הצללה פוטוסלקטיבית של גידול עגבנייה: לימוד תגובות הצמח והפרי לפני ואחרי קטיף- סיכום עונות 2010-2011, מו"פ דרום

חוקרים שותפים:

ליאור אברהם, ד"ר יוספה שחק, קירה רטנר, נפתלי צור, פרופ' אלי פליק, שרון אלקלעי טוביה, יעקב פרצלן- מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני.

ליאנה גנות, דובי צהר, מירון סופר, משה אלבז- מו"פ דרום

שלי גנץ- שה"מ.

תקציר:

עגבניות למאכל הן מגידולי הירקות המרכזיים בישראל. מגדלים עגבניות בכל האזורים בארץ ובכל ימות השנה. היקף הגידול במבנים הנו כ- 20,000 דונם, וכ- 4,000 דונם בשטח פתוח. אזור הגידול העיקרי במבנים נמצא בצפון הנגב והבשור (כ- 71% מהיקף הגידול). בשנים האחרונות עקב בעיות הגנת הצומח עבר גידול העגבניות בבשור למבנים מוגנים ברשת 50 מש או פוליאתילן. החיסרון העיקרי של כיסוי בתי הצמיחה בפוליאתילן ו\או ברשתות 50 מש הוא הגבלת תנועת האוויר ויצירת עומס חום ולחות בתוך המבנה. החום הרב עשוי לפגוע בחנטה, באיכות הפרי וברווחיות למגדל.

על מנת לשפר תנאים אלו נקטנו בגישה משולבת הכוללת שימוש בזני עגבנייה בעלי סבילות לוירוס צהבון האמיר, גידול תחת רשתות צל צבעוניות שנמצאו כמעודדות תגובות פיסיולוגיות חיוביות בגידולים חקלאיים שונים ואשר לחלקן יכולת עיכוב בחדירת מזיקים למבנה. בנוסף לכך רשתות הצל מאוררות יותר מאשר רשת 50 מש.

בשנתיים האחרונות (2010-11) הקמנו מערך מנהרות שמטרתו לבחון לראשונה, כיצד משפיעות רשתות צל פוטוסלקטיביות שונות על היבטים פיזיולוגים בצמח, יבול, מיקרו אקלים במבנה, הגנ"צ ואיכות הפרי לאחר קטיף בגידול עגבניות קיצי, בהשוואה לגידול המקובל תחת רשת 50 מש. ובנוסף, לברר מהו הכיסוי המיטבי והמועדף לשימוש מבין אלו שנבחנו בניסוי.

מתוצאות המחקר בשתי העונות נמצא כי לרשתות הצל יש יתרון מיקרו אקלימי מובהק על פני רשת 50 מש, אשר בא לידי ביטוי בהפחתה של מידות החום במשך היום. בעונת 2010, תחת רשתות הצל שחורה ואדומה נצפתה נגיעות גבוהה בוירוסים ובמזיקים, ונגיעות בינונית ונמוכה יותר ברשתות פנינה וצהובה, בהתאמה, בהשוואה לרשת 50 מש בה רמת הנגיעות הייתה זניחה. זאת, על אף ממשק הדברה קפדני בכל המנהרות. מגמה זו חזרה על עצמה בעונת 2011. בנוסף נמצא יתרון קל בצמצום הנגיעות של מזיקים ווירוסים לרשת 25 מש צהובה על פני יתר הרשתות הצבעוניות, אך לא על פני רשת 50 מש. היתרון בהפחתת מידות החום ושיפור ההתמודדות עם מזיקים ווירוסים תחת רשתות הצל פנינה וצהובה בא לידי ביטוי בשיפור החנטה וחיוניות האבקה בפרחים לעומת רשת 50 מש בחלק מעונת 2010, שהתאפיינה בקיץ חם וארוך יחסית. עם זאת, לא נמצאו הבדלים משמעותיים ביבול העונתי המצטבר שהתקבל מרשתות הפנינה והצהובה, שהיה דומה לרשת ה- 50 מש, ואילו תחת הרשתות שחורה ואדומה התקבל יבול נמוך משמעותית.

מתוצאות עונת 2011 עולה כי גם השילוב של הפחתה פוטוסלקטיבית ופיסית של חדירת נשאי הוירוסים והמזיקים ברשתות 25 מש צהובה ופנינה, כושר הסבילות המשופר של זן העגבנייה ושיפור התנאים

המיקרואקלימיים לתהליך החנטה, לא הביא לתוצאה המקווה. לרשת 50 מש נמצא בשנה זאת יתרון ברור בחנטה, ביבול הסופי ובאיכות הפרי על פני הרשתות הצבעוניות. יחד עם זאת, נמצא יתרון קל לרשת פנינה בהפחתת ריקבון הפרי במהלך תקופת האחסנה וחיי המדף על פני יתר הרשתות.

בשונה מעונת 2010, עונת 2011 התאפיינה בקיץ חם אך קצר יותר, ובטמפ׳ לילה נמוכות יותר, מכאן שעקת החום הייתה קטנה יותר ולפיכך היתרון המיקרואקלימי של הרשתות הצבעוניות לא בא לידי ביטוי בשיפור החנטה ע״פ רשת 50 מש. בנוסף נגיעות הצמחים בוצ״א תחת הרשתות הצבעוניות הייתה משמעותית, על אף סבילותו הטובה של הזן ״לירית״, וגרמה לפגיעה ביבול ובאיכות הפרי תחת הרשתות הצבעוניות בהשוואה לרשת 50 מש. מכאן, שכול יתרון פוטוסלקטיבי ומיקרואקלימי שעשוי היה לשפר את גידול העגבנייה תחת הרשתות הצבעוניות נשאר משני בהשוואה ליתרון המובהק במניעת נגיעות הצמחים במזיקים ובוירוסים ברשת 50 מש.

לסיכום, בהנחה שבעתיד יתכנו תנאים אקלימיים קיצוניים יותר שבהם האיום האקלימי על גידול עגבניות קיצי יהיה גדול יותר יחד עם שיפור עתידי של עמידות זני עגבנייה לוירוסים, עשוי בהחלט להיות יתרון משמעותי מבחינה חקלאית לרשת צבעונית צהובה או פנינה.

<u>מבוא ותיאור הבעיה:</u>

עגבניות למאכל הן מגידולי הירקות המרכזיים בישראל. מגדלים עגבניות בכל האזורים בארץ ובכל ימות השנה. היקף הגידול במבנים הנו כ- 20,000 דונם, וכ- 4,000 דונם בשטח פתוח. הערך השנתי של הענף הוא כ- 750 מיליון ש״ח. אזור הגידול העיקרי במבנים נמצא בצפון הנגב והבשור (כ- 71% מהיקף הגידול). היקפי הייצור באזור הבשור: כ- 80,000 טון עגבניות רגילות לשוק המקומי, וכ- 20,000 טון עגבניות צ׳רי. בשנים האחרונות מסתמנת מגמה ברורה של מעבר מגידול ירקות בשטח פתוח לגידול מאסיבי של ירקות בבתי צמיחה ובבתי רשת. הסיבה המרכזית לכך היא הגנה פיזית על הגידול מפני גורמים סביבתיים כגון: מזיקים, פגעי טבע (קרה, ברד, עומס חום) ועודפי קרינה. בעבר נהגו לגדל עגבניות בשטחים פתוחים, אך עם עליה בשכיחות וירוס צהבון האמיר של העגבנייה (וצ״א, TYLCV) המועבר על ידי כנימת עש הטבק (*Bemisia tabaci*) והתפתחות עמידות של חרק זה לתכשירי ההדברה, עבר גידול העגבניות בבשור למבנים מוגנים. הגידול במבנים מתחלק לשני סוגים עיקריים: בתי רשת- כל המבנה מוגן ברשת 50 מש (רשת צפופה שקופה- Insect proof) ובתי צמיחה (חממות)- כיסוי הגג בפוליאתילן IR והצדדים ברשת 50 מש. באזור הבשור נהוגים שני מועדי שתילה: (א) מועד עיקרי - שתילה סתווית (אמצע אוגוסט - תחילת ספטמבר). (ב) שתילה אביבית (פברואר-מרץ). לאחרונה פותחו זני עגבנייה בעלי סבילות גבוהה למחלת וירוס צהבון האמיר של העגבנייה (״זני TY״) והם נכנסים בהדרגה לגידול המסחרי. מכיוון שסבילות איננה עמידות מוחלטת, גידול זני TY בשטח פתוח מצריך יישום של ממשק הדברה מניעתי תכוף הפוגע בסביבה ועל אף השימוש בזנים אלו ההצלחה של הגידול כרוכה בסיכון. בהתאם לכך במרבית המקרים מגדלים גם זנים אלו במבנים מוגנים. החיסרון העיקרי של כיסוי בתי הצמיחה בפוליאתילן ו\או ברשתות 50 מש הוא הגבלת תנועת האוויר ויצירת עומס חום ולחות בתוך המבנה. החום הרב עשוי לפגוע בחנטה, באיכות הפרי וברווחיות למגדל. על מנת להקטין את עומס החום במבנה המכוסה בפוליאתילן, נהוג לפרוש בעונה החמה רשת צל שחורה (30-35% צל) מעל או בתוך המבנה. ההצללה במבני הגידול בעונה החמה באזורי הים-התיכון אכן משפרת את איכות הפרי

(סידוק הקליפה קטן) מבלי לפגוע בגודל הפרי ומעלה את כמות הפרי המיועד לשיווק ואת היבול הכללי. החיסרון של כיסויים אלה ניכר בעונה הקרה. הגבלת תנועת האוויר והלחות הגבוהה בבתי הצמיחה והרשת גורמים לעליה בשכיחות מחלות נתמכות לחות כגון: כמשון ובוטריטיס. דבר נוסף המייחד את העגבנייה כגידול בהשוואה לירקות אחרים כמו פלפל, שהיא רגישה יותר לחום, למזיקים ולוירוסים האופייניים לאזור הבשור.

זה למעלה מעשור נבחנת השפעתן של רשתות צל צבעוניות במגוון גידולים חקלאיים. רשתות הצל הצבעוניות בעלות מרכיבים כרומטיים אשר גורמים לסינון סלקטיבי של אור השמש ולהעשרה באור מפוזר, בנוסף על מעבר של אור ישיר דרך חורי הרשת. תכונות אילו נמצאו כמעודדות תגובות פיסיולוגיות חיוביות בגידולים חקלאיים שונים, וביניהם גם פלפל. בשנתיים האחרונות (2010-11) הקמנו מערך מנהרות שמטרתו לבחון לראשונה, כיצד משפיעות רשתות צל פוטוסלקטיביות שונות על היבטים פיזיולוגים בצמח, יבול, מיקרו אקלים במבנה, הגנ"צ ואיכות הפרי לאחר קטיף בגידול עגבניות קיצי, בהשוואה לגידול המקובל תחת רשת 50 מש. ובנוסף, לברר מהו הכיסוי המיטבי והמועדף לשימוש מבין אלו שנבחנו בניסוי.

חומרים ושיטות:

מבנה הניסוי

אתר הצבת הניסוי - מו"פ דרום - חוות הבשור שבנגב המערבי. המדגמים והנתונים עובדו במנהל המחקר החקלאי בבית דגן. במשך חודשי הקיץ האזור מתאפיין באקלים חם עם רוחות מערביות שמסיעות הרבה חול ואבק. הטיפול האגרוטכני בצמחים נעשה ע"י צוות המו"פ ובהתאם לפרקטיקה המקובלת והמיטבית לאזור הבשור. בכל הטיפולים נערכו מדידות אקלים (טמפ' ולחות), מדידות פיזיולוגיות בצמחים (חיוניות אבקה, פוריות, קיבוע פחמן בעלים, גובה צמחים וכו') ומדידות יבול ואיכות פרי אחרי קטיף ואחרי אחסנה בקירור. כמו כן בעונת 2011 נעשה מעקב אחר נגיעות צמחים בוירוס צהבון האמיר ונוכחות כנימות במבנה.

העמדת הניסוי בעונת 2010:

בעונת 2010 הוקמו 20 מנהרות עבירות בגודל 15x6x2.5 מ', 4 חזרות לכל טיפול סה"כ 5 טיפולים של סוג הרשת. הרשתות שנבחרו: רשת 50 מש כביקורת מסחרית מבחינה הורטיקולטורית, רשתות צל צבעוניות (כרומטינט®)- פנינה, אדומה וצהובה ורשת צל שחורה כביקורת מבחינת איכות האור (תמונה 1). כל הרשתות תוצרת חברת פולישק בע"מ, קיבוץ ניר יצחק, ישראל, ע"פ נתוני היצרן כולן מספקות כ- 35-40% צל בממוצע לאורך העונה. זן העגבניות שנבחר לניסוי: 'טובי סטאר'- 903 (זרעים גדרה), זן של עגבניות בודדות, פרי גדול וסבילות לווירוס TYLCV, תאריך שתילה: 20.5.2010. בכל מנהרה נשתלו צמחי עגבנייה בני 30 יום ב- 3 ערוגות בנות שתי שורות כל אחת. בכל שורה נשתלו 28 צמחים במרווח של 30 ס"מ זה מזה, סה"כ 168 צמחים למנהרה.

העמדת הניסוי בעונת 2011:

בקיץ 2011 השתמשנו באותן 20 מנהרות עבירות, אלא שרשתות אדומה ושחורה הוחלפו ברשתות 25 מש צהובה ו- 25 מש פנינה בהתאמה, 4 חזרות לכל טיפול סה"כ 5 טיפולים של סוג הרשת. הרשתות בניסוי: צבעוניות - פנינה, צהובה, 25 מש פנינה ו- 25 מש צהובה ורשת 50 מש כביקורת מסחרית. זן העגבניות הקודם

הוחלף בזן: 'ליריתי (זרעים גדרה), זן של עגבניות בודדות, פרי גדול, חיי מדף ארוכים וסבילות לווירוס TYLCV, תאריך השתילה: 11.7.2011. עומד השתילה זהה לעונה הקודמת.

תמונה 1: גידול עגבנייה מזן 'טובי סטאר' במנהרות עם כיסוי ברשתות צבעוניות (עונת 2010)

<u>תוצאות:</u>

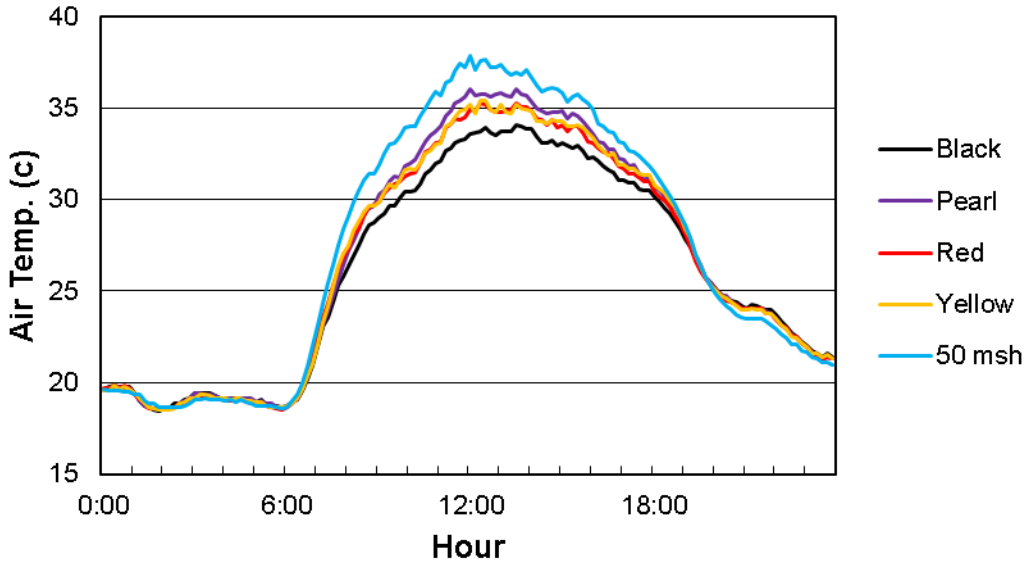
<u>טמפ' ולחות יחסית:</u>

בשתי העונות נמצא כי לרשתות הצל יש יתרון מיקרו אקלימי מובהק על פני רשת 50 מש, אשר בא לידי ביטוי בהפחתה של מידות החום במשך היום, וזאת לפי הסדר הבא (מהגבוה לנמוך):

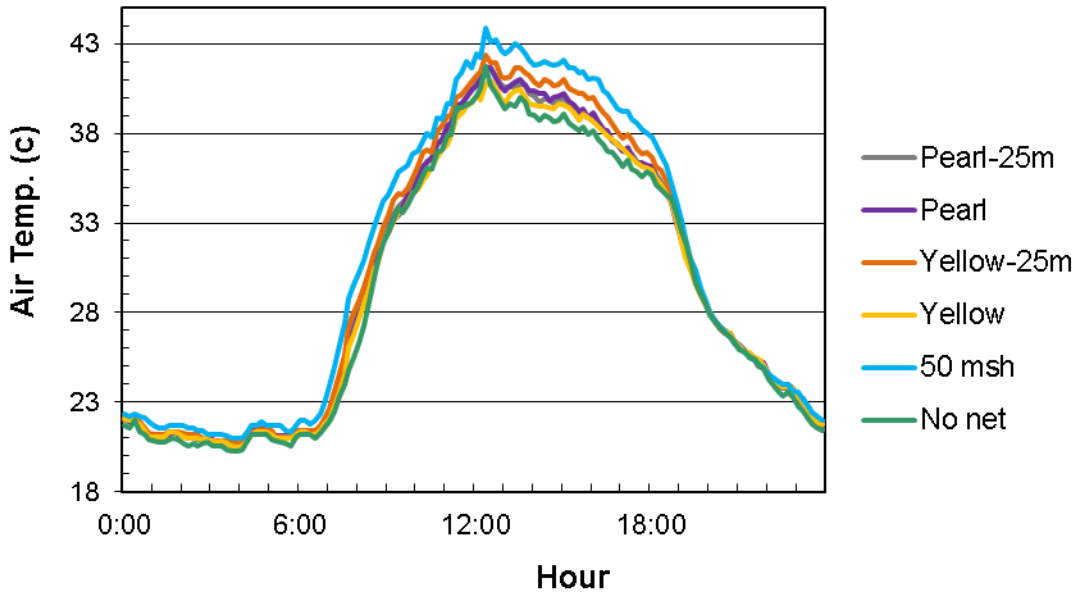
שחורה>פנינה=אדומה=צהובה>25 מש פנינה וצהובה>50 מש.

איור 1: מהלך יומי של טמפ' ולחות במנהרות הרשת השונות: (א) עונת 2010, (ב) עונת 2011 (נמדד בחודש יולי, ממוצע של 4 חזרות לטיפול)

(א) עונת 2010



(ב) עונת 2011

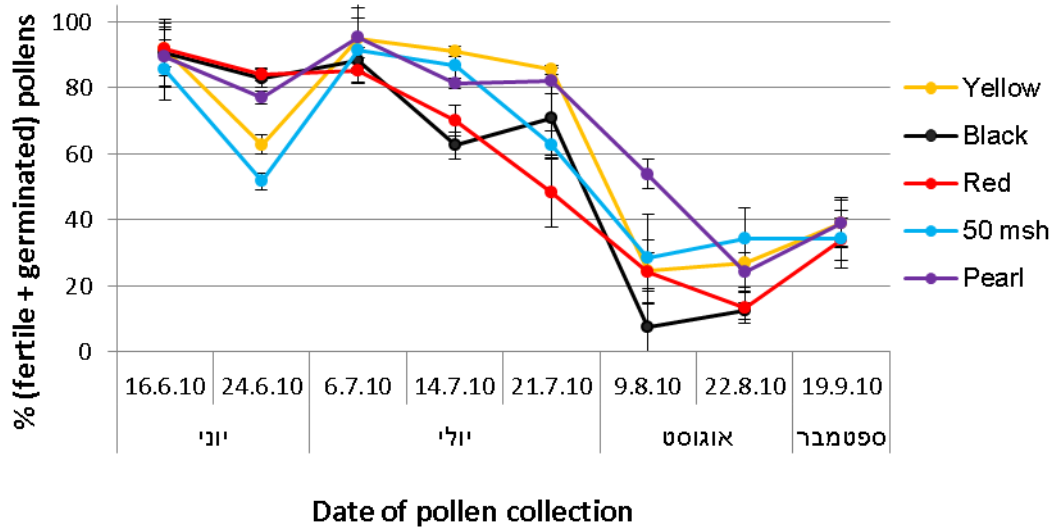


<u>השפעת הרשתות השונות על מדדי פוריות של צמחי עגבנייה</u>

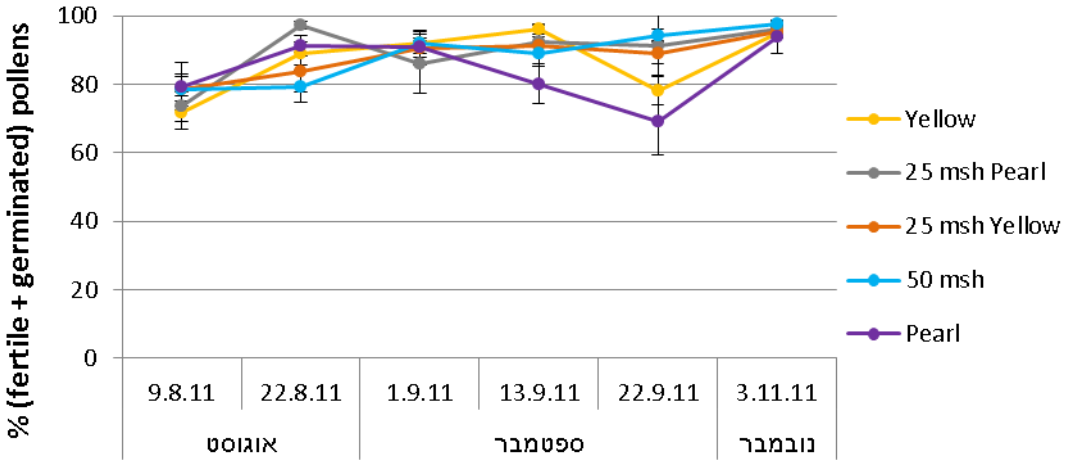
<u>חיוניות אבקה, אחוז החנטה:</u>

איור 2: חיוניות האבקה- % הגרגירים החיוניים מסך הגרגירים שנבדקו לאורך העונה: (א) עונת 2010, (ב) עונת 2011 (ממוצע של 8 חזרות- פרחים שונים)

(א) עונת 2010



(ב) עונת 2011

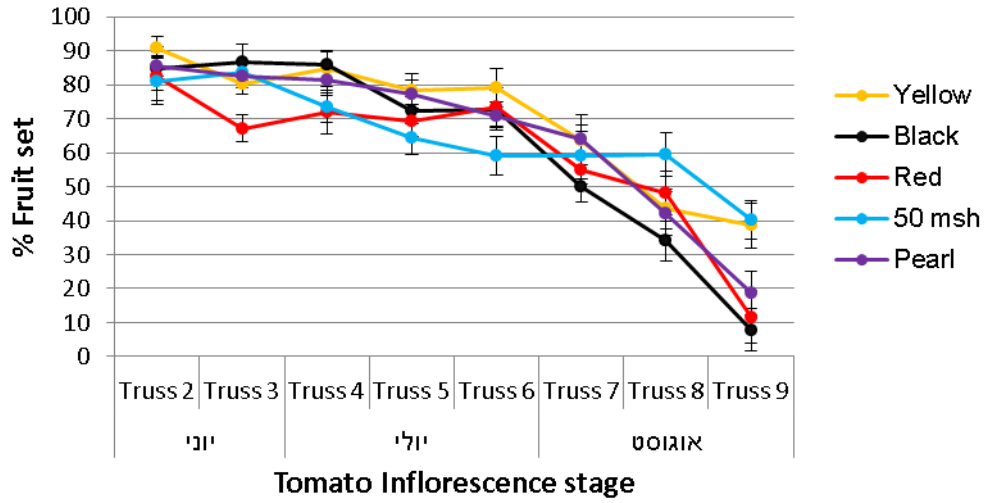


בעונת 2010, ניתן לראות שבכל הטיפולים ישנה ירידה בחיוניות גרגירי האבקה לאורך העונה. אולם קשה להבחין בהבדלים עקביים בין הטיפולים השונים. כאשר מחלקים את העונה לשני חלקים: יוני-יולי ואוגוסט-ספטמבר, ניתן לראות שישנם הבדלים בין הטיפולים השונים. בחודשים יוני-יולי % חיוניות האבקה הממוצע תחת הרשת הצהובה גבוה מאשר בטיפול הרשת האדומה ורשת 50 מש. בחודשים אוגוסט-ספטמבר יש יתרון

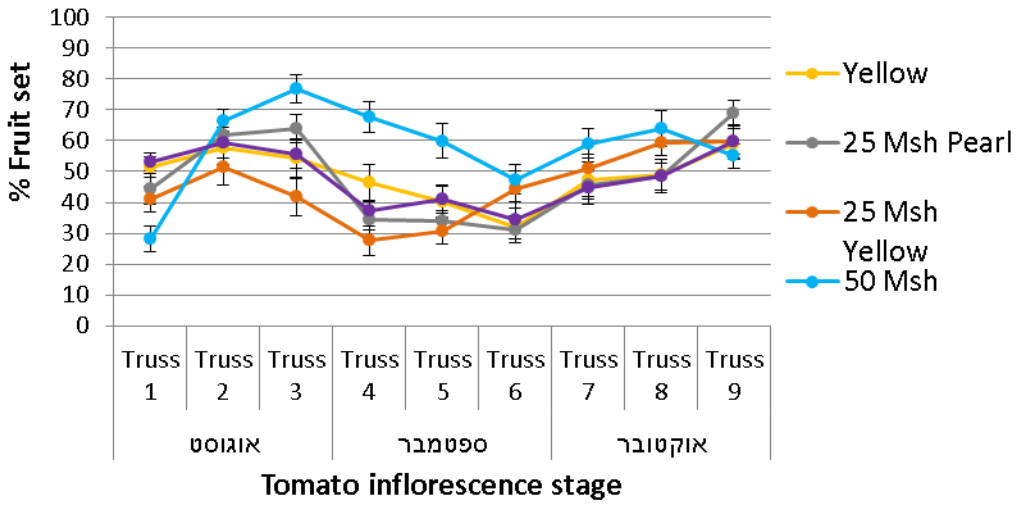
לרשת 50 מש ולרשת פנינה ע״פ רשת שחורה (איור 2א). בעונת 2011, אחוז חיוניות האבקה גבוה לאורך כל העונה ואין הבדלים משמעותיים בין הטיפולים (איור 2ב).

איור 3: אחוז החנטה של הפירות בתפרחת לאורך העונה תחת הרשתות השונות: (א) עונת 2010, (ב) עונת 2011 (ממוצע של 8 חזרות- תפרחות שונות)

(א) עונת 2010



(ב) עונת 2011



בעונת 2010, ניתן לראות שבתחילת העונה אחוזי החנטה גבוהים בכל הרשתות, 70-90%, ולאחר מכן ישנה ירידה באחוז החנטה בכל הטיפולים לאורך העונה. אחוז החנטה ברשתות פנינה שחורה ואדומה יורד במהלך העונה בצורה חדה ל- 10-20% בלבד ואילו ברשת 50 מש וברשת צהובה ל- 40%. כאשר מחלקים את הנתונים בדומה לחלוקה של חיוניות האבקה מתקבל שבחודשים יוני-יולי, תפרחות 2-6, ישנו יתרון לחנטה תחת רשת

צהובה ע״פ רשת אדומה ורשת 50 מש, ובחודש אוגוסט, תפרחות 7-9, ישנו יתרון לרשת 50 מש ולרשת צהובה ע״פ הרשת השחורה (איור 3א).

בעונת 2011, אחוז החנטה לאורך העונה בינוני בכל הרשתות ונע בין 30 ל- 70%. ישנו יתרון לרשת 50 מש על פני שאר הרשתות בחלק מהעונה (איור 3ב).

<u>השפעת הרשתות השונות על מדדי יבול של גידול עגבנייה</u>

<u>תוצאות קטיפים</u>:

טבלה 1: השפעת הרשתות השונות על מדדים כמותיים ואיכותיים של הפרי לאחר קטיף ומיון: (א) עונת 2010, (ב) עונת 2011 (ממוצע של 9 קטיפים, המיון והשקילה נעשו מיד לאחר הקטיף בבית האריזה בחוות הבשור, לא נעשה מיון של הפרי לפי קטגוריית צבע)

(א) עונת 2010

טיפול	משקל פרי בודד (גרם)	משקל פרי כולל (ק״ג\צמח)	משקל פרי ראוי לשיווק (ק״ג\צמח)	% פרי בר-שיווק[1]	% פרי פסול[2]	% פרי סדוק	% פרי עם שחור פיטם	%פרי עם פגמים אחרים[3]	מספר פירות לצמח לקטיף	מספר פירות לצמח ב-5 קטיפים
שחורה	106.9 B	B 2.47	C 1.61	59.11 BC	41.18 AB	4.41 A	10.8 AB	25.65 A	B 1.48	6.59[4] C
אדומה	106.29 B	AB 2.9	BC 1.71	52.13 C	48.37 A	6.34 A	14.69 A	26.82 A	1.99 AB	8.27 BC
פנינה	122.99 AB	A 3.39	AB 2.36	65.77 AB	34.33 BC	6.85 A	7.33 AB	20.02 A	2.2 AB	9.87 AB
צהובה	132.17 A	A 3.37	AB 2.38	66.68 AB	33.26 BC	5.44 A	7.33 AB	20.53 A	A 2.49	9.96 AB
50 מש	142.27 A	A 3.65	A 2.65	71.08 A	28.91 C	5.01 A	4.32 B	19.57 A	A 2.43	12.16 A

[1]פרי בר-שיווק= 100% פחות % הפרי הפסול.

[2]פרי פסול- סה״כ פרי שאינו ראוי לשיווק= פרי סדוק + פרי עם שחור פיטם + פרי עם פגמים אחרים.

[3]פרי עם פגמים אחרים- פרי שנפסל בשל פגם חיצוני בולט או ריקבון (לא כולל פרי סדוק ושחור פיטם).

[4]המספרים באות זהה- אין הבדלים מובהקים בין הטיפולים, ברמה של 5%.

(ב) עונת 2011

טיפול	משקל פרי בודד (גרם)	משקל פרי כולל (ק"ג\צמח)	משקל פרי ראוי לשיווק (ק"ג\צמח)	% פרי בר-שיווק[1]	% פרי פסול[2]	% פרי סדוק	% פרי עם שחור פיטם	%פרי עם פגמים אחרים[3]	מספר פירות ראויים לשיווק לצמח לקטיף	מספר פירות ראויים לשיווק לצמח ב-9 קטיפים
25 מש פנינה	187.75 AB	B 3.64	B 2.34	67.42 B	32.57 A	24.89 A	0.009 A	7.67 AB	B 2.1	18.98[4] B
25 מש צהובה	182.74 BC	B 3.8	B 2.47	68.36 B	31.15 A	22.94 A	0.077 A	8.61 AB	2.25 B	20.26 B
פנינה	168.21 C	B 3.37	B 2.23	69.91 B	30.08 A	18.14 A	0.0 A	11.93 A	2.13 B	19.22 B
צהובה	178.39 BC	B 4.09	B 2.58	65.34 B	34.65 A	24.55 A	0.129 A	9.92 AB	2.41 AB	21.75 AB
50 מש	201.6 A	A 4.9	A 3.91	79.32 A	20.67 B	14.82 A	0.487 A	B 5.36	2.71 A	24.45 A

[1]פרי בר-שיווק= 100% פחות % הפרי הפסול.

[2]פרי פסול- סה"כ פרי שאינו ראוי לשיווק= פרי סדוק + פרי עם שחור פיטם + פרי עם פגמים אחרים.

[3]פרי עם פגמים אחרים- פרי שנפסל בשל פגם חיצוני בולט או ריקבון (לא כולל פרי סדוק ושחור פיטם).

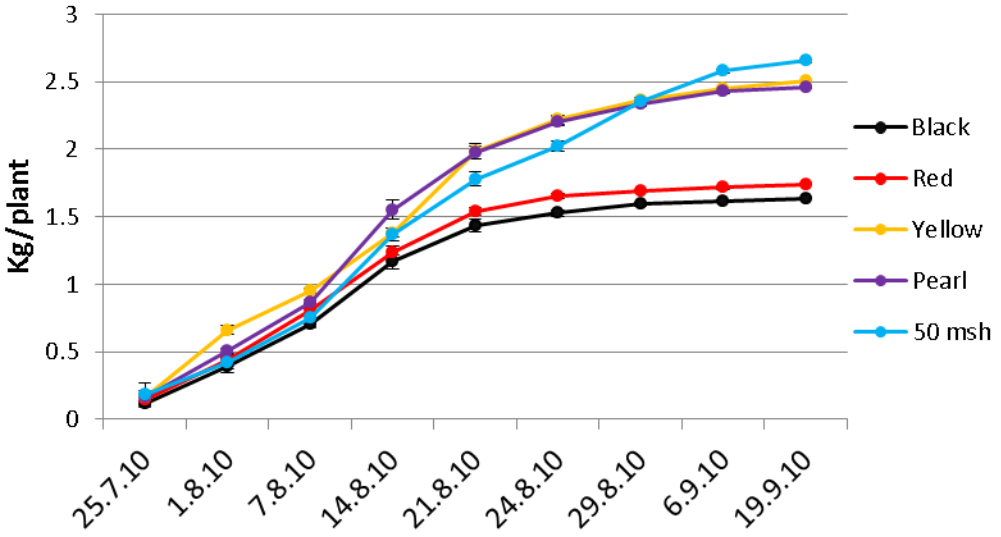
[4]המספרים באות זהה- אין הבדלים מובהקים בין הטיפולים, ברמה של 5%.

בעונת 2010, לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין רשתות פנינה, צהובה ו-50 מש במשקל הפרי הכולל, במשקל הפרי הראוי לשיווק, באחוז הפרי הראוי לשיווק, באחוז הפרי הפסול ובמספר הפירות לצמח בקטיף, אולם מבחינה מספרית היה יתרון לרשת 50 מש. הטיפולים שחורה ואדומה נבדלו לרעה בצורה משמעותית משאר הטיפולים במרבית המדדים (טבלה 1א).

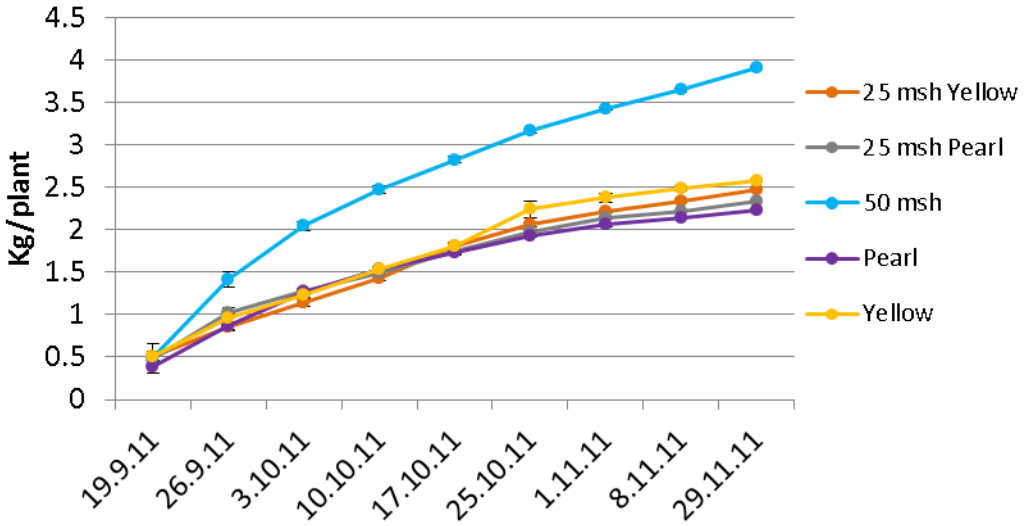
בעונת 2011, הטיפול המצטיין היה רשת 50 מש, והוא נמצא מוביל ברמה מובהקת מיתר הטיפולים במשקל הפרי הכולל, משקל הפרי הראוי לשיווק, אחוז הפרי הראוי לשיווק ואחוז הפרי הפסול, כמו כן רשת 50 מש נבדלה ברמה מובהקת במשקל הפרי הבודד מרשתות פנינה, צהובה וצהובה 25 מש, ובכמות הפרי מרשתות פנינה, 25 מש פנינה ו-25 מש צהובה. כאשר משווים בין העונות ניתן לראות שהרשת המובילה במדדי היבול היא 50 מש, אחריה הרשתות הצבעוניות הצהובה והפנינה והכי נמוך הרשתות אדומה ושחורה (טבלה 1ב).

איור 4: משקל מצטבר של פרי בר-שיווק לאורך העונה תחת הרשתות השונות: (א) עונת 2010, (ב) עונת 2011 (ממוצע של 4 חזרות לכל קטיף)

(א) עונת 2010



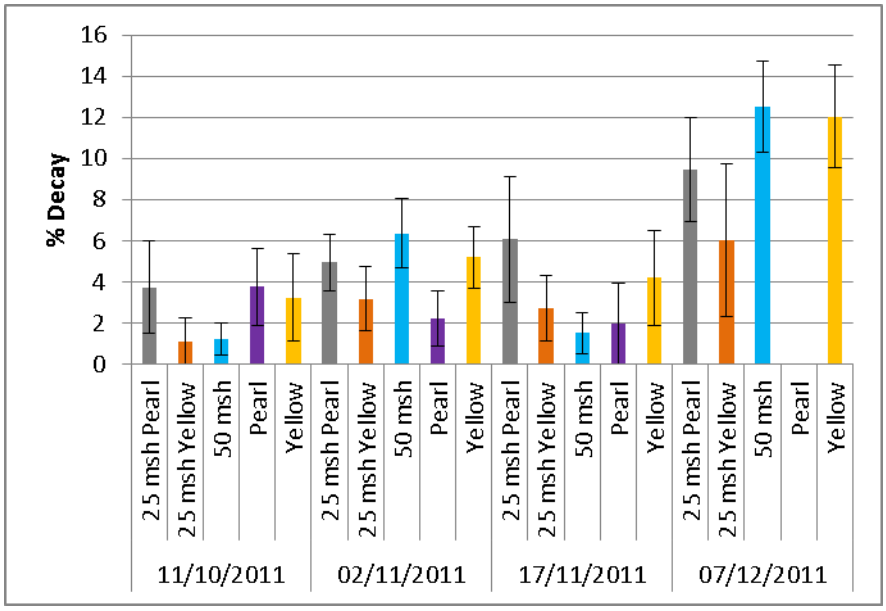
(ב) עונת 2011



בעונת 2010, בסיום העונה, תחת רשת 50 מש הצטבר היבול הגבוה ביותר של פרי בר-שיווק, בהפרש קטן ממנה נמצאות רשתות צהובה ופנינה ובהפרש גדול מזה רשתות שחורה ואדומה. אולם, כאשר בוחנים את קצב צבירת היבול בחצי הראשון של תקופת הקטיף, ניתן לראות שיש יתרון לרשתות פנינה וצהובה ומשקל הפירות לצמח גדול יותר משאר הטיפולים. קצב צבירת היבול תחת הרשתות אדומה ושחורה מואט מאד כחודש לאחר תחילת הקטיפים. הכמות הגדולה ביותר של הפרי הראוי לשיווק נקטפה באמצע העונה (איור 4א).

בעונת 2011, רשת 50 מש מובילה לאורך כל העונה בצבירת היבול לעומת יתר הרשתות שבניסוי. בסיום העונה ההפרש ביבול בין רשת 50 מש לרשתות הצבעוניות עומד על כ-40% לטובת רשת 50 מש. לרשת צהובה יתרון קל על פני יתר הרשתות הצבעוניות שנבדקו (איור 4ב).

<u>השפעת הרשתות השונות על התפתחות ריקבון וסוגיו בפרי העגבנייה לאחר תקופת אחסנה וחיי מדף</u>



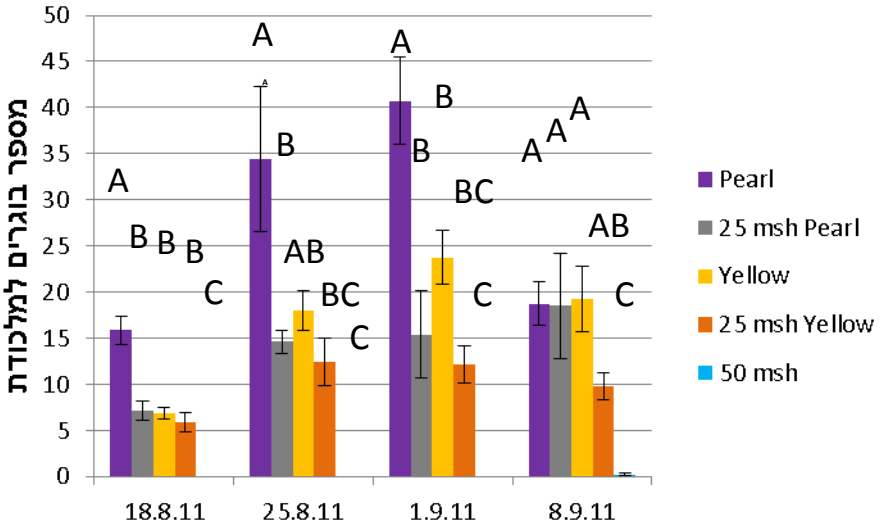
איור 5: אחוז הפירות הנגועים בריקבון בחמישה מדגמי קטיף שונים בעונת 2011 לאחר תקופת אחסנה של 5 ימים בטמפ' של 12 מ"צ ושלושה ימים בחיי מדף- 20 מ"צ (ממוצע של 5 קטיפים)

ניתן לראות כי בארבעת הקטיפים שנבדקו, אחוז הריקבון בפרי לאחר אחסנה וחיי מדף, נמוך יחסית (10%). לרשת פנינה ישנו יתרון קל בהפחתת הריקבון בפרי על פני יתר הטיפולים (איור 5).

<u>השפעת הרשתות השונות על נגיעות הצמחים במזיקים ובוירוסים</u>:

מבדיקה שנערכה בשלושה תאריכים שונים בתחילת הגידול בעונת 2010, נמצא שרמת הנגיעות בכע"ט תחת הרשתות השונות הייתה לפי הסדר הבא (מהגבוה לנמוך): שחורה>פנינה>צהובה>50 מש- נגיעות אפסית. בנוסף מבדיקה חד פעמית של פרופורציית הצמחים הנגועים בוירוס צהבון האמיר כחודש וחצי לאחר השתילה תחת הרשתות השונות, נמצא כי הנגיעות תחת הרשתות שחורה ואדומה הייתה הגבוהה ביותר, כ-50% מהצמחים הראו סימפטומי נגיעות, הנגיעות תחת רשתות פנינה וצהובה עמדה על כ-20% מהצמחים והנגיעות תחת רשת 50 מש הייתה אפסית (תוצאות לא מוצגות).

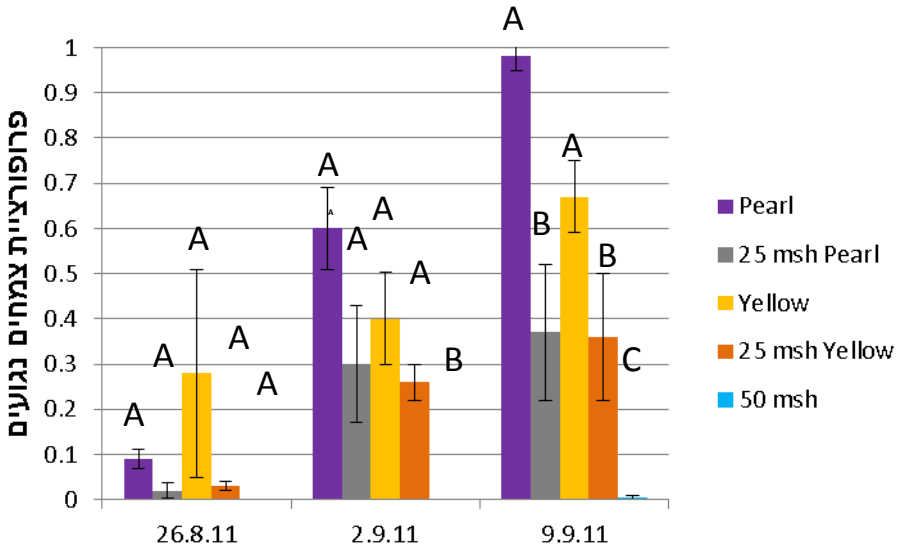
בעונת 2011, נערך ניטור מקיף ומסודר של רמת הנגיעות בוירוס ושל רמת הלכידות של כע"ט לאורך העונה, להלן התוצאות:



איור 6: מספר ממוצע של בוגרים במלכודת מהמין כנימת עש הטבק (*Bemisia tabaci*) במבני הרשת השונים בעונת 2011 (ממוצע של 8 חזרות לבדיקה).

אותיות שונות בתוך כל תאריך בדיקה מצביעות על הבדלים מובהקים (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).

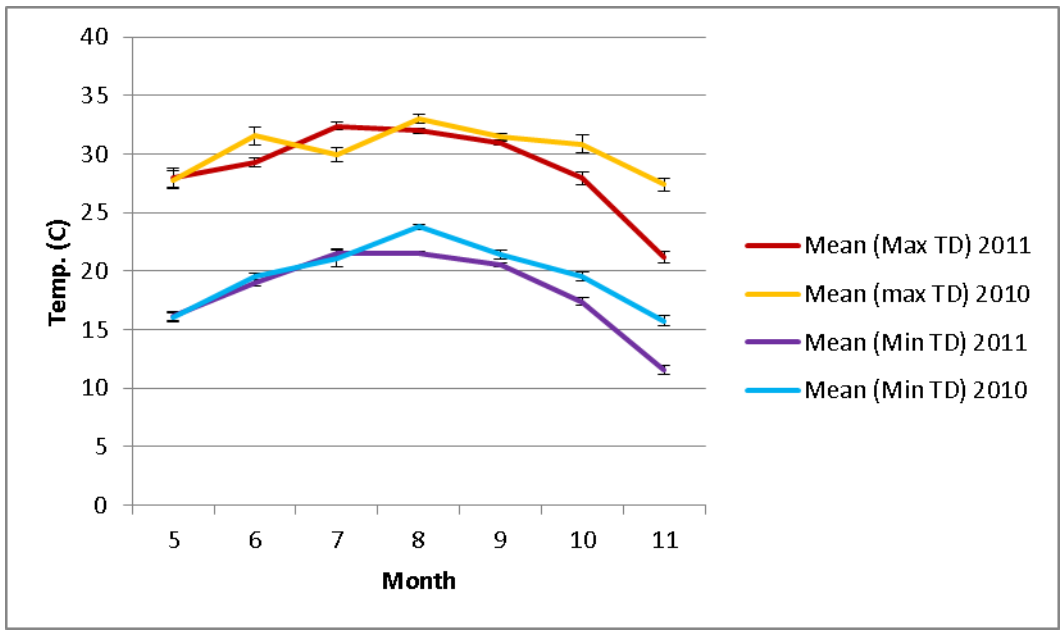
ניתן לראות כי ישנם הבדלים מובהקים בין הטיפולים (One Way ANOVA, $P<0.05$): רמת הלכידות הגבוהה ביותר, נמדדה תחת רשת פנינה ורמת הלכידות הנמוכה ביותר (אפסית), נמדדה תחת רשת 50 מש. בחלק מהתאריכים ישנם הבדלים מובהקים בין רמת הלכידות הגבוהה יותר ברשת צהובה לזו שברשת 25 מש צהובה (איור 6).



איור 7: ממוצע פרופורציית הצמחים הנגועים בוירוס צהבון האמיר במבני הרשת השונים בעונת 2011 (ממוצע של 4 חזרות).

אותיות שונות בתוך כל תאריך בדיקה מצביעות על הבדלים מובהקים (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).

פרופורציית הצמחים הנגועים בוירוס צהבון האמיר במהלך ספטמבר הייתה שונה בצורה משמעותית (OneWay ANOVA, $P<0.05$) בין מבני הרשת וגבוהה בצורה מובהקת תחת רשת פנינה בהשוואה לרשת 50 מש ברוב מועדי הבדיקה לאורך כל העונה. נראה כי ישנו יתרון קל לרשת 25 מש צהובה ע"פ רשת צהובה (איור 7).



איור 8: טמפ' מקסימום ומינימום חודשית לאורך העונות 2010-2011 (ממוצע חודשי לטמפ' המקס' או המינ' היומית)

דיון ומסקנות

מטרת מחקר זה, שנערך בשנים 2010 - 2011, הייתה לבחון כיצד מושפע גידול עגבניות קיצי מכיסוי ברשתות צל צבעוניות שונות, בהשוואה לכיסוי ברשת 50 מש שקופה כטיפול המסחרי (ביקורת). הנחת היסוד הייתה שרשתות הצל עשויות להקנות יתרון מיקרו-אקלימי שיביא לשיפור הפוריות, ובתנאי שהן תספקנה גם הגנה נאותה ממזיקים ומחלות וירוס. באופן כללי נמצא כי לכל רשתות הצל אכן יש יתרון מיקרו-אקלימי של הפחתת טמפ׳ היום לעומת רשת 50 מש. מבין רשתות הצל השונות (כולל רשתות 25 מש), לרשת הצהובה היה יתרון בכמות היבול הראוי השיווק. אולם בהשוואה לביקורת (50 מש), בעונת 2010 לא נמצא יתרון לרשת זו, ובעונת 2011 ניכר הבדל משמעותי עם יתרון ברור לטיפול הביקורת.

לפי התוצאות שהתקבלו בעונת 2010, לרשתות צהובה ופנינה יתרון בהפחתת חדירה של מזיקים למבנה בהשוואה לרשתות הצל שחורה ואדומה. לרשת שחורה יתרון קל בהפחתת הטמפ׳ במהלך היום על פני הרשתות הצבעוניות, למרות יתרון זה נראה הבדל ברור במדדי היבול והפוריות לטובת הרשתות הצבעוניות פנינה וצהובה על פני הרשת השחורה בעונת 2010.

לעומת רשתות הצל הצבעוניות, רשת 50 מש מגדילה במידה הרבה ביותר את אחוז האור המפוזר, כ- 60% אור מפוזר בהשוואה ל- 30-40% ברשתות הצל הצבעוניות ובהשוואה ל- 15-20% ברשת שחורה או ללא רשת. יתרון זה בנוסף על מניעה טובה של חדירת מזיקים למבנה ונגיעות בוצ״א, מעניקה לרשת זו יתרון ברור ביבול ובאיכות הפרי ע״פ רשתות הצל שחורה ואדומה. אולם, כאשר משווים את הרשתות הצבעוניות פנינה וצהובה לרשת 50 מש תמונת המצב שונה. בתנאים ששררו בעונת 2010, קרי: קיץ חם וארוך (איור 8) ושימוש בזן עגבנייה בעל סבילות ויראלית וחיי מדף נמוכים, באו לידי ביטוי היתרונות של רשתות פנינה וצהובה. שיפור המיקרואקלים ברשתות הצל המאוררות ויתרון בהגנת הצומח עקב השפעה פוטוסלקטיבית על מזיקים, הביאו את רשתות אלו לתוצאות דומות לאלו שהתקבלו בביקורת המסחרית (50 מש) מבחינת יבול, איכות פרי וברשת הצהובה גם מבחינת מדדי הצימוח, כל זאת למרות החוסר בהגנה הפיזית מפני מזיקים ווירוסים הקיימת בטיפול המסחרי.

בעונת 2011, הוצאו טיפולי הרשתות שחורה ואדומה והוכנסו במקומם רשתות 25 מש פנינה וצהובה בעלות תכונות פוטוסלקטיביות דומות לרשתות פנינה וצהובה בהתאמה. המטרה הייתה לשפר את ההתמודדות עם גורם הגנת הצומח ע״י הקטנת גודל החורים, להוסיף לרשת פיגמנט פוטוסלקטיבי בעל יתרון כפי שנלמד מעונת 2010 ועם זאת להישאר ביתרון מיקרואקלימי ע״פ הרשת המסחרית, 50 מש. כמו כן הוחלף הזן ״טובי סטאר״ בזן ״ליריתי״ בכל הרשתות בהנחה שזן זה סביל יותר לוצ״א ובעל חיי מדף טובים יותר. מתוצאות הניסוי בעונה זו נראה כי בתנאים ששררו בעונה זו, קרי: קיץ קצר יותר ופחות חם- טמפ׳ מינימום נמוכות יותר (איור 8) ושימוש בזן עגבנייה בעל סבילות גבוהה יותר לוצ״א ובעל חיי מדף ארוכים יותר, לרשת 50 מש יתרון ברור בפוריות, ביבול, באיכות הפרי לאחר קטיף ובהתמודדות עם מזיקים ווירוסים על פני יתר הרשתות שבניסוי. בסה״כ כשמשווים את הרשתות 50 מש ופנינה נצפה קשר בין גודל האוכלוסייה של כנימות העש, פרופורציית הצמחים המראים סימני נגיעות בוצ״א, וכמות היבול. שכלול התמורות (Trade-off) המיוחל שבו השיפור האקלימי יפצה על העלייה בצפיפות המזיקים לא בא לידי ביטוי בצורה מספקת בקיץ מתון מאחר והפגיעה של טמפ׳ גבוהות בחנטה ובפוריות הצמחים תחת רשת 50 מש בעונה זו, פחות משמעותית מאשר

פגיעתו של וצ״א בפוריות הצמחים ובאיכות הפרי ביתר הרשתות. לכן על אף שנמצא יתרון מיקרואקלימי לכל הרשתות שנבחנו ע״פ רשת 50 מש ולמרות שיפור ההתמודדות עם מזיקים ווירוסים ברשתות ה-25 מש, רשת 50 מש נמצאה כטיפול המיטבי בעונה זו. יש לציין שישנם יתרונות נוספים לרשת 50 מש שלא נזכרו עד כה והם: הפחתת התדירות בשימוש בחומרי הדברה ובמקרה של הארכת עונת הגידול בתקופת הקיץ ישנו יתרון נוסף בהתמודדות עם מזיקים שונים לאורך זמן, כל עוד מקפידים על סגירת המבנה ומונעים פיסית את כניסת המזיקים. אולם חשוב לזכור שאנו עומדים בפני שינויים הולכים וגוברים בתנאי האקלים בסביבה אשר נעשים קיצוניים יותר. האיום על גידול עגבניות קיצי עשוי לגדול, במצב כזה יתרון מיקרואקלימי שיש לרשתות הצל הצבעוניות לעומת רשתות 50 מש (ידידותיות יותר לעובדים ולצמחים ומתאימות יותר לגידול באזורים חמים כבנגב), בשילוב זמינותם המסחרית של זני עגבנייה בעלי עמידות טובה לוצ״א, עשויים להקנות עדיפות לרשתות צבעוניות ע״פ רשת 50 מש. כמו כן פיתוחים טכנולוגיים עתידיים יכולים לשלב בין היתרונות שנמצאו לרשתות הצבעוניות צהובה ופנינה עם תכונות נוספות של סינון פוטוסלקטיבי ותכונות מיטיבות של רשת 50 מש ובכך לשפר את גידול העגבניות הקיצי.

במחקר זה, שבחן לראשונה את ההבדלים בגידול עגבנייה תחת רשתות צל צבעוניות בהשוואה לרשת 50 מש, פוטנציאל שימושי רב ליישומים חקלאיים בגידולי ירקות בבתי צמיחה באזור הנגב. המחקר הנוכחי הינו מרכיב חיוני בחיפוש אחר פתרונות להתמודדות עם חנטה בחום בגידול עגבניות קיצי ולשיפור הגידול של ירקות בבתי צמיחה בכלל. כמו כן מחקר זה עסק במאפיינים רבים המתארים את השפעת הרשתות השונות על הצמח השלם ועל גורמי הסביבה המשפיעים עליו ומציג תמונה ראשונית המתארת את השפעת הרשתות הצבעוניות השונות על גורמים כגון: חנטה בחום, איכות הפרי, פעילות דבורים ונגיעות במזיקים ווירוסים בגידול העגבנייה. לפיכך, על מנת להבין את אופן פעולתם של המנגנונים והגורמים העומדים מאחורי ההשפעה של הרשתות השונות יש להמשיך את המחקר בתחום ולשים דגש על נושאים אלו, ובמקביל לחתור להבנת ההשלכות החקלאיות הצפויות עקב השימוש ברשתות מסוגים שונים בגידולים שונים.

הבעת תודה,
לצוות המו״פ המסור ולצוותי המחקר מהמעבדה של פרופ׳ אלי פליק ומהמעבדה של ד״ר יוספה שחק ממנהל המחקר החקלאי.