

"שימוש משני" במי נקז בגדול פלפל אביבי תחת רשת צל

חוקרים שותפים:

דוד שמואל, חנה יחזקאל, אלי מתן – חוות הבשור.
משה ברונר, גיא רשף – שה"מ, לשה"ד נגב, משרד החקלאות.

מבוא

במושבי הבשור גדלים, מדי שנה, כ- 1,200 דונם פלפל תחת רשתות צל, בשתילות אביביות/תחילת קיץ. הגידול הנמשך 6-8 חודשים, צורך כ- 1,000 מ"ק מי השקיה לעונה. בעקבות מצוקת המים לחקלאות, הגדלה משנה לשנה, הוחלט לבחון בחוות הבשור את גדול הפלפל בקרקע, תוך "שימוש משני" במי נקז מגדול פלפל במצע מנותק. בתנאים אלה חוזרים מי הנקז היוצאים מן המצע לאחר השקית הפלפל במצע מנותק, לראש חלקה סמוכה בה גדל פלפל בקרקע, ומשמשים כמי השקיה. הסבת תמיסת הנקז של חלקת פלפל אחת, לתמיסת ההשקיה של חלקת פלפל אחרת, מחייבת התמודדות בשני מישורים. הראשון, כימי, מחייב התאמה של יסודות ההזנה והמלחים בתמיסת ההשקיה של הגדול בקרקע, למניעת הצטברות וחוסר איזון של יסודות הזנה ומלחים. השני, ביולוגי, מחייב התמודדות עם פתוגנים שמגיעים מצמחים נגועים בחלקה הגדלה במצע המנותק ועלולים לפגוע בצמחים הגדלים בקרקע. בניסוי זה נבחן בעיקר ההיבט הכימי תפעולי: בניית המערכת, נקודות ואופי הנטור וממשק התיקונים וההשלמות של היסודות השונים ושל מי ההשקיה. ההיבט הביולוגי נבחן באופן חלקי, באמצעות בדיקות פתוגנים בקרקע בתחילת הגידול ובסופו, וספירה השוואתית של תמותת צמחים בשני הטיפולים שגדלו בקרקע.

שיטות וחומרים

פלפל מן הזן הכתום "אופליה" של חברת אפעל, נשתל ב- 25.5.02. הצמחים נשתלו בשורות במרווח של 1.0 מטר משורה לשורה, כל 30 ס"מ צמח, 3.3 צמחים למטר ערוגה (3,300 צמחים בדונם). הטיפולים החלו ב- 11.7.02 והניסוי נמשך עד לאמצע נובמבר. קטיף ראשון התבצע ב- 25.8.02 וקטיף אחרון בניסוי ב- 20.10.02. הקרקע הנה קרקע חולית מקומית: אחוז המים ברוויה נמוך מ- 30, 5-6 אחוזי חרסית, כ- 10 אחוזי סילט והיתר, חול. החלקה הושקתה בצידוד טפטוף מווסת "רעם" של חברת נטפים, 2.3 ל"ש', כל 30 ס"מ טפטפת, שלוחה לערוגה. הניסוי נערך בבית רשת בגובה 2.5 מטר, מכוסה רשת שחורה 30% צל. גודל חזרה = שלוש ערוגות באורך 54 מטר = 162 מ"ר. חלקת שקילה = 20 צמחים במרכז הערוגה האמצעית. שיטת ההדליה הייתה הדליה ספרדית בקורדונים. הצמח לא עוצב ולא הוסרו פרחים. הניסוי הוצב בחמש חזרות, בבלוקים באקראי.

הניסוי כלל שני טיפולים :

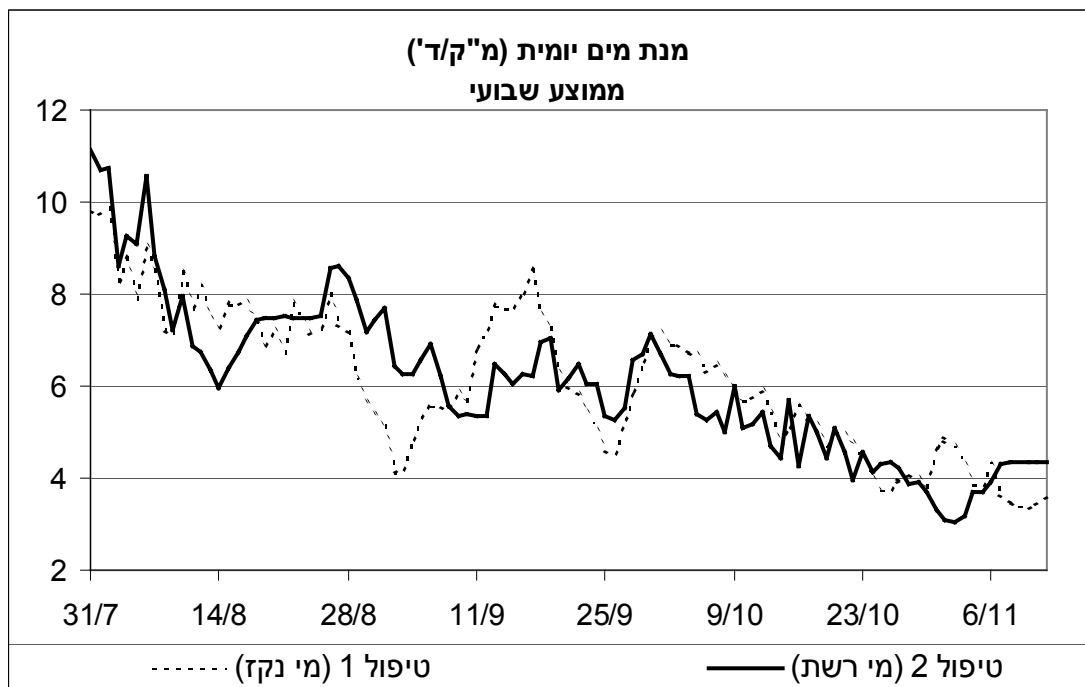
- 1) טיפול בקורת – השקיה במי רשת ודישון כמקובל באזור.
- 2) "שימוש משני" – השקיה במי נקז של חלקת פלפל סמוכה שגודלה במצע מנותק. מי ההשקיה נמהלו על פי הצורך במי רשת והושלמו על פי הצורך ביסודות הזנה.

ניטור ובקרה

מדי יום נרשמו כמויות המים שעברו במדי המים וכן נמדדו ערכי ה-PH והמוליכות החשמלית בשני הטיפולים, במי הטפטפת. מדי שבוע נשלחו בדיקות מי טפטפת של טיפול הביקורת ושל טיפול ה"שימוש המשני" ונבדקו הפרמטרים הבאים: PH, מוליכות חשמלית, כלור, חנקן חנקתי, חנקן אמוניאקלי, זרחן ואשלגן. פעם בחודש נדגמה הקרקע בשני הטיפולים, בשני עומקים 0-20 ו-20-40 ס"מ ונבדקו הפרמטרים הבאים: מוליכות חשמלית, כלוריד, סידן, מגניון, חנקן חנקתי, זרחן זמין, אשלגן במיצוי ובורון. תוצאות היבול שהתקבלו, עברו ניתוח מובהקות של 5% בשיטת "S.N.K". פעמיים במהלך הניסוי נלקחו דגימות קרקע למעבדה, לבדיקת פתוגנים.

השקיה

תרשים מס' 1: מנות המים בטיפולים השונים (מ"ק/ד"י/יום).



בשני הטיפולים נצרכו בין ה-29.7 ל-7.11, 608 מ"ק לדונם טיפול. בטיפול הביקורת הייתה צריכת המים כולה מהרשת. בטיפול ה"שימוש המשני" נצרכו בפועל מן הרשת 173 מ"ק שהם 29% מצריכת החלקה.

טיפול השימוש המשני (810 מ"ר), קיבל את מי הנקז מחלקה סמוכה של פלפל במצע מנותק המקבילה עפ"י מספר הצמחים לחלקה בגודל 727 מ"ר. עד לתאריך ה- 29.8.02, קיבלה חלקת השימוש המשני את מי הנקז של חלקת המצע המנותק, ללא השלמת מי רשת. החל מה- 29.8 הוחלט למהול את מי הנקז של המצע המנותק, במי רשת טריים בשל עלייה במליחות של תמיסת הנקז. המהילה התבצעה במהלך הלילה, לאחר שמרבית הנקז היומי מחלקת המצע המנותק, הצטבר במיכל ההשקיה וההשלמת מי הרשת נעשתה באמצעות מצוף, לגובה קבוע במיכל ההשקיה.

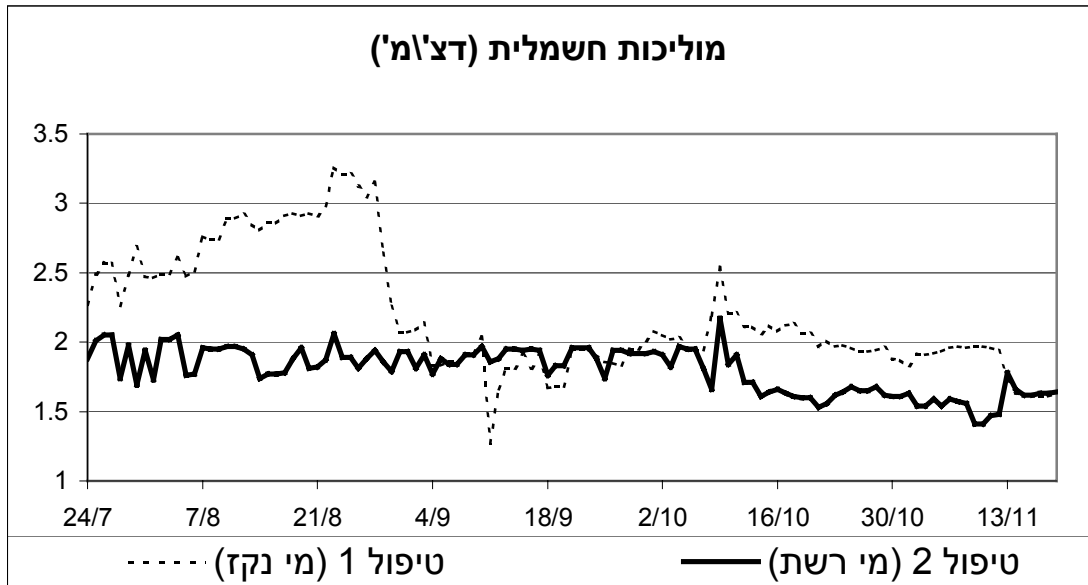
דישון

חלקת הביקורת דושנה בדשן "שפר" 5: 3: 8, בתוספת 3% מיקרו-אלמנטים, מהשתילה כאשר רמות הדישון עומדות על ליטר לקוב בחודש הראשון (58 מ"מ חנקן צרוף, 15 מ"מ זרחן צרוף ו- 80 מ"מ אשלגן צרוף), ליטר וחצי דשן לקוב בחודש הגידול השני (90 מ"מ חנקן צרוף, 23 מ"מ זרחן צרוף ו- 120 מ"מ אשלגן צרוף) ושני ליטר דשן לקוב החל מסוף חודש הגידול השני ועד ל- 12.10 (116 מ"מ חנקן צרוף, 31 מ"מ זרחן צרוף ו- 161 מ"מ אשלגן צרוף). מתאריך זה ועד לסוף הניסוי (20.11), צרכה החלקה ליטר 5: 3: 8 לקוב. סה"כ צרך הטיפול 1,700 ליטר לדונם של "שפר" 5: 3: 8 בכל מהלך הניסוי (20.11-25.5).

עד לתחילת הטיפול (11.7), צרכה חלקת ה"שימוש המשני" 276 ליטר "שפר" 5: 3: 8. מתחילת טיפול ה"שימוש המשני" קיבלה החלקה את עודפי המלחים והדשן מחלקת המצע המנותק. החל מה- 15.10.02 קיבל כל מ"ק תמיסת השקיה, תוספת של 250 גרם חנקת אשלגן (32 מ"מ חנקן צרוף ו- 95 מ"מ אשלגן צרוף) ולאחר שבועיים, הוגדלה התוספת ל- 500 גרם חנקת אשלגן (65 מ"מ חנקן צרוף ו- 190 מ"מ אשלגן צרוף). בתקופה זו צרך הטיפול תוספת של 37 ק"ג חנקת אשלגן לדונם.

תוצאות:

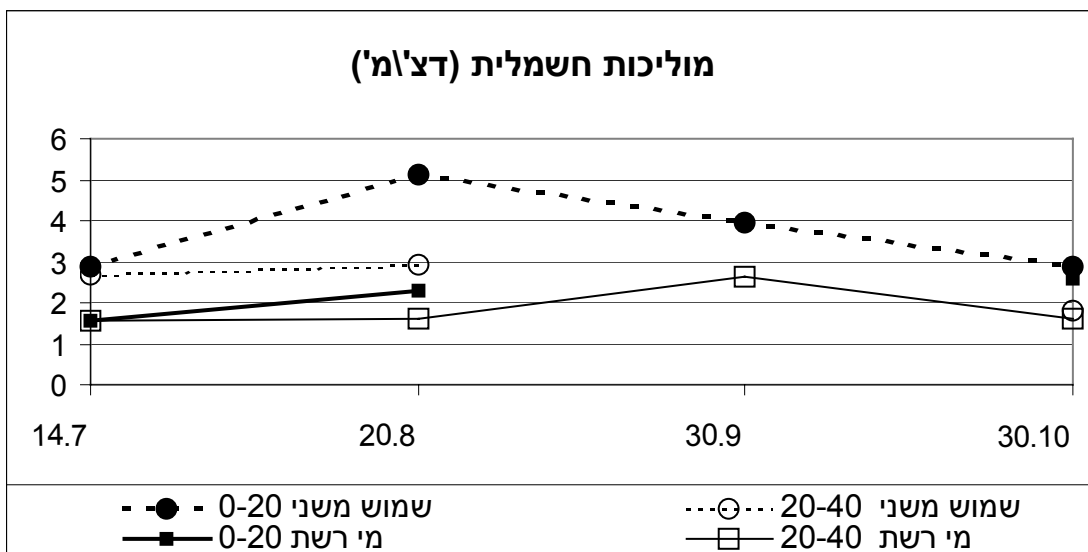
תרשים מס' 2: רמת המוליכות החשמלית (dS^2/m) בתמיסת ההשקיה בשני הטיפולים.



רמת המוליכות החשמלית במי הטפטפת של טיפול הבקורת, כמעט ולא עברה את ה- $2.0 \text{ dS}^2/\text{m}$ בכל תקופת הניסוי. הירידה במוליכות מי הטפטפת החל מאמצע אוקטובר, נובעת מירידה ברמת הדשן עקב עודפים של חומרי הזנה בקרקע.

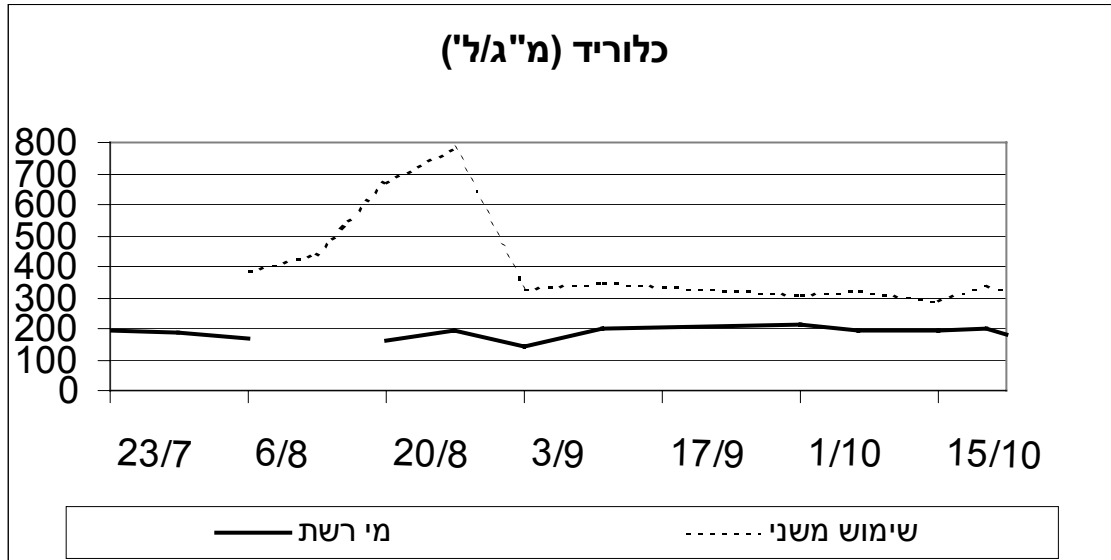
רמת המוליכות בטיפול ה"שימוש המשני" גבוהה מטיפול הבקורת כתוצאה ממוליכות מי הנקז של חלקת המצע המנותק. רמת המוליכות החשמלית בטיפול ה"שימוש המשני", עולה עד לסוף אוגוסט כתוצאה מהעלייה בצריכת המים בחלקת המצע המנותק ויורדת בחדות כתוצאה מהמהילה במי רשת. העלייה במוליכות החשמלית של הטיפול באמצע אוקטובר, נובעת מתוספת חנקת האשלגן לתמיסת ההשקיה.

תרשים מס' 3: רמת המוליכות החשמלית (dS^2/m) בעיסת הקרקע ברוויה, בשני הטיפולים.



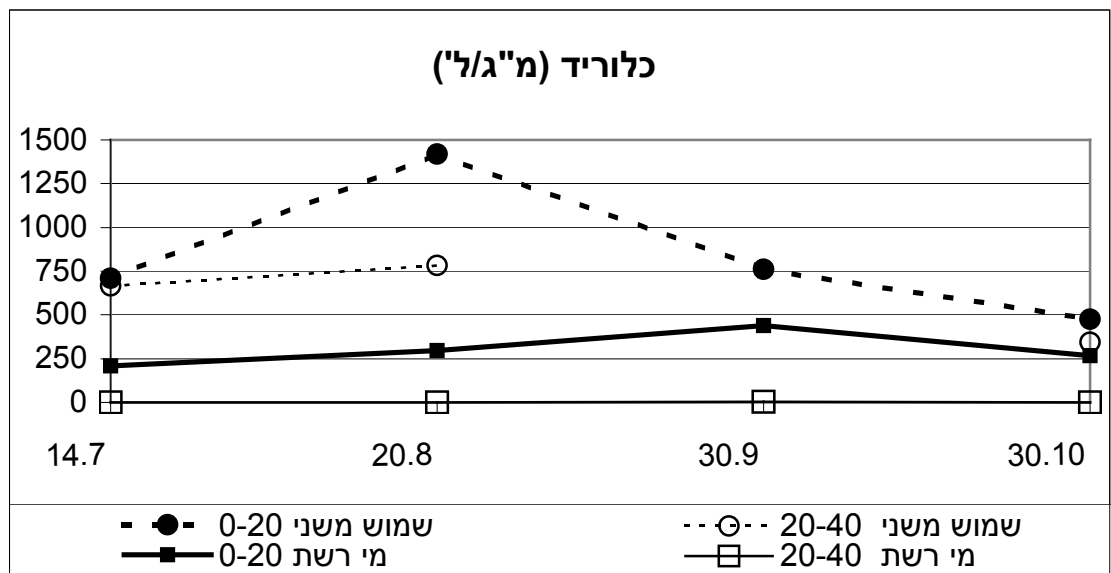
רמת המוליכות החשמלית בקרקע, שומרת בטיפול הבקורת על ערכים סבירים ונעה בשכבת הקרקע העליונה בין 2.5-3.0 דס"מ'. טיפול ה"שימוש המשני, מגיע לערכי מוליכות גבוהים בחודשים אוגוסט-ספטמבר (4-5 דס"מ'), ערכים שהיו אמורים לפגוע לכאורה ביבול.

תרשים מס' 4: רמת הכלוריד (מ"ג/ל) בתמיסת ההשקיה בשני הטיפולים.



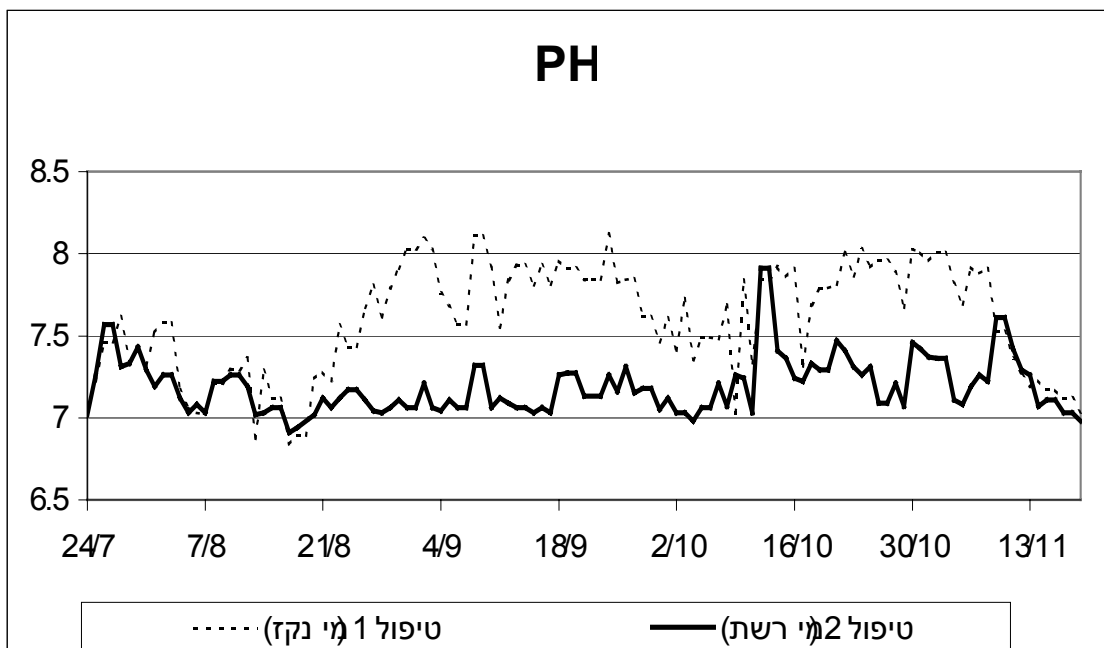
רמת הכלוריד בטיפול הביקורת, משקפת את רמתו במי הרשת. רמת הכלוריד בטיפול ה"שימוש המשני", עולה עד לתחילת המהילה במי הרשת ומשקפת את רמת הכלוריד בנקז של חלקת המצע המנותק. מסוף אוגוסט, יורדת רמת הכלוריד, בתגובה לתוספת מי הרשת לתמיסת ההשקיה.

תרשים מס' 5: רמת הכלוריד (מ"ג/ל) בעיסת הקרקע ברוויה, בשני הטיפולים.



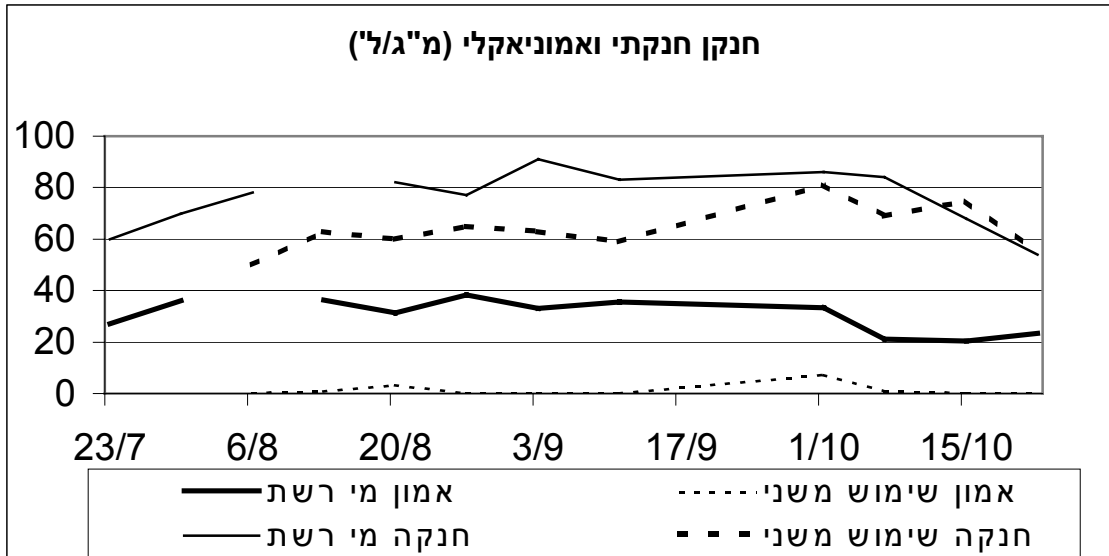
רמת הכלוריד בקרקע בטיפול הביקורת, עולה במתינות עד לסוף ספטמבר, בתגובה לקשר בין מנת ההשקיה ומקדם השטיפה. בטיפול ה"שימוש המשני", עולה רמת הכלוריד כתוצאה מן העליה בריכוז בתמיסת ההשקיה, עד לסוף אוגוסט ויורדת בהדרגה מתחילת המהילה במי רשת. הירידה נובעת גם כתוצאה מהיחס בין צריכת הגידול למנת ההשקיה שהשפיע על הגדלת יעילות השטיפה של יון הכלוריד.

תרשים מס' 6: רמת ה-PH בתמיסת ההשקיה בשני הטיפולים.



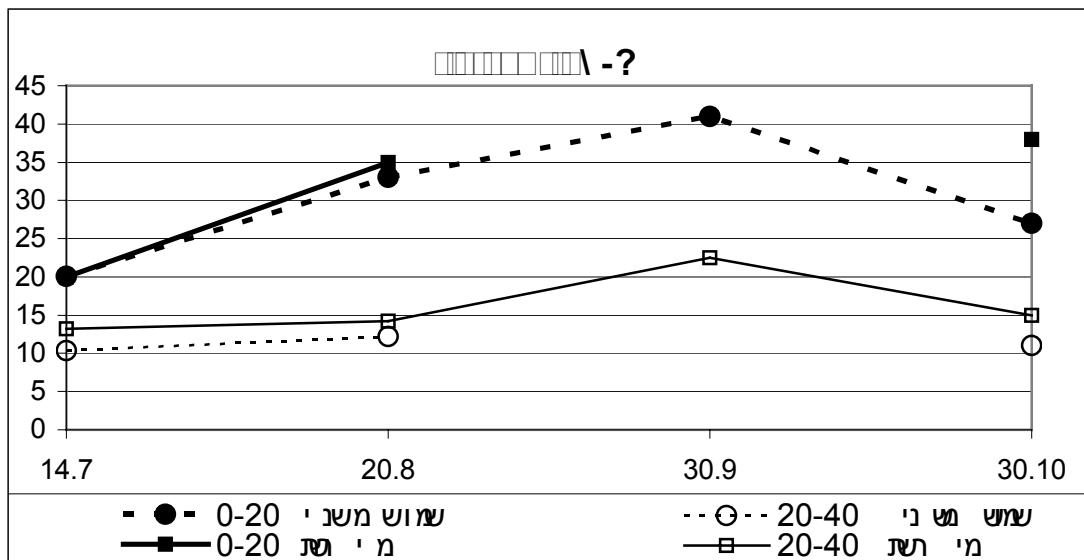
רמת ה-PH של טיפול הביקורת, משקפת את רמת ה-PH במי הברז. טיפול השימוש המשני, מושקה בתמיסה בסיסית לכל אורך השימוש במי הנקז של המצע המנותק, זאת בשל השימוש בדשן חנקתי ברובו (90%) בחלקה זו. משלב המהילה במי הרשת עולה ה-PH של תמיסת ההשקיה, לערכים גבוהים יחסית (סביב ה-8.0) וכך גם בתגובה להוספת חנקת האשלגן לתמיסת ההשקיה, תוספת שמגדילה את ריכוז החנקה בתמיסת ההשקיה.

תרשים מס' 7: רמת החנקן החנקתי והאמוניאקלי (מ"ג/ל) במי הטפטפת, בשני הטיפולים.



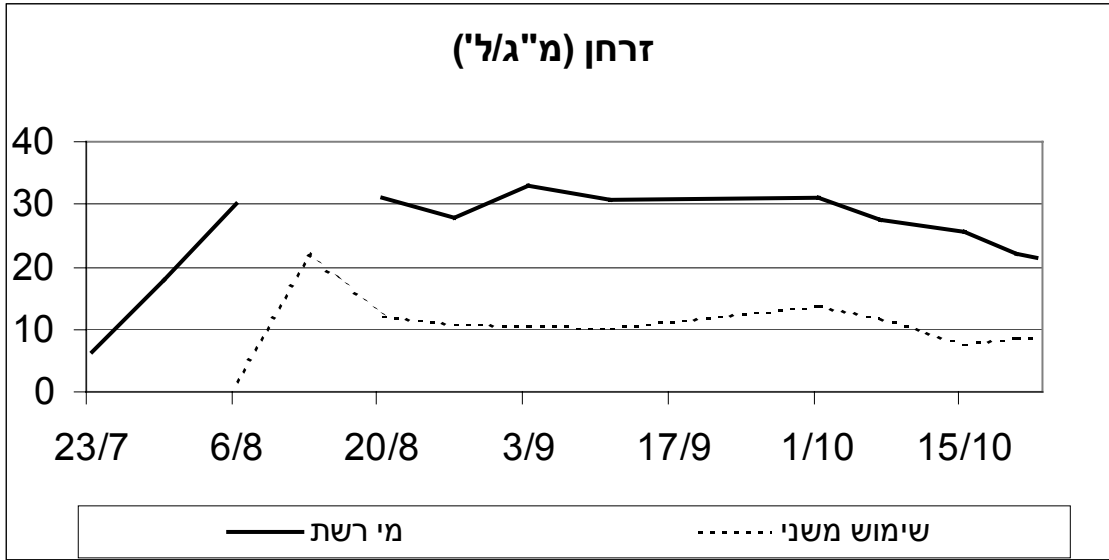
רמת החנקן בטיפול הביקורת, משקפת את ריכוז הדשן בתמיסת ההשקיה. לאורך מרבית הניסוי, דושנה החלקה ברמות של 120 mg pp² כ- 38% ממנו הנו חנקן אמוניאקלי והיתר חנקתי. מרבית תקופת הגידול, הייתה רמת החנקן בטיפול ה"שימוש המשני" כ- 60-80 mg pp². טיפול ה"שימוש המשני", קיבל את החנקן מן הנקז של חלקת המצע המנותק עד לסוף ינואר ולכן רובו המוחלט הוא חנקן חנקתי. השלמת חנקת האשלגן מאמצע אוקטובר הוסיפה חנקן חנקתי, לתמיסת ההשקיה.

תרשים מס' 8: רמת החנקן החנקתי (מ"ג/ק"ג) בעיסת הקרקע ברוויה, בשני הטיפולים.



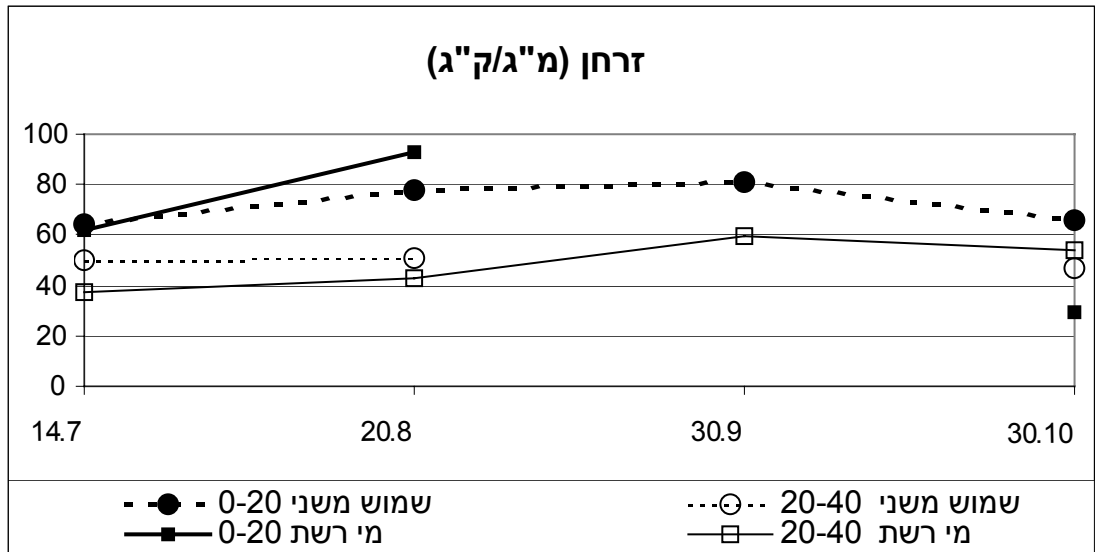
רמת החנקה בקרקע בטיפול הביקורת, בשכבה הרדודה, עולה לערכים גבוהים מהמומלץ (15-20) ppm כתגובה לדישון (הנורמטיבי) בעודף. גם בטיפול ה"שימוש המשני", רמת החנקה גבוהה מן המומלץ, במרבית תקופת הגידול למרות שדישון הראש היה מחצית הריכוז מטיפול הביקורת.

תרשים מס' 9: רמת הזרחן המסיס (מ"ג/ל) במי הטפטפת, בשני הטיפולים.



רמת הזרחן בטיפול הביקורת משקפת את רמת הדישון הזרחני. רמת הזרחן בטיפול ה"שימוש המשני", משקפת את הרמה בנקז של חלקת המצע המנותק.

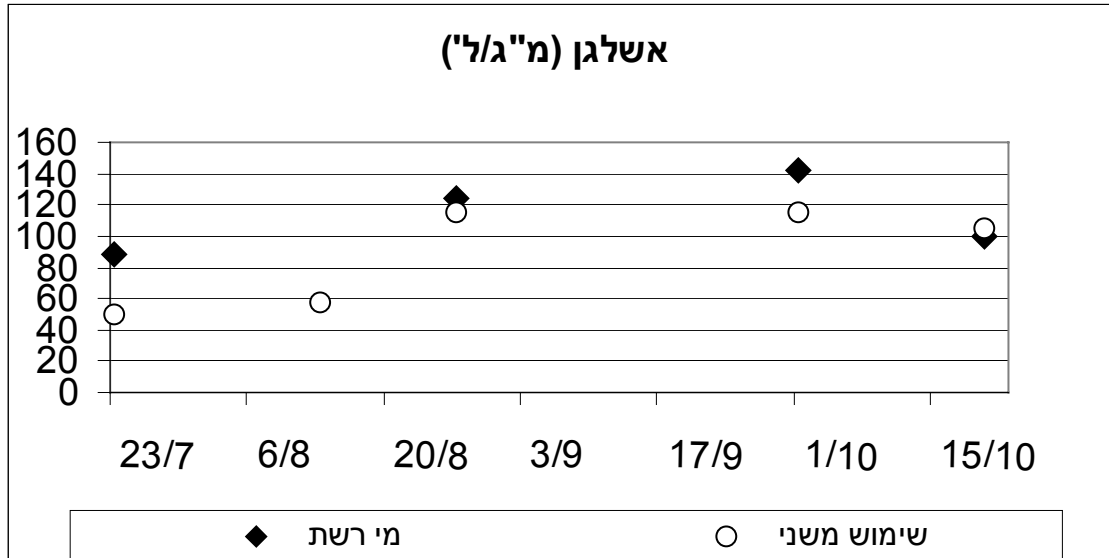
תרשים מס' 10: רמת הזרחן הזמין (מ"ג/ק"ג) בעיסת הקרקע ברוויה, בשני הטיפולים.



רמת הזרחן בקרקע, בטיפול הביקורת, הייתה גבוהה מן המומלץ (30 מ"ג/ק"ג), לכל אורך הגידול ומשקפת דישון בריכוזי זרחן גבוהים מידי. רמת הזרחן בטיפול ה"שימוש המשני", הייתה

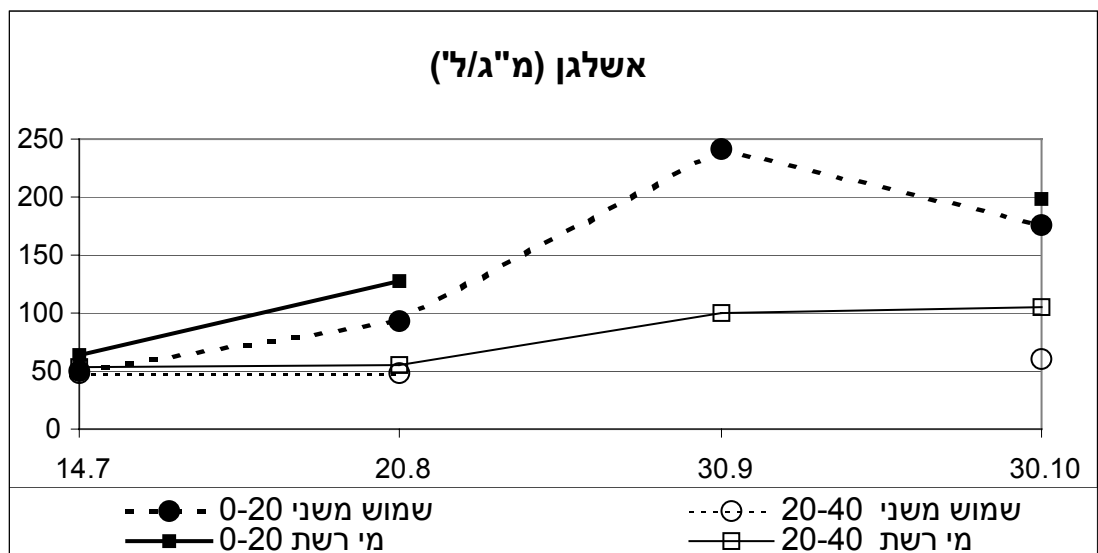
גבוהה מן המומלץ לכל אורך הגידול וזאת למרות רמות נמוכות של זרחן בתמיסת ההשקיה (שליש מהרמה בטיפול הבקורת).

תרשים מס' 11 : רמת האשלגן המסיס (מ"ג/ל') במי הטפטפת, בשני הטיפולים.



רמת האשלגן בטיפול הביקורת, משקפת את משטר הדישון. רמת האשלגן בטיפול ה"שימוש המשני", בתמיסת ההשקיה, הייתה נמוכה מהרמה הרצויה לכל אורך הניסוי ועם הירידה שחלה בה באמצע אוקטובר, נתנה תוספת של 190 ppm אשלגן לתמיסת ההשקיה.

תרשים מס' 12 : רמת אשלגן במיצוי (מ"ג/ל') בעיסת הקרקע ברוויה, בשני הטיפולים.



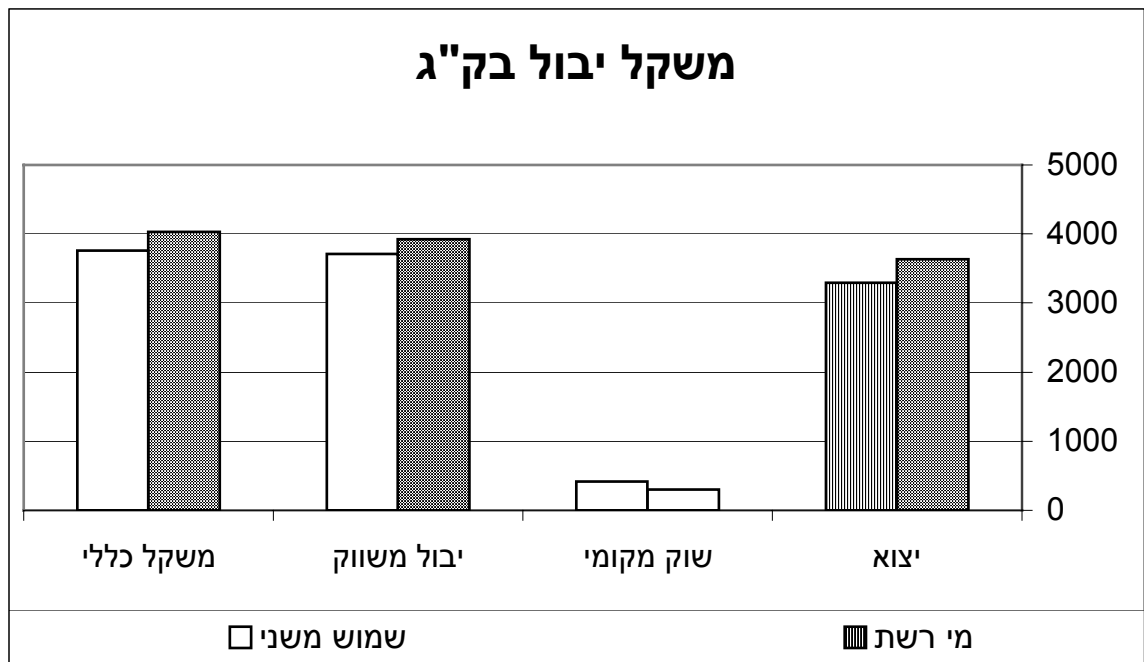
רמת האשלגן בשכבת הקרקע העליונה, בטיפול הביקורת, גבוהה בהרבה מהרמה המומלצת (כ- 60 מ"ג/ל') וזאת על רקע דישון נורמטיבי. רמת האשלגן בטיפול ה"שימוש המשני", עולה למרות דישון אשלגני מופחת ביחס לטיפול הבקורת. על פי הרמות בקרקע, תגבור תמיסת ההשקיה בחנקת אשלגן, החל מאמצע אוקטובר, לא היה נחוץ.

בהתייחס לרמות המיקרו-אלמנטים בתמיסות ההשקיה, הרי שטיפול הבקורת קיבל דשן מועשר ב- 3% מיקרו-אלמנטים, כמקובל באזור.

רמות המיקרו-אלמנטים בטיפול ה"שימוש המישני", נגזרו מרמות המיקרו-אלמנטים במי הנקז של חלקת המצע המנותק. רמות הברזל נעו בין 0.2-0.4 mg^{ppm}, האבץ סביב ה- 0.15 mg^{ppm} והמנגן היה בדרי"כ קרוב לאפס.

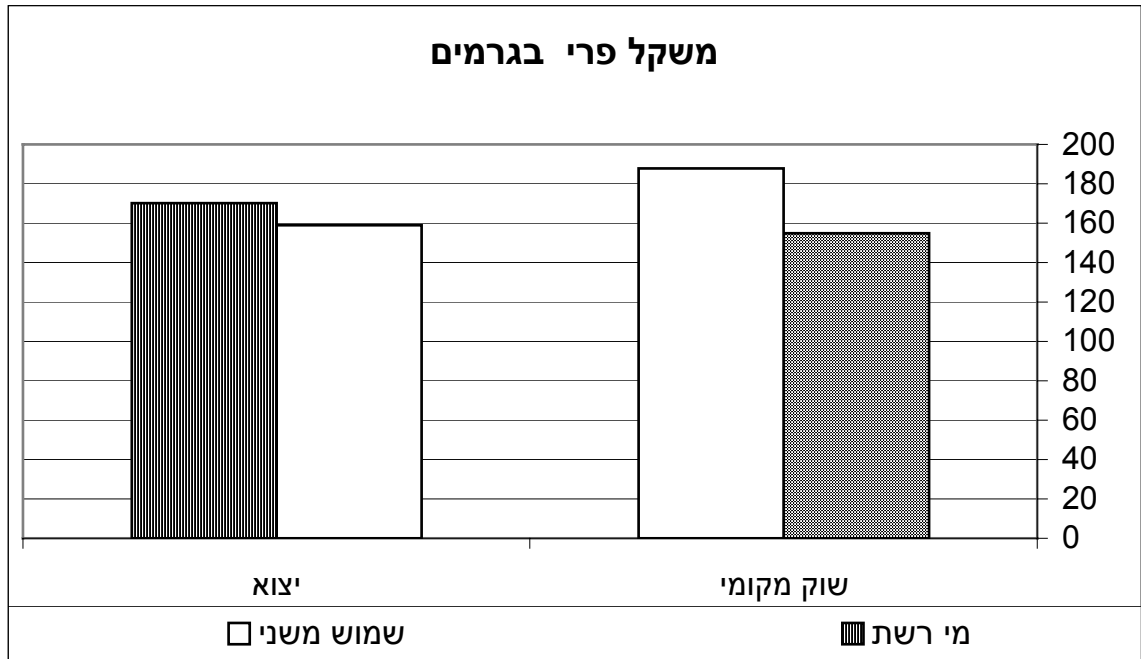
יבול

תרשים מס' 13: משקל היבול הכללי (כולל בררה), היבול המשווק (ללא פרי פגום ושחור פיטם), היבול ליצוא והיבול לשוק המקומי, בטון לדונם, מחושב על פי 3,300 צמחים בדונם, לסך תקופת הקטיף (25.8.02-19.11.02).



לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, בארבעת המדדים וכן באחוזי היצוא (93% בטיפול ה"שימוש המשני" ו- 89% בטיפול הביקורת). הכמויות, מקובלות בקרב מגדלים בבשור. אחוזי הבררה נמוכים אך שני הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק (3% בטיפול ה"שימוש המשני" לעומת 1% בטיפול הביקורת).

תרשים מס' 14 : משקל פרי משווק, ממוצע, לשוק המקומי וליצוא, בגרמים, לסך תקופת הקטיף (25.8.02-19.11.02).



לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים במשקל הפרי המשווק, הממוצע, לשוק המקומי. במשקל הפרי המשווק, הממוצע, ליצוא, היה הבדל מובהק לטובת טיפול הביקורת.

בדיקת פתוגנים בקרקע

כחודש לאחר תחילת הטיפולים, ובסמוך לסוף הניסוי, נשלחו דגימות קרקע למעבדה לבדיקת הבקטריה "קלוויבקטר מיציגנזה". להלן התוצאות:

טבלה מס' 1 : תוצאות דגימות קרקע השוואתיות לבקטריה "קלוויבקטר מיציגנזה"

23.10.02		22.8.02		עומק הדגימה
מי רשת	שימוש משני	מי רשת	שימוש משני	
0	0	1×10^{-5}	2×10^{-5}	0-10 ס"מ
		1×10^{-5}	0	10-20 ס"מ
1×10^{-5}	1×10^{-4}	0	0	20-30 ס"מ

לאור התוצאות, רמת הבקטריה הייתה נמוכה במחצית הדגימות בטיפול ה"שימוש המשני" ביחס לטיפול הביקורת. לא הייתה עליה באוכלוסייה בקרקע בין שני התאריכים.

בביקורות שנערכו בחלקה, מספר פעמים, לא הובחנו פגיעות ותמותת צמחים כתוצאה מאילוח של תמיסת ההשקיה ולא נמצאו הבדלים במספר הצמחים הפגועים והמתים בין שני הטיפולים.

דיון ומסקנות:

1) משקל היבול והפרי הממוצע (תרשימים 13,14), בניסוי זה היה כמקובל בקרב מגדלי הפלפל בקרקע בתקופה מקבילה. למרות ההבדלים באופי תמיסת ההשקיה (תרשימים 2,4,6,7,9,11) ובריכוזי המלחים בקרקע (תרשימים 3,5,8,10,12), לא נמצאו הבדלים מובהקים במרבית המדדים הקשורים ליבול, בין שני הטיפולים.

2) צריכת המים של טיפול ה"שימוש המשני", הייתה 29% מצריכת המים של טיפול הביקורת. במילים אחרות 71% חיסכון במים. בראיה כוללת, יש להתייחס לחלקה ה"נותנת" (מצע המנותק ולחלקה המקבלת (בקרע), כמערכת אחת. על פי הנחיות שה"מ, יש להשקות חלקת מצע מנותק כך שיתקבלו 50% נקז. בדרך זו ניתן להשקות, ללא תוספת מים טריים, עוד מחצית חלקה הגדלה בקרקע ולקבל בסה"כ השטח 33% חסכון במים. השימוש המשני במי נקז, מחייב, כמובן, חלקה הגדלה במצע מנותק ומערכת איסוף, אגירה, השלמה של דשן ומי רשת, ובוסטר, להשקיית הגידול בקרקע. נראה כי שיטת גידול זו, יכולה להוות פתרון ביניים ישים, בדרך למחזור מלא של מי הנקז.

3) צריכת הדשן של טיפול הביקורת, הייתה 1,700 ליטר "שפר" 8:3:5 + 3% מיקרו אלמנטים. צריכת הדשן של טיפול ה"שימוש המשני" הייתה 37 ק"ג חנקת אשלגן ו- 276 ליטרים של "שפר" 8:3:5 + 3% מיקרו-אלמנטים. הפרשי עלות הדשן בין הטיפולים גדולים וברורים.

4) בשני הטיפולים, התקבלו רמות גבוהות מן המומלץ של חומרי הזנה בבדיקות הקרקע. כך בטיפול הביקורת שדושן על פי הנורמות וכן גם בטיפול ה"שימוש המשני" שדושן ברמות נמוכות. מומלץ לדשן את הגידולים השונים בכלל ובשימוש משני במי נקז בפרט, על פי הרמות המצויות בקרקע ולא על פי סכמת דישון או רמת יסודות ההזנה בתמיסת ההשקיה.

5) למרות החסכון הניכר במים ודשן הנובע משימוש משני במי נקז, חשוב להדגיש כי שיטת גידול זו מחייבת בקרה וניטור, בתדירות גבוהה, של תמיסת ההשקיה והקרקע. רק בעקבות ניטור זה ניתן להשלים או לדלל את היונים השונים ולמנוע פגיעה ביבול עקב המלחה או חוסרים.

6) בניסוי זה לא חוטאה תמיסת הנקז ועם זאת לא נמצאו הבדלים בתמותת הצמחים בין הטיפולים. אל אף האמור, ברור לכל העוסקים בגידול פלפל, הסיכון הכרוך בשימוש משני במי נקז ללא חיטוי. ככל שרמת הפתוגנים בחלקה ה"נותנת", חלקת המצע המנותק, גבוהה יותר, כך גדלים סיכויי האילוח של החלקה ה"מקבלת", הגדלה בקרקע. למרות העלות המוספת של מערכת החיטוי, הסיכון הקיים באילוח מהיר של החלקה כולה ופוטנציאל הנזק, יקרים פי כמה.

מקורות:

- 1) זילבר, א. וחובריו. (2001) השפעת תדירות ההשקיה, ריכוז חנקן והיחס אמון: חנקה במי ההשקיה, על יבול פלפל בבשור. מו"פ דרום, סכום עונת 2000-2001, עמ' 97-109.
- 2) שמואל, ד. וחובריו. (2002) שימוש משני במי נקז בגדול עגבניות בבית צמיחה. סכום מחקרים וניסיונות שדה בעגבניות מאכל 2001-2002, 137-148. שה"מ.

תודות

לכל העוסקים במלאכה בחוות הבשור – בלעדיהם, כל זה לא היה.
למועצת הירקות, על הסיוע במימון הניסוי.