

השפעת מנת השקיה, הבסיס הקרקעי, ומחסורי חמצן בבית השורשים בפלפל, תחנת יאיר 2010/11

אביתר איתאל - שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר Eviatar@arava.co.il
דורית חשמונאי, אבי אושרוביץ, תמיר אורן, שבתאי כהן, רבקה אופנבך, יורם צביאלי, ישראל צברי - מו"פ
ערבה תיכונה וצפונית

תקציר

עבודה זו מהווה המשך לעבודות שבוצעו בעונות הקודמת העוסקת בפיתוח תשתית בית שורשים לגידולי ירקות בתנאי הערבה. תגובת צמחי פלפל לתנאים השוררים בבית השורשים נלמדה בטווח של מנות השקיה במים מליחים (2.3 dSm^{-1}) ועל רקע של שני בסיסי קרקע בעלי מאפיינים הידראוליים שונים באופן קיצוני. קרקע חמדה - בעלת מוליכות מים נמוכה, וציפוי חול עם מוליכות גבוהה. צמחי פלפל מהזן אדום (אפעל) נשתלו בבית רשת 50 מש בתחנת יאיר שבערבה ב - 20/9/10 והושקו בארבע מנות מים החל מ 21 ימים לאחר השתילה ועד לסיום הניסוי. מנות ההשקיה היו קבועות לכל משך תקופת הניסוי: 3.1, 4.4, 5.5 ו- 7.5 מ"מ ליום. בסיום העונה, לאחר 194 ימים הסתכמו מנות ההשקיה ב: 634, 771, 1071 ו- 1399 מ"מ. בשתי הקרקעות יושמו שתי תשתיות בית שורשים השונות רק בסוג יריעת הצד (ממוקמת בין בית השורשים לקרקע המעטפת): האחת מסוג פלריג, העבירה למים ולחמצן, והשנייה מפוליאטילן - אטומה. יכול הפירות פחת בהשפעת יריעת הפוליאטילן ב כ- 10% יחסית ליריעת הפלריג. היבול בקרקע החמדה נמצא גבוה מזה שבציפוי החול בכל מנות ההשקיה בשיעור של כ-15%. למנת ההשקיה נמצאה השפעה משמעותית בשתי הקרקעות: בציפוי חול בטווח מנות השקיה של: 4.4-5.5 מ"מ יום¹, עלה יבול הפירות ב כ-20% ואילו בחמדה בטווח מנות ההשקיה 5.5-7.3 מ"מ יום¹, עלה היבול ב כ-15%.

מילות מפתח: פלפל, השקיה, בית שורשים, מליחות, חמצן.

מבוא

מחסורי חמצן מומס אפשריים גם במצעים מנותקים למרות היותם בעלי נקבוביות גבוהה וזאת כאשר מדיניות ההשקיה אינה נכונה, או בתנאי טמפרטורת שורש גבוהים במיוחד, כאשר קצב נשימת השורש עולה ושטף החמצן המגיע לשורשים נמוך מהנדרש. Atwell *et al.* (1985) שחקרו גדילת שורשים בנבטי תירס מצאו שבריקוזי חמצן מומס של כ-1 ח"מ, נפל קצב התפתחות השורשים בהשוואה לטיפולים בהם ריכוז החמצן המומס היה < 3 ח"מ. ריכוז החמצן בתמיסה שהייתה בשיווי משקל עם האוויר בתנאי הניסוי הגיע לכדי 5 ח"מ. בפלפל נמצאה רגישות גבוהה במספר הפירות לריכוזי החמצן המומס בטווח שבין 6-16 ח"מ. כאשר העלו Marfa *et al.* (2005) את ריכוזי החמצן בתמיסה לריכוז על רוויה של 16 ח"מ מדדו עלייה של 15% במספר הפירות בהשוואה לביקורת שלא קיבלה העשרה בחמצן. מטרת המחקר לחשוף את הצמח לעקות יובש, מליחות, וחמצן בבית השורשים באמצעות טיפולי תשתיות ומנות השקיה במים מליחים על מנת לאמוד השפעתם של שלושת הגורמים על יבול הפירות והביו מסה. מטרת המחקר הייחודיות בעונה זו היו: בחינת השפעת סוג יריעת הצד בתשתית נש"מ: פלריג או פוליאטילן; ובחינת השפעת מנות המים. הנחות המחקר: לסוג יריעת הצד תהיה השפעה על יבול הפירות והביומסה.

שיטות

הניסוי נערך בבית רשת 50 מש בתחנת יאיר. כל בסיס קרקע היווה מסגרת ניסויית נפרדת. על פני החמדה נבחנו ארבע תשתיות בארבע מנות השקיה שהיוו 16 טיפולים במבנה פקטוריאלי מלא ועל גבי ציפוי החול נבחנו שתי תשתיות בית שורשים בארבע מנות השקיה שהיוו שמונה טיפולים במבנה פקטוריאלי מלא (טבלה 1).

גורמי הניסוי והטיפולים:

- תשתיות בית שורשים
- בסיס הקרקע: חמדה, וציפוי חול על גבי החמדה לגובה של 40 ס"מ.
- מנות ההשקיה יומיות: 3.1, 4.4, 5.5 ו-7.5 מ"מ ליום.

טבלה 1: כל בסיס קרקע היווה מסגרת ניסויית נפרדת. מוצגים המודל הסטטיסטי ודרגות החופש (ד"ח) בשני בסיסי הקרקע.

מקור השונות	ציפוי	חמדה
	ד"ח	ד"ח
בלוק אקראי	3	3
בלוק*תשתית אקראי	3	3
תשתית	1	3
מנת ההשקיה	3	3
תשתית*מנה	3	3

בתאריך 20/09/10 נשתלו צמחי פלפל מהזן אדום (אפעל) בצמד שורות לערוגה. המרווח בין שורות הצמד היה 20 ס"מ והמרווח בין הצמחים בתוך השורה 40 ס"מ. מפסק הערוגות היה 1.6 מטר, כך שהתקבל עומד צמחים של 3.1 צמח/מ"ר. הצמחים הודלו בשיטה הספרדית. על גבי קרקע מסוג חמדה (טבלה 3) נחפרו תעלות ברוחב 40 ובעומק משתנה על פי ארבעת טיפולי תשתית בית השורשים המפורטים למטה. ציפוי החול היה בגובה של 40 ס"מ על גבי החמדה ועליו הוכנו תשתיות בית שורשים 1 ו-2.

תשתיות בית השורשים הוכנו ע"פ הפרוט הבא:

תשתית 1 - נש"מ עם דופן פלריג בעל הרכב מצע של 20 ס"מ חול ועליו 10 ס"מ טוף (נש"מ - נפח שורשים מתוחם)

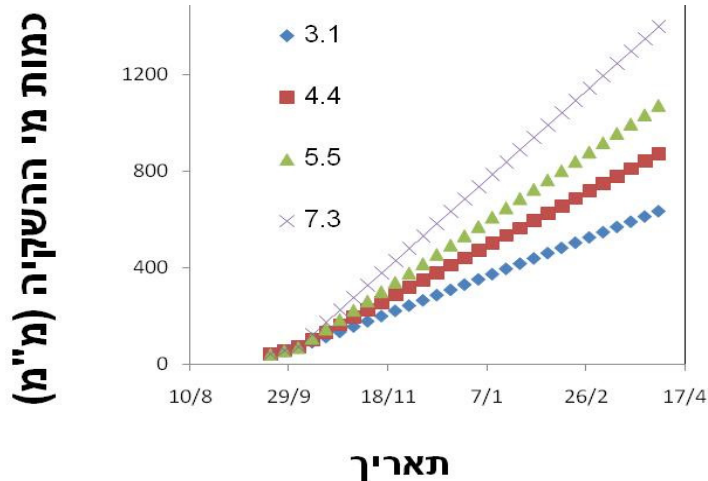
תשתית 2 - נש"מ עם דופן פוליאתיילן בעל הרכב מצע של 20 ס"מ חול ועליו 10 ס"מ טוף 0 - 8 מ"מ (חברת טוף מרום גולן)

ציוד ההשקיה והדישון היווה שתי שלוחות טפטוף אל נגר (נטפים) בספיקה של 1.6 ליטר/שעה, ובמרווח טפטפות של 20 ס"מ בשלוחה, שהונחו על פני הערוגה במרווח של 20 ס"מ בין שתי השלוחות. הניסוי הושקע במי קו מליחים (טבלה 2) ודושן בדשן "מור" (דשנים וחומרים כימיים) שהוזרק למיכל ששימש כתמיסה סופית להשקיה, ביחס של 2 ליטר/מ"ק. ההשקיה בוצעה באמצעות משאבת לחץ ממיכל בתמיסה סופית.

טבלה 2 : איכות מי הקו בתחנת יאיר כפי שנמדדו ב- 2/6/10

מדד, יסוד	יחידה	מי קו יאיר
EC	ds/m	2.28
pH		6.99
דו פחמה	מ"ג/לי	205
SAR	יחס	3
כלוריד	מ"ג/לי	359
נתרן	מא"ק/לי	9.6
חנקתי-N	מ"ג/לי	1.5
אמוניקאלי-N	מ"ג/לי	2.3
זרחן מסיס	מ"ג/לי	<1.0
אשלגן מסיס	מ"ג/לי	10.7
סידן	מ"ג/לי	195
מגניון	מ"ג/לי	108
גפרית	מ"ג/לי	208
ברזל	מ"ג/לי	0.007
אבץ	מ"ג/לי	0.021
מנגן	מ"ג/לי	0.006
נחושת	מ"ג/לי	0.006
סטרונטציום	מ"ג/לי	6.5
צורן	מ"ג/לי	10.8
ניקל	מ"ג/לי	<0.015
קדמיום	מ"ג/לי	0.006
עופרת	מ"ג/לי	0.04
מוליבדן	מ"ג/לי	0.008
וונדיום	מ"ג/לי	0.008
כרום	מ"ג/לי	0.008
קובלט	מ"ג/לי	0.007
בריום	מ"ג/לי	0.016
כסף	מ"ג/לי	<0.01
ליתיום	מ"ג/לי	<0.1

מנות המים היומיות היו קבועות במהלך כל עונת הגידול והסתכמו לערכים המוצגים באיור 1.



איור 1. מנות ההשקיה המצטברות בארבעת טיפולי ההשקיה

מדידות

יבול הפירות: תקופת הקטיף נמשכה על פני 68 ימים, החל מהשבוע האחרון של חודש ינואר ועד לשבוע הראשון של חודש אפריל. בסה"כ נערכו 7 קטיפים. יבול החומר היבש: שלושה צמחים מכל חלקה נדגמו לאחר סיום הקטיפים, לקביעת משקל רטוב ויבש. הצמחים הופרדו למקטעי נוף, ופירות. ריכוז החומר היבש בנוף ובפרי נקבע עוד בעונת 2005/6 לפי: 7% בפרי הקטוף, 12% בפרי הירוק הנותר על השיח בסיום, ו-24% בנוף בסיום הגידול (איתאל וחובי 2007). ריכוזי חמצן אווירוני בקרקע: באמצעות חיישני חמצן תוצרת Figaro יפן מסוג KE-25 הפועלים על בסיס תא אלקטרוכימי בו מתחזר החמצן על קטודת זהב וקצב הריאקציה נמצא ביחס ישיר למתח החשמלי שנוצר. המדידות התבצעו בתקופה 20/09-2/5/2010 בקרקע החולית בלבד במנת השקיה הגבוהה ביותר בתשתיות בעלות יריעת צד שונה: פלריג ופוליאתיילן. טמפרטורת קרקע: צמד חומני הפועל על בסיס של שני חוטים האחד טונגסטן והשני נחושת המחוברים בקצה. המתח החשמלי הנוצר בנקודת החיבור נמצא ביחס ישר לטמפרטורה. חיישני החמצן והטרמוקפלים הוכנסו לתוך מבחנה והוחדרו לעומק של 20 ס"מ.

תוצאות

יבול הפירות

סוג יריעת הצד: בקרקע הציפוי (טבלה 3) מספר הפירות בתשתית בעלת יריעת הצד פלריג נמצא גבוהה בכ-13% בהשוואה ליריעת צד מסוג פוליאתיילן ואילו בקרקע החמדה (טבלה 4) נמצאה השפעה מובהקת (>0.05) בה יבול הפירות פחת בהשפעת יריעת הפוליאתיילן בכ-10% יחסית ליריעת הפלריג. בשתי הקרקעות משקל הפירות הסדוקים עלה באופן מובהק בכ-11% בהשפעת יריעת הפלריג.

סוג קרקע המעטפת: היבול בקרקע החמדה נמצא גבוה מזה שבציפוי החול בכל מנות ההשקיה בשיעור של כ-15%.

גובה מנת ההשקיה: בציפוי חול, בטווח מנות ההשקיה 4.4-5.5 מ"מ יום¹, עלה יבול הפירות בכ-20% ואילו בחמדה בטווח מנות ההשקיה 3.3-5.5 מ"מ יום¹, עלה היבול בכ-15%.

יבול חומר יבש

כלל ייצור החומר היבש הושפע מבסיס הקרקע, וממנת ההשקיה. סוג קרקע המעטפת: בקרקע המעטפת "חמדה" עלה יבול החומר היבש על זה שבציפוי החול בכל טווח מנות ההשקיה בכ-20% בממוצע (ההשוואה בין שתי הקרקעות אינה מבוססת סטטיסטית). גובה מנת ההשקיה: בציפוי החול עלה יבול הביו מסה ב-36%, בכל טווח מנות ההשקיה 3.1-7.3 מ"מ יום¹, ואילו בחמדה, עלה היבול ב כ-30%.

טמפרטורה וריכוזי חמצן בבית השורשים בעומק 20 ס"מ

סוג יריעת הצד: ריכוזי החמצן נמצאו נמוכים בתשתית בעלת דופן פוליאתילן בכ-1% במהלך כל תקופת המדידה (איור 2), בתקופה זו ריכוזי החמצן בחול היו במגמת עליה. הטמפרטורה לא הייתה שונה בשתי התשתיות ונמצאה במגמת ירידה (איור 3).

דיון וסיכום

בחינת השפעת סוג יריעת הצד עמדה במרכז הניסוי. בעונה הקודמת נמצאה השפעה רבה כאשר יריעת הצד מסוג פוליאתילן גרמה לפחיתה של 25% ביבול הפירות בממוצע לשני סוגי הקרקע. בעונה זו מצאנו השפעה מתונה יותר בשיעור של כ-10%. את ההבדל יש ליחס לעיתוי השתילה. בעונה זו התאחרה השתילה ל-20/9 בעוד שבעונה הקודמת נשתלו הצמחים ארבעים ימים מוקדם יותר. באיור 2 ניתן להבחין שריכוזי החמצן במצע החול היו גבוהים יותר בטיפול יריעת פלריג מאשר ביריעת הפוליאתילן. ריכוזי החמצן התאוששו עם ירידת טמפרטורת הקרקע. לעליית שיעור הפירות הסדוקים בהשפעת יריעת הפלריג שונות משותפת (covariance) עם היבול, כלומר השינוי שחל בכלל היבול דומה לשינוי שחל במשקל הפירות הסדוקים, מכאן שהשפעת סוג היריעה על משקל הפירות הסדוקים נבע מעלית המשקל הכללית ולא ישירות מסוג היריעה.

השפעת יריעת הצד באה לידי ביטוי בריכוזי חמצן נמוכים יותר במצע ביריעת הפוליאתילן. הפרשי הריכוזים לא היו מרשימים כנראה בשל עיתוי השתילה המאוחר. נראה כי מגבלת חמצן הופיעה כאשר טמפרטורת המצע הייתה גבוהה באופן יחסי ופחתה ככל שירדה טמפרטורת המצע מ-30 ל-15 מעלות בממוצע ליממה.

טבלה 3. ניתוח מרכיבי השונות ליבול הפירות בתבנית של בלוקים באקראי בחלקות מפוצלות בניסוי **בציפוי**. בחלק העליון המודל הסטטיסטי וניתוח השונות למשתני היבול. ערכים נמוכים מ 0.05 הינם מובהקים. בחלק התחתון ממוצעי תוצאות היבול. ערכים להם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת הסתברות של 5%.

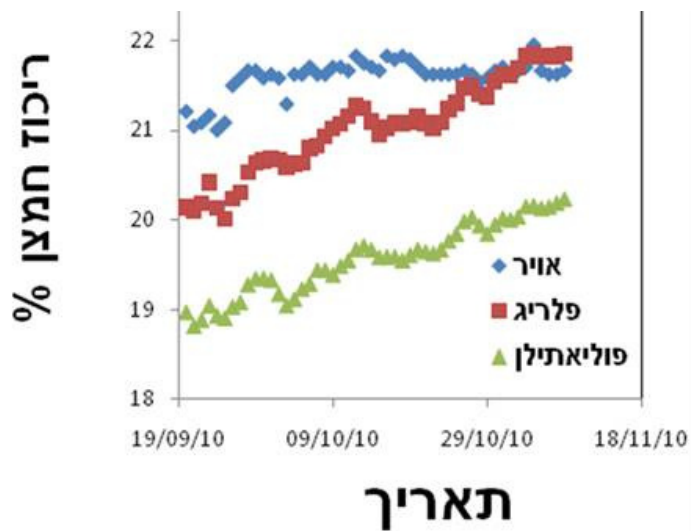
מקור השונות	ד"ח	פירות כולל	מספר כולל	משקל יצוא	מספר יצוא	שחור פיטם	סידוק	צלב	גביע
בלוק (אקראי)	3	0.37	0.09	0.13	0.07	0.30	0.11	0.98	0.60
בלוק * תשתית (אקראי)	3	0.23	0.83	0.39	0.81	0.82	0.50	0.09	0.60
תשתית	1	0.08	0.04	0.17	0.03	0.16	0.02	0.44	0.16
השקיה	3	0.00	0.00	0.91	0.00	0.97	<.01	0.28	0.12
השקיה*תשתית	3	0.41	0.63	0.41	0.61	0.99	0.21	0.49	0.94
		ק"ג מ- ²	פרי מ- ²			ק"ג מ- ²			
סוג יריעת צד									
		6.3	A-30.2			A-4.3			
		5.4	B-26.7			B-3.5			
השקיה-מ"מ יום¹									
		B-4.8	B-22.4			B-3.1			
		B-5.4	AB-26.3			B-3.3			
		A-6.5	A-31.8			A-4.3			
		A-6.9	A-33.3			A-4.9			
		3.1							
		4.4							
		5.5							
		7.3							

טבלה 4. ניתוח מרכיבי השונות ליבול הפירות בתבנית של בלוקים באקראי בחלקות מפוצלות בניסוי **בחמדה**. בחלק העליון המודל הסטטיסטי וניתוח השונות למשתני היבול. ערכים נמוכים מ 0.05 הינם מובהקים. בחלק התחתון ממוצעי תוצאות היבול. ערכים להם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת הסתברות של 5%.

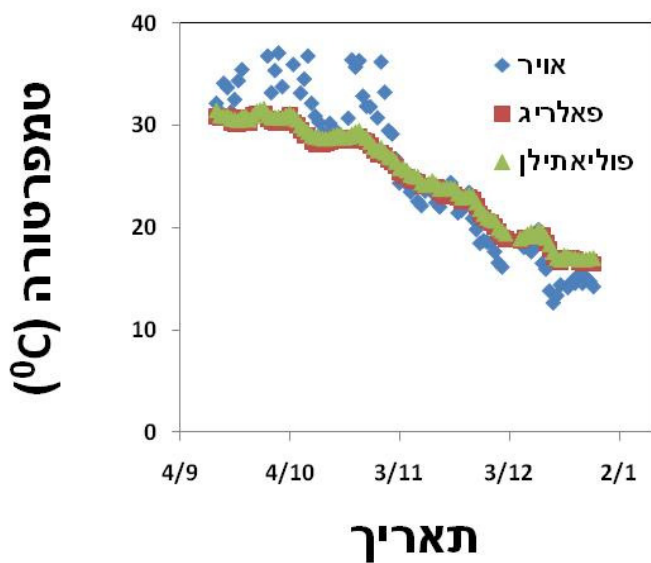
מקור השונות	ד"ח	פירות כולל	מספר כולל	משקל יצוא	מספר יצוא	שחור פיטם	סידוק	צלב	גביע
יריעת צד	1	0.02	0.08	0.09	0.21	0.38	0.03	0.77	0.92
השקיה	3	<.01	0.00	0.65	0.44	0.34	<.01	0.08	0.31
השקיה* יריעה	3	0.87	0.97	0.99	0.75	0.46	0.96	0.06	0.88
יריעת צד		ק"ג מ- ²	פרי מ- ²				ק"ג מ- ²		
פלריג		A-7.1	37.7				A-5.1		
פוליאתילן		B-6.5	34.6				B-4.6		
השקיה-מ"מ יום¹									
		B-6.0	B-31.9				C-4.0		
		B-6.4	B-34.5				CB-4.3		
		BA-6.9	BA-36				B-5.1		
		A-7.9	A-42.0				A-5.9		

טבלה 5. ניתוח מרכיבי השונות ליבול **החומר היבש** בתבנית של בלוקים באקראי בחלקות מפוצלות בניסוי **בחמדה**. בחלק העליון המודל הסטטיסטי וניתוח השונות למשתני היבול. ערכים נמוכים מ 0.05 הינם מובהקים. בחלק התחתון ממוצעי תוצאות היבול. ערכים להם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת הסתברות של 5%.

מקור השונות	ד"ח	יבול ביו מסה	חומר יבש פירות קטופים	חומר יבש נוף
בלוק (אקראי)	3	0.26	0.15	0.23
יריעה	1	0.66	0.12	0.74
השקיה	3	0.01	0.02	0.05
יריעה*השקיה	3	0.36	0.17	0.76
		ק"ג מ ²	ק"ג מ ²	ק"ג מ ²
יריעת צד				
פלריג		1.3	0.5	0.8
פוליאטילן		1.3	0.47	0.78
השקיה-מ"מ יום¹				
	3.1	B-1.10	B-0.44	B-0.70
	4.4	AB-1.26	AB-0.47	AB-0.79
	5.5	AB-1.26	AB-0.51	AB-0.77
	7.3	A-1.44	A-0.55	A-0.88



איור 2. ריכוזי חמצן במצע בעומק 20 ס"מ, בתשתית בעלת דופן פלריג וזו בעלת דופן פוליאטילין ובאוויר בגובה של 150 ס"מ



איור 3. טמפרטורה במצע בעומק 20 ס"מ, בתשתית בעלת דופן פלריג וזו בעלת דופן פוליאטילין ובאוויר בגובה של 150 ס"מ

טבלה 6. ניתוח מרכיבי השונות **ליבול החומר** היבש בתבנית של בלוקים באקראי בחלקות מפוצלות בניסוי **בציפוי**. בחלק העליון המודל הסטטיסטי וניתוח השונות למשתני היבול. ערכים נמוכים מ 0.05 הינם מובהקים. בחלק התחתון ממוצעי תוצאות היבול. ערכים להם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת הסתברות של 5%.

מקור השונות	ד"ח	סה"כ ביו מסה	פירות קטופים	נוף
בלוק (אקראי)	3	0.17	0.37	0.01
בלוק* יריעה(אקראי)	18	0.52	0.23	0.97
יריעה	3	0.73	0.08	0.02
השקיה	18	<.01	0.00	0.00
יריעה*השקיה	18	0.89	0.41	0.350
		ק"ג מ- ²	ק"ג מ- ²	ק"ג מ- ²
יריעת צד				
פליג		1.07	0.44	0.62
פוליאתילן		1.06	0.38	0.65
השקיה-מ"מ יום¹				
		C-0.91	B-0.34	B-0.55
		BC-1.01	B-0.38	B-0.62
		AB-1.10	A-0.46	B-0.63
		A-1.24	A-0.48	A-0.74

תודות

למועצת הצמחים שתמכה במימון הניסוי, לחברת זרעים גדרה על תרומת הזרעים, ולכל העוסקים במלאכה, תודה מקרב לב.

ספרות

אביתר איתאל, שי אהרון, שבתאי כהן, רבקה אופנבך, רמי גולן, ישראל צברי, יורם צביאלי, אלון בן גל 2007. מנת השקיה, איכות המים, ותשתית הגידול בפלפל. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית, סיכום עונת מחקר 2005/6.

Atwell, B.J., C.J Thomson,, H. Greenway, G. Ward and I. Waters. 1985. A study of the impaired growth of roots of *Zea mays* seedlings at low oxygen concentrations. *Plant Cell and Environment* 8; 179–188.

Marfa, O., R. Cáceres and S. Guri. 2005. Oxyfertilization: A New Technique for Soilless Culture under Mediterranean Conditions. *Acta Hort.* 697; 65-72.

Effect of water application, soil type and root-zone format on pepper plants, 2010/11

Ityel Eviatar - Extension Service (Shaham), Ministry of Agriculture and Rural Development

Eviatar@arava.co.il

Chashmonai D., Oshoroviz A. Offenbach R., Cohen S., Zvieli Y., Tsabari I. - Central and Northern Arava R&D

Alon Ben-Gal - Gilat Research Center, Agricultural Research Organization, Ministry of Agriculture and Rural Development

Naftali Lazarovitch - Ben Gurion University