

חקר הסיבות לתופעת אי-אחידות התפתחות צמחי פלפל בשתילות קיץ בבקעת הירדן

אפרים ציפלבליץ, זיוה גלעד, אחיעם מאיר - מו"פ בקעת הירדן
דויד סילברמן - שה"מ, משרד החקלאות
אורי אדלר - מועצת הצמחים
פנחס פיין - מנהל המחקר החקלאי

תקציר

בניסוי לבחינת הסיבות לאי-אחידות התפתחות צמחי פלפל בשתילות קיץ בבקעת הירדן נבחנו במשך שלוש עונות הגורמים הבאים: רמת הזרחן ביסוד, מתן קומפוסט ביסוד, העשרת השתילים במיקוריזה במשתלה, טבילת השתיל בדשן כל 12-43-12+ חומצה הומית ומתן דשן זרחני בראש. מתוצאות הניסוי מתברר כי גם כאשר רמות הזרחן ביסוד הן גבוהות (מעל 80 מ"ג לק"ג בבדיקת אולסן), הצמחים אינם מתפתחים בצורה אחידה וטובה, אלא אם מעשירים את גוש השתיל במיקוריזה או מדשנים בדשן הכולל זרחן בתחילת הגידול. מתן קומפוסט ביסוד מסייע להתפתחות טובה ואחידה ותורם לכך שתוספת דשן ראש הכולל זרחן תשפר את התפתחות השתילים. השפעת הטיפול על היבול דמתה להשפעתם על התפתחות השתילים. כמו כן, גם כשרמות הזרחן ביסוד היו יחסית נמוכות (30 מ"ג לק"ג בבדיקת אולסן), לא היה צורך בדישון זרחני מעבר לחודש הראשון שלאחר השתילה. דישון בזרחן במהלך כל העונה גרם לירידה מובהקת ברמת המנגן בעלים, אולם לא הוריד אותה לרמה הנחשבת כמחסור ביסוד זה.

מבוא

תופעות של עיכוב התפתחות בשתילי פלפל צעירים מופיעות בחלק מהשטחים בשנים מסוימות, והועלו שתי סברות עיקריות לסיבותיהן:

1. מחסור בזרחן לשתילים הצעירים שנבע משילוב של ריכוזו הנמוך בתמיסת הקרקע ושל עיכוב אפשרי בפעילות המיקוריזה כתוצאה מקשיי התאוששות אוכלוסייתה לאחר חיטוי הקרקע בטמפרטורות הגבוהות.
2. הצטברות ניטריט (NO_2^-) כתוצאה מעיכוב בפעילות המיקרואורגניזמים האחראים על הניטריפיקציה בקרקע (מעבר מאמון לניטרט), הנובעת מהעלייה בטמפרטורת הקרקע ועודפי מים.

האפשרות שהעיכוב נובע ממחסור זמני בזרחן נראית בלתי סבירה, כיוון שתופעה דומה נראתה לעתים גם בחלקות אורגניות, שרמת הזרחן בהן (בבדיקת אולסן) הגיעה לערכים הגבוהים מ-100 מ"ג לק"ג. כמו כן, דישון זרחני כשרמת הזרחן בקרקע גבוהה עלול להחמיר את הבעיות של מחסורים ביסודות קורט, בעיקר מנגן, יסוד העלול להיות במחסור בגידול פלפל.

מטרות העבודה: 1. לבדוק אם העיכוב בהתפתחות שתילי הפלפל הצעירים קשור למחסור זמני בזרחן בתמיסת הקרקע; 2. לבחון אם דישון ראש הכולל זרחן בתחילת הגידול עשוי לפתור את בעיית העיכוב.

כדי לענות על שאלות אלה, נבחנו בניסוי מהן רמות הזרחן ביסוד שבהן יש לדשן בזרחן בראש בתחילת הגידול, ובאילו רמות זרחן יהפוך הדישון מיותר ואולי אף מזיק.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

המחקר התבצע בשנים 2016-2108 (סה"כ 3 עונות גידול) בתחנת צבי - מו"פ בקעת הירדן. נבחרה חלקה שלא גידלו בה לפחות 10 שנים. בעונה הראשונה לפני השתילה בוצעו בחלקה בדיקות קרקע (בסך הכול שני מדגמים, כשכל מדגם כלל 5 קידוחים לעומקים 0-20, 20-40 ו-40-60 ס"מ). ממוצע התוצאות מרוכז בטבלה מס' 1 להלן.

טבלה 1 - רמה ממוצעת של יסודות הזנה ומליחות בחתך הקרקע בחלקת הניסוי לפני יישום הטיפולים

| אשלגן (מא"ק/לי) | זרחן (מ"ג/ק"ג) | ח. מינרלי (מ"ג/ק"ג) | מוליכות (dS/m) | גיר כללי (%) | pH | SP (%) | עומק (ס"מ) |
|--------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----|-----------|---------------|
| 0.6 | 13.8 | 22.3 | 1.4 | 47.6 | 8.0 | 39.5 | 0-20 |
| 0.4 | 9.8 | 32.6 | 2.0 | 64.9 | 8.0 | 42.1 | 20-40 |
| 0.4 | 9.9 | 47.4 | 2.8 | 47.3 | 8.0 | 45.6 | 40-60 |

מטבלה 1 ניתן ללמוד שהקרקע היא קרקע בינונית, רמת הגיר בה גבוהה והמוליכות החשמלית נמוכה. רמת החנקן טובה, האשלגן בתחום שבו צריך לדשן באשלגן, והזרחן נמוך יחסית. במטרה לייצר רמות שונות של זרחן בקרקע בוצעה העשרה בזרחן. בשנה הראשונה תוחח לקרקע דשן סופרפוספט; ובשנה השנייה בוצעה העשרה בזרחן באמצעות הזלפה של חומצה זרחתית על כל שטח הערוגה. בשנה הראשונה פוזר הקומפוסט על גבי הערוגה ותוחח, ובהמשך הוא עורבב באופן ידני. פירוט הטיפולים שהתבצעו במהלך שנות המחקר והשתנות רמת הזרחן בקרקע מרוכזים בטבלה מס' 2. יש לציין שלקראת כל עונה בוצע חימום סולרי וחיטוי באדיגן.

טבלה 2 - פירוט הטיפולים במהלך שנות המחקר והשתנות רמת הזרחן (בדיקת אולסן) בקרקע בעומק 0-20 ס"מ (ביום השתילה ובשנת 2019, בסיום הניסוי)

| רמת זרחן אולסן (בעומק 0-20 ס"מ) | | | | הטיפולים | | | מספר טיפול |
|------------------------------------|-------|------|------|---|--|---------------------------------|---------------|
| 2019 (סיום הניסוי) | 2018 | 2017 | 2016 | 2019/2018 | 2018/2017 | 2017/2016 | |
| 66.7 | 57.3 | 37.3 | 21.6 | ללא זרחן ביסוד | ללא זרחן ביסוד | ללא זרחן ביסוד | 1 |
| | | | | ללא תוספות ביסוד | העשרת השתיל במיקוריזה | כמו בטיפול 1 | +1 |
| 77.9 | 67.8 | 55.2 | 48.8 | ללא תוספות ביסוד | ללא תוספות ביסוד | סופרפוספט ביסוד 1.5 ק"ג למ"ר | 2 |
| 85.1 | 67.8 | | | טבילת השתיל בדשן כל 12-43-12+ ח. הומית | העשרת השתיל במיקוריזה | כמו בטיפול 2 | +2 |
| 114.5 | 92.5 | 62.3 | 53.6 | תוספת חומצה זרחתית ביסוד 200 סמ"ק למ"ר | תוספת חומצה זרחתית ביסוד 20 סמ"ק למ"ר | סופרפוספט ביסוד 2.0 ק"ג למ"ר | 3 |
| 95.4 | 80.2 | 67.9 | 70.8 | ללא תוספות ביסוד | תוספת חומצה זרחתית ביסוד 40 סמ"ק למ"ר | סופרפוספט ביסוד 2.5 ק"ג למ"ר | 4 |
| | | | | ללא תוספות ביסוד | העשרת השתיל במיקוריזה | כמו בטיפול 4 | +4 |
| 118.4 | 113.3 | 92.6 | 64.9 | ללא תוספות ביסוד | ללא תוספות ביסוד | קומפוסט לפי 8.5 מ"ק לד' | 5 |
| 129.8 | 166.9 | | | תוספת קומפוסט לפי 5 מ"ק לד' | כמו בטיפול 5 | כמו בטיפול 5 | +5 |
| 50.3 | 32.1 | 48.4 | 21.5 | ללא זרחן ביסוד | ללא זרחן ביסוד | ללא זרחן ביסוד | 6 |
| | | | | העשרת השתיל במיקוריזה | העשרת השתיל במיקוריזה | כמו בטיפול 6 | +6 |
| 53.0 | 45.5 | 61.3 | 45.6 | ללא תוספות ביסוד | תוספת חומצה זרחתית ביסוד 20 סמ"ק למ"ר | סופרפוספט ביסוד 1.5 ק"ג למ"ר | 7 |
| 75.3 | 45.5 | | | טבילת השתיל בדשן כל 12-43-12+ ח. הומית | כמו בטיפול 7 | כמו בטיפול 7 | +7 |
| 90.0 | 94.8 | 57.6 | 44.4 | תוספת חומצה זרחתית ביסוד 400 סמ"ק למ"ר | ללא תוספות ביסוד | סופרפוספט ביסוד 2.0 ק"ג למ"ר | 8 |
| 52.9 | 49.7 | 64.1 | 42.6 | ללא תוספות ביסוד | תוספת חומצה זרחתית ביסוד 40 סמ"ק למ"ר | סופרפוספט ביסוד 2.5 ק"ג למ"ר | 9 |
| | | | | ללא תוספות ביסוד | העשרת השתיל במיקוריזה | כמו בטיפול 9 | +9 |
| 105.1 | 87.1 | 86.1 | 32.6 | ללא תוספות ביסוד | ללא תוספות ביסוד | קומפוסט לפי 8.5 מ"ק לד' | 10 |
| 113.7 | 119.6 | | | תוספת קומפוסט לפי 5 מ"ק לד' | כמו בטיפול 10 | כמו בטיפול 10 | +10 |

- בטיפולים 1-5 ניתן דשן ראש 9-3-6 (מסומן בטבלה באפור); בטיפולים 6-10 הדשן בשנתיים הראשונות היה 9-0-6, ובשנה השלישית בחודש הראשון ניתן 9-3-6 ואח"כ 9-0-6.
- המיקוריזה (תכשיר רוטלה G) סופקה ע"י חברת GROUNDWORK ועורבה במצע השתילה במינון 0.4 גרם עבור כל תא זריעה.
- הקומפוסט ששימש בניסוי הוא קומפוסט בוצה מטופלת תוצרת קומפוסט אור.
- בעונת 2018/19 הצמחים בטיפולים 3 ו-8, שקיבלו העשרה בחומצה זרחתית ביסוד, סבלו ולא התפתחו. הסיבה לכך איננה ברורה. בדיקות קרקע שבוצעו בטיפולים אלה לא הראו שיש בעיה של מליחות או כל בעיה אחרת. עקב כך הנתונים שנאספו מטיפולים אלה לא נותחו.

בכל שנות המחקר נשתלו שתילי פלפל מזן קסיאנו, והשתילה נעשתה בשבוע הראשון של חודש אוגוסט בבית רשת 17 מש. בחודש הראשון נפרסה רשת שחורה 40% צל מתחת לרשת 17 מש, והיא נפרסה שנית בסוף פברואר עד סוף הגידול.

רמת הדישון החנקני והאשלגני במהלך הגידול הייתה זהה בכל הטיפולים. נוהל ההשקיה היה אחיד בכל שטח הניסוי, והוא נקבע לפי התפתחות הצמחים ובהתאם למקובל בחלקות מסחריות דומות.

במהלך העונה נאספו המדדים שלהלן:

1. מעקב אחר התפתחות הצמחים, מבחינת גובה ואחידות החלקה, התבצע במהלך כל שנות הניסוי.
2. צילום של הצמחים בוצע בעונת 2017/18, 48 יום לאחר השתילה באמצעות מצלמת פלאפון, תוך אחיזתו במאוזן כ-1 מ' מעל הערוגה.
3. שקילת הצמחים בוצעה בעונה הראשונה והשנייה, באופן כזה שנעקרו 4 צמחים מכל חזרה ונקבע המשקל הכללי של הנוף.
4. קטיף יבולים וקביעת איכות הפרי בוצעו בעונה השנייה והשלישית.
5. בדיקות קרקע ועלים נעשו כל השנים בכמה מועדים במהלך העונה.

תוצאות

התפתחות הצמחים

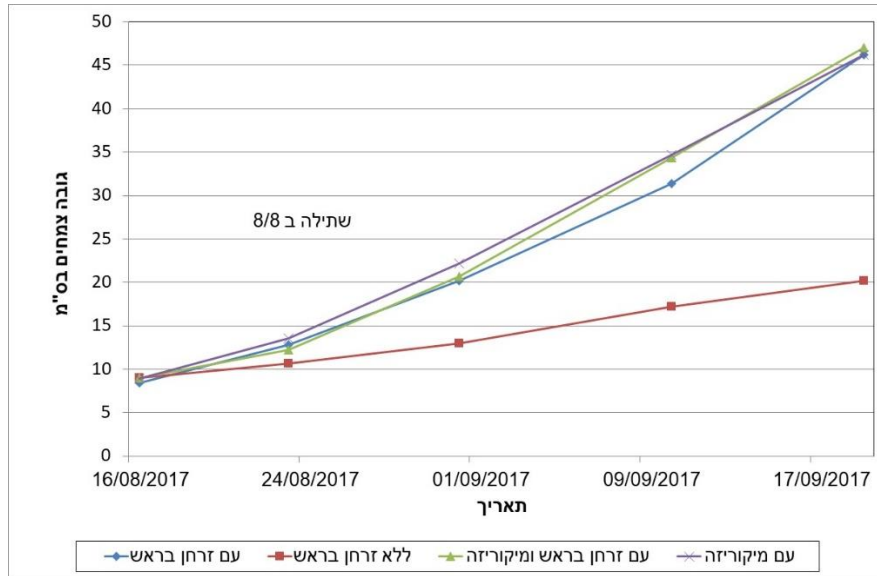
- א. בעונת 2016/17 נמדדו 80 יום משתילה: גובה הצמחים, משקל הצמח ומספר חנטיים לצמח. לאור המצב שבחלק גדול מהטיפולים הצמחים לא התפתחו בצורה תקינה, הוחלט לסיים את הניסוי. כל הנתונים הצמחיים שנאספו מרוכזים בטבלה מס' 3.

טבלה 3 - השפעת רמת העשרה בסופרפוספט ביסוד ודישון בזרחן בראש על גובה הצמחים, על משקלם ועל מספר החנטיים הממוצע לצמח בסיום הניסוי בעונת 2016/17 (80 יום משתילה)

| מס' חנטיים לצמח | משקל צמח (גרם) | גובה צמח (ס"מ) | דישון ראש | הטיפולים רמת זרחן ביסוד (מ"ג לק"ג) |
|-----------------|----------------|----------------|-----------|------------------------------------|
| 0 ג | 97.6 ג | 38.9 ב | | 22 |
| 1.6 ב | 269.3 ב | 70.2 א | | 49 |
| 1.2 בג | 210.0 ב | 67.3 א | | 54 |
| 1.5 ב | 209.0 ב | 67.3 א | | 71 |
| 3.6 א | 463.7 א | 81.2 א | | קומפוסט - 65 |
| 2.3 א | 330.3 א | 76.6 א | עם זרחן | |
| 0.9 ב | 169.5 ב | 53.4 ב | ללא זרחן | |

* אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 3 ניתן להסיק כי ללא תוספת של סופרפוספט ביסוד הייתה פגיעה מובהקת בגובה הצמחים, במשקלם ובמספר הפירות לצמח. לעומת זאת, העשרה בסופרפוספט מעבר לרמה הבסיסית לא תרמה לעלייה מובהקת באף אחד מהפרמטרים שנבדקו. לגבי העשרה בקומפוסט ביסוד ניתן לראות שהיא גרמה לעלייה מובהקת במשקל הצמח ובמספר הפירות לצמח, אך היא לא תרמה במובהק לגובה הצמחים. באיור מס' 1 שלהלן מרוכזים הנתונים של ההשתנות הממוצעת של גובה הצמחים בטיפולים שבהם לא ניתן זרחן בראש, לעומת הטיפולים שבהם ניתן זרחן בראש או שבוצעה העשרה במיקוריזה או בצירוף של העשרה במיקוריזה ומתן זרחן בראש בעונת 2017/18.



איור 1. השתנות הגובה הממוצע של הצמחים בטיפולים שבהם לא ניתן זרחן בראש, לעומת טיפולים שקיבלו זרחן בראש, לעומת טיפולים שקיבלו העשרה במיקוריזה ולעומת טיפולים שקיבלו גם העשרה במיקוריזה וגם דישון זרחני בראש

מאיור 1 עולה כי ללא דישון בזרחן בראש, הצמח התארך במהלך כ- 40 יום ב-10 ס"מ בממוצע. לעומת זאת, כשהצמח קיבל זרחן בדישון ראש או העשרה במיקוריזה במשתלה או גם דישון בזרחן בראש וגם העשרה במיקוריזה במשתלה הוא התארך ביותר מ-35 ס"מ באותה תקופת זמן. בנוסף, ניתן לראות שאין הבדל בהתארכות הצמחים בין הטיפולים שבהם הוא קיבל זרחן בראש או קיבל העשרה במיקוריזה או קיבל שילוב של זרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה.

בטבלה מס' 4 מרוכזים הנתונים של השתנות הגובה הממוצע של הצמחים בהשפעת הטיפולים שהיו בניסוי בעונת 2018/19. הנתונים המוצגים לגבי השפעת משך הזמן שבו ניתן דשן ראש הם ממוצעי כלל טיפולי רמת הזרחן ביסוד.

טבלה 4 - השפעת רמת הזרחן ביסוד, משך הדישון בזרחן בראש וטבילת השתילים בדשן כל 12-43-12 + חומצה הומית על גובה הצמחים של הפלפל בעונה 2018/19

| גובה צמחים בס"מ | | | | הטיפולים זרחן ביסוד (מ"ג לק"ג) |
|---|----------|-----------|----------|-----------------------------------|
| 9/9/18 | 30/8/18 | 20/8/18 | 13/8/18 | |
| 50.0 ג | 34.3 ג | 20.7 ד | 13.2 ג | 32 |
| 53.5 אבג | 36.3 אבג | 21.2 גד | 13.8 אבג | 46 |
| 51.5 בג | 36.2 בג | 22.5 אבגד | 14.9 אב | 50 |
| 54.3 אבג | 37.4 אבג | 22.8 אבג | 14.3 אבג | 57 |
| 55.5 אבג | 39.0 אב | 23.2 אבג | 14.7 אב | 68 |
| 51.7 בג | 36.0 בג | 21.8 בגד | 13.6 בג | 80 |
| 58.7 א | 40.1 אב | 24.4 א | 14.9 א | 87 |
| 57.6 אב | 41.6 א | 23.8 אב | 13.1 ג | קומפוסט ישן (113) |
| 50.2 ג | 36.9 אבג | 24.4 א | 13.4 אבג | קומפוסט ישן + חדש (167) |
| משך הדישון בזרחן בראש | | | | |
| 52.0 | 36.6 | 22.2 | 14.0 | כל העונה |
| 50.9 | 35.7 | 21.9 | 13.8 | חודש |
| טבילת השתיל בדשן כל 12-43-12+ ח. הומית | | | | |
| 54.2 | 38.9 | 23.7 א | 15.1 א | עם |
| 51.1 | 35.8 | 21.9 ב | 13.7 ב | בלי |

אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 4 עולה כי במועד הבדיקה הראשון היה גובה הצמחים הממוצע בטיפול של רמת הזרחן ביסוד הגבוהה ביותר (מלבד טיפולי הקומפוסט) - הגבוה ביותר. לעומת זאת, היה גובה הצמחים בטיפול של רמת הזרחן הנמוכה ושל הקומפוסט הישן - הנמוך ביותר. גם במועד הדיגום השני היה גובה הצמחים הרם ביותר היה בטיפול של רמת זרחן ביסוד גבוהה ביותר (מלבד טיפולי הקומפוסט) ושל הקומפוסט הישן. הגובה הנמוך ביותר התקבל בשני הטיפולים שבהם רמת הזרחן ביסוד הייתה הנמוכה ביותר. במועד הדיגום השלישי גובה הצמחים בטיפול של הקומפוסט הישן היה הרם ביותר, והוא נבדל באופן מובהק מגובה הצמחים בטיפול שבו רמת הזרחן ביסוד הייתה הנמוכה ביותר. גובה הצמחים הממוצע בטיפול שבו רמת הזרחן ביסוד טיפולי הקומפוסט), לא נבדל באופן מובהק מגובה הצמחים בטיפול של הקומפוסט הישן. במועד הדיגום הרביעי ניתן לראות שהטיפול ברמת הזרחן הנמוכה ביסוד עדיין מעוכב ביחס לטיפולים האחרים. כמו כן, הטיפול של הקומפוסט הישן + הקומפוסט החדש מעוכב ביחס לטיפולים האחרים. הטיפול ברמת הזרחן הגבוהה ביסוד (מלבד טיפולי הקומפוסט) נותן את ההתארכות הגבוהה ביותר. מהשוואה של הטיפולים שקיבלו זרחן בחודש הראשון בלבד לטיפולים שקיבלו זרחן במשך כל העונה, נראה שאין הבדל מובהק בין הטיפולים. מהשוואה של הטיפולים שבהם השתיל נטבל בתמיסה של דשן כל 12-43-12 + ח. הומית, לטיפולים שבהם השתיל לא נטבל עולה כי בשתי המדידות הראשונות היה גובה השתילים בטיפולים שעברו את הטבילה גבוה יותר לעומת גובה השתילים שלא נטבלו. במדידות הבאות אין הבדל מובהק בין הטיפולים.

צילום הצמחים - בעונה השנייה של הניסוי (2017/18) צילמנו את הצמחים בטיפולים השונים כעבור 48 ימים מהשתילה. תמונה מס' 1 כוללת צילומים של השתילים מטיפולים מבהם רמת הזרחן ביסוד הייתה נמוכה ולא בוצעה העשרה במיקוריזה, בחלק העליון של הצילומים מופיעות החזרות שבהם ניתן זרחן בראש (דשן 9-3-6), ובחלק התחתון מרוכזות החזרות שבהם לא ניתן זרחן בראש (דשן 9-0-6).

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



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



תמונה 1. השוואת התפתחות הצמחים בטיפולים שבהם הזרחן ביסוד היה ברמה נמוכה ולא בוצעה העשרה במיקוריזה. בחלק העליון הדשן ראש הכיל זרחן (9-3-6), לעומת החלק התחתון שבו הדשן ראש היה ללא זרחן (9-0-6). (בתמונה מופיעות כל החזרות של אותו טיפול)

מתמונה 1 ניתן ללמוד שמתן דשן ראש עם זרחן (כפי שנראה בחלקה העליון של התמונה) גרם לכך שהתפתחות הצמחים הייתה טובה יותר, ביחס לחלקות שבהן דשן הראש לא הכיל זרחן (כפי שנראה בחלקה התחתון של התמונה). ניתוח אחוז הצבע הירוק בתמונה מעיד על כך שכשדישון הראש לא הכיל זרחן, אחוז הכיסוי הירוק הממוצע היה 9.6%. לעומת זאת, כשדישון הראש הכיל זרחן, אחוז הכיסוי הירוק עלה ל-75%. בתמונה מס' 2 רוכזו הצילומים של השתילים בטיפולים שקיבלו העשרה במיקוריזה במשתלה, לעומת הטיפולים שבהם לא התבצעה העשרה במיקוריזה על רקע רמת זרחן נמוכה ביסוד (48 מ"ג/ק"ג 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 2. השוואת התפתחות השתילים עם הטענה במיקוריזה (בחלק העליון) וללא הטענה במיקוריזה (בחלק התחתון), כשרמת הזרחן ביסוד הייתה נמוכה ולא בוצע דישון ראש בזרחן

מתמונה 2 ניתן ללמוד שבחלקות שבהן נשתלו צמחים שעברו העשרה במיקוריזה (כפי שנראה בחלקה העליון של התמונה) ולא ניתן דשן ראש, התפתחות הצמחים ואחידות החלקות היו טובות יותר. אחוז הכיסוי היה 93%, לעומת ההתפתחות של השתילים שלא עברו העשרה במיקוריזה במשתלה (כפי שנראה בחלקה התחתון של התמונה), שם אחוז הכיסוי 9.6% בלבד.

בתמונה מס' 3 מרוכזים הצילומים של השתילים בחלקות שבהן רמת הזרחן הייתה גבוהה והם לא קיבלו דישון ראש הכולל זרחן, לעומת השתילים בחלקות שבהן ניתן קומפוסט ביסוד ללא דישון בדשן הכולל זרחן בראש.

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



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



תמונה 3. השוואת התפתחות השתילים ברמת הזרחן הגבוהה, שמקורו בחומצה זרחתית (כפי שנראה בחלק העליון של התמונה), לעומת התפתחות השתילים בתנאים שבהם מקור הזרחן הוא בקומפוסט (כפי שנראה בחלקה התחתון של התמונה)

מתמונה 3 עולה כי בחלקות שקיבלו את הקומפוסט היו התפתחות השתילים ואחידותם טובות הרבה יותר (כפי שנראה בחלקה התחתון של התמונה) ואחוז הכיסוי הירוק בחלקות הגיע ל-96%. לעומת זאת בחלקות שבהן הייתה רמת הזרחן גבוהה, הן קיבלו דישון זרחני בראש ולא התבצעה העשרה במיקוריזה במשתלה – אחוז הכיסוי הירוק בהן נאמד בכ-32% בלבד.

יבול ואיכות

בעונה הראשונה, 2016/17, הפסקנו את הגידול לפני הקטיף. בעונות 2017/18 ו-2018-19 התבצע קטיף לפי טיפולים במהלך כל העונה.

השפעת הטיפולים על היבול ועל האיכות בעונת 2017/18 מוצגת בטבלה מס' 5 שלהלן. בטבלה לא מוצג משקל הפרי הממוצע, כיוון שלא הושפע מאף אחד מהגורמים שנבדקו בניסוי זה.

טבלה 5 - השפעת רמת הזרחן ביסוד, מתן דשן שכולל זרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה על היבול ליצוא, היבול לשוק, סך כל היבול ומספר הפירות למ"ר בעונה 2017/18

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

אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 5 ניתן ללמוד שרמה שונה של **זרחן ביסוד**, שמקורה בהעשרה בסופרפוספט, לא השפיעה על היבול והאיכות. לעומת זאת, תוספת קומפוסט גרמה לעלייה מובהקת ביבול הכללי, במספר הפירות למ"ר וביבול ליצוא. בין טיפולי ההעשרה לא היה הבדל מובהק, אף על פי שהרמה של הזרחן בקרקע עלתה באופן מובהק. **השפעת דישון הראש שכולל זרחן** - ניתן לראות כי בדישון הראש הכולל זרחן היו היבול ליצוא, היבול לשוק, סך כל היבול ומספר הפירות הממוצע לצמח גבוהים באופן מובהק מהטיפולים שבהם דשן הראש לא כלל זרחן. **השפעת המיקוריזה** - ניתן לראות שבשתילים שהועשרו במיקוריזה היו המשקל ליצוא, המשקל לשוק, סך כל המשקל ומספר הפירות - גבוהים באופן מובהק מהטיפולים שבהם לא בוצעה העשרה במיקוריזה. בטבלה מס' 6 מרוכזים הנתונים של היבול והאיכות בעונת 2018/19. בעונה זו לא בוצע ניתוח דו-גורמי של התוצאות, משום שהתפתחו פערים גדולים ברמת הזרחן ביסוד גם בין זוגות הטיפולים שקיבלו את אותה העשרה ביסוד, עקב השימוש בדשן ראש שכלל זרחן בעונה הקודמת.

טבלה 6 - השפעת רמת הזרחן ביסוד על היבול והאיכות בעונת 2018/19

| סה"כ יבול (ק"ג למ"ר) | שוק (ק"ג למ"ר) | יצוא (ק"ג למ"ר) | הטיפולים רמת זרחן ביסוד (מ"ג לק"ג) |
|----------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|
| 8.8 | 0.42 | 8.3 | 32 |
| 9.2 | 0.35 | 8.8 | 46 |
| 8.5 | 0.37 | 8.1 | 50 |
| 8.7 | 0.42 | 8.3 | 57 |
| 8.7 | 0.29 | 8.4 | 68 |
| 9.2 | 0.38 | 8.9 | 80 |
| 8.7 | 0.42 | 8.3 | 87 |
| 9.6 | 0.42 | 9.1 | קומפוסט ישן (113) |
| 9.9 | 0.39 | 9.5 | קומפוסט ישן + חדש (167) |

אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 6 ניתן ללמוד שבעונת 2018/19 רמת זרחן שונה ביסוד לא תרמה להבדל מובהק בין הטיפולים ביבול הכללי, ביבול ליצוא וביבול לשוק בכל טווח טיפולי הזרחן ביסוד. משקל הפרי הממוצע בטיפול שבו רמת הזרחן ביסוד הייתה הנמוכה ביותר (32 מ"ג לק"ג) היה גבוה באופן מובהק ממשקל הפרי הממוצע בטיפול שקיבל קומפוסט בשנה הראשונה של הניסוי (זרחן ברמה של 113 מ"ג לק"ג). שאר הטיפולים לא נבדלו באופן מובהק מטיפולים אלה.

טבלה 6 א' - השפעת משך הזמן של הדישון בזרחן בראש על היבול ועל האיכות בעונת 2018/19

| משך הזמן של דישון זרחן בראש | יצוא (ק"ג למ"ר) | שוק (ק"ג למ"ר) | סה"כ יבול (ק"ג למ"ר) | משקל פרי (גרם) |
|-----------------------------|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| חודש ראשון | 8.5 | 0.39 | 8.88 | 173 א |
| כל העונה | 8.8 | 0.38 | 9.13 | 163 ב |

מטבלה 6 א' עולה כי משך הדישון בזרחן לא השפיע על המשקל ליצוא, על המשקל לשוק ועל המשקל הכללי. לעומת זאת, לגבי משקל הפרי הממוצע ניתן לראות שהדישון בזרחן במהלך העונה כולה גרם לפגיעה במשקל הפרי. הטיפול של טבילת השתיל בדשן כל 12-43-12 + ח. הומית לא השפיע באופן מובהק על אף אחד מהמדדים של היבול והאיכות, ולכן התוצאות לא מוצגות.

בדיקות עלים

בשנת הניסוי הראשונה (2016/17) ביצענו בדיקות עלים כעבור 35 יום מהשתילה. הנתונים מרוכזים בטבלה מס' 7 (בטיפול 6 לא היו עלים מתאימים לבדיקה).

טבלה 7 - השפעת רמת ההעשרה בסופרפוספט ביסוד ודישון בזרחן בראש על הרמה של החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים של הפלפל בעונה הראשונה של הניסוי (2016/17)

| מס' טיפול | רמת זרחן ביסוד (מ"ג לק"ג) | דישון ראש | חנקן (%) | זרחן (%) | אשלגן (%) |
|-----------|---------------------------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 21.6 | עם זרחן | 4.64 ג | 0.18 ג | 3.36 אב |
| 2 | 48.8 | עם זרחן | 5.11 אבג | 0.25 אב | 3.57 א |
| 3 | 53.6 | עם זרחן | 5.01 אבג | 0.25 אב | 3.57 א |
| 4 | 70.8 | עם זרחן | 4.91 בג | 0.25 אב | 3.29 אב |
| 5 | 64.9 | עם זרחן | 5.30 אב | 0.30 א | 3.57 א |
| 7 | 45.6 | ללא זרחן | 5.42 אב | 0.22 בג | 3.57 א |
| 8 | 44.4 | ללא זרחן | 4.83 בג | 0.20 בג | 3.25 ב |
| 9 | 42.6 | ללא זרחן | 5.07 אבג | 0.22 בג | 3.29 אב |
| 10 | 32.6 | ללא זרחן | 5.54 א | 0.30 א | 3.38 אב |

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

מטבלה 7 עולות המסקנות כלהלן:

חנקן - רמתו הגבוהה ביותר בעלים התקבלה בטיפול של העשרת יסוד בקומפוסט ושל דישון ראש ללא זרחן. לעומת זאת, בטיפול ללא העשרת יסוד בסופרפוספט ודישון ראש הכולל זרחן התקבלה הרמה הנמוכה ביותר של החנקן.

זרחן - רמתו הגבוהה ביותר התקבלה בשני טיפולי הקומפוסט. בטיפולים אלה הייתה הרמה גבוהה באופן מובהק מזו של הטיפול ללא העשרת יסוד בסופרפוספט ומזו של הטיפולים של העשרת היסוד ללא דישון ראש עם זרחן.

אשלגן - רמתו בטיפול שקיבל העשרת יסוד ב-2.0 ק"ג למ"ר ערוגה של סופרפוספט הייתה נמוכה באופן מובהק מהרמה בטיפולים שקיבלו העשרת יסוד ב-1.5 וב-2.0 ק"ג למ"ר ערוגה, וקיבלו דישון ראש עם זרחן, וכן מהטיפול

של הקומפוסט שקיבל גם דישון ראש עם זרחן ומהטיפול שקיבל העשרה ב-1.5 ק"ג למ"ר ערוגה של סופרפוספט ביסוד ולא קיבל דישון ראש הכולל זרחן.

מכיוון שמטרת הניסוי הייתה לבחון את השפעה של דישון ראש בזרחן בתנאים של רמה גבוהה של זרחן ביסוד, ביצענו ניתוח נוסף.

בטבלה מס' 8 מוצג ניתוח דו-גורמי ללא הטיפול שלא קיבל העשרה בסופרפוספט ביסוד וללא טיפולי הקומפוסט, שבהם נראה לנו שהתגובה הייתה לחנקן ולא לזרחן (רמת חנקן בקרקע יותר גבוהה - נתונים לא מוצגים; רמת חנקן גבוהה בעלים – הנתונים מוצגים בטבלה 7).

טבלה 8 - ניתוח דו-גורמי של השפעת העשרה בסופרפוספט ביסוד ושל דישון ראש בזרחן (טיפולים 2-4 ו-7-9) על הרמה של החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים בעונת 2016/17.

| אשלגן (%) | זרחן (%) | חנקן (%) | דישון ראש | ריכוז זרחן אולסן ממוצע בקרקע של זוגות טיפולים |
|-----------|----------|----------|-----------|---|
| 3.57 | 0.24 | 5.27 | | 47 |
| 3.41 | 0.23 | 4.92 | | 49 |
| 3.29 | 0.23 | 5.00 | | 57 |
| 3.48 | א 0.25 | 5.00 | עם זרחן | |
| 3.37 | ב 0.21 | 5.10 | ללא זרחן | |

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

מטבלה 8 ניתן ללמוד שהעלייה ברמת העשרה בסופרפוספט ביסוד לא הביאה לעלייה מובהקת ברמת הזרחן בעלים. כמו כן, לא היה הבדל בין הטיפולים ברמת החנקן והאשלגן. לגבי השפעה של טיפולי הראש, ניתן לראות שדישון בזרחן בראש לא השפיעה באופן מובהק על הרמה של החנקן והאשלגן, אך השפיעה על רמת הזרחן.

בטבלה מס' 9 מרוכזים הנתונים של השפעת רמת הזרחן ביסוד, של הדישון בזרחן בראש ושל העשרה במיקוריזה במשתלה על ריכוז החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים של הפלפל, כפי שהתקבלו בבדיקות שבוצעו בעונת 2017/18 (כעבור 34 ימים מהשתילה).

טבלה 9 - השפעה של רמת הזרחן ביסוד, דישון בזרחן בראש והעשרה במיקוריזה במשתלה על ריכוז החנקן, הזרחן והאשלגן בעלים של הפלפל בבדיקות שבוצעו 34 ימים משתילה בעונת 2017/18

| אשלגן (%) | זרחן (%) | חנקן (%) | זרחן ביסוד (מ"ג לק"ג) |
|-------------------------------|----------|----------|-----------------------|
| 4.38 | 0.40 | 3.11 | 37 |
| 4.46 | 0.35 | 3.00 | 55 |
| 4.44 | 0.24 | 2.94 | 62 |
| 4.33 | 0.34 | 3.06 | 68 |
| 3.90 | 0.40 | 3.19 | קומפוסט (95) |
| זרחן בראש | | | |
| א 4.44 | א 0.38 | א 3.14 | כן |
| ב 4.14 | ב 0.32 | ב 2.96 | לא |
| העשרה במיקוריזה במשתלה | | | |
| 4.43 | א 0.44 | א 3.19 | כן |
| 4.24 | ב 0.31 | ב 2.99 | לא |

אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 9 ניתן ללמוד כי רמת הזרחן ביסוד לא השפיעה על ריכוז החנקן, הזרחן והאשלגן בעלי הפלפל. לעומת זאת, מתן דשן ראש הכולל זרחן הביא לעלייה מובהקת בריכוז יסודות אלה בעלים. כמו כן, העשרה במיקוריזה במשתלה תרמה אף היא לעלייה מובהקת בריכוז החנקן והזרחן בעלים.

בטבלה 10 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על ריכוז יסודות ההזנה בעלי הפלפל בסיום הניסוי בעונה השנייה (עונת 2017/18).

טבלה 10 - השפעת רמת הזרחן ביסוד, הדישון בזרחן בראש וההעשרה במיקוריזה במשתלה על הריכוז של יסודות ההזנה בעלי הפלפל בבדיקות שבוצעו בסיום העונה השנייה של הניסוי (2017/18)

| זרחן ביסוד (מ"ג לק"ג) | חנקן (%) | זרחן (%) | אשלגן (%) | ברזל (מ"ג/ק"ג) | מנגן (מ"ג/ק"ג) | אבץ (מ"ג/ק"ג) | נחושת (מ"ג/ק"ג) |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| 37 | 2.24 | 0.34 | 3.71 | 129 | 76.4 | 44.7 | 17.5 |
| 55 | 2.33 | 0.35 | 3.70 | 146 | 76.2 | 45.9 | 18.4 |
| 62 | 2.31 | 0.33 | 3.80 | 140 | 77.8 | 50.1 | 16.8 |
| 68 | 2.30 | 0.35 | 3.59 | 137 | 76.5 | 49.1 | 21.0 |
| קומפוסט (95) | 2.25 | 0.34 | 3.74 | 141 | 71.6 | 48.3 | 17.4 |
| זרחן בראש | | | | | | | |
| כן | 2.34 | 0.36 א | 3.75 | 140 | 73.0 ב | 45.9 ב | 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 מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 10 ניתן ללמוד שרמת הזרחן ביסוד לא השפיעה באופן מובהק על הרמה של יסודות ההזנה בעלים. הרמה של החנקן והאשלגן בכל הטיפולים הייתה נמוכה באופן יחסי, וריכוזם של כל היסודות האחרים נמצא בתחום הרצוי. לגבי ההשפעה של דישון בדשן הכולל זרחן בראש, ניתן לראות כי דישון זה העלה באופן מובהק את ריכוז הזרחן והפחית באופן מובהק את ריכוז המנגן והאבץ, כשכל היסודות האחרים לא הושפעו באופן מובהק. עם זאת, ניתן לראות שגם בטיפולים שבהם ניתן דשן הכולל זרחן בראש, נותר ריכוזם של המנגן והאבץ בעלים בתחום הרצוי. לגבי ההשפעה של העשרה במיקוריזה במשתלה, ניתן לראות שהיא תרמה לירידה בריכוז האשלגן והמנגן והעלתה את ריכוז האבץ. עם זאת, הריכוז של היסודות שהושפעו נותר בתחום הרצוי ליסודות אלה.

בטבלה מס' 11 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על הריכוז של יסודות ההזנה בעלים בעונת 2018/19 (שנתו השלישית של הניסוי).

טבלה 11 - השפעת רמת הזרחן בקרקע ביום השתילה על ריכוז היסודות בעלים בסיום הניסוי בעונת 2018/19

| ריכוז הזרחן אולסן בקרקע ביום השתילה (מ"ג לק"ג) | חנקן (%) | זרחן (%) | אשלגן (%) | כלוריד (%) | ברזל (מ"ג/ק"ג) | אבץ (מ"ג/ק"ג) | מנגן (מ"ג/ק"ג) |
|--|----------|----------|-----------|------------|----------------|---------------|----------------|
| 32 | 4.64 | 0.49 | 3.5 ג | 0.79 בג | 153 בג | 64 ג | 97 בג |
| 46 | 4.76 | 0.48 | 3.54 בג | 0.73 בג | 166 ב | 59 ג | 92 בג |
| 50 | 4.68 | 0.47 | 3.55 בג | 0.71 ג | 144 ג | 59 ג | 94 בג |
| 57 | 4.79 | 0.47 | 3.78 אבג | 1.02 א | 215 א | 66 בג | 116 א |
| 68 | 4.80 | 0.46 | 3.54 בג | 1.01 אב | 211 א | 60 ג | 110 אב |
| 80 | 4.59 | 0.49 | 3.65 אבג | 1.07 א | 193 אב | 65 ג | 107 אב |
| 87 | 4.74 | 0.48 | 3.59 אבג | 0.73 בג | 169 ב | 85 א | 93 בג |
| קומפוסט ישן (113) | 4.82 | 0.51 | 3.62 אבג | 1.00 אב | 190 אב | 68 בג | 104 אבג |
| קומפוסט ישן + חדש (167) | 4.75 | 0.49 | 4.00 א | 1.06 א | 200 אב | 78 אב | 67 ג |

אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 11 עולה כי ריכוז החנקן והזרחן בעלים לא הושפע באופן מובהק מריכוז הזרחן בקרקע ביום השתילה.

בסך הכול הריכוז בכל הטיפולים נמצא בתחום המומלץ ליסודות אלה. לגבי האשלגן, ניתן לראות שהרמה הגבוהה בעלים התקבלה בטיפול שבו רמת הזרחן בקרקע הייתה הגבוהה ביותר; והרמה הנמוכה בעלים התקבלה בטיפול שבו רמת הזרחן בקרקע הייתה הנמוכה ביותר. **בריכוזי הסיידן והמגניון** בעלים, אמנם נראו הבדלים בין הטיפולים, אולם בכל הטיפולים היה הריכוז בעלים בתחום הרצוי, ולכן הנתונים לא מוצגים בדוח זה. לגבי ה**ברזל**, ניתן לראות שריכוזו הגבוה ביותר בעלים היה בטיפולי הזרחן בקרקע ברמה של 57 ו-68. ריכוז ברזל בעלים נמוך באופן מובהק התקבל בטיפולים שבהם רמת הזרחן בקרקע הייתה נמוכה יותר ובטיפול שבו ריכוז הזרחן בקרקע היה 87. מבחינת ה**אבץ**, בשלושת הטיפולים שבהם רמת הזרחן בקרקע הייתה הנמוכה ביותר, קיבלנו את ריכוז האבץ הנמוך ביותר. בטיפול שבו רמת הזרחן בקרקע הייתה הגבוהה ביותר, התקבל הריכוז הגבוה ביותר של אבץ.

מנגן - ניתן לראות כי כאשר ריכוז הזרחן בקרקע היה 57, הריכוז של המנגן בעלים היה הכי גבוה; כשרמות הזרחן בקרקע היו נמוכות יותר, ירד ריכוז המנגן בעלים באופן מובהק; וכשרמות הזרחן היו גבוהות יותר, בחלק מהריכוזים יש ירידה במנגן. ריכוז המנגן בעלים בכל הטיפולים נמצא בתחום המומלץ.

בטבלה מס' 12 מרוכזים הנתונים של השפעת משך הדישון בזרחן על הריכוז של יסודות ההזנה בעלים בסיום הניסוי, בעונת 2018/19

טבלה 12 - השפעת משך הדישון בזרחן על ריכוז היסודות בעלים בסיום הניסוי בשנת 2019

| הטיפול | חנקן (%) | זרחן (%) | אשלגן (%) | סיידן (%) | מגניון (%) | כלוריד (%) | ברזל (מ"ג/ק"ג) | אבץ (מ"ג/ק"ג) | מנגן (מ"ג/ק"ג) |
|-------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|----------------|---------------|----------------|
| דישון בזרחן כל העונה | 4.75 | 0.48 | 3.72 א | 1.2 | 0.60 א | 1.01 א | 200 א | 65 | 106 א |
| דישון בזרחן בחודש הראשון בלבד | 4.74 | 0.48 | 3.52 ב | 1.0 | 0.55 ב | 0.77 ב | 156 ב | 67 | 93 ב |

אותיות שונות באותו טור בכל גורם נבדק מלמדות שההבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 12 ניתן ללמוד שמשך הדישון בזרחן לא השפיע על ריכוז החנקן והזרחן, כשבסך הכול הריכוז של היסודות האלה נמצא בתחום הרצוי. לגבי האשלגן, ניתן לראות שכשהדישון בזרחן נמשך כל העונה, היה ריכוז האשלגן גבוה באופן מובהק מריכוז האשלגן בעלים, כשהדישון בזרחן התבצע רק בחודש הראשון. לגבי המגניזיום, ניתן לראות שריכוזו בטיפולים שקיבלו זרחן כל העונה היה גבוה יותר מהריכוז בטיפולים שקיבלו זרחן רק בחודש הראשון. כמו כן, גם הכלוריד, הברזל והמנגן בטיפולים שקיבלו זרחן כל העונה, היו גבוהים יותר מהריכוז של יסודות אלו בטיפולים שקיבלו דישון בזרחן רק בחודש הראשון. לעומת זאת, הריכוז של הסיידן והאבץ בעלים לא הושפע ממשך הדישון בזרחן.

דיון

לשם ביצוע המחקר בחרנו חלקה עם רמת זרחן נמוכה וניסינו להעלות את הרמות באמצעות תוספת סופרפוספט מגורען רגיל (25% תחמוצת זרחן). כלל האצבע בשירות שדה אומר שכל 8-10 ק"ג של סופרפוספט מעלה את הריכוז בקרקע ב-1 מ"ג לק"ג. בטיפול הנמוך הוספנו 1.5 ק"ג למ"ר. לפי החשבון המקובל, התוספת לריכוז הייתה צריכה להיות כ- $556/8 = 69.5$ מ"ג לק"ג, ובנוסף לריכוז הקיים בקרקע, היינו אמורים להגיע לריכוז של כ-80 מ"ג לק"ג בטיפול שקיבל את העשרה הנמוכה. בפועל הריכוזים שהתקבלו היו נמוכים הרבה יותר. הסיבה לכך אינה ברורה, אך נשללה האפשרות לטעות מעבדה בעקבות ביצוע בדיקות חוזרות. בהמשך ביצענו העשרות יסוד בחומצה זרחתית בהנחה שיהיה קל יותר להשיג אחידות בפיזור באמצעות מיהול החומצה במים ופיזור התמיסה בעזרת מזלף על פני כל רוחב הערוגה. העבודה עם החומצה העלתה את הריכוזים בצורה טובה יותר, אולם בעונה האחרונה ניכר עיכוב לא מוסבר בצימוח השתילים בטיפולים שקיבלו העשרה בחומצה. אי לכך, נאלצנו שלא להתייחס לטיפולים אלה בנייתוח התוצאות. בכל מקרה, בדוח זה אנחנו מציגים את השפעת הרמה שהייתה בקרקע בפועל על התוצאות, ובכך עוקפים את הבעיות שהיו ביישום החומרים הכימיים ביסוד.

בקרב אנשי המקצוע נהוג לבצע העשרת קרקע ביסוד באמצעות השימוש בסופרפוספט רגיל או בסופרפוספט טריפל עד לרמה של 50 מ"ג לק"ג. על פי התוצאות ומהלך העבודה במחקר זה, ייתכן שהמלצה זו תהא מיותרת ואפשר יהיה שלא לבצע העשרת יסוד לקבלת גידול מיטבי על ידי שימוש בדשן ראש המכיל זרחן, על ידי העשרת השתילים במיקוריזה או על ידי מתן קומפוסט ביסוד. כמו כן, בהתאם לתוצאות, תוספת סופרפוספט ביסוד לא מעלה את זמינות הזרחן בקרקע. כך, בכל טווח הריכוזים שהתקבל בקרקע לא נראה הבדל בריכוז הזרחן בעלים. לעומת זאת, השימוש בקומפוסט הביא לעלייה מובהקת בריכוז הזרחן. הקומפוסט נתן תוצאות טובות יותר בעונה הראשונה גם בשל רמת החנקן הגבוהה יותר בקרקע, אך בעונה השנייה, שבה לא הוספנו קומפוסט, ההבדל בין הטיפולים של הקומפוסט לטיפולים של רמת העשרה גבוהה בזרחן התבטא בזמינותו בקרקע, וזה בא לידי ביטוי גם ברמת זרחן גבוהה יותר בעלים. יש להתחשב בכך שלמרות נראות טובה של הצמחים בתחילת הגידול בטיפולי הקומפוסט, גם אם לא קיבלו זרחן בראש, דישון ראש הכולל זרחן בחלקות שקיבלו קומפוסט הביא לשיפור מובהק ביבול. למעשה, במחקר זה נבחנה ההשפעה של שישה גורמים על ההתפתחות הראשונית של שתילי פלפל ועל היבול והאיכות במהלך כל העונה. הגורמים שנבדקו הם: רמת הזרחן ביסוד, דישון ראש בזרחן, משך הדישון בזרחן בראש, העשרת השתילים במיקוריזה, שימוש בקומפוסט וטבילת השתילים בדשן כל 12-43-12 בתוספת ח. הומית.

ממחקר זה התקבלו כמה תובנות:

1. רמת זרחן גבוהה בקרקע אינה מגדילה את הזמינות של הזרחן לצמח בתחילת הגידול. גם כשהזרחן ביסוד גבוה מאוד, יש בעיה של חוסר זמינות מספקת של זרחן לצמח.

2. דישון בזרחן בראש - תוצאות המחקר מעידות על כך שהשימוש בדשן ראש המכיל זרחן מגדיל את הזמינות של הזרחן לצמח, אף שמבחינה כמותית בתקופה הזו ריכוז הדשן הכללי לא עולה על 0.5-1.0 ליטר לקוב, וכמות המים

הניתנת היא יחסית נמוכה (לא יותר מ-2-3 קוב לד' ליום בממוצע), ובסך הכול ניתנו כ-2 יח' תחמוצת זרחן לכל התקופה. ראינו שיעילות הקליטה ביישום של הדשן הכולל זרחן טובה מאוד, ולכן ייתכן שכדאי לוותר מראש על העשרת היסוד ולעבוד בדישון ראש בלבד גם ברמות נמוכות של זרחן. לבחינת נושא זה טרם הגענו, היות שרמות של הזרחן בקרקע גם בטיפולים שלא קיבלו העשרה בזרחן ביסוד או דשן ראש במהלך הגידול, הלכו ועלו, כנראה בשל מעבר גושי קרקע מטיפול לטיפול כתוצאה מהתייחוח. כמו כן, ישנם טיפולים שהרמה עלתה בהם כתוצאה מדישון ראש הכולל זרחן.

3. משך הדישון בזרחן - את הנושא הזה בחנו רק בשנה האחרונה. לאחר החודש הראשון שבו הצמחים התבססו, לכאורה אין צורך לדשן בזרחן, גם כשרמתו בקרקע כ-30 מ"ג לק"ג (רמה נמוכה יחסית לפי המקובל כיום). המשך הדישון בזרחן ללא צורך (דישון כל העונה) מביא לירידה בריכוז של המנגן והאבץ, אולם הריכוז בפועל אינו מתקרב לערכים המקובלים כערכים נמוכים (ערכים נמוכים הם 60 מ"ג לק"ג למנגן ו-30 מ"ג לק"ג לאבץ).

4. העשרת השתילים במיקוריזה - על פי מחקר זה, זוהי חלופה טובה לדישון בזרחן בתחילת הגידול. האפשרות הזו יקרה מעט יותר מהשימוש בדשן הכולל זרחן, אך במבחן סטטיסטי היא תורמת לאחידות צימוח הטובה יותר מהאחידות המתקבלת כתוצאה מהשימוש בדשן הכולל זרחן. כידוע, החלופה הזו לא תעבוד במקרה שהקרקע מעושרת בקומפוסט, ויש לזכור כי גם כשנתנו קומפוסט ביסוד, שיפר הדשן הכולל זרחן בראש את היבול. 5. השימוש בקומפוסט - ראינו שהשימוש בקומפוסט משפר מאוד את ההתפתחות הראשונית של השתילים גם בעונה שבה לא הוספנו קומפוסט. ברור שהאפקט שהתקבל בעונה הראשונה קשור גם לריכוז חנקן יותר גבוה בקרקע, אך בעונות שלאחר מכן נוכחנו בכך שאפקט ההתפתחות הראשונית הטובה והאחידה קשור לעלייה בזמינות הזרחן. מכיוון שיישום הקומפוסט התבצע אחת לכמה עונות, עלותו עשויה להשתוות, במידה זו או אחרת, לגורמים האחרים שנבחנו בניסוי.

6. טבילת השתילים בדשן כל 12-43-12 בתוספת ח. הומית - האפשרות הזו נבחנה רק בשנתו האחרונה של המחקר ולא העידה על כל תרומה מובהקת. מכיוון שבשנה הזו לא השתתפו בניסוי טיפולים שלא קיבלו בכלל זרחן, למעשה לא נבדק לעומק טיפול זה, ולכן יש מקום להמשיך לבחון אותו בעתיד.

סיכום

מחקר זה נועד לתת מענה לשאלה אם יש קשר בין אי-התפתחותם של צמחי הפלפל בתחילת הגידול למחסור זמני בזרחן, ואם נדרש דישון בזרחן בתחילת הגידול, גם כשרמותיו בקרקע ביסוד גבוהות. על פי תוצאות סדרת הניסויים שביצענו במשך שלוש שנים, ניתן לומר שגם כשרמת הזרחן בקרקע בבדיקת אולסן גבוהה (מעל 100 מ"ג לק"ג) יש צורך לדשן בזרחן בתחילת הגידול או לחילופין, לבצע העשרה של השתילים במיקוריזה. מתן קומפוסט ביסוד משפר מאוד את ההתפתחות הראשונית של השתילים, אולם גם בחלקות שניתן בהן קומפוסט ביסוד, מתן דשן ראש הכולל זרחן שיפר את היבול. בנוסף, גם כשרמת הזרחן בקרקע נמוכה יחסית (בניסוי זה הרמה הנמוכה בעונה האחרונה של הניסוי עמדה על 30 מ"ג לק"ג), דישון בזרחן בחודש הראשון נתן תשובה מספיקה לכך, ואין צורך להמשיך ולדשן בזרחן במהלך העונה כולה. עוד השכלנו בניסוי ולמדנו כי גם אם מדשנים בזרחן כל העונה, דישון זה אינו מפחית את רמת יסודות הקורט לריכוזים נמוכים, הנחשבים כריכוזים של מחסור ביסודות אלה.

תודה לקרן קיימת לישראל ולקרן שה"מ על השתתפותם במימון המחקר.