

השפעת רמת הזרחן ביסוד, העשרת השתילים במיקוריזה ומתן דשן זרחני בראש על הקליטה וההתבססות של צמחי פלפל, עונה 2017-18

אפרים ציפליץ, זיוה גלעד, מאיר אחיעם – מו"פ בקעת הירדן
אשר אייזנקוט, דויד סילברמן, תמר אלון – שה"מ, משרד החקלאות
אורי אדלר – מועצת הצמחים
פנחס פיין – מנהל המחקר החקלאי.

תקציר

בניסוי לבחינת השפעת רמת הזרחן ביסוד, העשרת השתילים במיקוריזה ומתן דשן זרחני בראש על הקליטה וההתבססות של צמחי פלפל, נבחנו בעונת 2017/18 שלושה גורמים: 1) 5 רמות של זרחן ביסוד, כאשר הרמה הנמוכה הייתה 37 מ"ג לק"ג, והרמה הגבוהה, שהתקבלה ע"י שימוש ב-8.5 קוב לד' קומפוסט בעונה שעברה, הייתה 95 מ"ג לק"ג; 2) דישון ראש שכולל זרחן והוא התקבל ע"י שימוש בדשן 9-3-6. לעומת שימוש בדשן 9-0-6 באותה רמה של חנקן. 3) העשרת השתילים במיקוריזה במשתלה בהשוואה לשתילים שלא עברו העשרה במיקוריזה. סה"כ בניסוי בעונה הנוכחית 16 טיפולים. מתוצאות הניסוי עולה שגם ברמות הגבוהות מ-50 מ"ג לק"ג זרחן לפי אולסן, אם לא מדשנים בדשן ראש המכיל זרחן, יש עיכוב בהתפתחות של השתילים. לעומת זאת, אם מדשנים בדשן המכיל זרחן או מעשירים את מצע הזריעה במיקוריזה, השתילים מתפתחים בצורה טובה גם ברמות נמוכות יחסית של זרחן. מבדיקות עלים שבוצעו עולה כי שימוש בדשן המכיל זרחן תורם לשיפור מובהק גם בקליטה של החנקן והאשלגן. העשרת השתילים במיקוריזה משפרת במובהק את קליטת החנקן והזרחן. הפגיעה בקליטת המנגן והאבץ כתוצאה מהדישון בדשן המכיל זרחן לא הביאה לירידה ברמתם של יסודות אלה מתחת לתחום המומלץ, כך שכפי הנראה היא אינה משמעותית בתנאי הניסוי.

מבוא

מועד השתילה העיקרי של פלפל בבתי רשת ובבתי צמיחה בבקעת הירדן הוא תחילת אוגוסט. בחלק מהשטחים נצפה עיכוב בהתפתחות השתילים בשנים מסוימות, מסיבה שאינה ידועה. לפיכך, עלתה השערה כי העיכוב נגרם עקב מחסור זמני בזרחן (במיוחד לאחר חיטוי קרקע הפוגע במיקוריזה). זאת, אף שהעיכוב בהתפתחות השתילים נראה לפעמים גם בחלקות אורגניות, שבהן ריכוז הזרחן בקרקע (לפי מיצוי אולסן) היה גבוה מ-100 מ"ג לק"ג. ככלל, המגדלים נוהרים בדישון בזרחן או במתן קומפוסט, כשרמת הזרחן בקרקע גבוהה מאוד, מאחר שעודף זרחן עלול להקטין את זמינות יסודות הקורט בקרקע (בעיקר מנגן), כך שייווצר מחסור בהם, שהנו תדיר למדי בגידול פלפל. הנחת העבודה בניסוי זה הייתה כי ריכוז הזרחן (והאקטיביות שלו) בתמיסת הקרקע הסינית-חרסיתית-גירית בבקעה והניידות לעבר שורשי השתילים עלולות להיות נמוכות מכדי לאפשר את התפתחות התקינה של השורשים, וכי דישון בזרחן ממועד השתילה עשוי לפתור זאת. מטרות העבודה הנוכחית היו לבחון מהו ריכוז הסף האופטימלי של הזרחן בקרקע, לפי בדיקת אולסן אשר בפחות ממנו ייגרם עיכוב בהתפתחות שתילי הפלפל על קרקע סינית-חרסיתית-גירית; האם דישון ראש בזרחן יתרום למניעת העיכוב; אם כן, החל מאילו ריכוזי זרחן לפי אולסן בקרקע; האם העשרת השתילים במיקוריזה במשתלה פותרת את הבעיה; והאם מתן קומפוסט פותר את הבעיה.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

הניסוי התבצע בתחנת צבי במו"פ בקעת הירדן, בבית רשת המכוסה ברשת חרקים 17 מש. תאריך השתילה: 8/8/17; הזן קסיאנו. בשתילה נפרסה רשת שחורה 40% צל שהוסרה ב-10/9/17.

עונה זו, 2017/18, הינה העונה השנייה של הניסוי (ראה דוח 2016/17). לקראת העונה הזו בוצעה העשרה נוספת בזרחן לטיפולים 3 ו-7 באמצעות 67 סמ"ק של חומצה זרחתית לכל חזרה, ולטיפולים 4 ו-9 באמצעות 134 סמ"ק של חומצה זרחתית לכל חזרה. העשרה בוצעה ע"י זילוף של החומצה לכל שטח הערוגה (4 מ') ותיחוח ידני לעומק 10 ס"מ.

בעונה הנוכחית נבחנו בניסוי זה שלושה גורמים :

1. 5 רמות של זרחן בקרקע (ביסוד) - 4 רמות של זרחן התקבלו על ידי העשרה בחומצה זרחתית בעונה הנוכחית ובסופרפוספט בעונה הקודמת; וטיפול נוסף בקומפוסט שניתן לפני שנה.
 2. דישון ראש המכיל זרחן (6-3-9) לעומת דישון ראש ללא זרחן (6-0-9).
 3. הטענת השתילים במיקוריזה במשתלה ע"י שימוש בתכשיר רוטלה G מתוצרת חברת Groundwork, לפי 0.4 גר' תכשיר לכל תא שתילה, לעומת שתילים ללא הטענה.
- ביום השתילה בוצעו בדיקות קרקע. בטבלה מס' 1 שלהלן מוצג מצב הזרחן בקרקע בכל טיפול.

טבלה 1: פירוט רמת הזרחן בקרקע ביום השתילה והטיפולים בניסוי

מס' טיפול	רמת זרחן בקרקע לפי אולסן* (mg/kg) עומק 20-0 ס"מ	מיקוריזה בשתיל**	דשן ראש	מס' טיפול	רמת זרחן בקרקע לפי אולסן* (mg/kg) עומק 20-0 ס"מ	מיקוריזה בשתיל**	דשן ראש
1	37.3 ד	בלי	6-3-9	6	48.4 גד	בלי	6-0-9
+1	37.3 ד	עם	6-3-9	+6	48.4 גד	עם	6-0-9
2	55.3 גד	בלי	6-3-9	7	61.3 בגד	בלי	6-0-9
+2	55.3 גד	עם	6-3-9	+7	61.3 בגד	עם	6-0-9
3	62.3 בג	בלי	6-3-9	8	57.6 גד	בלי	6-0-9
4	67.9 בג	בלי	6-3-9	9	64.2 בג	בלי	6-0-9
+4	67.9 בג	עם	6-3-9	+9	64.2 בג	עם	6-0-9
קומפוסט	92.6 א	בלי	6-3-9	קומפוסט	86.2 אב	בלי	6-0-9

* רמת הזרחן בטבלה מציינת את הרמה בפועל בבדיקות קרקע שבוצעו ביום השתילה.

אותיות שונות מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

** העשרת השתיל במיקוריזה בוצעה במשתלה.

רמת הדישון במהלך הגידול הייתה זהה בכל הטיפולים. נבדקה המוליכות החשמלית של מי הטפטפת שנאספו במהלך ההשקיה. התרומה של הדשן 6-0-9 למוליכות החשמלית בריכוז דשן של 1 ליטר לקוב הייתה 0.67 דציסימנס למטר, ושל הדשן 6-3-9 בריכוז זה הייתה 0.87 דציסימנס למטר. נוהל ההשקיה היה אחיד בכל שטח הניסוי, והוא נקבע לפי התפתחות הצמחים ובהתאם למקובל בחלקות מסחריות דומות.

במהלך העונה נאספו המדדים שלהלן :

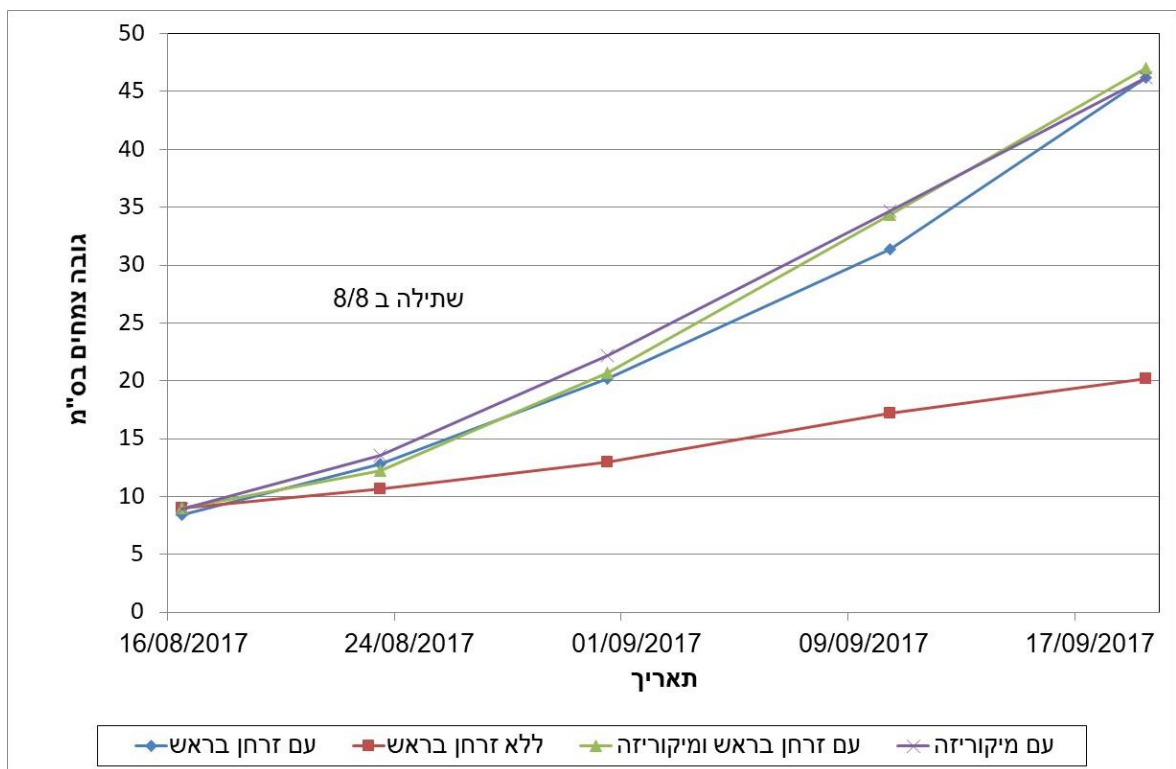
1. גובה הצמחים (מדידה כל שבוע החל משבוע מהשתילה) והערכת אחידות החלקה לפי סולם של 1 עד 3 (1) אחיד, 3 לא אחיד) בוצעו בתאריך 29/8/17. בנוסף, בוצע צילום של הצמחים בתאריך 26/9/17 באמצעות מצלמת טלפון נייד, אשר הוחזק במאוזן כ-1 מ' מעל הערוגה. על התמונות בוצע ניתוח של אחוז הכיסוי הירוק מסך כל השטח שבתמונה.
2. משקל הצמחים - ב-5/10/18 (חודשיים מהשתילה) נעקרו 4 צמחים מכל חזרה ונקבע המשקל הכללי של הנוף בכל אחד מהטיפולים.
3. רמת החנטה - ב-5/10/18 (חודשיים מהשתילה) בוצעה ספירה של מס' החנטים בכל חזרה.

4. יבול - כמות והתפלגות האיכות, בוצעו 14 קטיפים מתאריך 12/11/17 עד 22/4/18 במהלך העונה.
5. בדיקות עלים התבצעו בתאריך 12/9/17 ובסיום הניסוי; ובדיקות קרקע התבצעו ביום השתילה ובסיום הניסוי.

תוצאות

התפתחות הצמחים:

באיור מס' 1 מרוכזים הנתונים של ההשתנות הממוצעת של גובה הצמחים בטיפולים שבהם רמת הזרחן ביסוד הייתה נמוכה (טיפולים 1, +1, 6, +6) ושבהם לא ניתן זרחן בראש, לעומת הטיפולים שבהם ניתן זרחן בראש, בוצעה העשרה במיקוריזה או שניתן שילוב של מיקוריזה וזרחן בראש.



איור 1. התפתחות צמחי פלפל - הגובה הממוצע של הצמחים בטיפולים שבהם לא ניתן זרחן בראש, לעומת טיפולים שקיבלו זרחן בראש, טיפולים שקיבלו העשרה במיקוריזה וטיפולים שקיבלו הן העשרה במיקוריזה והן דישון זרחני בראש

מאיור 1 ניתן ללמוד שצמחים הגדלים ברמת זרחן נמוכה ללא דישון בזרחן בראש, גדלו במהלך 40 יום ב-10 ס"מ. לעומת זאת, כשהצמח קיבל זרחן בדישון ראש, העשרה במיקוריזה במשתלה או גם דישון בזרחן בראש וגם העשרה במיקוריזה במשתלה - הוא גדל ביותר מ-35 ס"מ באותה תקופת זמן. בנוסף, ניתן לראות שאין הבדל בהתארכות הצמחים בין הטיפולים שבהם קיבלו זרחן בראש, העשרה במיקוריזה או שילוב של זרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה.

בטבלה מס' 2 שלהלן מרוכזים הנתונים של השפעת העשרה במיקוריזה במשתלה על מדד האחידות של השתילים (הרמה של הזרחן ביסוד והדישון בזרחן בראש לא השפיעו באופן מובהק על האחידות, ולכן הנתונים אינם מוצגים).

טבלה 2: השפעת העשרה של השתילים במיקוריזה על מזד האחידות של השתילים

סולם של 1 עד 3 (1 אחיד, 3 לא אחיד)	הטיפול
דירוג אחידות	
1.39 ב	עם מיקוריזה
1.61 א	ללא מיקוריזה

* אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 2 עולה כי העשרת השתילים במיקוריזה במשתלה השפיעה באופן מובהק על התפתחות אחידה של השתילים בשטח.

בטבלה מס' 3 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים שהיו בניסוי על מס' החנטים ועל משקל הצמחים. מכיוון שלא הייתה השפעת גומלין בין הגורמים שנבדקו, מוצגת בטבלה שלהלן ההשפעה של הגורמים העיקריים שנבחנו בניסוי.

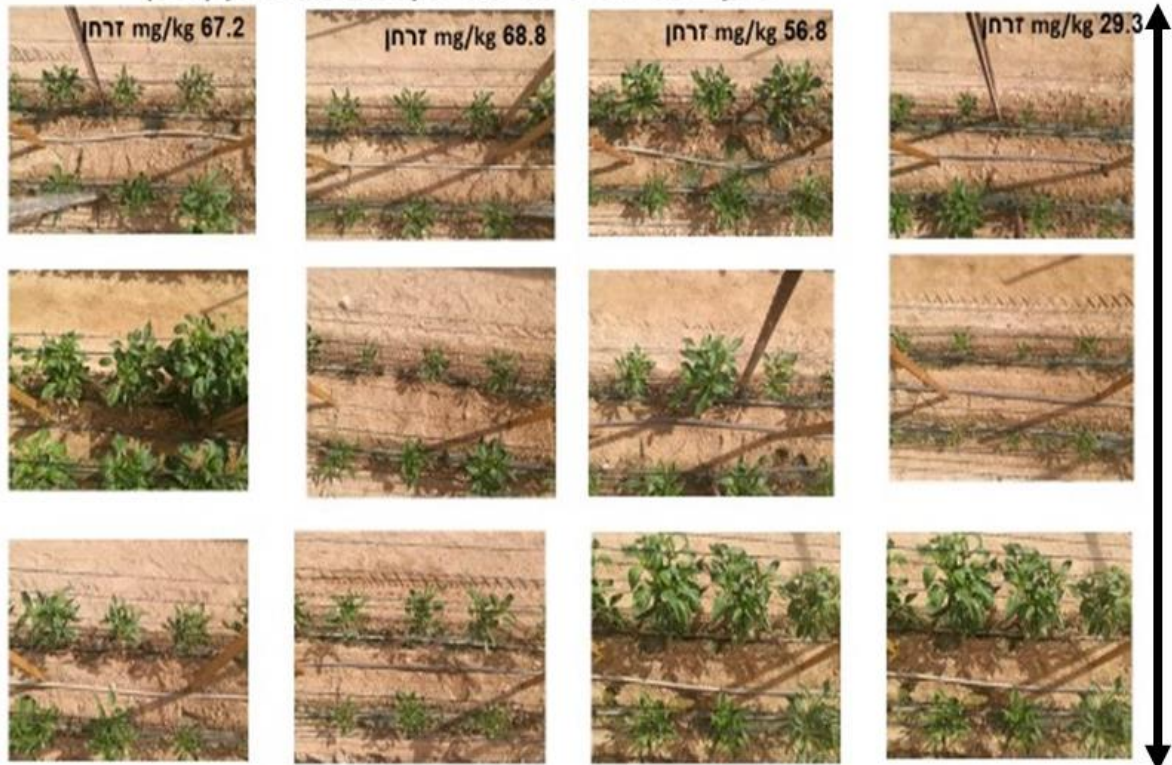
טבלה 3: השפעת רמת הזרחן ביסוד, מתן זרחן בדשן ראש והעשרת השתילים במיקוריזה על כמות החנטים ועל משקל הצמח (הנתונים נאספו לאחר חודשיים מהשתילה)

משקל צמח (גרם)	כמות חנטים	רמת זרחן בקרקע לפי אולסן* (mg/kg) עומק 0-20 ס"מ
351.9 ב	6.9 ב	37.3
372.1 ב	7.7 ב	55.3
327.1 ב	6.1 ב	62.3
332.1 ב	7.4 ב	67.9
718.9 א	13.8 א	קומפוסט
זרחן בראש		
513 א	10.4 א	כן
328 ב	6.4 ב	לא
מיקוריזה		
502 א	11.3 א	כן
339 ב	5.5 ב	לא

*אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 3 ניתן ללמוד כי בטיפול הקומפוסט (זרחן לפי אולסן 92 מ"ג/ק"ג) מס' החנטים ומשקל הצמח היה גבוה באופן מובהק ממס' החנטים ומשקל הצמח בכל הטיפולים האחרים. לעומת זאת בין הטיפולים האחרים לא היה הבדל מובהק למרות העלייה המובהקת בריכוז הזרחן לפי אולסן בקרקע. לגבי הזרחן בדישון ראש, ניתן לראות שהוא השפיע באופן מובהק הן על מס' החנטים והן על משקל הצמח. גם הגורם של העשרה במיקוריזה השפיע באופן מובהק על כמות החנטים ועל משקל הצמח. בתמונה מס' 1 המופיעה בהמשך מרוכזות תמונות של 3 חלקות/חזרות של אותו טיפול לאחר 40 יום מהשתילה כשרמות הזרחן לפי אולסן בקרקע הולכות ועולות בטיפולים שבהם לא ניתן דישון בזרחן בראש ולא בוצעה העשרה במיקוריזה במשתלה.

זרחן ביסוד לפי טיפולים, דיכון ראש ללא זרחן (609)



תמונה 1. השוואת התפתחות השתילים ברמות הולכות ועולות של זרחן ביסוד; מימין: הרמה הנמוכה, משמאל: הרמה הגבוהה

מתמונה 1 עולה כי ישנה מגמה של התפתחות צמחים טובה יותר, ככל שרמת הזרחן לפי אולסן בקרקע גבוהה יותר. עם זאת, בכל הרמות לא הייתה אחידות הצמחים טובה, ולעיתים אף ברמות הזרחן הגבוהות נראו חזרות שלא התפתחו היטב (הגורם של רמת הזרחן ביסוד לא השפיע באופן מובהק על אחוז כיסוי השטח). בתמונה מס' 2 מרוכזות התמונות של הטיפולים שבהם רמת הזרחן ביסוד הייתה נמוכה ולא בוצעה העשרה במיקוריזה, כשבחלק העליון מופיעות החזרות שבהן ניתן זרחן בראש, ובחלק התחתון מרוכזות החזרות שבהן לא ניתן זרחן בראש.

זרחן ביסוד- הרמה הנמוכה, דיכון ראש עם זרחן (639)



זרחן ביסוד- הרמה הנמוכה, דיכון ראש ללא זרחן (609)



תמונה 2. השוואת התפתחות הצמחים בטיפולים שבהם הזרחן ביסוד היה ברמה נמוכה ולא בוצעה העשרה במיקוריזה; למעלה: דשן הראש הכיל זרחן (9-3-6); למטה: דשן הראש היה ללא זרחן (9-0-6)

מתמונה 2 ניתן ללמוד שמתן דשן ראש עם זרחן (בחלקה העליון של התמונה) גרם לכך שהתפתחות הצמחים הייתה טובה יותר, ביחס לחלקות שבהן דשן הראש לא הכיל זרחן (בחלק התחתון של התמונה). הגורם של זרחן בדשן הראש השפיע באופן מובהק על אחוז הכיסוי של החלקה. בתמונה מס' 3 מרוכזות התמונות של הטיפולים שקיבלו העשרה במיקוריזה במשתלה, לעומת הטיפולים שבהם לא התבצעה העשרה במיקוריזה, על רקע רמת זרחן נמוכה ביסוד (29.3 mg/kg זרחן) וללא דישון ראש בזרחן.

שתילים מוטענים במיקוריזה זרחן ביסוד הרמה הנמוכה, דישון ראש ללא זרחן (609)



שתילים ללא הטענה במיקוריזה, זרחן ביסוד הרמה הנמוכה, דישון ראש ללא זרחן (609)



תמונה 3. השוואת התפתחות השתילים מוטענים במיקוריזה (בחלק העליון) להתפתחותם ללא הטענה במיקוריזה (בחלק התחתון), כשרמת הזרחן ביסוד הייתה נמוכה ולא בוצע דישון ראש בזרחן

מתמונה 3 למדים כי התפתחות הצמחים והאחידות של החלקות היו טובות הרבה יותר בחלקות שבהן נשתלו צמחים שעברו העשרה במיקוריזה (חלקה העליון של התמונה), לעומת ההתפתחות של השתילים שלא עברו העשרה במיקוריזה במשתלה (בחלק התחתון של התמונה). הגורם של העשרת השתילים במיקוריזה במשתלה השפיע באופן מובהק על אחוז הכיסוי של החלקה.

בתמונה מס' 4 מרוכזות התמונות של השתילים בחלקות שבהן רמת הזרחן לפי אולסן הייתה גבוהה והם לא קיבלו דישון ראש הכולל זרחן, ותמונות השתילים בחלקות שבהן ניתן קומפוסט ביסוד ללא דישון בדשן הכולל זרחן בראש.

זרחן ביסוד הרמה הגבוהה 67 אולסן, דיסון ראש ללא זרחן (609)



קומפוסט בוצה לפי 8.5 מ"ק/ד' בעונה שעברה, זרחן אולסן 95 (mg/kg) דיסון ראש ללא זרחן (609)



תמונה 4. השוואת התפתחות השתילים ברמת הזרחן הגבוהה (מקור הזרחן בחומצה זרחתית) בחלק העליון, לעומת התפתחות השתילים בתנאים שבהם מקור הזרחן הוא קומפוסט (בחלק התחתון) בתמונה 4 נראה כי התפתחות השתילים והאחידות שלהם היו טובות הרבה יותר בחלקות שקיבלו את הקומפוסט (בחלקה התחתון של התמונה), לעומת החלקות שבהן הייתה רמת הזרחן לפי אולסן גבוהה והן לא קיבלו דיסון זרחני בראש ולא התבצעה העשרה במיקוריזה בשתילים במשתלה.

יבול ואיכות

השפעת הטיפולים על היבול והאיכות מוצגת בטבלה מס' 4. בטבלה לא מוצג משקל הפרי הממוצע כיוון שהוא לא הושפע מאף אחד מהגורמים שנבדקו בניסוי זה.
טבלה 4: השפעת רמת הזרחן ביסוד, מתן דשן הכולל זרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה על היבול ליצוא, על היבול לשיווק לשוק המקומי, ועל סך כל היבול ומספר הפירות למ"ר

מס' פירות למ"ר	סה"כ יבול (ק"ג למ"ר)	שוק (ק"ג למ"ר)	יצוא (ק"ג למ"ר)	רמת זרחן בקרקע לפי אולסן* (mg/kg) עומק 0-20 ס"מ
ב 37.3	ב 8.7	ב 0.51	ב 8.2	37.3
ב 39.7	ב 9.5	ב 0.48	ב 9.0	55.3
ב 38.9	ב 9.0	ב 0.46	ב 8.6	62.3
ב 42.1	ב 9.8	ב 0.46	ב 9.3	67.9
א 52.2	א 12.2	א 0.80	א 11.4	קומפוסט (95.1)
זרחן בראש				
א 45.5	א 10.6	א 0.60	א 9.96	כן
ב 34.4	ב 8.1	ב 0.42	ב 7.67	לא
העשרה במיקוריזה במשתלה				
א 45.0	א 10.7	א 0.57	א 10.1	כן
ב 37.7	ב 8.7	ב 0.48	ב 8.3	לא

* אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מעידות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 4 עולה כי הרמה של הזרחן ביסוד לא השפיעה על כל המדדים שנבחנו בניסוי זה, אולם נראה הבדל מובהק בין טיפול הקומפוסט לטיפולים האחרים. בתוך הטיפולים עצמם לא ניכר כל הבדל, אף שרמת הזרחן בקרקע עלתה באופן מובהק. **דישון הראש הכולל זרחן** השפיע באופן מובהק על היבול ליצוא ולשוק המקומי וכן על סך כל היבול ועל מספר הפירות הממוצע לצמח, שהיו גבוהים באופן מובהק מהטיפולים שבהם דשן הראש לא כלל זרחן. מבחינת השפעת **המיקוריזה**, ניתן לראות שכשהשתילים הועשרו במיקוריזה משקל הפרי ליצוא ולשוק המקומי וכן סך כל המשקל וכמות הפרי הממוצע לצמח היו גבוהים באופן מובהק מאותם מדדים בטיפולים שבהם לא בוצעה העשרה במיקוריזה.

בדיקות עלים

בטבלה מס' 5 מרוכזים נתוני ההשפעה של רמת הזרחן ביסוד, דישון בזרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה על הריכוז של החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים של הפלפל בבדיקות שבוצעו ב- 12/9/18 (34 ימים משתילה).

טבלה 5: ההשפעה של רמת הזרחן ביסוד, דישון בזרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה על הריכוז של החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים של הפלפל בבדיקות שבוצעו 34 ימים משתילה

רמת זרחן בקרקע לפי אולסן* (mg/kg) עומק 0-20 ס"מ	חנקן (%)	זרחן (%)	אשלגן (%)
37.3	3.11	0.40	4.38
55.3	3.00	0.35	4.46
62.3	2.94	0.24	4.44
67.9	3.06	0.34	4.33
קומפוסט (95.1)	3.19	0.40	3.90
זרחן בראש			
כן	א 3.14	א 0.38	א 4.44
לא	ב 2.96	ב 0.32	ב 4.14
העשרה במיקוריזה במשתלה			
כן	א 3.19	א 0.44	4.43
לא	ב 2.99	ב 0.31	4.24

* אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מעידות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 5 ניתן ללמוד שרמת הזרחן ביסוד לא השפיעה על ריכוז החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים של הפלפל, אולם מתן דשן ראש הכולל זרחן הביא לעלייה מובהקת בריכוז החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים. העשרה במיקוריזה במשתלה תרמה אף היא לעלייה מובהקת בריכוז החנקן והזרחן בעלים. בטבלה 6 שלהלן מוצגים הנתונים של ריכוז יסודות ההזנה בעלים של הפלפל בסיום הניסוי.

טבלה 6: השפעת רמת הזרחן ביסוד, דישון בזרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה על הריכוז של יסודות ההזנה בעלים של הפלפל בבדיקות שבוצעו בסיום הניסוי

רמת זרחן בקרקע לפי אולסן* (mg/kg) עומק 0-20 ס"מ	חנקן (%)	זרחן (%)	אשלגן (%)	ברזל (מ"ג/ק"ג)	מנגן (מ"ג/ק"ג)	אבץ (מ"ג/ק"ג)	נחושת (מ"ג/ק"ג)
37.3	2.24	0.34	3.71	129	76.4	44.7	17.5
55.3	2.33	0.35	3.70	146	76.2	45.9	18.4
62.3	2.31	0.33	3.80	140	77.8	50.1	16.8
67.9	2.30	0.35	3.59	137	76.5	49.1	21.0
קומפוסט (95.1)	2.25	0.34	3.74	141	71.6	48.3	17.4
זרחן בראש							
כן	א 0.36	א 2.34	3.75	140	ב 73.0	ב 45.9	18.1

לא	2.23	0.32 ב	3.67	138	78.5 א	49.4 א	18.3
העשרה במיקוריזה במשתלה							
כן	2.34	0.35	3.57 ב	135	72.6 ב	48.9 א	19.1
לא	2.26	0.34	3.77 א	140	77.8 א	47.1 ב	17.8
תחום רצוי	4.0-5.0	0.3-0.7	3.0-6.0	80-200	40-100	30-60	5-25

* אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מעידות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 6 עולה כי רמת הזרחן ביסוד לא השפיעה באופן מובהק על הרמה של יסודות ההזנה בעלים. הרמה של החנקן בכל הטיפולים הייתה יחסית נמוכה, והריכוז של כל היסודות האחרים נמצא בתחום הרצוי. לגבי ההשפעה של דישון בדשן הכולל זרחן בראש, ניתן לראות שדישון כזה העלה באופן מובהק את ריכוז הזרחן והפחית באופן מובהק את ריכוז המנגן והאבץ, כשכל היסודות האחרים לא הושפעו מובהק. עם זאת, ניתן לראות שגם בטיפולים שבהם ניתן דשן הכולל זרחן בראש, הריכוז של המנגן והאבץ בעלים נשאר בתחום הרצוי. לגבי השפעת ההעשרה במיקוריזה במשתלה, ניתן לראות שהעשרה במיקוריזה במשתלה הפחיתה את ריכוז האשלגן והמנגן והעלתה את ריכוז האבץ. גם לגבי גורם זה, ניתן לראות שלמרות ההשפעה שלו, ריכוז היסודות שהושפעו נותר בתחום הרצוי ליסודות אלה.

דיון

בניסוי הנוכחי ניסינו לענות על השאלה, אם עיכוב בהתפתחות של שתילי לפל קשור למחסור בזרחן בהתחלת הגידול, גם כשהערכים של זרחן לפי אולסן בקרקע גבוהים יחסית. על פי התוצאות שהתקבלו, ניתן לומר לכאורה כי התשובה לכך היא חיובית, וגם כאשר הרמה של הזרחן לפי אולסן מגיעה ל-70 מ"ג לק"ג, אם לא ניתן לחלקה דשן המכיל זרחן כבר בתחילת הגידול, השתילים לא יתפתחו היטב. בניסוי נבחנו שתי אפשרויות לתיקון העיכוב: 1. דישון בדשן המכיל זרחן כדוגמת הדשן 9-3-6; 2. העשרת השתילים במיקוריזה במשתלה. שתי האפשרויות הללו פתרו את הבעיה בצורה טובה, כשלהעשרת השתילים במיקוריזה היה יתרון בכך שהאחידות של השתילים הייתה טובה יותר. יש לציין שעל פי בדיקות העלים שבוצעו כחודש לאחר השתילה, הפעילות של המיקוריזה הייתה קשורה אף לשיפור בקליטת הזרחן.

בניסוי זה נכלל טיפול שבו קיבלו הצמחים 8.5 קוב לדי' קומפוסט בוצה בעונת 2016/17. בטיפול זה לא נצפה עיכוב בהתפתחות השתילים, גם כשלא ניתן דשן בראש המכיל זרחן, ונראה כי השימוש בחומר האורגני העלה את זמינות הזרחן ומנע את העיכוב בהתפתחות השתילים. עם זאת, נראתה התפתחות טובה יותר של הצמחים בטיפול של הקומפוסט עם דישון הראש בדשן המכיל זרחן.

הטענה כנגד הדישון בזרחן בשטח שבו רמת הזרחן בקרקע גבוהה, מתבססת על ההנחה שמתקיימת תחרות בצמח בין קליטת הזרחן לקליטת יסודות הקורט, כך שהמשך הדישון בזרחן פוגע ביכולת הצמח לקלוט את יסודות הקורט, החיוניים אף הם להתפתחותו. אולם, לפי התוצאות שקיבלנו, השימוש בדשן המכיל זרחן אמנם פגע בקליטה של המנגן והאבץ, אך הם היו עדיין בתחום המומלץ ליסודות אלו, כך שלמעשה, לפחות בתנאי הניסוי זה לא נראתה בעיה בדישון בזרחן.

מלבד השיפור המובהק בקליטה של הזרחן באמצעות השימוש בדשן 9-3-6, הביא הדישון הזרחני לשיפור מובהק בקליטה של החנקן והאשלגן. העשרת השתילים במיקוריזה תרמה לשיפור בקליטה של החנקן. ההסבר לתופעה הזו קשור כנראה לשיפור כללי במצב הצמחים שמאפשר להם לקלוט בצורה טובה יותר יסודות אחרים. חשוב לשים לב כי בבדיקות העלים שהתבצעו בסיום הניסוי בטיפולים שבהם בוצעה העשרה של השתילים במיקוריזה, נמצאה פגיעה בקליטת האשלגן, לעומת תרומתם החיובית של טיפולים אלה כפי שנמצאה בבדיקות בתחילת הניסוי. לא ברור מדוע אירעה תופעה זו. העלייה המובהקת ברמת הזרחן בעלים בטיפולים שקיבלו דשן ראש המכיל זרחן מתקיימת גם בבדיקות שהתבצעו בסיום הניסוי. תוצאה זו מעידה על כך שהעלייה ברמת הזרחן לפי

אולסן בבדיקות הקרקע כנראה שאינה מעלה את הזמינות של הזרחה בקרקע לעומת הדישון בדשן המכיל זרחן במהלך הגידול, המעלה את זמינות הזרחן, ולכן הוא נקלט ברמה גבוהה יותר על ידי הצמחים. בחלקות מסחריות נתקלים ברמות זרחן לפי אולסן, הגבוהות הרבה יותר מהרמות שאליהן הצלחנו להגיע בניסוי זה. כדי לבחון את התוצאות גם ברמות זרחן לפי אולסן הגבוהות מ-100 מ"ג לק"ג, נבצע בשנה הבאה העשרה נוספת בחומצה זרחתית לשני הטיפולים הגבוהים בעונה הנוכחית. כמו כן, עד היום לא קיבלנו מענה לשאלה, אם המחסור בזרחן הוא זמני וקשור להתחלת הגידול, שבו בית השורשים של הצמח קטן יחסית או שגם בבית שורשים מפותח וברמות זרחן לפי אולסן גבוהות ביסוד יהיה יתרון לדישון בדשן המכיל זרחן. בעונה הבאה ננסה לענות על שאלה זו על ידי כך שבכל רמה של זרחן ביסוד יהיו 2 טיפולים של הדשן 6-3-9 בראש: טיפול אחד יכלול שימוש ב-6-3-9 רק בחודש הראשון ואחריו ייעשה שימוש ב-6-0-9; ובטיפול השני ייעשה שימוש ב-6-3-9 במהלך העונה כולה.

עד לתחילת ניסוי זה המליץ צוות מדריכי הירקות שכשהרמה של הזרחן לפי אולסן גבוהה מ-50 מ"ג לק"ג אין צורך לדשן בזרחן בראש. על פי התוצאות שקיבלנו, מתברר כי המלצה זו איננה נכונה, ויש לשנותה לקראת השנים הבאות של גידול הפלפל בבקעת הירדן.

הבעת תודה

תודה לקק"ל ולקרן שה"מ על השתתפותם במימון הניסוי.