

## ניסוי חימום לילה ודילול חנטים בפלפל, תחנת יאיר 2006/7

שבתאי כהן, רבקה אופנבך, דודו אלקיים, יורם צביאלי, שי אהרון, שוש אליהו, רמי גולן - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

אביתר איתאל - לה"ד נגב, שה"מ, משרד החקלאות  
איתן פרסמן - המכון לגידולי שדה, מינהל המחקר החקלאי, משרד החקלאות  
אמנון בוסתן - המכונים לחקר המדבר, קמפוס ברגמן, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

### תקציר

השוואת היבול השנתי ליחידת שטח של פלפל בערבה עם נתונים מהולנד, למשל, מצביעה על פוטנציאל גדול לשיפור. מלבד זאת, מטרידה מאוד בעיית גליות הקטיפה ואיכות הפרי במרכז העונה. בהמשך לסדרת ניסויים קודמים שנערכו בתחנת יאיר בערבה ובתחנת זוהר בכיכר סדום, נבחנה בעונת הגידול 2006/7 השפעת חימום לילה ברמות שונות על היבול ואיכותו. בנוסף, נבחנה בעונה זו לראשונה השפעת דילול חנטים מבוססים בחלק הראשון של העונה על היבול ואיכותו. בבחינת משטר הטמפרטורות בחממות נמצא, כי החימום למינימום 17 מ"צ הוסיף כ- 5,000 שעות-מעלה כאשר הופעל עד תחילת מרץ, וכ- 1,300 שעות-מעלה כאשר בוצע במשך חודש אחד (15.11-15.12) בעוד שאר טיפולי החימום לא היו משמעותיים. החימום לא השפיע באופן מובהק על היבול הכללי, אך תרם להעלאת יבול היצוא מ- 8.7 לכ- 9.5 ק"ג למ"ר במוצע. תרומה זו חיבת להיבחן כלכלית מול עלות החימום. החימום גרם להקדמה ניכרת והעצמה של גל הקטיפה המוקדם על חשבון מרכז העונה. דילול החנטים גרם דווקא למיתון גליות הקטיפה ולהעברת חלק מהיבול למרכז העונה, אך לא הייתה לו השפעה ברורה על היבול הכללי או על היבול ליצוא. התברר, שפעולת הדילול החליפה נשירה טבעית ומאוחרת יותר של פירות במהלך התפתחות הפרי. בסופו של דבר, הדילול גרם להפחתה במספר הפירות המיוצאים ולעליה משמעותית, לא תמיד רצויה, בגודל הפרי. החימום בלילה ודילול החנטים מקזזים זה את זה ואינם פתרונות להעלאת היבול בפלפל בערבה, לפחות בשלב זה. הבעיה של "תקרת היבול" נובעת מכך שהיתרון היחסי של הערבה – קרינת שמש בחורף – אינו מספיק או שאינו מנוצל נכון. חימום לילה דווקא מחזק את עוצמת המבלעים בצמח ומחריף את חוסר האיזון עם המקורות. כדי להעלות את היבולים יש לטפל בהגדלת המקורות: יש לבחון את רמת הקרינה בתוך החממה עצמה במהלך העונה, לתקן מפגעים מפחיתי קרינה כהצטברות אבק בגג ובקירות, לבדוק סוגי כיסוי המאפשרים חדירה טובה יותר של קרינה פוטוסינתטית ולטפל בשאלת עיצוב הצמח וחדירת האור לתוכו. עם זאת, נותן מחקר זה בידי המגדל שני כלים להשפעה על מהלך עונת הקטיפה. בחינת העניין צריכה להיעשות בהיבט הכלכלי. מניסיון העבר, עונת השיווק והמחירים באירופה אינה יציבה ואינה ניתנת לחיזוי. מגדלים המעוניינים לפזר את הסיכון והסיכוי על פני העונה יכולים להשתמש בצורה מושכלת בחימום כדי להקדים בחלק מהחממות, ובדילול – כדי לדחות ולקבל יבולים אפילים יותר בחממות אחרות.

### מבוא

גידול הפלפל ליצוא הוא ענף הירקות המוביל בערבה בשנים האחרונות. שילוב של טכניקות גידול מחו"ל, זני איכות חדשים וניצול היתרון היחסי בערבה – חורף בהיר וחמים – הביאו לתנופה יוצאת דופן בענף. עם זאת, השוואת היבול השנתי ליחידת שטח בערבה עם נתונים מהולנד (6, 7), למשל, מצביעה על פוטנציאל גדול לשיפור. למרות התנאים הטובים יחסית בחורף, טמפרטורות הלילה במרכז העונה נמוכה יחסית

לממוצע היממתי (כ- 20 מ"צ) ועלולה אף לרדת מתחת ל- 10 מ"צ, תחום שאינו רצוי בפלפל. קטיף הפלפל בערבה מאופיין בשני גלים עיקריים - מוקדם (ינואר) ומאוחר (מרץ- מאי), אשר ביניהם שפל עמוק במהלך פברואר ומרץ. בנוסף לכך, איכות הפרי בעת השפל נמוכה ושיעורי היצוא נמוכים. תופעות אלה יוחסו, בין השאר, לטמפרטורות הנמוכות השוררות בעת הפריחה, החנטה והתפתחות הפרי משלהי נובמבר עד ינואר. בעיית גליות הקטיף בפלפל ידועה גם מאזורי גידול ממוזגים יותר ונקשרה ביחסי מקור-מבלע המשתנים במהלך הגידול. נמצא ששיטות שונות של דילול פרי מייצבות את הקטיף לאורך העונה ללא פגיעה ביבול (6). גם בניסויים בערבה נמצא שהסרה מוקדמת של פירות מעוותים מאפשרת חנטה והתפתחות של יותר פירות איכותיים בהמשך.

בארבע השנים האחרונות נערכו בתחנת יאיר ובתחנת זוהר מספר ניסויים במטרה לבדוק השפעת חימום לילה וחימום יום על יבול הפלפל ואיכותו (1-5). בכל הניסויים שנערכו בתחנת יאיר לא נמצאה עד כה תרומה לחימום לילה ואילו חימום יום מוגזם (לכ- 35 מ"צ) גרם לירידה משמעותית ביבול. בתחנת זוהר, לעומת זאת, נמצאה תרומה חיובית לחימום. הנחותינו בניסוי השנה היו, שהגורם המגביל את היבול בחורף הוא כושר חנטה והתפתחות הפרי בטמפרטורה נמוכה ואילו המקורות (פוטוסינתזה) אינם מוגבלים, או שאף יגדלו עם החימום. בנוסף לכך הנחנו, שהקטנה מסוימת של גל הקטיף הראשון תעודד היווצרות גל ביניים מוצלח החסר במרכז העונה. מטרת הניסוי בשנה זו היתה לבחון את שילוב הגורמים - חימום לילי בחלק הרלבנטי של העונה ודילול מוקדם של פירות - על גובה היבול ואיכותו ופיזור הקטיף במהלך העונה.

## חומרים ושיטות

הניסוי נערך בתחנת יאיר ב-4 מבני חממה בגודל של 340 מ"ר למבנה. המבנים מקושרים למערכת בקרת אקלים מתוצרת "אלדר" אשר פיקדה על רמת הטמפרטורה הנדרשת, באמצעות שליטה על וילונות המבנה וכמו כן על תנורי חימום. מחליפי החום של התנור פועלים באמצעות צנרת אלומיניום אשר מוזרמים בה מים חמים בטמפרטורה של 90 מעלות צלזיוס. המבנים מצוידים במסכי רשת אלומיניום ניידים הנשלטים באמצעות בקרת האקלים, הן לפי זמן והן בהתאם לרמות הקרינה, ובהתאם לדרישה. טיפולי האקלים הופסקו ב 2/3/07 כאשר טמפרטורות החוץ הממוצעות היומיות הגיעו לכ-21 מעלות צלסיוס.

טבלה 1. פירוט טיפולי האקלים.

הערות	טמפי' מ"צ יום/מקסימום	טמפי' מ"צ לילה/מינימום	חממה מס'
	26/28	17	12
בקורת	26/28	ללא חימום	8
	26/28	13	9
	26/28	*10\17	6

\*חממה 6 : חימום ל-17 מעלות לילה בין ה- 15/11-15/12 ולאחר מכן חימום ל 10 מעלות מינימום

הזן הנבחן היה סליקה שנשתל ב-5 לספטמבר 2006, בעומד צמחים של 3.3 צמחים למ"ר. הצמחים בחממה עוצבו והודלו בשיטה "הולנדית", כאשר כל צמח מעוצב לשני ענפים מרכזיים. קומות הפרחים 0, 1 ו- 2 הוסרו ולאחר מכן בטיפול הביקורת הושארו כל קומות הפרחים והפירות אשר הצמח מסוגל לשאת.

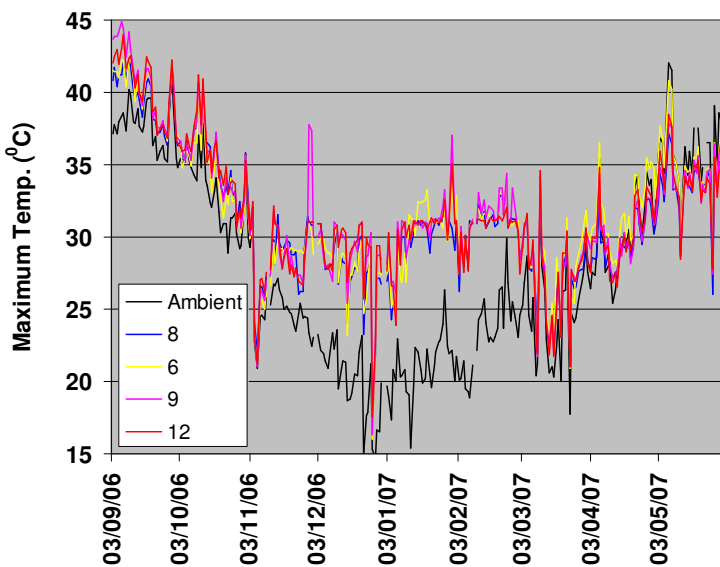
לכל קומת פרי הושארו כ- 3 עלים אשר מאפשרים את הזנתו של הפרי הקרוב אליהם, המאפשרים לו התפתחות מתאימה בהמשך, והוא הטיפול המקובל בשיטת העיצוב הנ"ל.

בנוסף לביקורת נבחנו עוד שלושה טיפולי עיצוב (דילול חנטים) כאשר בטיפול אחד בוצע דילוג על פרי אחד, בטיפול שני הוסרו שני פרחים והושאר פרי, ובטיפול השלישי הוסרו שלושה פרחים והושאר פרי אחד סה"כ ארבעה טיפולי הסרת פירות. טיפולי הסרת הפרי הופסקו ב-15.1.07 וכל טיפולי העיצוב חזרו לעיצוב המקורי של הביקורת כלומר השארת כל הפירות האפשריים על שני ענפי הצמח. טיפולי העיצוב נבחנו ב-3 חזרות בכל טיפולי האקלים, בכל חזרה אחד הצמחים שימש כצמח מדגם לצורך מעקב צמחי ובו נערך מעקב אחר הפרמטרים הבאים: תאריך חנטה, תאריך קטיף, משקל פרי ואיכותו החיצונית, וגובה הצמח. בנוסף נשקל יבול הפירות מכל החזרה אשר גודלה עמד על 7.5 מ"ר לחזרה. הפרי סווג ומויין לאיכות סוג א' (יצוא) וסוג ב'. הפרי באיכות יצוא הועבר לסימולציה לתנאי משלוח ליצוא בתחנת יאיר, במהלכו נשמר הפרי במשך 17 ימים בטמפרטורה של 7 מ"צ ב-95% לחות ולאחר מכן בטמפרטורה של 20 מ"צ למשך 3 ימים נוספים.

## תוצאות

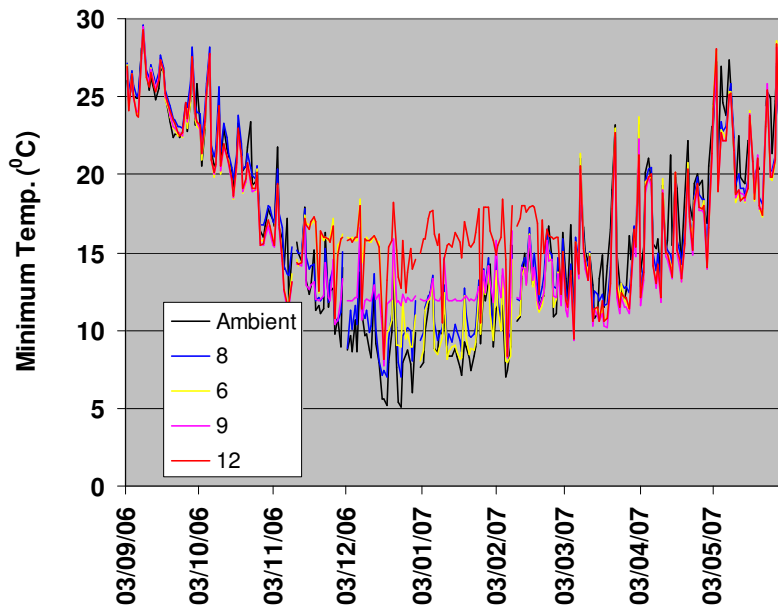
### השפעת טיפולי החימום על הטמפרטורה בחממות הניסוי

עד תחילת נובמבר היו טמפרטורות המקסימום בחממות (ציור 1) גבוהות עד כדי 5 מעלות מאלו שמחוץ לחממה. החל מנובמבר ובמהלך כל החורף התייצבו טמפרטורות המקסימום על כ- 30 מ"צ, לעיתים קרובות כ- 10 מ"צ יותר מאשר בחוץ. לא ניכר הבדל משמעותי מבחינה זו בין החממות. טמפרטורות המינימום (ציור 2) היו דומות בכל החממות עד מחצית נובמבר, אז הופעלו טיפולי החימום. ההפרש המשמעותי ביותר הושג בחממה מס' 12, שחוממה מידי לילה כך שהטמפרטורה לא תרד מתחת ל- 17 מ"צ. הפרש דומה הושג בחודש הראשון לחימום בחממה מס' 6, אך בהמשך, לאחר שהמינימום הוצב על 10 מ"צ, ההפרש מחממת הביקורת היה זניח. בחממה מס' 9 הושג מינימום יציב של כ- 12 מ"צ והפרש משמעותי מביקורת עד סוף ינואר. מתחילת פברואר עלו טמפרטורות המינימום מחוץ לחממות לכ- 13-15 מ"צ ומלבד חממה מס' 12, לא היה צורך לחמם יותר. כל



טיפולי חימום לילה הופסקו בתחילת מרץ. תרומת חימום הלילה בחממה מס' 12 הסתכמה בכ- 5,000 שעות-מעלה (כ- 208 ימי-מעלה) בהשוואה לחממת הביקורת. בחממה מס' 6 תרמה תקופת חימום של חודש אחד כ- 1,300 שעות-מעלה (32 ימי-מעלה), אך בהמשך העונה לא הניב סף הטמפרטורה הנמוך (10 מ"צ) כל תרומה. גם בחממה מס' 9 הייתה תרומת החימום לסף 13 מ"צ שולית, כ- 760 שעות-מעלה (כ- 16 ימי-מעלה).

ציור 1: טמפרטורות המקסימום שנרשמו במהלך העונה בחממות הניסוי (8-12) ובחוץ (קו שחור)



ציור 2 : טמפרטורות המינימום שנרשמו במהלך העונה בחממות הניסוי (8-12) ובחוץ (קו שחור)

השפעת החימום ודילול החנטים על מדדי יבול

ממוצע היבול הכללי היה 11.5 ק"ג למ"ר. לחימום ולדילול החנטים לא הייתה השפעה מובהקת על היבול הכללי, מלבד ירידה משמעותית בעקבות דילול 2: 1 (טבלה 2). היו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין חלק מהשילובים, אך רצוי לבחון זאת ברמת יבול היצוא.

טבלה 2 : יבול כללי (ק"ג/מ"ר)

ממוצעי חימום	טיפול דיילול				ביקורת	חימום
	3:1	2:1	1:1	ביקורת		
11.8	12.0*	11.5	11.7	12.0*	ביקורת	
11.5	11.2	10.3**	11.5	12.8*	מינימום 13	
11.4	11.8	10.8**	11.7	11.6	מינימום 10\17	
11.3	11.0	10.6**	12.2*	11.4	מינימום 17	
11.5	11.5	10.9**	11.7	11.9	ממוצעי דיילול	

טבלה 3 : יבול יצוא (ק"ג/מ"ר)

ממוצעי חימום	טיפולי דילול				חימום
	3:1	2:1	1:1	ביקורת	
8.7b	9.7*	7.8**	8.6	8.7	ביקורת
8.8b	8.9	7.5**	8.9	9.6*	מינימום 13
9.6a	10.1*	8.7	10.1*	9.5	מינימום 10\17
9.2ab	8.7	8.6	10.2*	9.1	מינימום 17
9.0	9.3	8.2**	9.5	9.2	ממוצעי דילול

טבלה 4 : שיעור היצוא (%)

ממוצעי חימום	טיפולי דילול				חימום
	3:1	2:1	1:1	ביקורת	
74b	81	68**	74	73**	ביקורת
76b	79	73**	78	75	מינימום 13
84a	85*	81	86*	82	מינימום 10\17
81ab	79	82	84*	79	מינימום 17
79	81	76	80	77	ממוצעי דילול

חלק מטיפולי החימום (מינימום 10\17 ובעיקר - מינימום 17) גרמו לעליה מובהקת ביבול המתאים ליצוא (טבלה 3). טיפולי הדילול לא שינו את כמות הפרי המיוצאת, למעט דילול 2:1, שבחלק מהמקרים גרם לירידה משמעותית. בהשוואה לביקורת, כמעט כל השילובים הביאו לעליה בשיעור היצוא (טבלה 4), אך לא תמיד עליה זו התבטאה בכמות יבול היצוא בפועל (טבלה 3). שילובים מצטיינים סומנו בטבלאות בכוכבית (\* ונחותים – בשתיים (\*\*)).

טבלה 5 : מספר פירות יצוא (פירות/מ"ר)

ממוצעי חימום	טיפולי דילול				חימום
	3:1	2:1	1:1	ביקורת	
40.2	44.2	34.7**	38.3	43.7	ביקורת
40.7	40.6	33.6**	40.4	48.1*	מינימום 13
42.6	44.2	37.9	42.8	45.4*	מינימום 10\17
43.4	39.7	39.1	47.9*	46.8*	מינימום 17
41.7	42.2b	36.3c	42.4b	46.0a	ממוצעי דילול

טיפול החימום לא שינו את מספר הפירות הראויים ליצוא, בעוד טיפולי הדילול הפחיתו מספר זה באופן מובהק (טבלה 5). ראויה לציון העובדה, שדווקא ללא דילול או בדילול מתון (1:1) טיפולי החימום הגדילו במידה מסוימת את מספר הפירות הראויים ליצוא. שילובים מצטיינים סומנו בטבלאות בכוכבית (\*) ונחותים – בשתיים (\*\*).

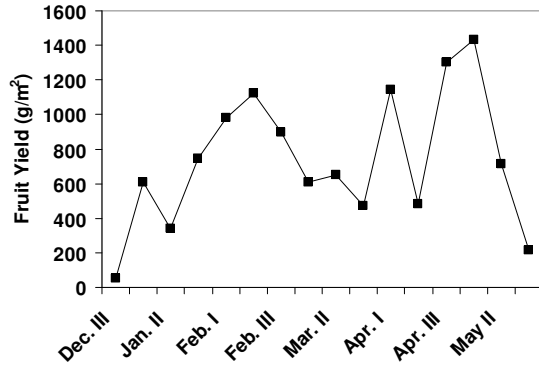
טבלה 6 : משקל פרי ליצוא (גרם/פרי)

ממוצעי	טיפול דילול				ביקורת	חימום
	3:1	2:1	1:1	חימום		
217	220	225	225	199**	ביקורת	
216	219	224	221	201**	מינימום 13	
225	228	229	235	208	מינימום 10\17*	
212	219	221	214	194**	מינימום 17	
218	222a	225a	224a	201b	ממוצעי דילול	

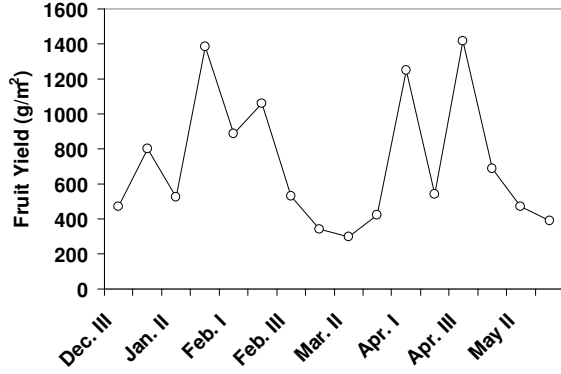
התרומה הברורה ביותר של טיפולי הדילול על מדדי היבול הייתה בהעלאת ממוצע גודל הפרי ליצוא, מדד שכמעט לא הושפע מטיפולי החימום (טבלה 6).

ההשפעה הברורה ביותר של טיפולי החימום הייתה על פיזור הקטיף במהלך העונה (ציור 3). בכל החממות החל הקטיף בסוף דצמבר והתאפיין בשני גלים עיקריים, הראשון במהלך ינואר - פברואר והשני באפריל - מאי. חודש מרץ התאפיין בדרך כלל בירידה משמעותית בקצב הקטיף. בחממת הביקורת היה הגל הראשון מתון מאוד בתחילתו והגיע לשיאו בסוף פברואר. הירידה בקצב הקטיף בחודש מרץ הייתה מתונה יחסית והוא עלה שוב באפריל - מאי. חימום למינימום 13 מ"צ (חממה 9) רק חידד את הגליות והעמיק את הירידה בקטיף במרץ. חימום למינימום 17 מ"צ למשך 30 יום (20.11-20.12) הגדיל מאוד את יבול מועד הקטיף הראשון על חשבון הבאים אחריו בגל הראשון, הקדים וקיצר מאוד את השפל במרכז העונה והקדים את גל הקטיף השני למחצית מרץ ואילך. חימום מתמשך למינימום 17 מ"צ (חממה 12) הקדים והעצים את גל הקטיף הראשון (שהסתיים בתחילת פברואר), העמיק והקדים מאוד את השפל במרכז העונה (פברואר ותחילת מרץ) ומיתן משמעותית את הגל השני באפריל ומאי (ציור 3).

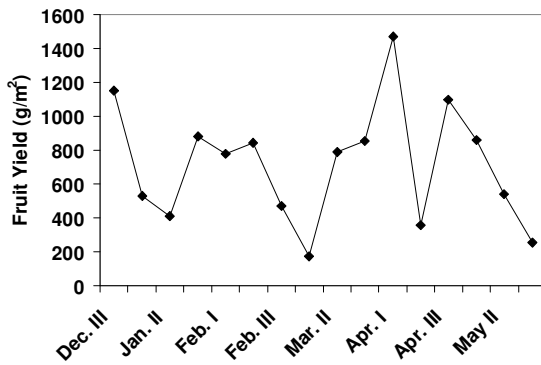
ביקורת (חממה 8)



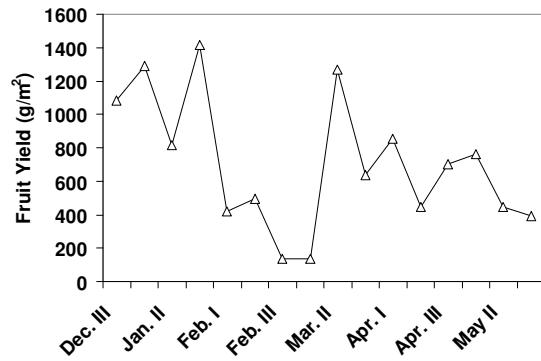
טמפ' מיני' 13 מ"צ (חממה 9)



טמפ' מיני' 17 מ"צ 20/11-20/12 (חממה 6)

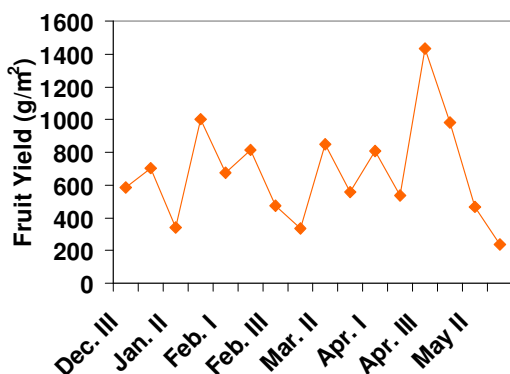


טמפ' מיני' 17 מ"צ (חממה 12)

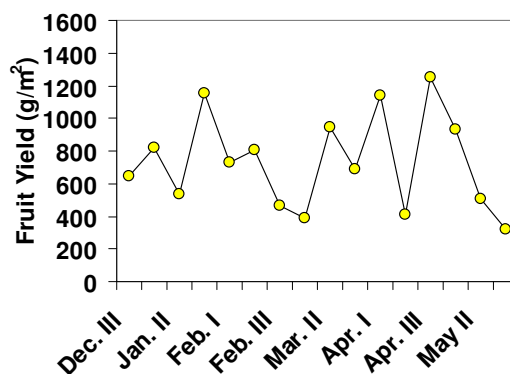


ציור 3 : השפעת חימום לילה על גליות היבול בפלפל (תחנת יאיר, 2006/7)

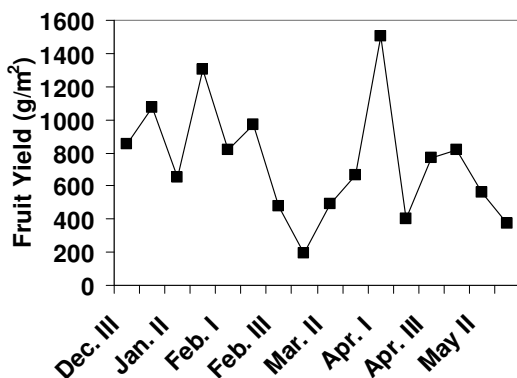
דילול 2:1



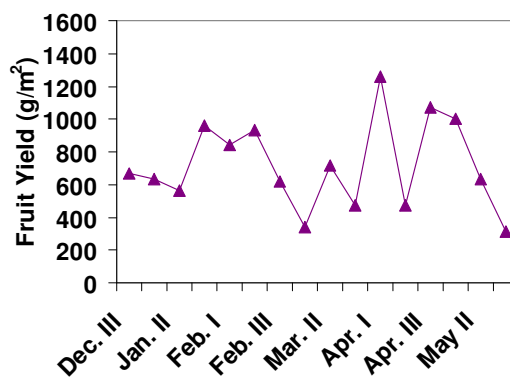
דילול 1:1



ביקורת



דילול 3:1

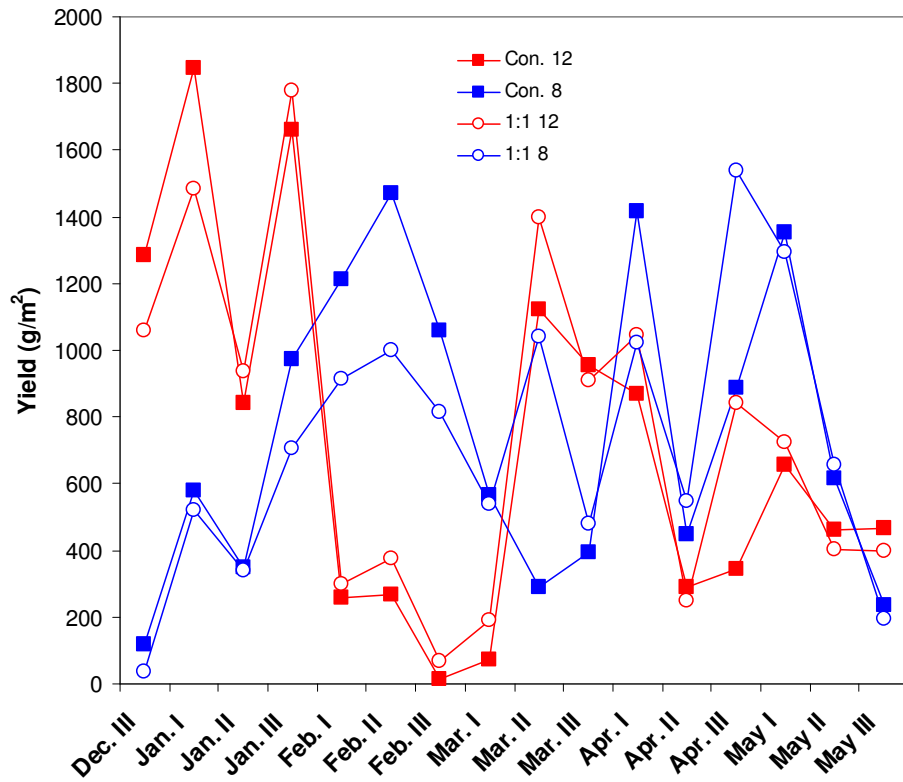


ציור 4: השפעת דילול חנטים על גליות היבול בפלפל (תחנת יאיר, 2006/7)

כל טיפולי הדילול מיתנו או אף ביטלו את גליות הקטיף (ציור 4). השפעה זו ברורה ומובהקת ואינה ממוסכת ע"י טיפולי החימום. למעשה, פעולת הדילול מקטינה את הגל הראשון ובמקומו מופיעים גלי קטיף קטנים יותר במהלך העונה כולה.

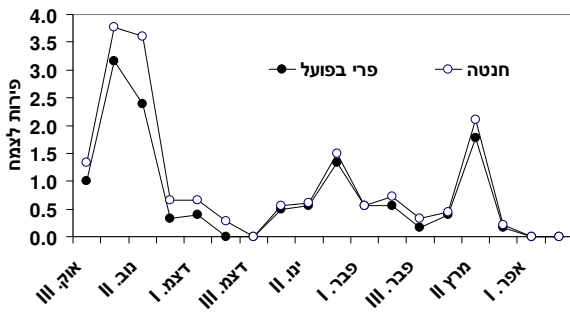
כשבוחנים את גליות הקטיף בצרופים מצטיינים מבחינת היבול הכללי מתברר (ציור 5), שחימום למינימום 17 מ"צ אכן מקדים מאוד את הבשלת הגל הראשון לינואר, מעצים אותו ויוצר חלל ריק במרכז העונה. גל הקטיף השני מקדים גם הוא ומתמתן. לדילול אין כמעט השפעה בטיפול זה. ללא חימום, לעומת זאת, הגל הראשון מתרכז בפברואר והוא רחב ומתון יותר. הדילול מונע את הירידה במרץ ומרסן במידה רבה את התנדודות. הקדמת הגל הראשון ע"י החימום הייתה מלווה גם באחוזי יצוא גבוהים (>80) בהשוואה לאלה שהתקבלו בביקורת ללא חימום באותו גל, אך מאוחר יותר (65% בלבד). הדילול תרם תרומה נוספת בהגדלת הפרי והכנסת פרי רב יותר לקטגורית יצוא.



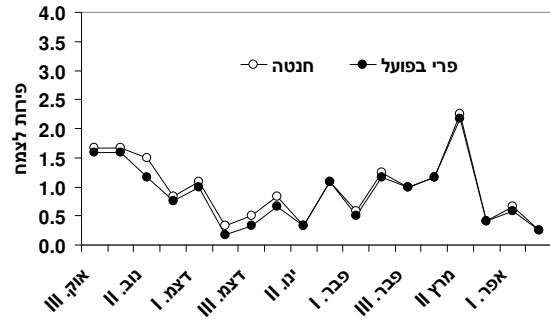


ציור 5 : בחינת גליות הקטיף בצרופים מצטיינים מבחינת היבול הכללי : חממת ביקורת ללא דילול (Con. 12), חממת ביקורת עם דילול 1:1 (1:1 12), חימום למינימום 17 מ"צ ללא דילול (Con. 8), ועם דילול 1:1 (1:1 8).

ביקורת



דילול פירות 3:1



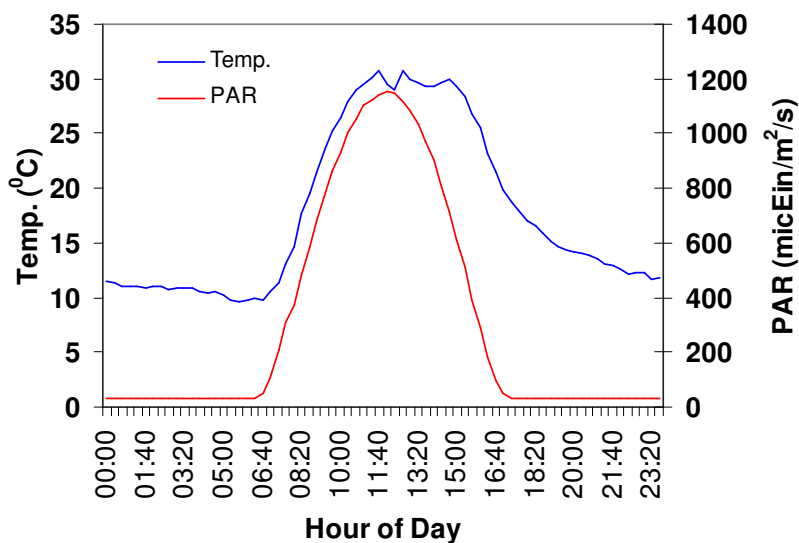
ציור 6 : השפעת הדילול (3:1) על מספר החנטים והפירות שהתממשו בפועל לאורך העונה.

במהלך הניסוי עקבנו אחר צמחים מסומנים (3 צמחים לחזרה, 3 חזרות לטיפול). טיפולי הדילול השפיעו על מספר החנטים בעיקר בתחילת העונה בשתי דרכים. ראשית כמובן, מספר החנטים בגל הראשון פחת ישירות, אך החל מנובמבר הייתה החנטה רבה יותר ויציבה יותר בהשוואה לביקורת. שנית, נשירת פרי בין חנטה לקטיף פחתה מכ- 23% בביקורת לכ- 5% בלבד בטיפול הדילול (ציור 6).

## דיון

בהשוואה לבתי רשת, בהם הטמפרטורה דומה למדי לזו השוררת בחוץ, תרומת "אפקט החממה" ביום משמעותית בהרבה מזו שביללה, לפחות ככל שניתן ללמוד מטמפרטורות הקיצון היומיות במהלך העונה (ציורים 1 ו-2). בתחילת העונה (ספטמבר) טמפרטורות המקסימום בחממה גבוהות מאלה שבחוץ וגבוהות מידי לגדילה אופטימאלית של צמחי פלפל. כל שיקול להקדמת עונת השתילה חייב לכלול אמצעי צינון. מלבד זאת רצוי לשמור את טמפרטורות המקסימום בחממה במהלך העונה עצמה (בחורף) בסביבת 28 מ"צ, שכן משך הזמן בו שוהים הצמחים בטמפרטורת המקסימום הוא ארוך למדי – מספר שעות (ציור 7) – וכדאי שזו תהיה אופטימאלית. בדרך זו ישופר גם האוורור בחממה ותפחתנה בעיות פיטו-סניטריות. ניסיונות ל"אגירת חום" במהלך היום עבור הלילה אינם מטיבים עם הצמחים ואינם יעילים באין בידוד מספיק.

כבשנים קודמות (5-1) התברר גם בניסוי זה, שחימום לילה אינו מביא לעליה ביבול הכללי. לעומת זאת, הוא בהחלט שינה שני מדדי יבול חשובים; שיעור היצוא עלה (טבלאות) וכן הוקדם והועצם גל הקטיפ הראשון (ציור 3). יתכן ששני הדברים קשורים זה לזה, כפי שניתן ללמוד מחממה מס' 6, בה החימום ארך כחודש אחד בלבד בתחילת העונה ונראה שהביא לתוצאות הטובות ביותר מבחינת היצוא (ראה טבלאות).



ציור מס' 7: מהלך הטמפרטורה בחממה והקרנה (מחוץ לחממה) ב-23.01.2007

טיפול היבול אף הם לא תרמו ליבול הכללי וגם לא שפרו את שיעורי היצוא. מצד שני, הם מתנו את גליות הקטיפ במהלך העונה ומנעו תקופות של שפל עמוק (ציור 4). השפעה צפויה נוספת התבטאה בירידה במספר הפירות ליצוא ועליה משמעותית מאוד, לא תמיד רצויה, בגודל הפרי (טבלאות). ממעקבים מפורטים אחר צמחים ספציפיים למדנו, שהדילול, שבוצע בעיקר בחלק המוקדם של העונה, הפחית מאוד את נשירתם של חנטים שהוגדרו מבוססים (כ-2 ס"מ אורך) (ציור 6). נראה שהקומות הראשונות החונטות סובלות מעודף פרחים וחנטים, שהצמח אינו מסוגל לכלכל מאוחר יותר. יש לזכור שאמנם בעת החנטה בסוף אוקטובר רמת ומשך הקרינה בחממה גבוהים, אך אלה יורדים במהירות רבה במהלך נובמבר ודצמבר לערכים מינימליים (ציור 7). האיזון בין המקורות למבלעים בתקופה זו מופר מאוד ופוגע בהתפתחות היבול הקיים והעתיד לבוא בגל השני (6,7). דילול החנטים תורם לאיזון היחס המתבטא

בהקטנת הגל הראשון המפוצה בהמשך ביציבות התנובה לאורך העונה. לא מצאנו הבדלים בין נוסחאות הדילול השונות ואין לנו הסבר לכך.

בחינת השילובים המצטיינים של חימום לילה ודילול מבחינת היבול הכללי מדגימה את שתי ההשפעות **המנוגדות** של טיפולים אלה, המקזזות זו את זו. חממת הביקורת (ללא חימום) הניבה את היבולים הכלליים הגבוהים ביותר, אך יבולי היצוא היו הנמוכים ביותר (טבלאות). החימום למינימום 17 מ"צ לא הגדיל את היבול אך העלה מאוד את היבול ליצוא, כנראה בזכות ההקדמה הניכרת; כ- 50% מכלל היבול נקטף כבר עד אמצע פברואר. לעומת זאת, גם בביקורת וגם בחימום (אם כי פחות בולט) הקטין הדילול את הגל הראשון והוסיף לגלים הבאים (ציור 5).

החימום בלילה ודילול החנטים אינם פתרונות להעלאת היבול בפלפל בערבה, לפחות בשלב זה. הבעיה של "תקרת היבול" נובעת מכך שהיתרון היחסי של הערבה – קרינת שמש בחורף – אינו מספיק או שאינו מנוצל נכון. חימום לילה דווקא מחזק את עוצמת המבלעים בצמח ומחריף את חוסר האיזון עם המקורות (7). הוא מעביר אמנם חלק גדול מהיבול לתחילת העונה, על חשבון מקורות שנצברו בתחילת הגידול, אך מרכז העונה מתרוקן מפרי. כדי להעלות את היבולים יש לטפל בהגדלת המקורות; יש לבחון את רמת הקרינה בתוך החממה עצמה במהלך העונה, לתקן מפגעים מפחיתי קרינה כהצטברות אבק בגג ובקירות, לבדוק סוגי כיסוי המאפשרים חדירה טובה יותר של קרינה פוטוסינתטית ולטפל בשאלת עיצוב הצמח וחדירת האור לתוכו. רמז לכך ניתן למצוא בהצלחה המסוימת שהייתה לטיפולי חימום בתחנת זוהר בהדליה ספרדית, שהיא נמוכה יותר.

מעבר לכך נותן מחקר זה בידי המגדל שני כלים להשפעה על מהלך עונת הקטיף. בחינת העניין צריכה להיעשות בהיבט הכלכלי. מניסיון העבר, עונת השיווק והמחירים באירופה אינה יציבה ואינה ניתנת לחיזוי. בשנים מסוימות היה יתרון ניכר לשיווק מוקדם ובאחרות – דווקא למועדים מאוחרים יותר. מגדלים המעוניינים לפזר את הסיכון והסיכוי על פני העונה יכולים להשתמש בצורה מושכלת בחימום כדי להקדים בחלק מהחממות, ובדילול – כדי לדחות ולקבל יבולים אפילים יותר בחממות אחרות. השילוב בין שני הטיפולים עלול לקזז את יתרונות כל אחד מהם ותוצאותיו אינן עקביות (כפי שמשקף מהטבלאות) ולכן אינן צפויות.

**תודה** לאגף הירקות, המועצה ליצור צמחים על תמיכתם במימון הניסוי.

## ספרות

1. איתאל אביתר וחובריו. 2004. ניסוי פיצוי טמפרטורות בפלפל בתחנת יאיר. דו"ח מו"פ ערבה 2005.
2. איתאל אביתר וחובריו. 2005. ניסוי פיצוי טמפרטורות בפלפל בתחנת יאיר וזהר. דו"ח מו"פ ערבה 2006.
3. איתאל אביתר וחובי. 2006. השפעת חימום יום ולילה על יבול הפירות בפלפל בתחנת יאיר 2005/6. דו"ח מו"פ ערבה 2006.
4. איתאל אביתר וחובי. 2006. השפעת חימום יום על פלפל בכיכר סדום 2005/6. דו"ח מו"פ ערבה 2006.
5. איתאל אביתר וחובי. 2005. תגובת פלפל לטמפרטורות על מיטביות. דו"ח מו"פ ערבה 2005.
6. Marcelis et al. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. J. Exp. Bot. 55: 2261-2268.

7. Marcelis LFM and Heuvelink E. 2007. Concepts of Modelling Carbon Allocation Among Plant Organs. In: J. Vos, L.F.M. Marcelis, P.H.B. de Visser, P.C. Struik and J.B. Evers (eds.), *Functional-Structural Plant Modelling in Crop Production*, 103-111. 2007 Springer. The Netherlands.