

השפעת מנת השקיה ומחסורי חמצן בפלפל 2011/12

אביתר איתאל - שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
אורי צעירי אבי אושרוביץ, שבתאי כהן, רבקה אופנבך, יורם צביאלי, ישראל צברי - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית
כתובת המחבר: Eviatar@arava.co.il

תקציר

מחסורי חמצן אפשריים על פי רוב בתנאי טמפרטורת שורש גבוהים במיוחד, כאשר קצב נשימת השורש עולה ושטף החמצן המגיע לשורשים נמוך מהנדרש. בפלפל נמצאה רגישות גבוהה במספר הפירות לריכוזי החמצן המומס בטווח שבין 6-16 ח"מ. מחסורי חמצן בבית השורשים גורמים לעיכוב בהתפתחות הצמח וצפויים בטמפרטורת מצע גבוהות בשל קצב נשימה מוגבר. על מנת לבחון השפעת אלו נשתלו (4/8/2011) צמחי פלפל בשתי תשתיות נש"מ בתחנת יאיר בערבה. התשתיות היו שונות רק בסוג יריעת הצד. בתשתית 1 יריעת פלריג ובתשתית 2 יריעת פוליאתיילן. בנוסף הושקו הצמחים בארבע מנות מים יחסיות לערכי אוופוטרכנספירציה. ניסוי זה מהווה חזרה על ניסוי שהתבצע בעונות קודמות.

חסימת מסלולי דיפוזיית החמצן הצידיית באמצעות יריעת פוליאתיילן הפחיתה את ריכוזו במצע בעומק של 20 ס"מ בשיעור יחסי של 7%, אך בשונה מניסויים קודמים בהם נמצאה פגיעה ביבול הפירות והביומסה בניסוי זה לא נמצאה פגיעה. מנגד, טיפולי ההשקיה גרמו לתגובה של 25% בביצועי הצמח. הסיבה לחוסר התגובה לתשתית נמצאה באמצעות חשיפות השורשים. חדירת השורשים לתוך מצע החול התעכבה למשך 80 הימים הראשונים שלאחר השתילה. מחשיפות שהתבצעו בעונות הקודמות נמצא שקצב התארכות השורשים הממוצע מגיע לכדי 1 ס"מ ליום בתקופה שמיד לאחר השתילה. כלומר, ניתן היה לצפות שעשרים ימים לאחר השתילה יגיעו השורשים לעומק של 20 ס"מ. דבר זה לא קרה בניסוי הנוכחי בשל אחיזת המים הגבוה של הקומפוסט בהשוואה לזו שבחול. אנו מניחים כי הבדלי ריכוזי החמצן שנמדדו בין שני טיפולי התשתית נבעו במלואם מנשימת המיקרו אורגניזמים ולא מנשימת שורשים.

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

מבוא

מחסורי חמצן אפשריים על פי רוב בתנאי טמפרטורת שורש גבוהים במיוחד, כאשר קצב נשימת השורש עולה ושטף החמצן המגיע לשורשים נמוך מהנדרש. בפלפל נמצאה רגישות גבוהה במספר הפירות לריכוזי החמצן המומס בטווח שבין 6-16 ח"מ. כאשר העלו (2005) *Marfa et al.* את ריכוזי החמצן בתמיסה לריכוז על רוויה של 16 ח"מ מדדו עלייה של 15% במספר הפירות בהשוואה לביקורת שלא קיבלה העשרה בחמצן. (2001) *Goorahoo et al.* דיווחו על תוספת של 39% ביבול פירות בפלפל בטיפול שקיבל הזרקת אויר במערכת טפטוף טמון. למרות דיווחים אלו, העשרה מלאכותית של ריכוזי החמצן בבית השורשים לא מקובלת עדיין באופן מסחרי.

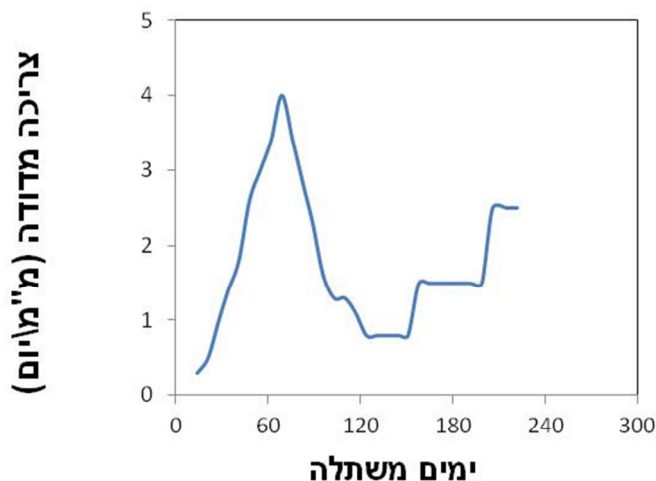
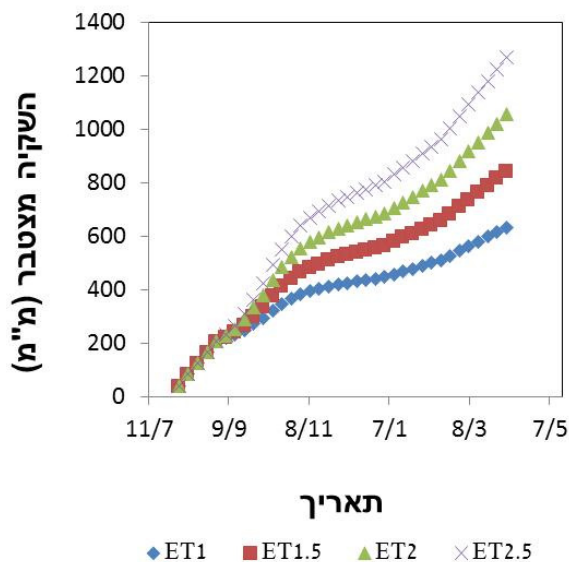
מטרת המחקר לחשוף את הצמח לעקות יובש, וחמצן בבית השורשים באמצעות טיפולי תשתיות ומנות השקיה במים מליחים על מנת לאמוד השפעתם של שני הגורמים על יבול הפירות והביו מסה. ניסוי זה מהווה חזרה על ניסויים שהתבצעו בעונות קודמות (איתאל וחוב' 2010, 2011) בהם נמצא כי חסימת הצד באמצעות יריעת פוליאתיילן פגעה ביבול הפירות בפלפל.

מטרת המחקר הייחודיות בעונה זו היו: בחינת השפעת סוג יריעת הצד בתשתית נש"מ: פלריג או פוליאתיילן; ובחינת השפעת מנות המים. הנחות המחקר: לסוג יריעת הצד תהיה השפעה על יבול הפירות והביומסה.

שיטות

הניסוי נערך בבית רשת 50 מש בתחנת יאיר. על 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; מנות ההשקיה יומיות: 1, 1.5, 2 ו-2.5 ממת האופוטורנספירציה (ET) כפי שנמדדה בליזימטר מירבי (מקסימום) והסתכמו ב 600, 850, 1,100 ו-1,300 קוב לדונם לעונה.



איור 1. ערכי האופוטורנספירציה שנמדדו בליזימטר מרבי

איור 2. מנות המים המצטברות בארבעת טיפולי ההשקיה

בתאריך 4/08/2011 נשתלו צמחי לפלל מהזן האדום סובק (גדרה) 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. ציפוי החול היה בגובה של 50 ס"מ על גבי החמדה ועליו הוכנו תשתיות בית שורשים 1 ו-2:

תשתית 1 - נשי"מ עם דופן פלריג בעל הרכב מצע של 20 ס"מ חול ועליו 10 ס"מ קומפוסט (שדה אליהו)

תשתית 2 - נשי"מ עם דופן פוליאיתילן בעל הרכב מצע זהה לזה של תשתית 1.

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. סוג הדשן ששימש בגידול היה "שפר 7-3-7" (דשנים וחומרים כימיים) שהוזרק למיכל ששימש כתמיסה סופית להשקיה, ביחס של 1 ליטר/מ"ק. ההשקיה בוצעה באמצעות משאבת לחץ ממיכל בתמיסה סופית. הופעלו ארבע טיפולי השקיה (I): 1, 1.5, 2 ו-2.5 שהיוו מכפלות של צריכת הצמח כפי שנמדדה בליזימטר מקסימום (ETmax) שקיבל השקיה מבוקרת מליחות נקז. מנות המים היומיות השתנו במהלך הניסוי בהתאם לצריכת הצמח (איור 1).

תקופת הקטיף נמשכה על פני 124 ימים, החל מהשבוע הראשון של חודש דצמבר ועד לשבוע הראשון של חודש אפריל. בסה"כ נערכו 10 קטיפים. 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 2006). שורשים נחשפו ונדגמו במועדים: 12, 26, 45, 62 ו-80 ימים מהשתילה.



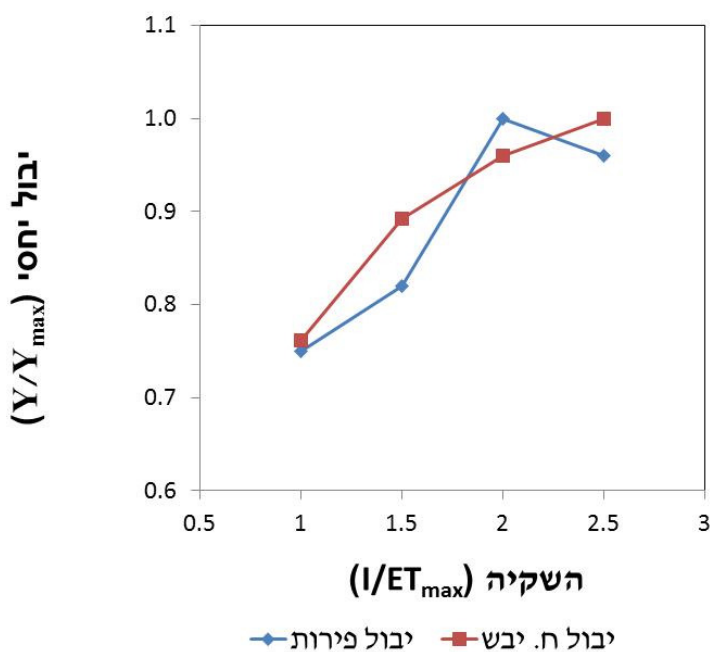
תמונה 1. פרופיל בית השורשים בארבעת מועדי החשיפה האחרונים

פירוס השורשים בקרקע תואר בתוכנת Surfer המאפשרת תיאור תלת ממדי בשיטת מפה טופוגרפית.

<http://www.goldensoftware.com/products/surfer/surfer.shtml>

ריכוזי חמצן אווירוני בקרקע נמדדו באמצעות חיישני חמצן תוצרת Figaro יפן מסוג KE-25 הפועלים על בסיס תא אלקטרוכימי בו מתחזר החמצן על קתודת זהב וקצב הריאקציה נמצא ביחס ישיר למתח החשמלי שנוצר. טמפרטורת קרקע נמדדה ע"י צמד חומני הפועל על בסיס של שני חוטים האחד טונגסטן והשני נחושת המחוברים בקצה. המתח החשמלי הנוצר בנקודת החיבור נמצא ביחס ישיר לטמפרטורה. חיישני החמצן והטרמוקפלים הוכנסו לתוך מבחנה והוחדרו לעומק של 20 ס"מ.

תוצאות



איור 3. יבול יחסי ביומסה ופירות בארבעת טיפולי ההשקיה

סוג יריעת הצד: לא נמצאה כל השפעה על אף לא אחד ממשתני היבול (טבלה 1). מנת ההשקיה: השפיעה על כל משתני היבול (טבלה 1). באיור 3 ניתן להבחין בתגובת הפירות שעלתה עד למנת ההשקיה בערך של 2, אך לא מעבר לכך, בעוד שכלל יבול הביומסה המשיך לעלות עד למנת השקיה של 2.5 ויתכן אף מעבר לכך. טווח התגובה להשקיה לשני המשתנים הגיע לכדי 25% (איור 3). מליחות ורטיבות המצע לא הושפעו מטיפולי הניסוי (טבלה 2). כמו כן לא נמצא הבדל בין שלושת מועדי הדיגום.

טבלה 1. ניתוח מרכיבי השונות ליבול הפירות בתבנית של בלוקים באקראי בחלקות מפוצלות. בחלק העליון המודל הסטטיסטי וניתוח השונות למשתני היבול.

מספר יצוא	יבול יצוא	מספר פירות	משקל טרי כל הפרי	חומר יבש כללי	חומר יבש פירות	מקור השונות
0.05	0.03	0.02	0.09	0.57	0.25	בלוק (אקראי)
0.61	0.57	0.70	0.35	0.08	0.26	בלוק*תשתית (אקראי)
0.71	0.23	0.65	0.85	0.87	0.39	תשתית
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	מנת השקיה
0.69	0.62	0.73	0.47	0.60	0.67	תשתית* השקיה
<u>השקיה I/ET</u>						
פירות מ ^ל	ק"ג מ ^ל	פירות מ ^ל	ק"ג מ ^ל	ק"ג מ ^ל	ק"ג מ ^ל	
B33	C5.08	B37	C6.06	B1.27	C0.49	1
BA35	CB5.76	B38	CB6.69	BA1.49	CB0.53	1.5
A42	A7.11	A47	A8.20	A1.60	A0.65	2
BA37	AB6.29	B41	AB7.42	A1.67	AB0.63	2.5

ערכים נמוכים מ 0.05 הינם מובהקים. בחלק התחתון ממוצעי תוצאות היבול. ערכים להם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת הסתברות של 5%.

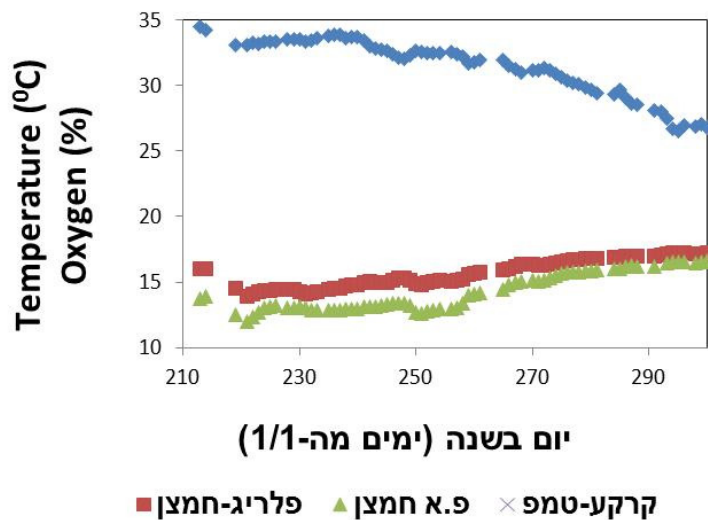
טבלה 2. ניתוח מרכיבי השונות לרטיבות ומליחות הקרקע בתבנית של בלוקים באקראי בחלקות מפוצלות פעמים.

מליחות	רטיבות	מקור השונות
0.30	0.70	בלוק (אקראי)
0.12	0.34	בלוק*תשתית (אקראי)
0.39	0.13	בלוק * מועד דיגום (אקראי)
0.19	0.91	מועד דיגום
0.41	0.40	תשתית
0.51	0.40	מועד*תשתית

0.28	0.97	השקיה
0.38	0.96	מועד*השקיה
0.31	0.85	תשתית*השקיה
0.10	0.75	מועד*תשתית*השקיה
		<u>מועד דיגום</u>
dSm ⁻¹	מ ³ מ ⁻³	
0.65	0.16	31/08/11
0.52	0.17	27/09/11
0.52	0.16	01/11/11
		<u>תשתית</u>
0.60	0.16	פלריג
0.52	0.17	פלסטיק
		<u>השקיה I/ET</u>
0.48	0.17	1
0.56	0.16	1.5
0.58	0.16	2
0.62	0.16	2.5

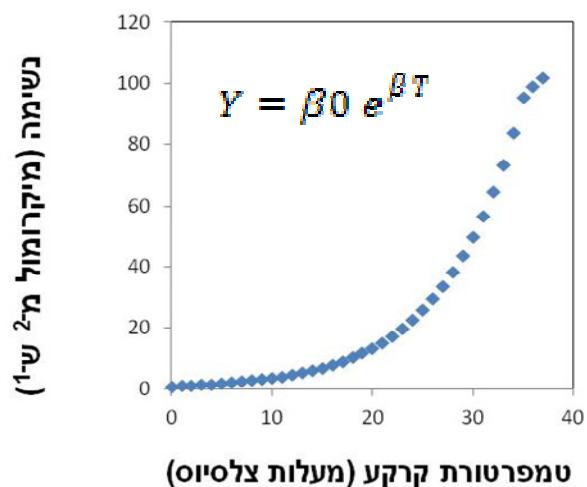
בחלק העליון המודל הסטטיסטי וניתוח השונות למשתני היבול. ערכים נמוכים מ-0.05 הינם מובהקים. בחלק התחתון ממוצעי תוצאות היבול. ערכים להם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת הסתברות של 5%.

טמפרטורת המצע לא הושפעה מטיפול הניסוי והייתה במגמת ירידה מ-34 מעלות בעת השתילה ועד ל-25 מעלות בסוף חודש אוקטובר (איור 4) בעוד שריכוזי החמצן נמצאו במגמה הפוכה ועלו מ-12.6% ל-19% בסוף חודש אוקטובר. כלומר, עליה של כ-50%. קצב הנשימה המחושב ירד כמעט פי ארבע במהלך אותה התקופה מ-100 ל-25 מיקרומול למ"ר לשנייה (איור 5).



איור 4. טמפרטורת המצע וריכוזי החמצן בשתי תשתיות בעומק 20 ס"מ

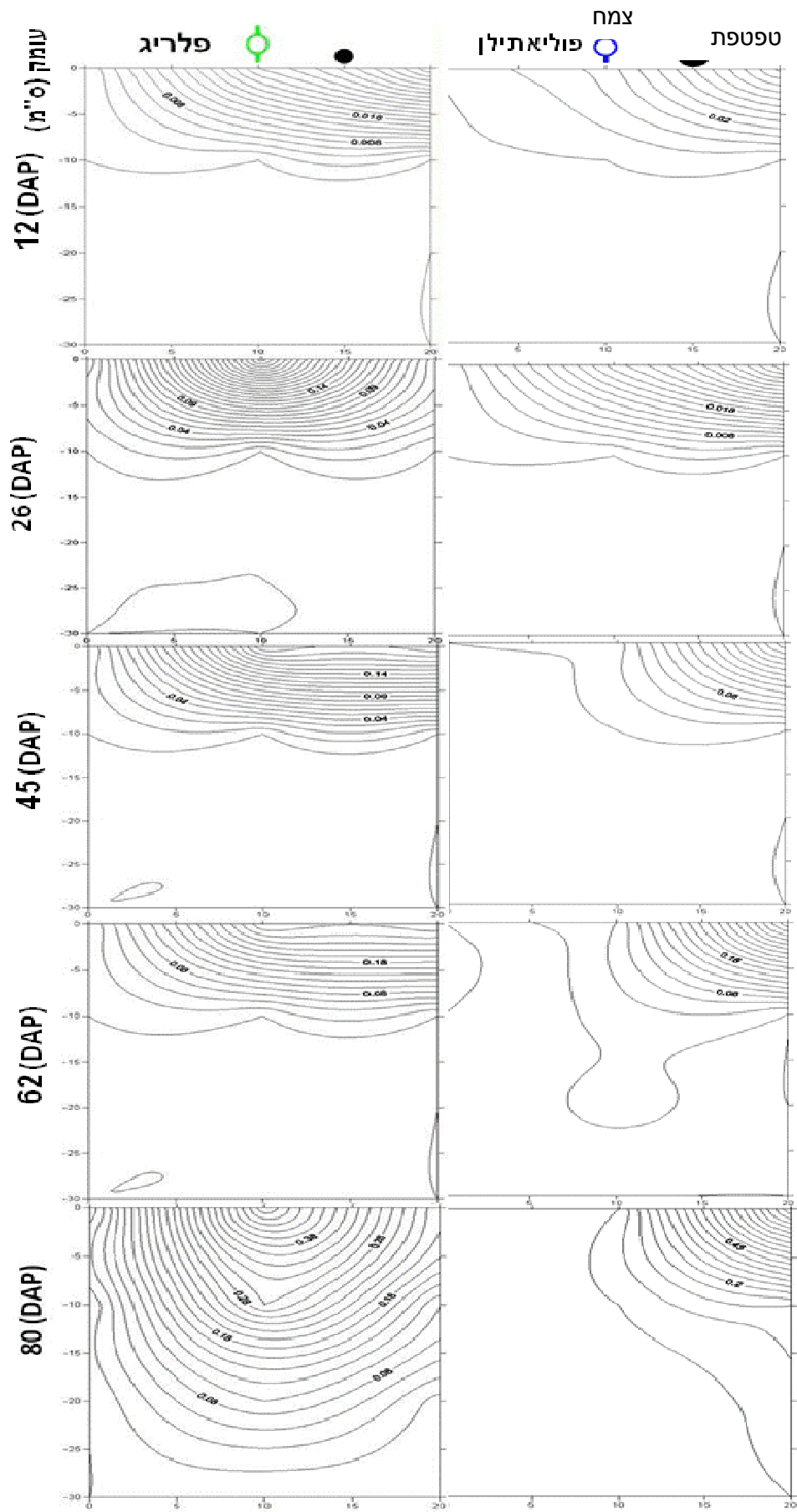
בפירוס השורשים בשתי התשתיות לא נמצאו הבדלים משמעותיים עד 62 ימים אחרי שתילה (איור 6). בדיגום האחרון שנערך 80 ימים מהשתילה, חדירת השורשים בטיפול הפלריג הגיע לעומק 20 ס"מ בכל רוחב המצע בעוד שבטיפול הפוליאתיילן החדירה הצטמצמה לעומק 10 ס"מ בלבד.



איור 5. קצב הנשימה המחושב בתלות בטמפרטורת הקרקע בתנאים ללא מגבלת חמצן.

דיון וסיכום

חסימת מסלולי דיפוזיית החמצן הצידיית באמצעות יריעת פוליאתיילן הפחיתה את ריכוזו במצע בעומק של 20 ס"מ בשיעור יחסי של 7%, אך עובדה זו לא השפיע על ביצועי הצמח. הסיבה לכך נמצאה באמצעות חשיפות השורשים. חדירת השורשים לתוך מצע החול התעכבה למשך 80 הימים הראשונים לאחר השתילה. מחשיפות שהתבצעו בעונות הקודמות נמצא שקצב התארכות השורשים מגיע לכדי 1 ס"מ ליום בתקופה שמיד לאחר השתילה. כלומר ניתן לצפות שעשרים ימים לאחר השתילה יגיעו השורשים לעומק של 20 ס"מ. דבר זה לא קרה בניסוי הנוכחי בשל התכונות הפיסיקליות של מצע הקומפוסט. אחיזת המים הגבוהה של הקומפוסט בהשוואה לזו שבחול לא יצרה מוטיבציה לשורשים לחדור לחול. בניסויים בשנתיים האחרונות הרכב המצע היה חול ומעליו טוף דבר שגרם ליובש יחסי בשכבה העליונה. אנו מניחים כי הבדלי ריכוזי החמצן שנמדדו בין שני טיפולי התשתית נבעו במלואם מנשימת המיקרו פלורה האירובית במצע.



איור 6. פירוס השורשים בחמישה מועדי דיגום בשתי התשתיות בתוכנת Surfer

תודות

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

מקורות

איתיאל א', אהרון ש', כהן ש', אופנבך ר', גולן ר', צברי י', צביאלי י', בן גל א' 2006. מנת השקיה, איכות המים ותשתית הגידול בפלפל. סיכום עונת מחקרים 2005/6, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&guest_data=%20%D%20&act=view&dbid=files&databid=566&fid=f6&name=Pepper%20Yair%20nasham%2005-06.pdf

איתיאל א', חשמונאי ד', דמבובסקי ר', יפה א', אופנבך ר', אלקיים ד', צביאלי י', צברי י', גולן ר', בן גל א', לזרוביץ נ', 2010. השפעת מנת השקיה, סוג הקרקע ותשתית בית השורשים בפלפל. שדה וירק, גיליון 1, 2010.

איתיאל א', אופנבך ר', חשמונאי ד', כהן ש', צביאלי י', צברי י', 2011. השפעת תשתית בית השורשים, מנת ההשקיה ומחסורי חמצן בבית השורשים על פלפל 2011. שדה וירק 237. נובמבר 2011, עמ' 35-39.

Goorahoo D., Carstensen, G., Zoldoske, D.F., Norum, E., Mazzei, A. 2001. Using air in subsurface drip irrigation (SDI) to increase yields in bell pepper. In Proceedings of The Irrigation Association Technical Conference, San Antonio, Texas, pp. 95-102.

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 and root-zone format on pepper plants. 2011/12

Ityel E., Tzeiri U., Oshoroviz A., Offenbach R., Cohen S., Zvieli Y., Tsabari I., Ben Gal A. and Lazarovich N.

Eviatar@arava.co.il

Keywords: *Capsicum annuum*, irrigation, root distribution