

מאיר טייטל, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי
חמי ברקו, אהרון שיקר ג"י, רני חן, עדנה מצרפי,
 מושב פארן

ירם צביאלי, לשכת הדרכה נגב, שה"מ
בני גמליאל, המחלקה לירקות, שה"מ
רמי גולן, ישראל צברי, מו"פ ערבה

בהירים שבהם העננות מועטה ושטף הקרינה הסולארית והקרינה ארוכת הגל הוא רב.

קרה קרינתית היא השכיחה והממושכת יותר, ולכן גם המסוכנת יותר לגידולים. בערבה התמודדו עם בעיית הקרה באמצעים שונים: הפעלת מערכת טפטוף מים, שימוש במאווררים, ובשנים האחרונות גם האמצעי היקר של הפעלת מסוקים לפיזור האוויר הקר שבסמוך לקרקע, וכיסוי ברשתות צל.

הרשתות מצמצמות במידה ניכרת את בריחת החום מהקרקע ויוצרות מיקרואקלים השונה מהאקלים בחוץ והנוח לשמירת הצמחים במצב תקין וללא נזקים גם בעת קרה. כיסוי השדות נעשה תחילה בדרך פשוטה, על-ידי פרישת הרשת על-פני הגידול עצמו, ומאוחר יותר - בדרך של בניית בית רשת, כשהרשת מתוחה בגובה כ-2.5 מטרים מעל הקרקע.

חלקם של שטחי הפלפל ליצוא בבתי רשת מסך הגידול בערבה גדל מעונה לעונה (טבלה 1); רובם הגדול בשדות מושב פארן. מספר שאלות נשאלו המשתמשים ברשתות צל בפלפל, גם לאחר מספר עונות גידול:

- 1) מהי השפעת הרשת על גדילת הפלפל בכיסוי במועדים שונים, ומהו המועד הרצוי לכיסוי ברשת למטרות השונות.
- 2) מהי הרשת שתתן את ההגנה הטובה מנוקי הקרה. במטרה לבסס את היידע הקיים בדבר השימושים השונים ברשת והשפעתם על פרמטרים של צמיחה, יכול ואיכות הפרי בפלפל, ולהוסיף עליו עוד ידע ספציפי הנובע מהשאלות הנ"ל - הועמדו בעונת 1992/3 שתי תצפיות בבתי רשת במושב פארן.

השפעות הכיסוי של רשתות צל בבית רשת על גידול פלפל סתווי ליצוא - נבדקו בשתי תצפיות במושב פארן. התצפיות נערכו בשטחי גידול מסחריים.

(א) נבדקו 3 מועדי כיסוי ברשת 20%: לאחר דילול השתילים (כיסוי מוקדם), בחנטה מלאה ובשבירת צבע. השפעתה העיקרית של הרשת בכיסוי המוקדם התבטאה בבניית צמח גבוה ופתוח, בדחיית הקטיף ובפריסה ממושכת יותר של הקטיף מאשר בכיסויים המאוחרים. רשת 20% בכיסוי מוקדם לא נתנה הגנה מספקת על הגידול מנזקי קרה.

(ב) נבדקו 11 רשתות צל בכיסוי מאוחר למטרת הגנה מקרה. רשת מצופה אלומיניום 50% צל ורשת 60% נתנו הגנה טובה על הצמחים מנזקי הקרה החזקה שאירעה בפארן ב-16 - 18 בינואר 1993. ברשתות של עד 30% התקבל פחות פרי כתום מבשאר הרשתות. ברשתות של שיעורי צל גדולים התקבלה דחייה של הקטיף.

מבוא

השימוש החקלאי ברשתות צל נעשה למטרות שונות: הפחתת קרינה והורדת טמפרטורה, שמירת לחות השטח לאחר זריעה או לאחר שתילה, הקלה על קליטת השתילים, קביעת אופי נוף הצמחים ועל-ידי כך קביעת התפלגות היכול במשך הקטיף, ויסות ההבשלה והגנה מפני קרה.

על סמך ניסויים קודמים בשימוש ברשתות צל בגידול פלפל (2), (3, 4), ניסויים שנעשו בתחנות-הניסיונות בעין-יהב בשנת 1978/9 ובחצבה בשנים 1988 - 1989, הומלץ לחקלאי האיזור השימוש ברשת 20% - 25% צל למטרת דחיית הקטיף לחודשים פברואר-מרץ.

במהלך העונות התברר כי שדות פלפל שכוסו ברשתות צל למטרה זו - לא נפגעו או נפגעו פחות. מסיבה זו הורחב עוד יותר השימוש ברשתות, והשתמשו בהן כאמצעי להפחתת נזקי קרה.

תופעת הקרה גורמת נזקים רבים לחקלאות, עד כדי השמדת יבולים לחלוטין. מכאן הצורך להתמודד עם הבעיה ולנסות להפחית את הנזקים ככל האפשר.

אחד האזורים המועדים לנזקי קרה הוא הערבה, בייחוד איזור פארן (1).

הקרה מתרחשת בלילות שבהם כמעט אין רוח והשמים בהירים. בהעדר עננות ובשמים בהירים מאבדות הקרקע ושכבת האוויר שמעליה כמויות חום גדולות בקרינה ארוכת-גל לרקיע, ומתוצאה מכך יורדת טמפרטורת האוויר בשכבות הקרובות לקרקע (שכבת האינורסיה). לילות כאלה הם בדרך-כלל לאחר ימים

טבלה 1. היקף שטחי גידול הפלפל ליצוא בערבה בעונות האחרונות - בשטח גלוי, בבתי רשת ובבתי צמיחה, דונמים.

1992/3	1991/2	1990/91	1989/90	1988/9	
1403	1660	1750	1460	1520	שטח גלוי
673	350	180	40	10	בית רשת
28	20	200	110	40	בית צמיחה
2094	2030	2130	1610	1570	סה"כ

או מועדי כיסוי ברשת חמרים ושיטות

הכנת השטח ומהלך הגידול

התצפית נערכה במשך ברקן-שיקר ג"י (פארן), בבית רשת (אלכס פלג), בגידול מסחרי. הגידול נעשה בערוגות ברוחב 1.30 מטרים, 2 שורות בערוגה. הכנת השטח, חיטוי הקרקע ואגרונטניקת הגידול (כולל השקיה,

דישון וטיפולי הגנת הצומח) נעשו בהתאם להמלצות שה"מ לאיזור.

בתאריך 5/8 נזרע פלפל מהזן "מאור". דילול ושתילת השלמה נעשו ב-5/9 לעומד סופי של 8 צמחים למטר ערוגה, כ-6100 צמחים לדונם.

השטח כוסה ברשת 20% לבנה (פולישק) בשלושה מועדים: לאחר דילול, 5/9; בחנטה מלאה, 12/11; בשבירת צבע, 11/12. בכל אחד מהמועדים כוסה כ-0.6 דונם.

במהלך הגידול נעשו ספירה ומיפוי של פירות לפי קומת הצמח, כדי לאפיין את ריכוז הפרי או פיזורו על פני הצמח.

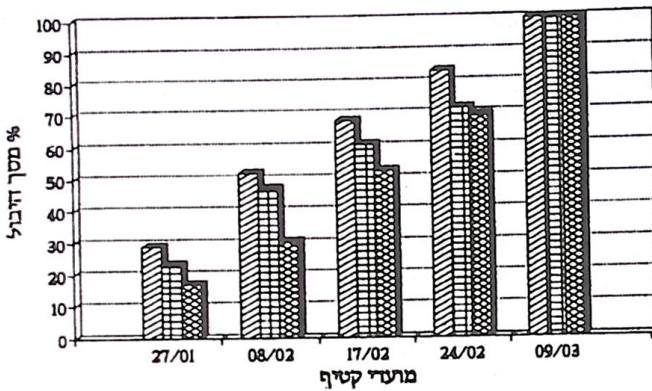
נעשו 5 קטיפות, בתאריכים 27/1, 8/2, 17/2, 24/2 ו-9/3. להערכת היבול, נקטף בכל טיפול (מועד כיסוי) יבול 2 חלקות דגימה בגודל 10 מטרים של ערוגה, 13 מ"ר.

היבול מוין בהתאם לפרמטרים המקובלים במיון ליצוא. במהלך הקטיפות נלקחו מדגמי פרי לבדיקות בסימולציה ליצוא: השהיה של 12 יום ב-8 מ"צ ויומיים נוספים ב-20 מ"צ.

טבלה 3. התפלגות היבול המצטבר לסוגי איכות.

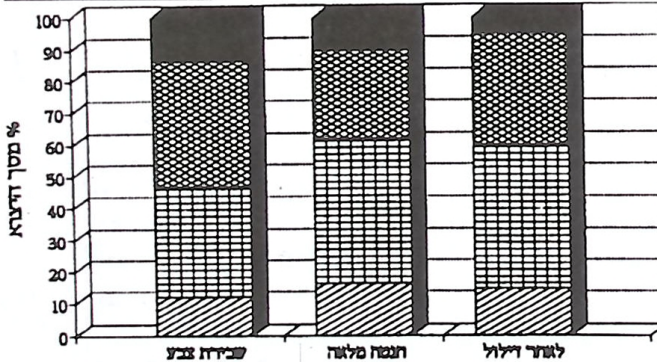
מועד הכיסוי ברשת	אחוז יצוא	יבול, ק"ג/מ"ר		
		שוק מקומי	יצוא	כללי
לאחר דילול	56	2.4	3.7	6.6
חנטה מלאה	57	3.1	4.9	8.6
שבירת צבע	59	2.5	4.8	8.0

דיאגרמה 1. אחוז מצטבר של היבול במועדי הקטיפה השונים, בהתאם למועדי הכיסוי ברשת צל.



לאחר דילול, חנטה מלאה, שבירת צבע

דיאגרמה 2. התפלגות הפרי ליצוא לגדלים, בהתאם למועדי הכיסוי ברשת צל.



גודל S, גודל M, גודל L, גודל EL

או "בחנטה מלאה". לפרמטר זה יכולה להיות משמעות כלכלית - אם משולם לחקלאי מחיר שונה לכל גודל פרי.

סיכום ומסקנות

בתצפית גידול לפלל בבית רשת נבדקו שלושה מועדי כיסוי: לאחר דילול, בחנטה מלאה, לאחר שבירת צבע. כיסוי מוקדם (לאחר דילול) גרם קטיף מאוחר ופחיתה יחסית בשיעור הפרי הגדול.

אחרי-כן נבדקו תכונות האיכות, חושב ציון לכל תכונה בנפרד בסולם של 1 - 10, ושוקללו ציוני האיכות של כל התכונות לציון איכות כללי לפי המפתח הבא: מוצקות (אחוז פרי מוצק, גמיש ו"זקן" - 32% מהציון הכללי), אחידות צבע (16%), פרי כתום (אחוז הפרי שיותר ממחצית היקפו כתומה - 19%), סידוק לחיים (13%), התבקעויות פיטם (10%), רגולריות ואחידות צורה (10%).

תוצאות ודין

בחלקת הפלפל שכוסתה ברשת מוקדם (בשלב דילול הצמחים) פיתחו הצמחים נוף גבוה ופתוח. בחלקה זו חלה "הזזה" של קומות הפרי כלפי מעלה, כמפורט בטבלה 2. הזזה זו של קומות הפרי באה לידי ביטוי גם בפריסה יותר אחידה של כמות הפרי על פני כל הקטיפות, ואילו בטיפולי הכיסוי המאוחר ברשת התקבל ריכוז של הפרי בקטיפות הראשונות (דיאגרמה 1). תוצאות אלו מתאימות לתוצאות ניסויים קודמים שערכו בערבה רילסקה וחובריה (2, 3, 4). לדחיית הקטיף בבתי הרשת לעבר חודש מרס יש יתרון שיווקי, המתבטא בביקוש רב יותר לפלפל מאשר בתחילת הקטיף (דצמבר - ינואר), ובמחירים גבוהים יותר. מאידך גיסא יש בדחייה זו סיכון מסוים בהחזקת הפרי לזמן רב יותר בשטח ולחשיפה ארוכה יותר לסיכוני קרה, כפי שאכן נוכחנו (ראה בהמשך הדיון).

היבול והתפלגותו לסוגי איכות - בטבלה 3. נתוני היבול בחלקת הדגימות מקבילים לתוצאות שהושגו בגידול המסחרי בחלקת החקלאי. היבול שנקטף במועד "כיסוי מוקדם" פחות מבשני המועדים האחרים. ניתן להסביר את ההבדל בכך, שבחלקה זו ("כיסוי מוקדם") נמצא יותר פרי בקומות העליונות של הצמח, קומות שנפגעו בקרה החזקה שפקדה את פארן לביל 16 - 17 בינואר. רשתות 20% צל לא סיפקו הגנה מספקת מפני קרה, ולכן נפגע יותר, יחסית, פוטנציאל היבול של הצמחים בחלקה זו.

מבחינת איכות הפרי, לא נמצאו הפרשים באחוז היצוא כפי שנקבע במיון הפרי ובציון האיכות הכללי (טבלה 3) כפי שנמצא לאחר מבדק ההשחיה.

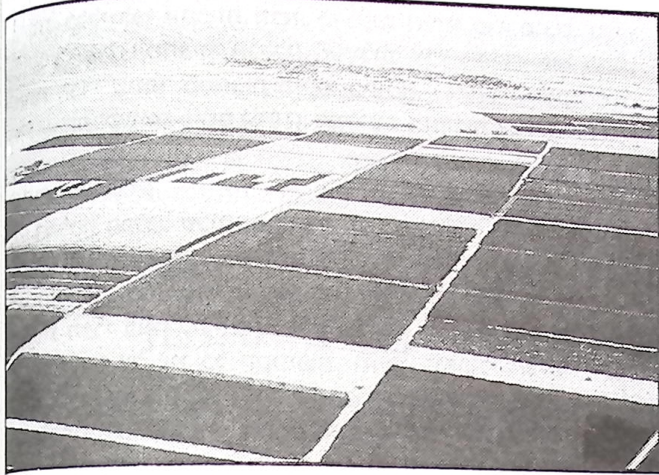
בהתפלגות הפרי ליצוא לפי גדלים (דיאגרמה 2) נראה כי בכיסוי מאוחר של הצמחים ברשת, לאחר "שבירת צבע", התקבל יותר פרי בגודל L+EL מאשר בכיסוי "לאחר דילול"

טבלה 2. התפלגות הפרי על הצמח לפי קומות.

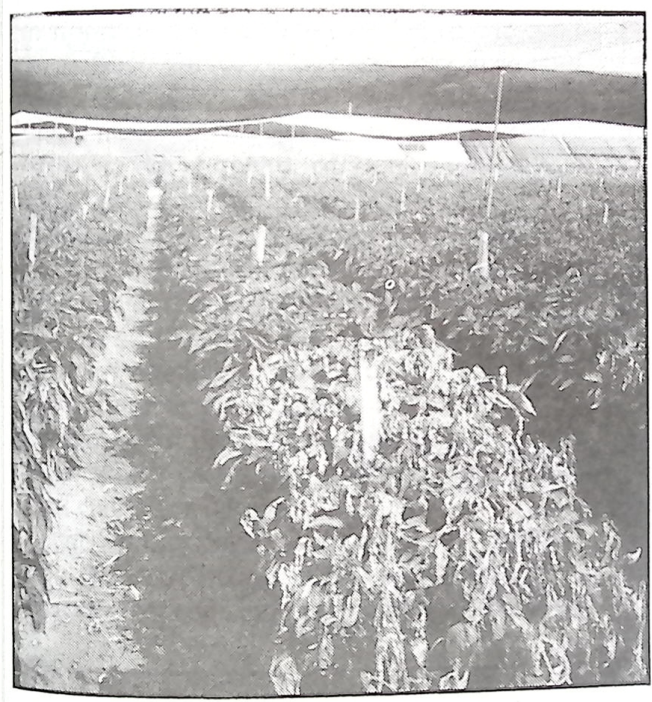
פירות לצמח	קומות פרי -						
	7	6	5	4	3	2	1
מספר פירות לקומה							
דילול	0.1	1.1	2.4	2.5	1.8	0.4	0
חנטה מלאה	0.1	0.7	1.7	2.6	2.5	1.3	0.1
שבירת צבע	0.4	0.7	2.2	2.5	2.1	1.0	0.1
% מצטבר של פירות לקומה ¹							
דילול	100	99	87	57	27	5	0
חנטה מלאה	100	99	92	73	44	16	1
שבירת צבע	100	96	88	65	37	12	1

¹ ממוצע של 20 צמחים, מדידה בתאריך 2/2.

תמונה 1. תצפית הרשתות נגד קרה: מראה מהאוויר.



תמונה 2. נזקי קרה בפלפל, בגידול תחת רוב סוגי הרשתות. הצמחים הנראים בהירים יותר נפגעו מהקרה.



בשטח בית הרשת הוצבה בתאריך 6/1 מערכת מדידה, בידוי צוות המכון להנדסה חקלאית. בשל מחסור באמצעי מדידה, רק חלק מייצג של הרשתות נבדק. באזורים שנבחרו, נמדדו נתוני טמפרטורה וקרינה מתחת לרשת ומעליה. בנוסף, נמדדו נתונים אלו מחוץ לשטח הגידול וכן בשדה שכן שבו הייתה הרשת מונחת על פני הצמחים (להלן "רשת נמוכה"), לשם השוואה בין שיטות שונות של כיסוי ברשתות.

תוצאות ודין נזקי קרה ומדידות אקלימיות

בלילות שבין 16 ל-19 בינואר, ובייחוד בין 16 ל-17 בו, שררו באיזור פארן תנאי קרה, שלדברי ותיקי האיזור היה זה אירוע הקרה הקשה ביותר הזכור להם. שטחי גידול רבים בסביבת

צמחים שכוסו מוקדם - יבולם נפגע מקרה במידה מרובה יחסית, בגלל ריכוז פרי בקומות העליונות של הצמחים. ניתן להשתמש בשיטת הכיסוי המוקדם ברשת 20% למטרת דחיית הקטיף ופריסתו; אולם יש לדאוג לשיפור ההגנה הניתנת לשדה "ערב הקרה" - על-ידי החלפת הרשת לרשת צפופה יותר, או תוספת רשת על-פני הצמחים.

בו רשתות צל נגד קרה הכנת השטח ומהלך הגידול

התצפית נערכה במשק רני חן (פארן) בבית רשת (אלכס פלג), בגידול מסחרי של פלפל מהזן "מאור". גידול הפלפל נעשה בערוגות ברוחב 1.4 מ', 2 שורות צמחים בערוגה. הכנת השטח, חיטוי הקרקע ואגרונטכניקת הגידול (השקיה, דישון וטיפול הגנת הצומח) נעשו בהתאם להמלצת שהיימ לאיזור. השטח נורע בתאריך 9/8; דילול ושתילת השלמה נעשו ב-7/9 לעומד סופי של 8 צמחים למטר ערוגה, כ-5700 צמחים לדונם. בתאריך 28/11, המועד המקובל באיזור פארן לכיסוי פלפל נגד קרה, כוסה השטח ברשתות.

נעשו ארבע קטיפות בתאריכים 3/2, 10/2, 17/2 ו-9/3. כדי לקבל הרשת כמות היבול וטיבו מתחת לסוגים השונים של הרשתות - נעשתה דגימה מחלקות בגודל 4.2 מ"ר מתחת לכל רשת. היבול מוין על-פי הפרמטרים המקובלים בפלפל ליצוא. בנוסף נלקחו מדגמי פרי לבדיקת איכות וחיי-מדף בסימולציה ליצוא.

מערכת התצפית והמדידות

שטח בית הרשת (כ-5 ד') חולק ל-20 אזורים בגודל 10 x 22 מ', וכל איזור כוסה ברשת שונה (תמונה 1) כדי לבחון את ההשפעה של סוג הרשת על התפתחות קרה מתחתיה. הרשתות נמתחו בגובה של כ-2.5 מטר מעל הקרקע. פירוט הרשתות שבהן נעשה שימוש וחישוב אחוזי הצל האמיתיים - בטבלה 4.

טבלה 4. הרשתות ששימשו בתצפית.

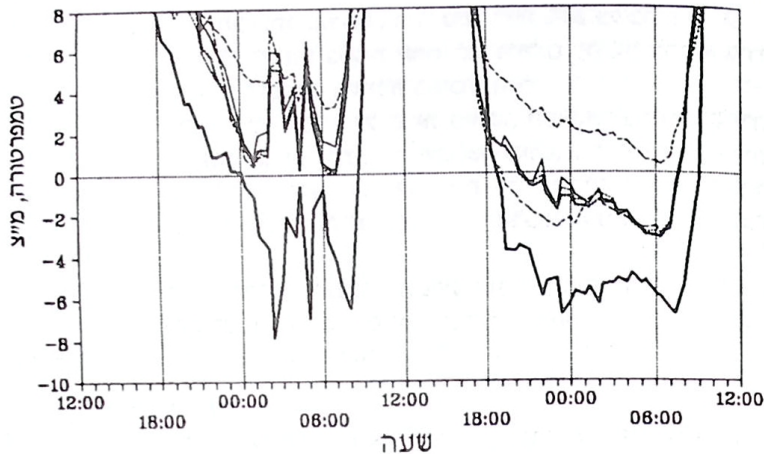
הייצורן וסוג הרשת	קרינה מתחת לרשת ²	% צל ³
בן-צור-דרויאנוב, 20% לבנה	59500	26
פולישק, 20% לבנה	58800	27
קליינמן-מטאור, 20% לבנה	61860	23
תמ"ה, 18% לבנה	59700	26
בן-צור דרויאנוב, 30% שחורה	49310	39
פולישק, 30% שחורה	47350	41
תמ"ה, 30% שחורה	50300	37
פולישק, 40% שחורה ¹	37300	54
תמ"ה, 40% שחורה	32745	59
פולישק, אלומיניום 50%	35550	56
פולישק, 60% שחורה ¹	21600	73
פולישק, לבנה (שוליים) ¹	55500	31
תמ"ה, 30% שחורה (שוליים) ¹	48600	40

¹ חורה אחת. כל היתר - שתי חורות.
² לוכסים. מדידה במכשיר לוכס-מטר בתאריך 2/2. קרינת חוץ = 80440 לוכס.
³ אחוז צל חושב מתוך המשוואה $S = 1 - (Ri/Ro)$, כאשר Ri = קרינה בתוך בית רשת, Ro = קרינה מחוץ לבית הרשת.

הראשון, וכעבור מספר ימים - בהתייבשות חלקו העליון של נוף הצמחים (תמונה 2). נזקים אלו היו אחידים למדי בכל חלקות התצפית - חוץ מהחלקות המכוסות רשתות אלומיניום ו-60% צל. בחלקה המכוסה באלומיניום לא ניכרו כלל סימני נזק חזותיים, ובחלקת 60% צל היו הנזקים מועטים למראה. בדיאגרמה 3 - שינויי הטמפרטורה מתחת לרשתות השונות. בלילות שבין 16 ל-18 בינואר הגיעה הטמפרטורה עד למינוס 8 מ"צ. בדיאגרמה רואים בבירור, כי תחת כל הרשתות חוץ מרשת האלומיניום נמדדה בלילה הקר ביותר (16 - 17 בינואר) טמפרטורה נמוכה מ-0 מ"צ. יעילותה של רשת האלומיניום בשמירה על טמפרטורה גבוהה מ-0 מ"צ נשמרה לאורך כל התצפית. ההפרשים בטמפרטורה מתחת לרשתות השונות (לא כולל את רשת האלומיניום), הן בשעות היום והן בשעות הלילה, היו זניחים. לעומת זאת היתה הטמפרטורה ב"רשת נמוכה" (כיסוי רשת בשדה ישירות על-פני הצמחים) נמוכה יותר מהטמפרטורות שנמדדו מתחת לרשתות בבית-הרשת, ברוב לילות הניסוי, ב-2 מ"צ בקירוב.

התצפית וביתר שטחי פארן נפגעו, למרות אמצעי ההתגוננות שנקטו החקלאים, בכלל זה השקיה, רשתות ומסוקים. בחלקת התצפית הובחנו נזקים רבים, שהתבטאו חזותית בקמילת עלים שלב

דיאגרמה 3. מהלך הטמפרטורה בלילות הקרה 16 - 18 בינואר 1993, תחת רשתות שונות.



חוץ — רשת 30% — רשת 40% — אלומיניום — רשת נמוכה — 20% לבנה

יבול

מבחינת המשקל הכללי, משקל הפרי ליצוא ואחוזי

ניתן להשתמש בכיסוי מוקדם ברשת צל 20% לדחיית הקטיף ולפריסתו, אולם לשיפור ההגנה מפני קרה יש להחליף לרשת צפופה יותר או להוסיף רשת על פני הצמחים

טבלה 5. היבול הכללי וליצוא בהתאם לאחוזי הצל של הרשתות.

רשת - אחוז צל	משקל, ק"ג/מ"ר		אחוז יצוא	ציון איכות
	כללי	יצוא		
18 - 20	3.8	2.2	55	8.5
30	4.1	1.9	47	6.5
40	3.0	2.0	66	6.9
אלומיניום, 50	3.4	2.3	64	7.3
60	3.6	1.8	49	6.1

הרשת על-פני הצמח אינה יעילה בתנאי קרה חזקה כפי שהיתה בעונה זו, ויעילותה פחותה אפילו משל רשת 20% צל בבית רשת. נראה כי רשתות בעלות אחוזי צל גדולים עלולות להביא לידו דחיית הקטיף ופגיעה מסוימת באיכות הפרי. ניתן לחשוב בעתיד על בניית מיתקן, המאפשר פתיחה וסגירה של רשתות או החלפתן, כך שבמשך היום, הקרינה הסולארית שתעבור דרך הרשת (או ללא רשת כלל) תהיה מרובה ותעזור להתפתחות הצמח, ובלילה תוחלף הרשת בכזאת שתספק הגנה טובה נגד קרה.

מוצע לבדוק בתצפית נוספת את אפשרות הרשת הזחוחה (ניידת), רשתות אלומיניום נוספות בעלות אחוזי צל קטנים ביותר, וכן שילוב של שתי רשתות.

הבעת תודה

תודתנו לחברות בן-צור-דרוויאנוב, פולישק, קליינמן-מטאור ותמ"ה - על תרומת הרשתות לתצפית; לצוות המכון להנדסה חקלאית - על הקמת מערכת המדידה בתצפית; לדודו צוק ממושב פארן - על טיסת האולטרא-לייט לצילום האווירי.

ספרות

1. השירות המטאורולוגי, המחלקה למטאורולוגיה חקלאית (1987): מפת קרה 0.0°C ומטה, הנגב והערבה.
2. רילסקה אירית, שפילגמן מ., הרץ מ., יפה ע. (1979): גידול לפלל בתנאי הצללה. תוכנית מסי 255/005, דו"ח ניסויים בעונת 1978/79, מרכז וולקני, בית דגן.
3. רילסקה אירית, אלוני ב., שפילגמן מ., שן ש., רוזנפלד קטרינה, אדמתי ע., מיכאלי ד., צביאלי י. (1989): גידול לפלל בתנאים מוגנים בערבה. תוכנית מסי 255/0277, דו"ח ניסויים לשנת 1988, מרכז וולקני, בית דגן.
4. רילסקה אירית, אלוני ב., שפילגמן מ., שן ש., רוזנפלד קטרינה, מיכאלי ד., צביאלי י. (1990): שיפור איכות פרי הפלפל והגדלת היבול על ידי הארכת תקופת ההגנה בתנאי גידול מוגנים בערבה. תוכנית מסי 255/0277, דו"ח ניסויים לשנת 1989, מרכז וולקני, בית-דגן.

טבלה 6. התפלגות היבול לפי קטיפות, % מצטבר.

רשת - אחוזי צל	מקטיפה בתאריך -							
	9/3		3/3		17/2		10/2	
	יצוא	כללי	יצוא	כללי	יצוא	כללי	יצוא	כללי
18 - 20	100	100	94	93	27	34	8	15
30	100	100	81	85	14	28	9	17
40	100	100	85	77	12	11	0	0
אלומיניום, 50	100	100	58	61	0	0	0	0
60	100	100	42	57	8	12	8	12

סיכום ומסקנות

בתצפית זו נבדקו 11 רשתות שונות למטרת הגנה מפני נזקי קרה. רשתות אלומיניום ר-60% צל נראו היעילות ביותר, בהשוואה לשאר הרשתות, ולכן מומלץ להשתמש בהן בעתיד. נראה שפריסת