השנה את הספקטרה של הרשתות שהשתמשנו בהן בפועל בניסוי. **איור 1** מראה ספקטרה של רשתות דומות (אך ברמת הצללה של 50%), אותן בחנו לפני מספר שנים במחקר פרחי הקטיפי בבשור (אורן-שמיר וחוי 2003). האיור מובא לשם הדגמת ההבדל העקרוני בין הרשתות בספקטרום ובתכולת האור המפוזר. ניתן לראות כי שלוש הרשתות הצבעוניות שונות מן השחורה בשני גורמים עיקריים: א. הן מגבירות את התכולה היחסית של אור מפוזר מתוך כלל האור המגיע אל הצמח. ב. האור המפוזר מועשר בתחום האדום+FR יחסית לכחול+UV. על פי התיכנון אחוזי ההצללה של כל הרשתות היו אמורים להיות אחידים, בתחום 30-35%. בפועל המדידות בשטח הראו הפרש של 10% הצללה בין הרשת המירבית (השחורה) לבין האדומה (**טבלה 1**). הפרש זה הוא בעייתי ודורש שיפור לקראת השנה הבאה. ניתן גם לראות כי תוספת ההצללה עקב הצטברות אבק במהלך העונה הייתה בטווח 1-4% בלבד.



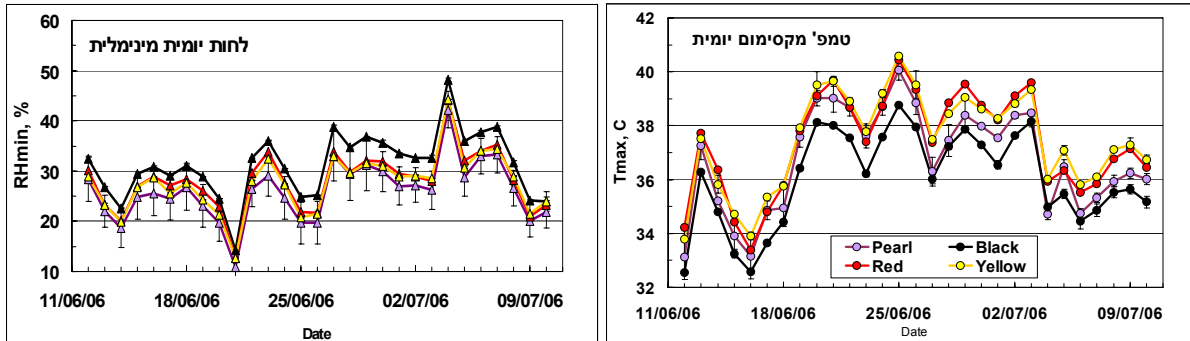
איור 1. ספקטרה של % מעבירות אור (Transmittance, ימין) ותכולה יחסית של אור מפוזר בתחום PAR (שמאל) תחת רשתות צבעוניות. נמדד בבשור בנובמבר 2003 באתר המחקר בפרחי קטיפי, ביום בהיר לאחר שטיפת הרשתות מאבק. מעבירות האור מחושבת כ-50% מהאור (ישיר+מפוזר) המגיע לרשת בכל אורך גל. נמדד בספקטרומטר LiCor1800. הגליות הנראית בספקטרום הרשת השחורה נובעת בחלקה מתנועת הרשת ברוח בעת המדידה. האור המפוזר נמדד בסיוע דיסק החוסם קרינה ישירה. לפרטים נוספים ר' Shahak et al 2004.

טבלה 1. % הצללה תחת הרשתות השונות בבית הרשת במהלך העונה. נמדד בעזרת מדי אור PAR ידניים מתוצרת LiCor (מודל LI-189 עם סנסור קוונטום) במדידה אופקית בצהרי ימים בהירים בתאריכים המצוינים. המדידות מתייחסות לקרינה הכוללת (ישירה+מפוזרת).

ממוצע	PAR-ב- % הצללה					בית רשת
	יוסי' 03.9.06	יוסי' 23.7.06	יוסי' 19.6.06	יורי' 11.6.06	יוסי' 09.6.06	
39	41	38-39	39	39	39	שחורה
36	38	37	36	34	36	פינה
32	36	35	31	29	31	צהובה
29	30	28-29	29	28	29	אדומה

מיקרואקלים בבית הרשת

הטמפרטורות היומיות המירביות שנמדדו מעל קצה הנוף עד תחילת יולי היו זהות בשלוש הרשתות הצבעוניות. תחת הרשת השחורה טמפי' המכסימום היו נמוכות ב- 1.5-2 מ"צ לעומת הצבעוניות, ובמקביל לחות גבוהה בכ-5%. ביולי בפנינה נמדדו טמפי' ביניים – בין הצהובה לאדומה לבין השחורה (איור 2). ההבדל בין השחורה לצהובה לאדומה נשמרו עד סוף העונה, ואילו ערכי הפנינה היו לעיתים דומים לשחורה ולעיתים לצהובה לאדומה (נספח א').



איור 2. טמפי' מקסימום (ימין) ולחות מינימום (שמאל) יומית בתחילת העונה. נמדד בעזרת HOBO Pro RH/TEMP שנתלו 20-60 ס"מ מעל הנוף. הערכים מבטאים ממוצעי 3 הובואים לטיפול. כל הובואים כוילו בתחילת המדידה.

פעילות עלווה

תכולת הכלורופיל בעלים נמדדה באופן בלתי הרסני בעזרת מכשיר SPAD. כללית, נמצא שתכולת הכלורופיל הולכת ועולה בחודשיים וחצי הראשונים, אח"כ יורדת ומתייצבת. בכל הזנים מצאנו תכולת כלורופיל גבוהה יותר תחת האדומה לעומת שאר הרשתות (למעט המדידה הראשונה בורגסה, ר' נספח ב').

קצב הפוטוסינתזה לא נמדד עקב אי תקינות המכשיר. לחילופין, מדדנו מוליכות פיוניות. התוצאות הראו מוליכות גבוהה יותר ברשת האדומה ובצהובה בזנים ורגסה ואלגריה. זה לא בקורלציה עם הכלורופיל, שבצהובה היה נמוך ובאדומה גבוה. בשלב זה לא ברור אם ההבדלים במוליכות נובעים מפוטוסינקטיביות או מההבדל ב% ההצללה של הרשתות, שהוא נמוך יותר באדומה ובצהובה לעומת השחורה והפנינה. נציין גם את חולשת המדידה: מאוד שונה מעלה לעלה על פי מיקומו עקב הצללה עצמית. קשה להשיג מובהקות סטטיסטית.

טבלה 2. מוליכות פיוניות תחת הרשתות השונות בבית הרשת. נמדד בעלים בוגרים (שלישי מקצה הענף) חשופים, בכל החזרות של כל רשת. עלי אלגריה נמדדו ב-6.9.06, ורגסה ב-14.9, אנה ב-15.9. נמדד בין 10-11 בבוקר בעזרת פורומטר מתוצרת Decagon. המוליכות מבוטאת ב- mmol/m²s.

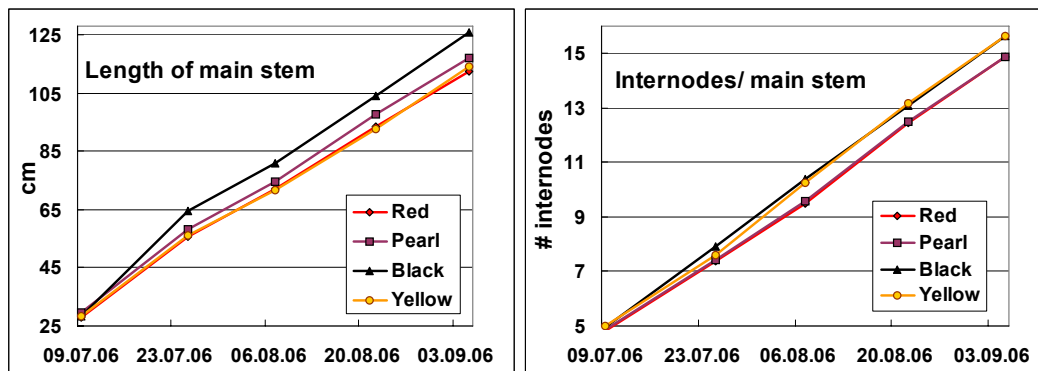
רשת	זן ורגסה (n=20 leaves)	זן אלגריה (n=15 leaves)	זן אנה (n=20 leaves)
שחורה	417 a	425 a	458 a
פנינה	395 a	484 ab	469 a
צהובה	452 b	544 b	422 a
אדומה	423 ab	527 b	436 a

צימוח וגטטיבי בזן ורגסה

מדידות גובה כללי ואורך מפרקים בגבעול הראשי בוצעו במחצית הראשונה של העונה בצמחים מסומנים של הזן ורגסה תחת הרשתות השונות. את התוצאות המודגמות באיור 3 ניתן לסכם כלהלן:

גובה : שחורה << פנינה < אדומה וצהובה
 מספר מפרקים : שחורה וצהובה << אדומה ופנינה
 אורך מפרקים : שחורה < פנינה < אדומה < צהובה
 אורך מפרק ב-5.9.06 : 8.06 < 7.86 < 7.56 < 7.29 ס"מ

תחת השחורה האורך הכללי ואורך המפרקים היה הגבוה ביותר. לא ניתן להפריד בשלב זה בין התגובה לכמות האור לבין איכות האור, עקב העדר אחידות מלאה ב-% הצללה בין הרשתות.



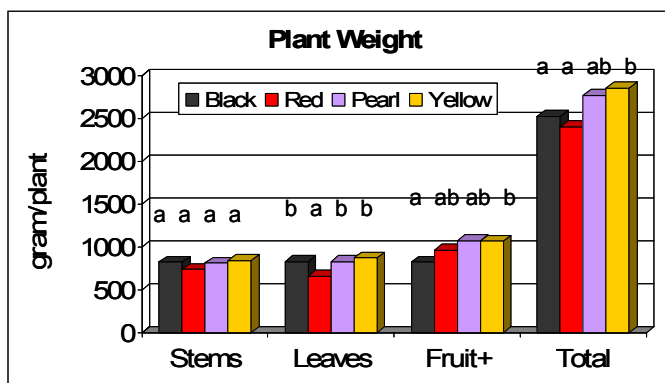
איור 3. אורך הגבעול המרכזי ומספר המפרקים במחצית הראשונה של העונה בזן ורגסה. ממוצע 16 צמחים (4 צמחים 4 X חזרות) לכל סוג רשת.

משקל חלקי הצמח

בדגימה הרסנית של צמחים צעירים (בוצעה ב-9.7.06) שקלנו בנפרד ענפים, גבעולים, חנטים+פרחים, ומשקל נוף כללי, בזן ורגסה. בכולם המשקל הנמוך ביותר היה בצמחי הרשת השחורה והגבוה ביותר בצהובה ובפנינה.

דגימה שניה בוצעה בצמחים בוגרים ב-5.10.06. באיור 4 ניתן לראות, כי הרשת השחורה בולטת במשקל פרי נמוך ואילו האדומה בולטת במשקל עלים וגבעולים נמוך מכל השאר. זה מעיד על הטיית שיווי המשקל ליותר וגטטיבי (שחורה) או יותר רפרודוקטיבי (אדומה).

נציין, כי המשקל הסגולי של גבעולים ושל עלים נמצא דומה בכל הטיפולים : 14-15 ג' רטוביבש, ללא הבדלים מובהקים.



איור 4. משקל רטוב של חלקי הצמח השונים תחת הרשתות. ב-5 לאוקטובר נשקל הנוף של 16 צמחי ורגסה מכל סוג רשת, תוך הבחנה בין גבעולים, עלים, ופירות+חנטים+פרחים. הערה: הקטיף השבועי בוצע יומיים קודם למדגם ההרסני (3.10.06).

בעיית ההדליה וקריסת הצמחים

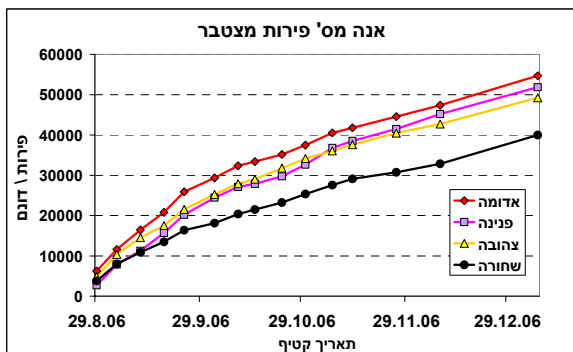
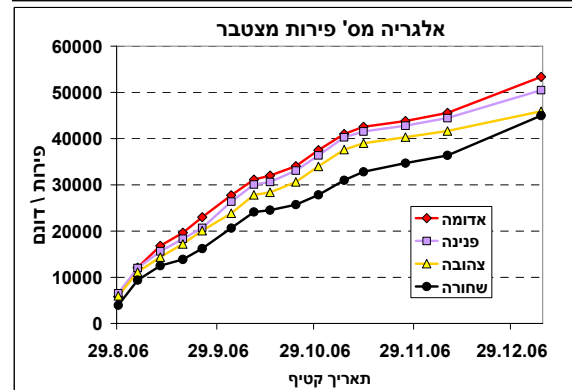
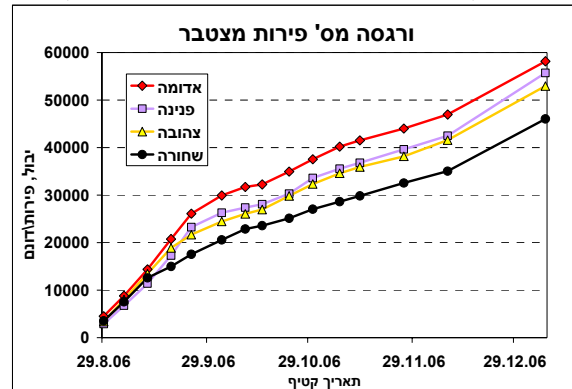
למרבה הצער, תשתית ההדליה לא תאמה את אופי הצימוח של הזנים השונים, מה שגרם לכיפוף של חלק מן הצמחים ולשיבוש אופי הצימוח ותוצאות הקטיפים. בתחילת דצמבר ספרנו את מספר הצמחים הקורסים מתוך 14 הצמחים המסומנים בכל חלקה (חזרה) בכל רשת לכל זן. הגדרנו את הבעייה כחמורה כאשר למעלה ממחצית הצמחים קרסו. חומרת הבעייה היתה מירבית בזן אלגריה, ופחותה בורגסה. מצאנו באלגריה 13 חלקות כאלה (מתוך 16), באנה 8 ובורגסה 1 (נספח ג'). קריסת הצמחים לא היתה תלוייה במיקום בבית הרשת, אלא, ככל הנראה, במתיחת חוטי ההדליה.

תוצאות הקטיפים: יבול

הקטיפים בוצעו אחת לשבוע, החל מ-29.8.06 ועד ינואר 2007. התוצאות מראות הגדלת יבול ע"י הרשתות הצבעוניות, יחסית לשחורה. עיקר הפער לטובת הצבעוניות נוצר במחצית הראשונה של העונה (איור 5). קצב ייצור הפרי (מס' פירות לצמח ליום) הראה מספר גלים, אשר היה שונה בכל זן (איור 6). השפעת שלוש הרשתות הצבעוניות בלטה בהגברת קצב ייצור הפרי, לעיתים פי 2 לעומת הרשת השחורה (איור 6). היבול המצטבר השנתי (איור 7) מראה תוספת יבול ע"י הרשתות הצבעוניות עפ"י הסדר הבא:

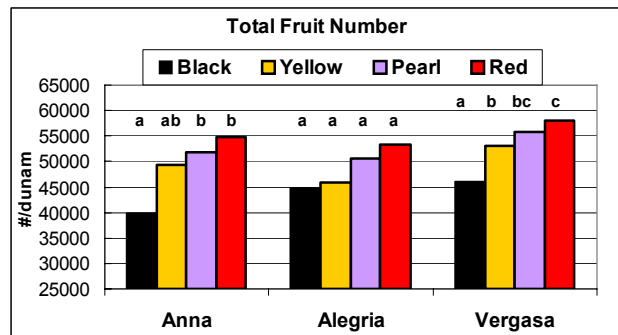
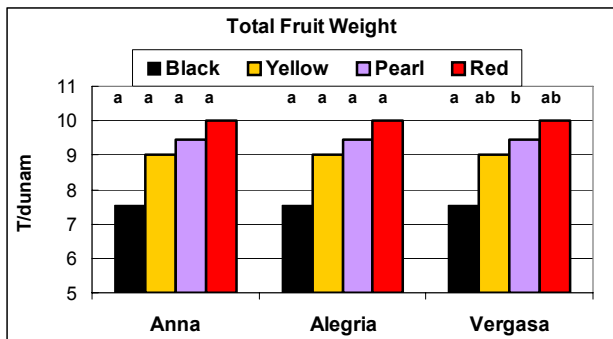
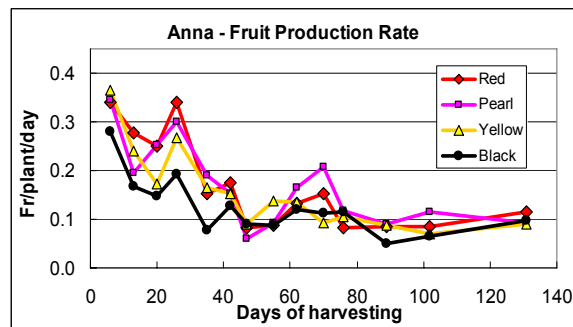
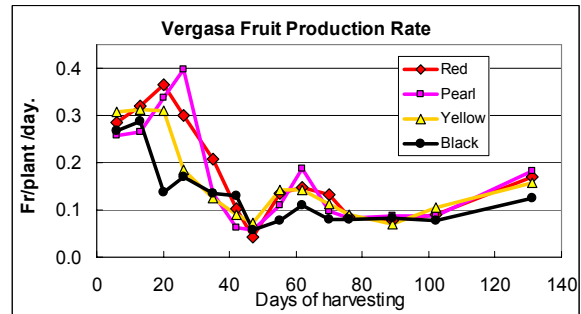
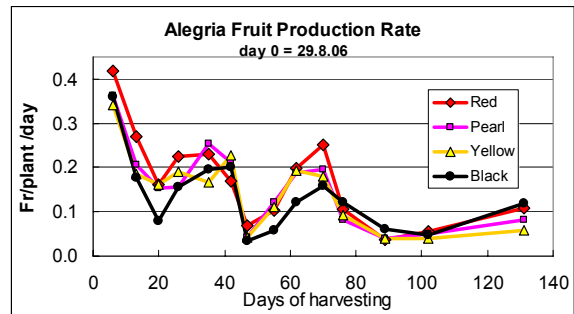
אדומה < פנינה < צהובה < שחורה.

לצערנו, קריסת הצמחים שיבשה את המובהקות הסטטיסטית.



איור 5. קינטיקת היבול הכללי המצטבר בשלושת הזנים תחת הרשתות השונות לאורך העונה. היבול מבוטא במספר פירות לדונם.

איור 6. השתנות קצב ייצור הפרי ע"י צמחי הפלפל תחת הרשתות השונות לאורך העונה. מספר הפירות הממוצע לצמח בכל קטיף (למעט הקטיף הראשון) חולק במספר הימים מאז הקטיף הקודם לו. מבוטא במספר פירות לצמח ליום.



איור 7. יבול כללי מצטבר של כל העונה, מבוטא במספר פירות (מימין) ובטון לדונם (שמאל), בשלושת הזנים תחת ארבע הרשתות.

גודל הפרי

למרות הגדלת היבול תחת הרשתות צבעוניות, לא נמצאו הבדלים בגודל הפרי הממוצע. במצטבר השנתי יש מגמה של פרי יותר גדול ברשת שחורה בשלושת הזנים, אך ללא מובהקות (טבלה 3). זה נובע מתחילת העונה, כשבצבעוניות נפתח הפער במספר הפירות לצמח. לקראת סוף העונה מתהפכת המגמה, אך שוב ללא מובהקות (תוצאות שלא הובאו כאן).

טבלה 3. משקל פרי ממוצע לכל העונה בשלושת הזנים תחת הרשתות השונות. במבחן T לא נמצאה מובהקות ברמת $P < 0.95$.

רשת	ורגסה גרמפרי	אנה גרמפרי	אלגריה גרמפרי
אדומה	182.2	182.8	181.8
פנינה	189.9	182.0	177.8
צהובה	185.5	183.5	181.6
שחורה	201.1	188.0	186.4

איכות הפרי ואחוזי ייצוא

בפרי שנקטף הערך אומדן ויזואלי לפגמים הבאים: סדקים, עיוותים, "פלאפל", שפיץ, שחור פיטס ווירוס. כללית, הפרי היה באיכות גבוהה וכך גם אחוזי הייצוא. לא נמצאה השפעה מובהקת של הרשתות הצבעוניות לעומת השחורה באף אחד מן הזנים – לא באחוזי הפרי לייצוא, ולא בפגמים השונים (נספח ד'). במדד הסדקים (למעט בזן ורגסה העמיד להסדקויות) והעוותים, נמצאה מגמת עליה בסדקים ברשתות הצבעוניות יחסית לשחורה, אך כאמור ללא מובהקות. אחוזי הייצוא היו 85-90 בורגסה, 82-86 באנה, ו-79-82 באלגריה.

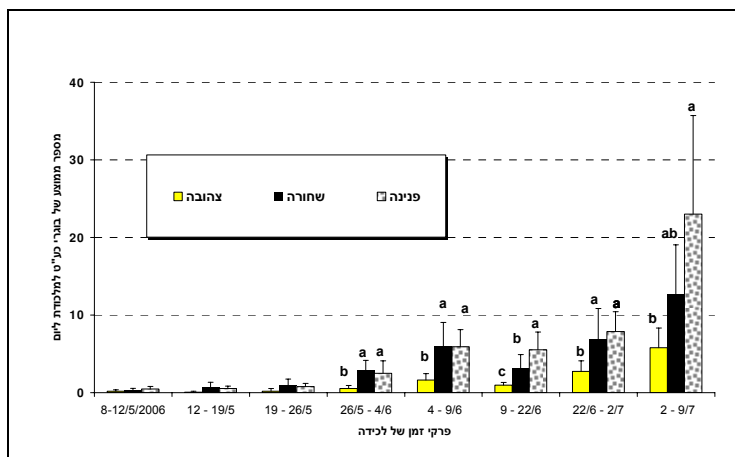
ג.3. תוצאות בנושא מזיקי הפלפל תחת הרשתות

הצללה ומיקרואקלים במינהרות

בתחילת הניסוי שיעור ההצללה הממוצע של רשתות הפנינה, צהובה ושחורה היה 30, 32 ו-38, בהתאמה. באמצע יולי נמצאה עליה של כ-4% ברמת ההצללה של הרשתות הבהירות בלבד. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בטמפרטורה והלחות בין הרשתות בצבעים השונים אך נצפתה מגמה של טמפרטורות גבוהות בכ-0.5 מ"צ תחת הרשת הצהובה, בתחום השגיאה של המדידה.

כנימת עש הטבק

בלכידות מחוץ למנהרות בסוף מאי נלכדו מעט כע"ט אך על גבי הרשת הצהובה נלכדו יותר מאשר על גבי הרשתות האחרות. לעומת זאת, בתוך המנהרות רמת הלכידות תחת הרשת הצהובה היו נמוכות בצורה משמעותית מאשר תחת שאר הרשתות (איור 8). גם על עלי הפלפל נמצאו פחות כנימות תחת הרשת הצהובה מאשר תחת שאר הרשתות אך לא הייתה מובהקות סטטיסטית ביניהן.



איור 8. השפעת הכיסוי ברשתות צל צבעוניות על לכידות כנימות עש הטבק במנהרות גידול פלפל, חוות הבשור, 2006. (4=N), עמודות עם אותיות דומות מעליהן אינן שונות משמעותית $P > 0.05$ במבחן (ANOVA)

טריפס

בתוך המנהרות הייתה מגמה של רמת לכידות גבוהה תחת הרשת הצהובה בהשוואה לשאר הרשתות אך הבדלים אלה היו משמעותיים רק בכמחצית ממועדי הבדיקה (איור 9). מגמה דומה נצפתה גם בפרחי הפלפל בהם מספר התריפסים לפרח תחת הרשת הצהובה (1.6) היה כפול מאשר תחת שאר הרשתות, אך ללא מובהקות סטטיסטית לעומת שתי הרשתות האחרות.

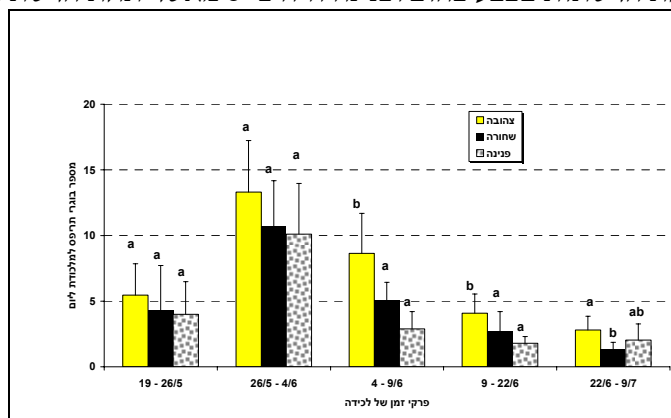
אקריות

בבדיקת אקריות ב-26 יולי נמצאו תחת הרשתות הצהובה והשחורה כ-1 לעלה ותחת הפנינה כ-3 לעלה. נגיעות בוירוס

ב-3 באוגוסט היה שעור הנגיעות בוירוס CMV (המועבר ע"י כנימות עלה) בין 2 ל-74% במנהרות שכוסו ברשת השחורה. במנהרות שכוסו ברשת הצהובה רק באחת נמצאה נגיעות בשיעור של 7%. בשאר המנהרות לא נמצאו צמחים נגועים.

יבול פרי ראשון

משקל הפרי ליצוא תחת הרשתות בצבע צהוב ופנינה היה פי 3 מאשר תחת הרשת השחורה (טבלה 4).



איור 9. השפעת הכיסוי ברשתות צל צבעוניות על לכידות תריפסים במנהרות גידול פלפל, חוות הבשור, 2006. (4=N), עמודות עם אותיות דומות מעליהן אינן שונות משמעותית $P > 0.05$ במבחן (ANOVA)

טבלה 4. השפעת הכיסוי ברשתות צל צבעוניות על רמת ואיכות יבול פלפל ראשון במנהרות, חוות הבשור, 2 אוגוסט 2006. הפרי נקטף מ-13 צמחים למנהרה, משתי השורות האמצעיות. הערכים מבטאים ממוצע למנהרה (וסטיית תקן).

הרשת	מספר פירות	משקל פרי ממוצע (גרם)	מס' פירות לייצוא	משקל לייצוא (ק"ג)	% פרי לייצוא
שחורה	8.8 (2.8)	179	3.5 (4.1)	0.8 (0.9)	51
צהובה	25.0 (5.6)	181	12.0 (3.7)	2.6 (0.8)	57
פנינה	17.8 (3.9)	192	10.3 (3.2)	2.3 (0.8)	67

דיון:

השפעת הרשתות על הגידול

התוצאה של הגדלת היבול ע"י הרשתות הצבעוניות שנבחרו לבחינה במחקר זה, יחסית לרשת השחורה, ללא פגיעה בגודל הפרי, איכותו ואחוזי הייצוא, אוששה בשנה הראשונה של המחקר, ותאמה את תוצאות הניסוי ההקדמי (שחק וחוי 2006). תוספת היבול מקורה בקצב מוגבר של ייצור פרי (פירות לצמח ליום) תחת הרשתות הצבעוניות בהשוואה לשחורה. בנוסף על הרשת האדומה והפנינה שנבחנו גם בניסוי ההקדמי, זה נמצא כנכון גם לגבי הרשת הצהובה, אשר נבחנה כאן לראשונה, ונכון לשני זנים נוספים על אלה שנבחנו ב-2005. לתוצאות עשויה להיות השלכה יישומית-כלכלית חשובה למגדלי הפלפל, במיוחד כשמדובר בפעולה פשוטה של החלפת הרשת השחורה הקיימת ברשת המיטבית, ללא צורך בהשקעות משמעותיות מיוחדות.

ממה נובעת תוספת היבול תחת הרשתות הצבעוניות? הטבלה שלמטה מסכמת גורמים חיצוניים אפשריים. המשך המחקר מיועד לחדד ולהבחין ביניהם כדי להבין טוב יותר את התהליכים המעורבים.

תכנית ההמשך לשנה הבאה כוללת את השינויים הבאים: האחדת אחוז ההצללה של הרשתות (תוספת של רשת שחורה 30%), שיפור ההדליה, צימצום לשני זנים בלבד. מדידות נוספות (מעבר לתכנית העבודה של 2006): ספקטרה ופיזור אור ביוני-ול, קצב פוטוסינתזה (המכשיר תוקן) ומשקל חלקי הנוף.

גורם	הסיבה האפשרית	המצב הקיים
חיצוני	שונות ברמת הצללה	אדומה > צהובה > פנינה > שחורה
	טמפ גבוהה יותר	אדומה וצהובה < פנינה << שחורה
	יותר אור מפוזר	פנינה < צהובה < אדומה << שחורה
	העשרה יחסית ב- FR+R	אדומה וצהובה << פנינה < שחורה
פיזיולוגי	יותר מיפרקים	שחורה וצהובה << אדומה ופנינה
	מפרקים קצרים יותר	צהובה < אדומה < פנינה < שחורה
	יותר חנטה	?
	יותר פוטוסינתזה	?

השפעת הרשתות הצבעוניות על מזיקי הפלפל

לתכונות הכרומטיות (צבע, רפלקטיביות, פיזור אור) של רשת הכיסוי הייתה השפעה על הסיכון לחדירת מזיקי פלפל למבני הגידול. כנימות עש נמשכות לצבע צהוב כפי שדווח במחקרים קודמים. למרות זאת, חדירת הכע"ט והתבססותם במבנים שכוסו ברשת צהובה הייתה הנמוכה במובהק משאר הרשתות. כנימות עלה גם הן נמשכות לצהוב ונדחות ע"י צבע רפלקטיבי (לבן, פנינה). לכן, הסיכון לחדירתן (כפי שבא לידי ביטוי בהעברת המחלה הוירלית) היה גבוה ביותר תחת הרשת השחורה. ניתן

להסביר את התוצאות בכך שהכעיט וכנימות העלה נוחתים על הרשת הצהובה ב"השערה" שהם על הצמח. לכן הן נעצרות על רשת זאת (arrestment) ועוברות להתנהגות אכילה והתבססות. כשניסיונותיהן לאכול נכשלים הן מתות או נוטשות בחיפוש אחרי פונדקאי אחר. מנגנון דומה תואר כאשר משתמשים בחיפוי קרקע צהוב (mulching) להגנה מפני מזיקים אלה. הכיסוי ברשת צהובה לא גרם לעלייה בסיכון לחדירה ולהתבססות של כעיט או כנימות עלה אלה להפך.

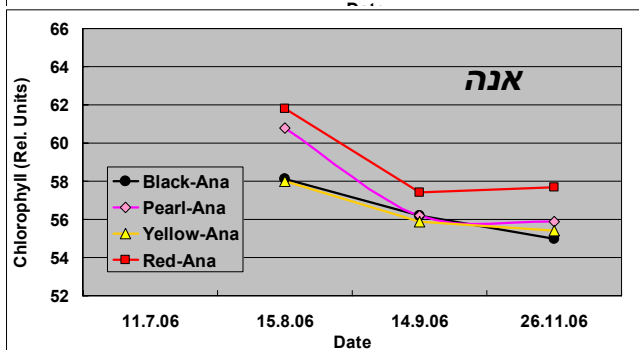
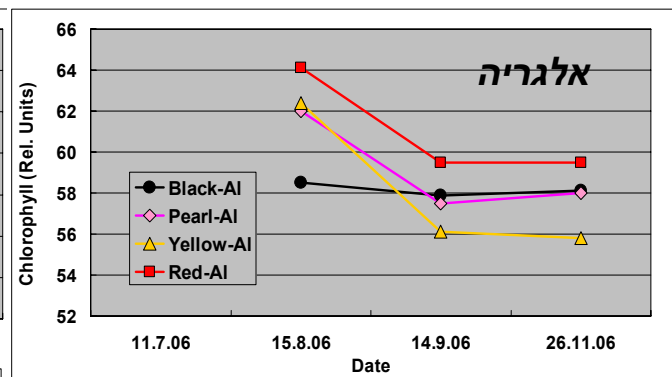
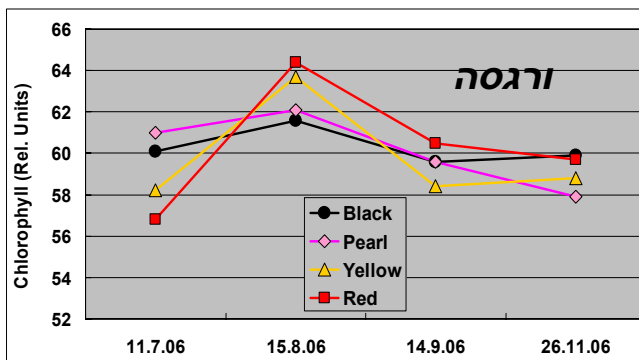
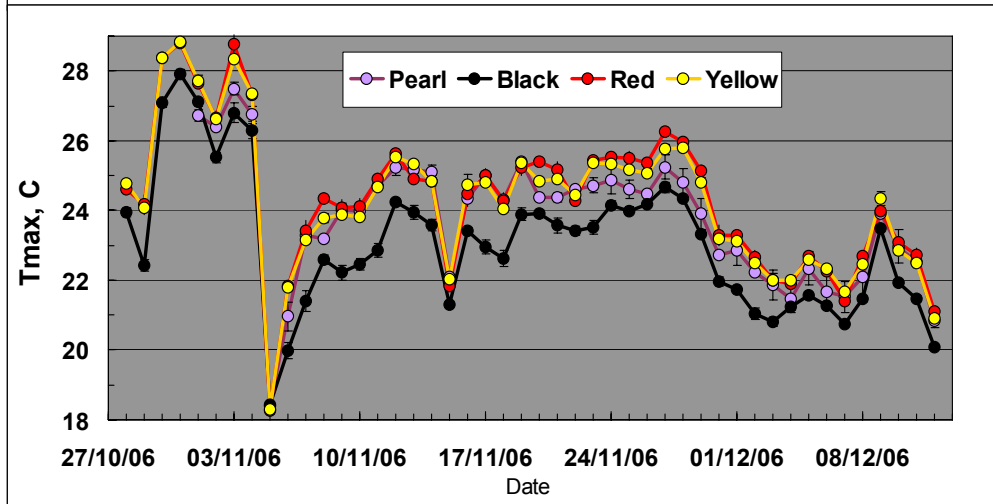
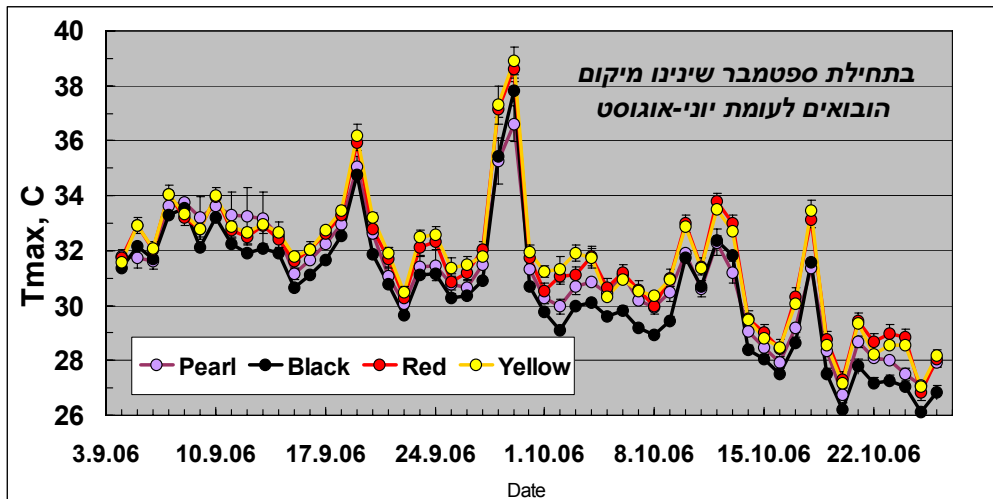
כיסוי זה גרם לעליה מסוימת בסיכון לחדירה והתבססות של תריפס. כיסוי ברשת פנינה הקטין את הסיכון לחדירת כנימות עלה. בדרך כלל היה לרשתות בצבע צהוב ופנינה יתרון על הרשת השחורה בהקטנת חדירת המזיקים ועליה במשקל היבול ליצוא. מה בהמשך? יש צורך להמשיך ולבחון האם הרשת הצהובה מעלה את הסיכון לנגיעות בתריפסים והאם רשת הפנינה מעלה את הסיכון לנגיעות באקריות קורים. עלינו לבצע שוב דגימות עלים כדי לוודא שהתבססות הכעיט תחת כיסוי ברשת צהובה נמוכה במובהק משאר הרשתות. בבדיקות הנ"ל נכפיל את מספר הדגימות של עלים ופרחים כדי לשפר את מובהקות התוצאות. לכידת המזיקים תבחן גם באמצעות מלכודות שקופות להימנע מאינטראקציה בין צבע המלכודת לצבע הרשת. יש לבחון גם את השפעת רשת הצל האדומה אשר השפיעה לטובה על הגידול. בגלל הבדלים ניכרים בין בלוקים מזרחיים למערביים ישונה כיוון הבלוקים לצפון דרום. לאחרונה ישנה עליה בנגיעות הפלפל בחבל הבשור באקריות העיוותים ובתריפס הקיקיון. ראוי לבחון גם את תגובת מזיקים אלה לרשתות הצל הצבעוניות.

רשימת ספרות:

- Oren-Shamir, M., Gussakovsky, E.E., Shpiegel, E., Nissim-Levi, A., Ratner, K., Ovadia, R., Giller, Yu.E. and Shahak, Y. (2001) Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. J. Hort. Sci. Biotech 76: 353-361
- Shahak, Y., Gussakovsky, E.E., Cohen, Y., Lurie, S., Stern, R., Kfir, S., Naor, A., Atzmon, I., Doron, I., and Greenblat-Avron, Y. (2004b) ColorNets: A New Approach for Light Manipulation in Fruit Trees. Acta Hort. 636: 609-616.
- Shahak, Y., Gussakovsky, E.E., Gal E. and Ganelevin R. (2004c) ColorNets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. Acta Hort. 659 (1): 143-151.
- Rajapakse, N.C. and Shahak, Y. (2007) Light quality manipulation by horticulture industry. In: Light and Plant Development (G. Whitelam and K. Halliday, eds.), pp 290-312, Blackwell Publishing, UK.
- אורן-שמיר, מ., גוסקובסקי, י., שחק, עירית דורי, א. מתן, א. שלמה, ר. עובדיה, י. גוסקובסקי, ע. ניסים-לוי, ק. רטנר, י. גילר, ז. גל, ר. גנילוין (2003). ליזיאנטוס: תוספת גובה לפרחים הגדלים תחת רשתות צבעוניות בקיץ. עולם פורח, גליון 20 (חוברת פברואר), 54-56.
- שחק, י., י. גוסקובסקי, י. גילר, ר. אופנבך, א. ולר, ר. גולן, ד. אלקיים, י. צברי, ר. גנילוין (2001) בדיקת ראשונית של השפעת רשתות צבעוניות על פלפל, תחנת "יאיר" 2000-2001. מופ ערבה תיכונה סיכום עונה.
- שחק, י. (2003) רשתות צבעוניות: גישה טכנולוגית חדשה בחקלאות. עלון הנוטע, כרך 57 (חוברת פברואר): 81-84.
- שחק, י., י. גוסקובסקי, י. כהן, ר. שטרן, ש. כפיר, ע. נאור, י. גרינבלט-אברון, י. דורון, י. אסקירה, מ. פרס (2004) רשתות צבעוניות בתפוח ואגס: גישה אגרוטכנית חדשה בגידולים ותיקים. עלון הנוטע, כרך 58 גליון 8 (אוגוסט) 361-364.
- שחק, י. (2005) גישות חדשות בכסוי מטעים ברשת: רשתות צבעוניות. חקלאי ישראל 20 (אפריל): 50-56.

שחק, י., ח. יחזקאל, א. מתן, ד. בן יקיר, י. אופיר, י. פוסלסקי, י. מסיקה, ח. זוהר, ד. שמואל, א.
סולפוי, ק. רטנר נ. צור (2006) רשתות צבעוניות משפרות יכול בפלפל. גן שדה ומשק, (אפריל) -37
.40

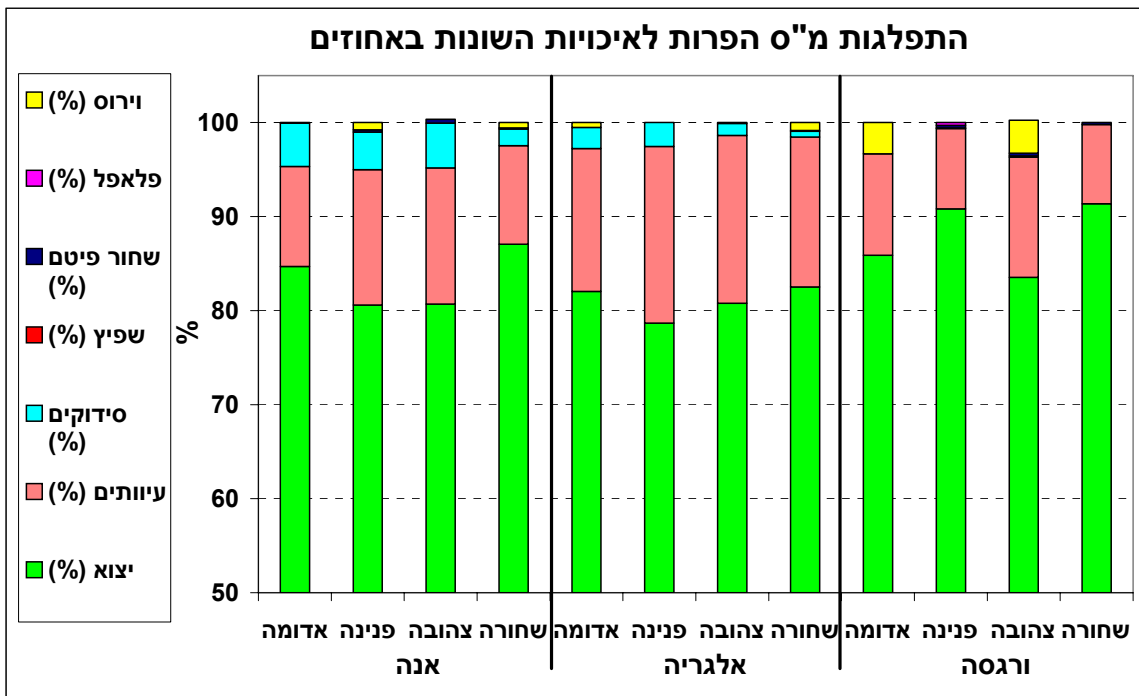
נספח א': טמ'י מכסימום יומיות בקרבת הנוף תחת הרשתות השונות בתקופת ספטמבר-אוקטובר, ואוקטובר-דצמבר. כל נקודה היא ממוצע של 3 הובואים.



נספח ב'. תכולת כלורופיל בעלים כפי שנמדדה בעזרת מכשיר SPAD. נמדדו 5 עלים (עלה שלישי-רביעי מהקודקוד) 10 X צמחים לחזרה 4 X חזרות לכל סוג רשת בכל זן.

2	10	3	14	4	3	2	14	9	7	14	0	10	8	4	14	2	14
			5	0	1	0	14	10	6	1	1	14	14	2	2	0	14
			7	2	14	5	12	0	14	4	3	8	1	2	4	10	14
ורגסה	אלגריה	אנה	אלגריה	ורגסה	אנה	ורגסה	אלגריה	אנה	אלגריה	אנה	ורגסה	אנה	אלגריה	ורגסה	אנה	ורגסה	אלגריה

נספח ג'. מפת בית הרשת וספירת צמחים קורסים (נטויים הצידה) עקב הדליה לא מיטבית. נבדקו 14 צמחי הניסוי המסומנים במרכז כל חלקה/חזרה/רשת. רקע תכלת מציין קריסה של 50% מהצמחים ומעלה מצמחי הניסוי באותה חלקה.



נספח ד'. פגמי פרי - ממוצעי דגימות פרי ממספר קטיפים בעונת 2006.