

השפעת מצע הגידול על תכולת יסודות בפרי הפלפל

אפרים ציפלבין, זיוה גלעד, אחיעם מאיר – מו"פ בקעת הירדן

פנחס פיין, אלעזר פליק – מנהל המחקר החקלאי

דויד סילברמן – משרד החקלאות

אורי אדלר – מועצת הצמחים

מבוא

גידול פלפל מזני איכות ליצוא הוא גידול הירקות המרכזי בבקעת הירדן. היקף השטחים בעונה 2012/13 הינו כ- 4500 דונם. רצון החקלאים להרחבת שטחי הגידול נתקל בבעיה של מחסור בקרקעות ראויות. בבקעת הירדן קיימות קרקעות עתירות גיר, בורון ומליחות המקשות על גידול פלפל. כמו כן בחלק מהקרקעות ישנה בעיה של שכבתיות שנובעת מכך שהקרקע נוצרה בחלקה מהתפתחות של קרקע מקומית (חואר הלשון) ובחלקה היא תולדה של סחף מההר הגבוה. בקרקעות השכבתיות צפויה להיות בעיה בגידול פלפל איכותי שסובל מבעיות של עודפי מים כתוצאה מחוסר ניקוז. עקב כך, מזה שנים רבות מקובל בבקעת הירדן לגדל גידולים שרגישים לבעיות קרקע במצעים מנותקים. גידול במצע מנותק מייקר את עלות התשתית ועלויות הגידול (יותר מים ודשן).

בשנים האחרונות הולכת ומתפתחת גישה הטוענת לגידול חקלאי בערוגות קבועות במינימום עיבודי קרקע בין העונות במגוון שיטות אגרוטכניות כמו גידול בתעלות הזנה לצורותיהם השונות.

נבחנה השפעת גידול בתעלות קומפוסט (קומפוסט זבל בקר, תוצרת שדרה אליהו וקומפוסט בוצה תוצרת "קומפוסט אורי") על יבול פלפל ואיכותו. קומפוסט בוצה הנו זול והוא מתאים מאד לגידול, זאת מתוך הנחה שבעתיד ה- GlobalGAP יתיר את השימוש בו לגידולים למאכל אדם המשווקים באירופה, וכי תוצאות הניסוי הנוכחי עשויות להשפיע על ההחלטה. במסגרת הניסוי נבחנה השפעת מצע הגידול על רכיבי יבול איכות וחיי מדף. דוח זה מסכם את הבדיקות שבוצעו תוך התמקדות בתכולת מתכות כבדות בפרי ובזרעים.

שיטות וחומרים

נבחנו טיפולים בבית צמיחה ובבתי רשת בגידול פלפל, בתחנת צבי- מו"פ בקעת הירדן כלהלן:

- (1) קרקע ללא קומפוסט, עם עיבוד בין העונות כמקובל;
 - (2) קרקע + 5 מ"קוד'שנה קומפוסט בקר מוצנע בקרקע מדי שנה (בשלוש שנים אחרונות), עיבוד בין העונות כמקובל ("טיפול משקיי");
 - (3) קרקע+ 40 מ"קוד' קומפוסט בוצה שהוצנעו בקרקע בערוגה לקראת העונה הקודמת, הקרקע עובדה כמקובל בין העונות;
 - (4) קרקע+ 40 מ"קוד' קומפוסט בוצה שהוצנעו בקרקע בערוגה לקראת העונה הקודמת, הקרקע לא עובדה בין העונות;
 - (5) תעלה המכילה 40 מ"קוד' קומפוסט בוצה בצוץ לקראת העונה הקודמת;
 - (6) תעלה המכילה קומפוסט בוצה טרי לפי 40 קוב לד';
 - (7) תעלה המכילה קומפוסט זבל בקר טרי לפי 40 קוב לד';
- סיכום הטיפולים שנבחנו מופיע בטבלה מס' 1.

טבלה 1- סיכום הטיפולים שבהם דגמנו פרות לבדיקת תכולת יסודות

| מספר | סוג קומפוסט | עומס (מ"קו"ד) | שיטת יישום | גיל זבל בקרקע | עיבוד | הערות |
|------|-------------|---------------|------------|---------------|-------|-------|
| 1 | ללא | 0 | | | כן | |
| 2 | בקר | 5 | מוצנע | כל שנה | כן | משקי |
| 3 | בוצה | 40 | מוצנע | עונה שנייה | כן | |
| 4 | בוצה | 40 | מוצנע | עונה שנייה | לא | |
| 5 | בוצה | 40 | תעלה | עונה שנייה | לא | |
| 6 | בוצה | 40 | תעלה | עונה ראשונה | לא | |
| 7 | בקר | 40 | תעלה | עונה ראשונה | לא | |

תעלה – חפורה בקרקע, רוחב - 40 ס"מ, עומק 20 ס"מ, (לא מנותקת מהקרקע).
 בכל טיפול בוצעו 4 דיגומי פרי, מהקטיף הראשון ועד לסיום העונה. כל מדגם הופרד לזרעים ולפרי. כל אחד מאלה יובש, עוכל בחומצה חנקתית מרוכזת, ונסרקה בו תכולת היסודות ב- ICP-AES.
 היסודות שנבדקו:

מתכות רעילות - עופרת, קדמיום, כספית וארסן;
 יסודות מקרו חיוניים - אשלגן, זרחן, סידן, מגנזיום, גופרית;
 יסודות קורט חיוניים - ברזל, מנגן, אבץ, נחושת, מוליבדן;
 גורמי מליחות - בורון, נתרן;
 מתכות אחרות - ניקל, ליתיום, טיטניום, ונדיום, ברום, קובלט, אלומיניום, בריום, סטרונציום. כספית לא נבדקה בגלל העלות הגבוהה של הבדיקה
 נתוני המתכות הרעילות שקיבלנו משווים לנתונים המוגדרים בהנחיות משרד הבריאות לכמות מירבית במזון (טבלה מס' 2).

טבלה 2-הכמות המרבית של מתכות כבדות במזון (שירות המזון הארצי www.health.gov.il/fcs)

| כמות מרבית של מתכת (מ"ג לק"ג לח) | | | | | סוג מזון | סיווג מזון |
|----------------------------------|------------------|-------|--------|-------|-----------------------------------|------------|
| ארסן** (סה"כ) | ארסן (אי-אורגני) | כספית | קדמיום | עופרת | | |
| 1.0 | 0.06 | 0.03 | 0.05 | 0.1 | פירות וירקות (למעט המפורטים למטה) | |

הנתונים בטבלה מתייחסים לחומר רטוב. ההנחה היא ש-10% החומר היבש בפרי עומד על 10% ולכן הערך המקסימאלי לחומר יבש עומד על פי 10 מהערך שמופיע בטבלה.

לא נמצא הבדל מובהק בריכוזי המתכות בין הזרעים לפרי, וכל טיפול יוצג ע"י הממוצע של ריכוז המתכות בזרעים ובפרי. נותחה השפעת הגורמים הבאים:

1. סוג הקומפוסט - בקר לעומת בוצה;
2. עיבודי קרקע - טבלה 2;
3. יישום בתעלה לעומת הצנעה בקרקע בערוגה - טבלה 3;
4. משך השחייה של הקומפוסט בקרקע - טבלה 4;
5. עומס הקומפוסט וצורת היישום (0, 5 מ"ק/ד'שנה, 40 מ"ק/ד' - בתעלה) - טבלה 5;

הטבלאות מציגות רק יסודות שבריכוזיהם נמצאו הבדלים מובהקים בממוצע לכל העונה השפעת סוג הקומפוסט על תכולת המתכות בפרי.

סוג הקומפוסט, בקר או בוצה, נבחן בהשוואה של הטיפולים בהם יושמו 40 מ"ק/ד' קומפוסט בוצה לעומת קומפוסט זבל בקר, שניהם בתעלת הזנה בשניהם, זאת עונת הגידול הראשונה בקומפוסט: לא היה הבדל מובהק בתכולה של המתכות בהשפעה של סוג הקומפוסט. הרמה של המתכות הרעילות בשני סוגי הקומפוסט הייתה נמוכה מרמת המקסימום המותרת בירקות טריים (שרות המזון הארצי, משרד הבריאות).

(1) השפעת עיבוד הקרקע בין העונות על ריכוז יסודות בפרי

העיבוד בין העונות השפיע על הריכוזים בפרי של מגוון רחב של יסודות הזנה וקורט. ריכוזי אשלגן, סידן, אלומיניום, ליתיום ונתרן בפרי היו גבוהים יותר בגידול בקרקע מעובדת, וריכוזי מגניון, זרחן, גופרית, מנגן, ברזל, נחושת ואבץ היו גבוהים יותר בגידול בקרקע ללא עיבודים.

טבלה 2: השפעת עיבודי קרקע על ריכוז יסודות בפרי הפלפל

| ביצוע עיבודים | מס' טיפול | אשלגן (%) | סידן (%) | נתרן (מ"ג/ק"ג) | ליתיום (מ"ג/ק"ג) | אלומיניום (מ"ג/ק"ג) |
|----------------|-----------|-----------|----------|----------------|------------------|---------------------|
| קרקע עם עיבוד | 3 | 4.31 א | 0.15 א | 178 א | 0.44 א | 68.2 א |
| קרקע ללא עיבוד | 4 | 2.15 ב | 0.10 ב | 94 ב | 0.23 ב | 28.7 ב |

טבלה 2 (המשך)

| ביצוע עיבודים | מס' טיפול | מנגן (מ"ג/ק"ג) | ברזל (מ"ג/ק"ג) | אבץ (מ"ג/ק"ג) | נחושת (מ"ג/ק"ג) | מגניון (%) | זרחן (%) | גופרית (%) |
|----------------|-----------|----------------|----------------|---------------|-----------------|------------|----------|------------|
| קרקע עם עיבוד | 3 | 19.6 ב | 54.6 ב | 29.5 ב | 11.0 ב | 0.25 ב | 0.47 ב | 0.30 ב |
| קרקע ללא עיבוד | 4 | 33.0 א | 95.0 א | 47.3 א | 19.3 א | 0.44 א | 0.93 א | 0.39 א |

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

(2) השפעת הגידול בתעלת הזנה על ריכוז יסודות בפרי

הגידול בתעלת הזנה הביא לעלייה בקליטת ליתיום, נתרן, אשלגן, סידן ואלומיניום ולעומת זאת הקליטה של מגניון, זרחן, גופרית, מנגן וברזל ירדה ביחס לקליטה בקרקע ללא עיבודים.

טבלה 3: השפעת צורת יישום הקומפוסט על ריכוז יסודות בפרי הפלפל.

| הטיפול | מס' טיפול | אשלגן (%) | סידן (%) | מגניון (%) | זרחן (%) | גופרית (%) |
|------------------|-----------|-----------|----------|------------|----------|------------|
| תעלה | 4 | א 4.2 | א 0.15 | ב 0.25 | ב 0.50 | ב 0.31 |
| קרקע ללא עיבודים | 5 | ב 2.2 | ב 0.10 | א 0.44 | א 0.93 | א 0.39 |

המשך טבלה 3

| הטיפול | מס' טיפול | מנגן (מ"ג/ק"ג) | ברזל (מ"ג/ק"ג) | נתרן (מ"ג/ק"ג) | ליתיום (מ"ג/ק"ג) | אלומיניום (מ"ג/ק"ג) |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|------------------|---------------------|
| תעלה | 4 | ב 20.5 | ב 59.2 | א 200.2 | א 0.43 | א 70.4 |
| קרקע ללא עיבוד | 5 | א 33.0 | א 95.0 | ב 93.6 | ב 0.23 | ב 28.7 |

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

(3) השפעת גיל הקומפוסט על ריכוז יסודות בפרי הפלפל

נתוני טבלה 4 מראים כי קומפוסט חדש העלה את ריכוזי המגניון, הזרחן, המנגן, הברזל, הקדמיום והבריום בפרי ולעומת זאת ריכוזי הליתיום, הנתרן, האשלגן, הסידן והאלומיניום יותר נמוכים.

טבלה 4: השפעת גיל הקומפוסט על ריכוז היסודות בפרי הפלפל.

| הטיפול | מס' טיפול | אשלגן (%) | סידן (%) | מגניון (%) | זרחן (%) | גופרית (%) | מנגן (מ"ג/ק"ג) |
|-------------------------|-----------|-----------|----------|------------|----------|------------|----------------|
| יישום לקראת עונת הגידול | 6 | ב 1.61 | ב 0.09 | א 0.47 | א 1.00 | א 0.40 | א 36.5 |
| יישום לפני העונה הקודמת | 5 | א 4.23 | א 0.15 | ב 0.25 | ב 0.50 | ב 0.31 | ב 20.5 |

המשך טבלה 4:

| הטיפול | מס' טיפול | ברזל (מ"ג/ק"ג) | נתרן (מ"ג/ק"ג) | ליתיום (מ"ג/ק"ג) | קובלט (מ"ג/ק"ג) | קדמיום (מ"ג/ק"ג) | אלומיניום (מ"ג/ק"ג) | בריום (מ"ג/ק"ג) |
|-------------------------|-----------|----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------|
| יישום לקראת עונת הגידול | 6 | א 100.1 | ב 76.4 | ב 0.22 | א 0.42 | א 0.23 | ב 5.66 | א 1.33 |
| יישום לפני העונה הקודמת | 5 | ב 59.2 | א 200.2 | א 0.43 | ב 0.27 | ב 0.11 | א 70.4 | ב 0.70 |

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

(5) השפעת עומס וצורת היישום של הקומפוסט בקרקע:

העומס השפיע באופן מובהק רק על ריכוזי הגופרית והברזל. יתר היסודות לא הושפעו.
טבלה 5: השפעת עומס יישום הקומפוסט על ריכוזי היסודות גופרית וברזל, בפרי של הפלפל.

| כמות הקומפוסט | מס' טיפול | גופרית (%) | ברזל (מ"ג/ק"ג) |
|-----------------------------|-----------|------------|----------------|
| ללא | 1 | 0.37 ב | 67.4 ב |
| 5 מ"קד' קומפוסט בקר (מוצנע) | 2 | 0.38 ב | 71.4 אב |
| 40 מ"קד' קומפוסט בקר בתעלה | 7 | 0.43 א | 97.0 א |

אות שונה באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

ניתן ללמוד שעומס הקומפוסט (בהנחה שצורת היישום לא הייתה משמעותית בהתחשב בהבדלי העומסים) השפיע באופן מובהק על התכולה של 2 יסודות בלבד, ושניהם היו בריכוז גבוה יותר בפרי הפלפל שגדל בתעלה עם 40 מ"קד' קומפוסט.

דיון

המטרה העיקרית של העבודה הנוכחית הייתה לבדוק האם גידול על קומפוסט בוצה בכלל ובתעלות הזנה בפרט יגרום להגדלת הקליטה של מתכות רעילות בפרי הפלפל. מהבדיקות שביצענו ניתן ללמוד שהגידול בקומפוסט בוצה לא גורם לעלייה בקליטת המתכות הרעילות, כמו כן הגידול בתעלה ג"כ לא העלה את רמת המתכות הרעילות בפרי. יש לזכור שהתוצאות שמופיעות בדו"ח הנוכחי הן תולדה של דיגומים של פרי מניסויים שונים ויתכן שגם לצורת הגידול (חממה לעומת ב"ר) ואולי לסוג הקרקע יש השפעה על תכולת היסודות והמתכות בפרי. לשאלות אלו לא נוכל לענות במסגרת המעקב הנוכחי. לגבי ההשפעה של עיבודי קרקע, ביצוע עיבודי קרקע לא השפיע על הרמה של אף אחד מהמתכות הרעילות. לגבי ההשפעה של גיל הקומפוסט, בקומפוסט חדש רמת הקדמיום יותר גבוהה, אבל היא עדין רחוקה מרמת המקסימום המותרת בירקות טריים שעומדת על 0.5 מ"ג לק"ג ח"י (שרות המזון הארצי, משרד הבריאות). כמו כן נראה שעם העלייה בגיל הקומפוסט הרמה של הקדמיום יורדת ולטווח הארוך הוא לא מהווה בעיה. רמת המתכות הרעילות האחרות לא הושפעה מגיל הקומפוסט (הרמה של הכספית והארסן הייתה נמוכה מסף הגילוי של המכשירים). העופרת נבדקה רק בחלק מהמדגמים ובד"כ היא הייתה נמוכה מסף הכימות של המכשירים). לגבי ההשפעה של העומס וצורת היישום, העומס וצורת היישום לא השפיעו על הרמה של המתכות הרעילות בפרי של הפלפל.

בעבודה נבדקו גם יסודות הזנה כמו אשלגן, סידן, מגנזיום וגופרית וגם מתכות חיוניות לצמח כמו ברזל ומנגן. לגבי יסודות מקרו חיוניים לצמח- עליה בכמות הקומפוסט העלתה את רמת הגופרית בפרי. ביצוע עיבודי קרקע בין בעונות הורידה את רמת המגנזיום, הזרחן והגופרית והעלתה את רמת האשלגן והסידן. גידול בקרקע הוריד את רמת המגנזיום, הזרחן והגופרית והעלה את רמת האשלגן והסידן לעומת הגידול בקרקע ביישום כמות קומפוסט זהה בהשוואה של גידול פלפל בקומפוסט חדש לעומת הגידול בקומפוסט ישן התקבלה ירידה ברמת האשלגן והסידן והתקבלה עליה ברמת הגופרית, הזרחן והמגנזיום.

לגבי יסודות קורט חיוניים לצמח- רמת הנחושת והאבץ לא הושפעו מרמת וסוג הקומפוסט אבל בגידול בקרקע הייה הבדל בין קרקע עם עיבודים לקרקע ללא עיבודים כשבקרקע ללא עיבודים הרמה הייתה יותר גבוהה. ההבדל ברמת היסודות בפרי בהשפעת הרמה של הקומפוסט הייה מובהק רק לגבי הברזל.

לגבי יסודות אחרים- נתון הייה יותר גבוה בקרקע עם עיבודים, כמו כן הוא הייה יותר גבוה בפרי של פלפל שגדל בתעלת הזנה ויותר גבוה בקומפוסט ישן.
ליתיום- הייה יותר גבוה בקרקע עם עיבודים, יותר גבוה בתעלה לעומת הגידול בקרקע ויותר גבוה בקומפוסט ותיק לעומת קומפוסט חדש.
אלומיניום- הייה יותר גבוה בקרקע עם עיבודים, יותר גבוה בתעלה ויותר גבוה בקומפוסט ותיק.
קובלט ובריום היו יותר גבוהים בקומפוסט חדש.

סיכום

שימוש בקומפוסט, גם ברמה גבוהה מאוד ואפילו בתעלת הזנה שבה למעשה הרוב המכריע של שורשי הצמח נמצאים בתוך התעלה לא גורם לקליטה יותר גבוהה של מתכות כבדות רעילות לאדם בפרי של הפלפל. בבדיקה של קומפוסט חדש לעומת קומפוסט ישן קבלנו רמה יותר גבוהה של קדמיום בקומפוסט חדש. למעשה הגיל של הקומפוסט השפיע על רוב יסודות בבדיקה הנוכחית. מתברר שעם העלייה בגיל הקומפוסט ישנה ירידה ברמת יסודות הקורט בפרי, כמו כן בגידול בתעלה רמת יסודות הקורט בפרי יותר נמוכה.