



Subject: PLANT PATHOGENS IN IRRIGATION WATER

שם המחקר: אילוח מי השקיה ע"י פתוגני צמחים במערכות גידול ממוחזרות.

Principal investigator: GIORA KRITZMAN

חוקר ראשי: גיורא קריזמן

Cooperative investigator:

חוקרים שותפים:

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O.)

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן
50250

תקציר

הצגת הבעיה: בשנים האחרונות נבדקה יעילותן של שיטות שונות להפחתת פתוגנים (מחוללי מחלות שורשים בצמחים) במערכות בהן ממחזרים מי נקז בחממה לימודית עין גדי. נבדקו מתקני קרינת UV ומתקני ביו-פילטרים (סינון איטי דרך חול). יעילותן של המתקנים נבחנו במערכות גידול שונות (השפעת מצע הגידול), שני צמחי בוחן (פלפל ועגבנייה) בנוכחות פתוגנים לצמחים רלוונטיים לגידול (לאחר אילוח): חיידקי *Erwinia*, *Xantomonas* ו-*Pseudomonas*, ופטריות *Pythium* ו-*Fusarium* בגידול של פלפל ועגבניות שרי.

מהלך ושיטות עבודה: המערכת הנבדקת כללה בית צמיחה מערכות מבוקרות למחזור מי הנקז מצעי גידול שונים ושיטות טיפול במים הממוחזרים כאשר צמחי הבוחן הפעם היו עגבניות שרי ומחוללי המחלות שנבחנו היו פוזריום הכתר ומחולל מחלת הכיב הבקטרי החיידק קלוויבקטר משיגנזה. הבדיקות נעשו הן על הצמחים והן על מדגמי מים. הבדיקות הבקטריוLOGיות למינן נעשו בשיטות מקובלות של שימוש במצעים סלקטיביים ובמקרה של הפטריה במוטנט מסומן.

תוצאות עיקריות: מהתוצאות שנתקבלו עד כה בתחום הטיהור בקרינה, למדנו להכיר את רמות החשיפה ואת מנות הקרינה הדרושות לקטילת חלק מהפתוגנים, כמו כן למדנו להכיר את השפעת עכירות מי ההשקיה הנובעים מנוכחותם של כלאטים שונים כגורם המעקב את יעילות הטיהור. בתחום הביו-פילטר, נערך מעקב אחר אוכלוסיות המיקרואורגניזמים במערכות השונות כולל השפעתם על רמת אוכלוסיות הפתוגנים. נרשמה ירידה בכמה סדרי גודל לוגריתמיים באוכלוסיות הפתוגנים הנבחרים. בחנו את מנגנון פעילותם של המסננים. עקבנו אחר תנועתם של הפתוגנים לעומק העמודות וכן לפעילות מיקרואורגניזמים העשויים להיות פעילים בהקטנת האוכלוסייה ברקמות צמחי המבחן שגדלו במערכות השונות. בין השאר אף גילינו הימצאותם של מחוללי המחלות ברקמות של הצמחים בהם לא נראו סימני מחלה. הניסויים בוצעו במשך ארבע עונות גידול (ארבעה מחזורי גידולים).

בשנה קודמת הרחבנו את המחקר בתחום הביו-פילטרים והוספנו שלשה ביו-פילטרים השונים זה מזה בהרכבם ובתנאים השוררים בהם, כמו כן הוספנו סוג נוסף של מצע גידול, מצע אינרטי (צמר סלעים). הגידול היה עגבניות שרי והפתוגנים הנבדקים היו *Fusarium Crown rot* ו-*Pseudomonas corrugata*, תוצאות שהתקבלו משנת מחקר זו מופיעות בדוח מסכם.

השנה המשכנו את הבדיקות על אותם המתקנים אך גורם האילוח, הפעם, היה *Fusarium Crown rot* ו-*Clavibacter michiganensis*, הפתוגן האחרון מחולל מחלת הכיב בעגבניות, זה נבחר בשל הנזקים הגדולים שנגרמים, מדי שנה ברחבי הארץ, בחממות עגבניות.

במטרה ליעל את שיטת הטיפול בעזרת ביו-פילטר, השקענו מאמצים בניסויים המתקשרים להבנת דרכי הפעולה של ביו-פילטרים. צירפנו לדוח זה תרשים אחד (תרשים מס. 6) שמתאר את צריכת החמצן בקולונות (ביופילטרים) השונות כמדד לפעילות ביולוגית המתרחשת אגב זרימת תמיסת ההשקיה. מתברר שצריכת החמצן בסביבת ביופילטר בנוי מחלקיקי טוף, גבוהה בצורה מרשימה, בהשוואה לצריכה בסביבת ביופילטר בנוי חלקיקי חול קוורץ (תרשים מס. 6). ניתן להסיק שהגורם אשר צורך את החמצן מהווה חלק מהתמיסה המנותקת מהטוף. נקודה זו מעוררת את החשד שגורם זה הנו גורם ביוטי הספוח אל שטח פני הטוף. נקודה אחרונה זו ונקודות רבות אחרות מחייבות בדיקות נוספות והמשך מחקר סביב ביו-פילטר הבנוי משכבות טוף.

מסקנות והמלצות:

ההשוואות בין הטיפולים והמערכות השונות המסוכמות בדוח זה הניבו את המסקנות הבאות:

- * במערכות של מיחזור מי נקז יש חשיבות גדולה בטיפול במי הנקז טרם השבתם לצמחים.
- * מחלת הכיב הבקטרי מופצת במידה רבה דרך מי הנקז, בהתאם לשיטת הטיפול, אולם לאורך זמן, בבית צמיחה בו נמצאים צמחים נגועים, ישנו מעבר של החיידק בדרכים אחרות לצמחים נוספים במערכת אם כי במידה פחותה (תרשימים מס. 1, 2 ו-3).
- * מצע גידול הצמחים אינו מהווה גורם משפיע בהקשר להפצת מחלת הכיב הבקטרי ומחלת ריקבון הכתר.
- * חיטוי מי הנקז ע"י הקרנת UV יעיל מאוד במניעת מחלת הכיב הבקטרי ופחות יעיל במניעת הפצת פטריית הפוזריום מחוללת מחלת ריקבון הכתר בעגבניות (תרשימים 4 ו-5). בעבודה זו, נמצאה הדבקה משמעותית ברקמות הצמחים, למרות שלא הופיעו סימני מחלת ריקבון הכתר. על זאת נוסף שבשנה קודמת קיבלנו תוצאות דומות ביחס להפצת הפוזריום במערכות UV לעומת סינון דרך טוף.
- * במעקב אחר מערכות של מיחזור מי נקז, אין להסתפק בבדיקת לניתור פתוגנים במים. יש לבדוק רקמות הצמחים לאיתור מחלה פוטנציאלית.

- יש חשיבות רבה לסוג חומר המילוי בביו-פילטרים. בסיכום שתי שנות מחקר ראינו שמילוי בטוף מביא לתוצאות מעודדות מאוד.

אילוח מי השקיה על ידי פתוגים של צמחים במערכות גידול ממחזורות
Plant pathogens in irrigation water

מוגש לקן המדען הראשי במשרד החקלאות
על ידי

קריצמן גיורא פתולוגיה של צמחים המכון להגנת הצומח בית דגן 50250
קטן יעקב האוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות רחובות ישראל.
סילברמן דוד שמשרד החקלאות שרות ההדרכה והמיקצוע
רביב מיכאל מינהל המחקר החקלאי נווה-יער.

עמוס מיזרח המכון להנדסה מינהל המחקר החקלאי מרכז וולקני 50250 בית דגן ישראל
הממצאים בדוח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים כפי שהם

Giora Kritzman, ARO, the Volcani Center Bet Dagan 50 250 Israel

kritzgio@netvision.net.il

ד"ר גיורא קריצמן

תקציר

מבוא והצגת הבעיה: בשנים האחרונות נבדקה יעילותן של שיטות שונות להפחתת פתוגים (מחוללי מחלות שורשים בצמחים) במערכות בהן ממחזרים מי נקז בחממה לימודית עין גדי. נבדקו מתקני קרינת UV ומתקני ביו-פילטרים (סינון איטי דרך חול). יעילותן של המתקנים נבחנה במערכות גידול שונות (השפעת מצע הגידול), שמי צמחי בוחן (פלפל ועגבנייה) בנוכחות פתוגנים לצמחים רלוונטיים לגידול (לאחר אילוח): חיידקי *Erwinia*, *Xantomonas* ו *Pseudomonas* ופטטריות *Pythium* ו *Fusarium* בגידול של פלפל ועגבניות שרי. מטרות המחקר:

1. בחינת יעילותן של שיטות שונות להפחתת פתוגנים לצמחים מחוללי מחלות שורשים במערכות מצעים מנותקים בהם ממחזרים מי נקז.
2. פיתוח שיטה חדשנית לטיפול במי נקז באמצעות גלים.

מהלך ושיטות עבודה: המערכת הנבדקת כללה בית צמיחה מערכות מבוקרות למחזור מי הנקז מצעי גידול שונים ושיטות טיפול במים הממוחזרים כאשר צמחי הבוחן הפעם היו עגבניות שרי ומחוללי המחלות שנבחנו היו פוזריום הכתר ומחולל מחלת הכיב הבקטרי החיידק קלוויבקטר משיגנזה. הבדיקות נעשו הן על הצמחים והן על מדגמי מים. הבדיקות הבקטריוLOGיות למינן נעשו בשיטות מקובלות של שימוש במצעים סלקטיביים ובמקרה של הפטריה במוטנט מסומן. תוצאות עיקריות: מהתוצאות שנתקבלו עד כה בתחום הטיהור בקרינה, למדנו להכיר את רמות החשיפה ואת מנות הקרינה הדרושות לקטילת חלק מהפתוגנים, כמו כן למדנו להכיר את השפעת עכירות מי ההשקיה הנובעים מנוכחותם של כלאסים שונים כגורם המעקב את יעילות הטיהור. בתחום הביו-פילטר, נערך מעקב אחר אוכלוסיות המיקרואורגניזמים במערכות השונות כולל השפעתם על רמת אוכלוסיות הפתוגנים. נרשמה ירידה בכמה סדרי גודל לוגריתמיים באוכלוסיות הפתוגנים הנבחרים. בחנו את מנגנון פעילותם של המסננים. עקבנו אחר תנועתם של הפתוגנים לעומק העמודות וכן לפעילות מיקרואורגניזמים העשויים להיות פעילים בהקטנת האוכלוסייה ברקמות צמחי המבחן שגדלו במערכות השונות. בין השאר אף גילינו הימצאותם של מחוללי המחלות ברקמות של הצמחים בהם לא נראו סימני מחלה. הניסויים בוצעו במשך ארבע עונות גידול (ארבעה מחזורי גידולים).

בשנה קודמת הרחבנו את המחקר בתחום הביו-פילטרים והוספנו שלשה ביו-פילטרים השונים זה מזה בהרכבם ובתנאים השוררים בהם, כמו כן הוספנו סוג נוסף של מצע גידול, מצע אינרטי (צמר סלעים). הגידול היה עגבניות שרי והפתוגנים הנבדקים היו *Fusarium Crown rot* ו *Pseudomonas corrugata*, תוצאות שהתקבלו משנת מחקר זו מופיעות בדוח מסכם.

השנה המשכנו את הבדיקות על אותם המתקנים אך גורם האילוח, הפעם, היה *Fusarium Crown rot* ו- *Clavibacter michiganensis*, הפתוגן האחרון מחולל מחלת הכיב בעגבניות, זה נבחר בשל הנזקים הגדולים שנגרמים, מדי שנה ברחבי הארץ, בחממות עגבניות. במטרה ליעל את שיטת הטיפול בעזרת ביו-פילטר, השקענו מאמצים בניסויים המתקשרים להבנת דרכי הפעולה של ביו-פילטרים. צירפנו לדוח זה תרשים אחד (תרשים מס. 6) שמתאר את צריכת החמצן בקולונות (ביופילטרים) השונות כמדד לפעילות ביולוגית המתרחשת אגב זרימת תמיסת

ההשקיה. מתברר שצריכת החמצן בסביבת ביופילטר בנוי מחלקיקי טוף, גבוהה בצורה מרשימה, בהשוואה לצריכה בסביבת ביופילטר בנוי חלקיקי חול קוורץ (תרשים 6). ניתן להסיק שהגורם אשר צורך את החמצן מהווה חלק מהתמיסה המנותקת מהטוף. נקודה זו מעוררת את החשד שגורם זה הנו גורם ביוטי הספוח אל שטח פני הטוף. נקודה אחרונה זו ונקודות רבות אחרות מחייבות בדיקות נוספות והמשך מחקר סביב ביו-פילטר הבנוי משכבות טוף.

מסקנות והמלצות:

- ההשוואות בין הטיפוליים והמערכות השונות המסוכמות בדוח זה הניבו את המסקנות הבאות:
- במערכות של מיחזור מי נקז יש חשיבות גדולה בטיפול במי הנקז טרם השבתם לצמחים.
- מחלת הכיב הבקטרי מופצת במידה רבה דרך מי הנקז, בהתאם לשיטת הטיפול, אולם לאורך זמן, בבית צמיחה בו נמצאים צמחים נגועים, ישנו מעבר של החיידק בדרכים אחרות לצמחים נוספים במערכת אם כי במידה פחותה (תרשימים מס. 1, 2 ו-3).
- מצע גידול הצמחים אינו מהווה גורם משפיע בהקשר להפצת מחלת הכיב הבקטרי ומחלת ריקבון הכתר.
- חיטוי מי הנקז ע"י הקרנת UV יעיל מאוד במניעת מחלת הכיב הבקטרי ופחות יעיל במניעת הפצת פטריית הפוזיריום מחוללת מחלת ריקבון הכתר בעגבניות (תרשימים 4 ו-5). בעבודה זו, נמצאה הדבקה משמעותית ברקמות הצמחים, למרות שלא הופיעו סימני מחלת ריקבון הכתר. על זאת נוסף שבשנה קודמת קיבלנו תוצאות דומות ביחס להפצת הפוזיריום במערכות UV לעומת סינון דרך טוף.
- במעקב אחר מערכות של מיחזור מי נקז, אין להסתפק בבדיקת לניתור פתוגנים במים. יש לבדוק רקמות הצמחים לאיתור מחלה פוטנציאלית.

- יש חשיבות רבה לסוג חומר המילוי בביו-פילטרים. בסיכום שתי שנות מחקר ראינו שמילוי בטוף מביא לתוצאות מעודדות מאוד.

שיטות וחומרים

המערכות שנבדקו:

- תשע מערכות סגורות בהן מי הנקז ממוחזרים (טבלה 1; ותמונות מס' 1, 2, 3)
- נשתלו עגבניות שרי מזן PC 125, בתאריך 1/11/2000 בחממה לימודית בעין גדי. בכל מערכת 100 צמחים (תמונה 4).
- בסוף חודש דצמבר 2000 נעשה אילוח.
- כל המערכות אולחו בעזרת תרחיף של פתוגנים: *Fusarium crown rot* ו *Clavibacter michiganense*. הערה: תבדיד הפוזיריום היה מוטנט מסומן.
- החל מתחילת הניסויים, דגמנו מהמים, ממצע הגידול, מהגבעולים ומצוואר השורשים. מדגימות אלה נזרעו על מצעים סלקטיביים במסרת ניסוד וספירת פתוגנים.
- בשבוע הראשון נלקחו דגימות מדי יום ולאחר מכן אחת לשבוע, במשך שלושה שבועות. במהלך הגידול התבצע מעקב אחר היבול בטיפולים השונים.
- בחודש אפריל, לקראת סוף הגידול, דגמנו שנית קטעי צמחים מהגבעולים ומצוואר השורשים.

טבלה מס. 1

מערכות הגידול במתקן החממה הלימודית בעין גדי.

סוג מצע הגידול	שיטת חיטוי
----------------	------------

טוף + חומר אורגני	ללא חיטוי - ביקורת IV ללא אילוח
טוף	קרינת UV, תמונה 3
פרלייט	ביו פילטר עם טוף, תמונות 1, 2
טוף + חומר אורגני	ביו פילטר עם חול קורץ
טוף + חומר אורגני	ביו פילטר עם חול קורץ ותוספת אויר
פרלייט	ללא חיטוי - ביקורת I
פרלייט	ביו פילטר עם חול קורץ
טוף + חומר אנרגני	ללא חיטוי - ביקורת II
טוף	ללא חיטוי - ביקורת III

מצעי מזון לגידול מיקרואורגניזמים (מרכיבים ב- 1 ליטר מים מזוקקים)

מצע סלקטיבי לפוזריום מוטנט (FMMCPA) (Hadar, E., Katan, J., and) (Katan, T. 1989

Sucrose 30g., NaNO_3 2g., KH_2PO_4 1g., $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5g., KCL 0.5G.,
 KCLO_3 15g.,
 L-Asparagine 1.6g., PCNB 0.02g., Agar 20g.,
 Lactic acid 90% 0.5 ml., אחרי עיקור להוסיף.

מצע CBM לגידול *Clavibacter Michiganesis*

Nutrient Bross 8 gr; Yeast extract 2 gr ; K_2HPO_4 2 gr ; KH_2PO_4 0.5 gr ;
 MgSO_4 0.24 gr ; Glucose 2.5 gr ; Agar 15 gr.

המדבק לאילוח

המערכות אולחו בפטרייה *Fusarium oxysporum*, בגזע מוטנט של הפטרייה שהוא עמיד לכלורט. יון הכלורט הוא רעיל לפוזריום *wild - type*. ולכן על המצע *FMMCPA* שמכיל KCLO_3 גדל רק הפוזריום המוטנט אתו אילחו את המערכת. המדבק הוכן על מצע *PDA*. הוכנו 20 צלחות פטרי לכל מערכת. המערכת אולחה גם בחיידק *Clavibacter michiganesis*. המדבק הוכן על מצע *CBM*. הוכנו 20 צלחות פטרי לכל מערכת. לכל צלחת עם מדבק הוספו מי ברז והפתוגן הורחף על ידי מקל דרגלסקי, התרחיף נאסף לתוך ארלנמיייר. תמיסת הפתוגנים הוספה למיכל המים (לפני טיפול).

בדיקת צוואר השורשים

נלקחו מכל צמח מקטע באורך כ 10 סמ' מצוואר השורש, תשעה צמחים מכל מערכת. נעשה חיטוי חיצוני על ידי 3% Calcium hypochloride למשך דקה ואחר

כך שתי שטיפות במים מעוקרים. מתוך כל מקטע נחתכו שלוש פרוסות רוחביות שהונחו על מצע *FMMCPA* לאבחון הנגיעות ב *Fusarium crown rot*

בדיקת גבעולים

נלקחו מקטעים מגבעולי הצמחים, שישה צמחים מכל מערכת, שלושה שנראו נושאי סימני מחלה ושלושה שלא גילו סימנים. נעשה חיטוי חיצוני על ידי Calcium hypochloride 3% למשך דקה ואחר כך שתי שטיפות במים מעוקרים. מתוך הגבעול שעבר חיטוי נלקחה ליבת הגבעול ונכתשה בתוך שקית סטרילית עם 9ml סליין ונזרע על מצע *CBM* לאבחון הנגיעות בחיידק *Clavibacter michiganensis*.

בדיקת מים

1. ספירה כללית של חיידקים נעשתה על ידי פיזור מדגם של 0.1 מ"ל על מצע מזון *Nutrient* במהולים 0 עד 10^{-7}
 2. בדיקה לנוכחות פוזריום מוטנט נעשתה על ידי פיזור מדגם של 0.1 מ"ל על מצע *FMMCPA* בעזרת מקל דרגלסקי במהולים 10^{-6} עד 10^{-3} .
- תוצאות

כחודש לאחר האילוח, הופיעו סימני מחלה על צמחי המערכות. סימנים אלה התבטאו בכתמי יובש על העלים, חוסר טורגור, ובחלק מהצמחים, אף נבילה ומוות (ראה תמונות מס' 1, 2, 3, 4).

תרשים 1: מבדיקת רקמות הצמחים, חוזקה ההנחה שהסימנים שהופיעו הם סימני מחלת הכיב הבקטרי ושהיא נגרמה ע"י *Clavibacter michiganensis*. מחלת הכיב הבקטרי מועברת תוך זמן, ארוך יחסית, לצמחים אחרים שלא מחוברים לאותה מערכת מיחזור נקז.

תרשים 2: במערכת שלא אולחה, לא נראו סימני מחלה. כמו כן, במערכת בה המים עוברים חיטוי *UV* ובמערכת עם סינון דרך טוף. נציין שלקראת סוף הגידול הצמחים שהושקו במים מחוטאים בקרינה, נראו טוב יותר מאשר בשאר המערכות. לעומת זאת, סימני המחלה הופיעו בשתי המערכות שבהן הסינון נעשה דרך חול קוורץ. העשרת הקולונה באוויר בלמה במידה מסוימת את הפצת המחלה, אולם לא היה הבדל משמעותי בעוצמת הנזק בין שתי מערכות הקוורץ. ניתן להבחין במתאם בין מידת הפצת המחלה כפי שמשתקף מתרשים מס' 2 לבין ריכוז הבקטריה ברקמות הצמחים וכן לבין הופעת הבקטריה ברקמות של צמחים, עם וללא, סימני מחלה (תרשים 1).

תרשים 3: החיטוי בהקרנת *UV* והסינון דרך טוף, בהשוואה לסינון דרך חול קוורץ, יוצרים חסימה בולטת למעבר פטריית הפוזריום.

תרשים 4: מערכת הביו-פילטר עם מילוי הטוף מנעה באופן מוחלט את הפצת פטריית הפוזריום.

דברים אלה נכונים גם ביחס למערכת המועשרת באוויר והממולאת בחול קוורץ, למרות שמהירות העלמות הפטרייה ממי הנקז הייתה איטית יותר מאשר במים המסוננים דרך טוף (תרשים 3).

פטריית הפוזריום מופצת היטב דרך המים של מערות המיחזור, אך שלא כמו הבקטריה שבניסוי, הפטרייה לא הדביקה את המערכת הלא מאולחת.

למרות ניקיון המים המחוטאים ב UV הפטרייה הדביקה צמחים של המערכת.

לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שתי המערכות שבהן המים מסוננים דרך קוורץ (ללא העשרה באוויר), כאשר השוני במצעים היווה את ההבדל בין שתי המערכות. בנוסף לתוצאות הבדיקות להפצת גורמי המחלות במערכות השונות, מצורפות תוצאות אחדות מבדיקות השוואתיות שנערכו במטרה להבין את השוני בהתנהגות חומר המילוי של הקולונות ביחס לכושרם של הביו-פילטרים לבלום הפצת מחלות – במקרה דנן מילוי טוף לעומת מילוי קוורץ. צריכת החמצן בקולונה הממולאת בטוף גבוהה מאוד בהשוואה למילוי קוורץ.

דיון ומסקנות

* במערכות של מיחזור מי נקז יש חשיבות גדולה בטיפול במי הנקז טרם השבתם לצמחים.

* מחלת הכיב הבקטרי מופצת במידה רבה דרך מי הנקז, בהתאם לשיטת הטיפול, אולם לאורך זמן, החידק עלול להדביק צמחים, במידה פחותה, בדרכים אחרות.

* מצע גידול הצמחים אינו מהווה גורם משפיע בהקשר להפצת מחלת הכיב הבקטרי ומחלת ריקבון הכתר.

* העשרת הביו-פילטר באוויר משפרת, במידה מסוימת את יעילות הביו-פילטר. יש להמשיך לבדוק נקודה זו, אולי בשילוב עם טוף.

* חיטוי מי הנקז ע"י הקרנת UV יעיל מאוד ביחס למחלת הכיב הבקטרי. לעומת זאת, ביחס לאי הפצת פטריית הפוזריום, ראינו שנמצאה הדבקה משמעותית ברקמות הצמחים, למרות שלא הופיעו סימני מחלת ריקבון הכתר. על זאת נוסף שבשנה קודמת קיבלנו תוצאות דומות ביחס להפצת הפוזריום במערכות UV לעומת סינון דרך טוף.

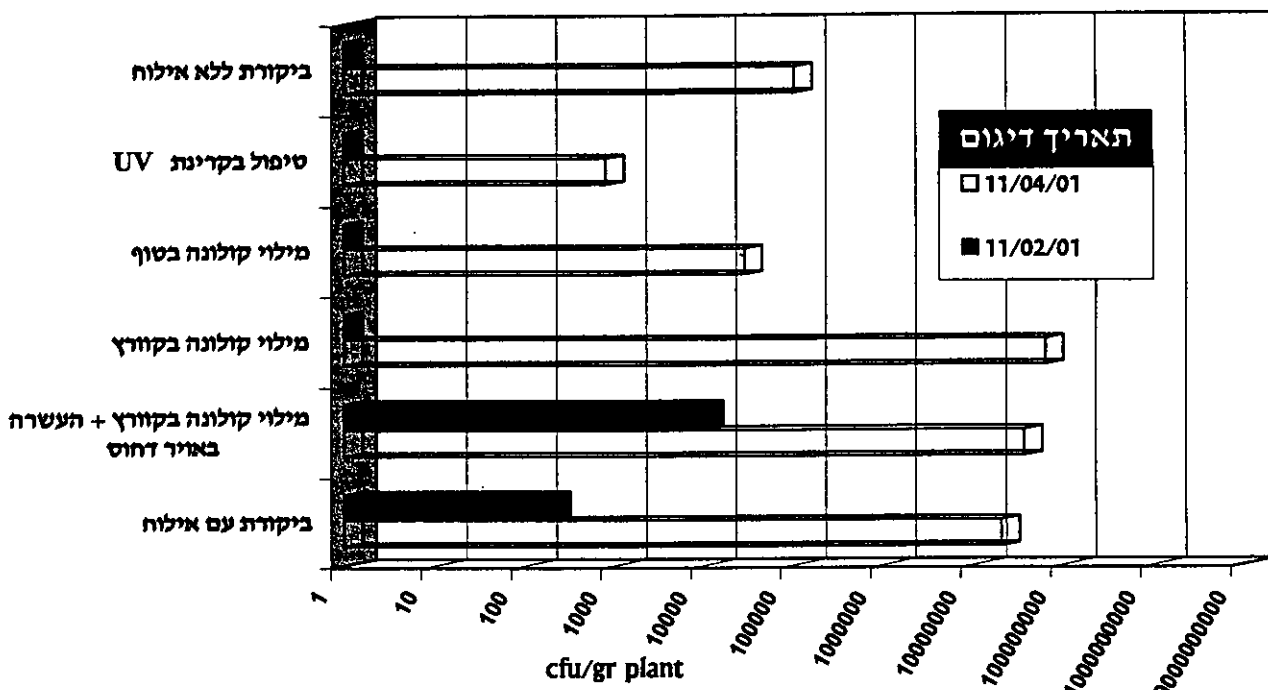
* במעקב אחר מערכות של מיחזור מי נקז, אין להסתפק בבדיקת לניתור פתוגנים במים. יש לבדוק רקמות הצמחים לאיתור מחלה פוטנציאלית.

* יש חשיבות רבה לסוג חומר המילוי בביו-פילטרים. בסיכום שתי שנות מחקר ראינו שמילוי בטוף מביא לתוצאות מעודדות מאוד. במטרה ליעל את שיטת הטיפול בעזרת ביו-פילטר, השקענו מאמצים בניסויים המתקשרים להבנת דרכי הפעולה של ביו-פילטרים. צירפנו לדוח זה שני תרשימים 5 ו 6 שמתארים את צריכת החמצן בקולונות.

תרשים 5: מתברר מתרשים זה שצריכת החמצן בסביבת הטוף, גבוהה בצורה מרשימה, בהשוואה לצריכה בסביבת חול הקוורץ.

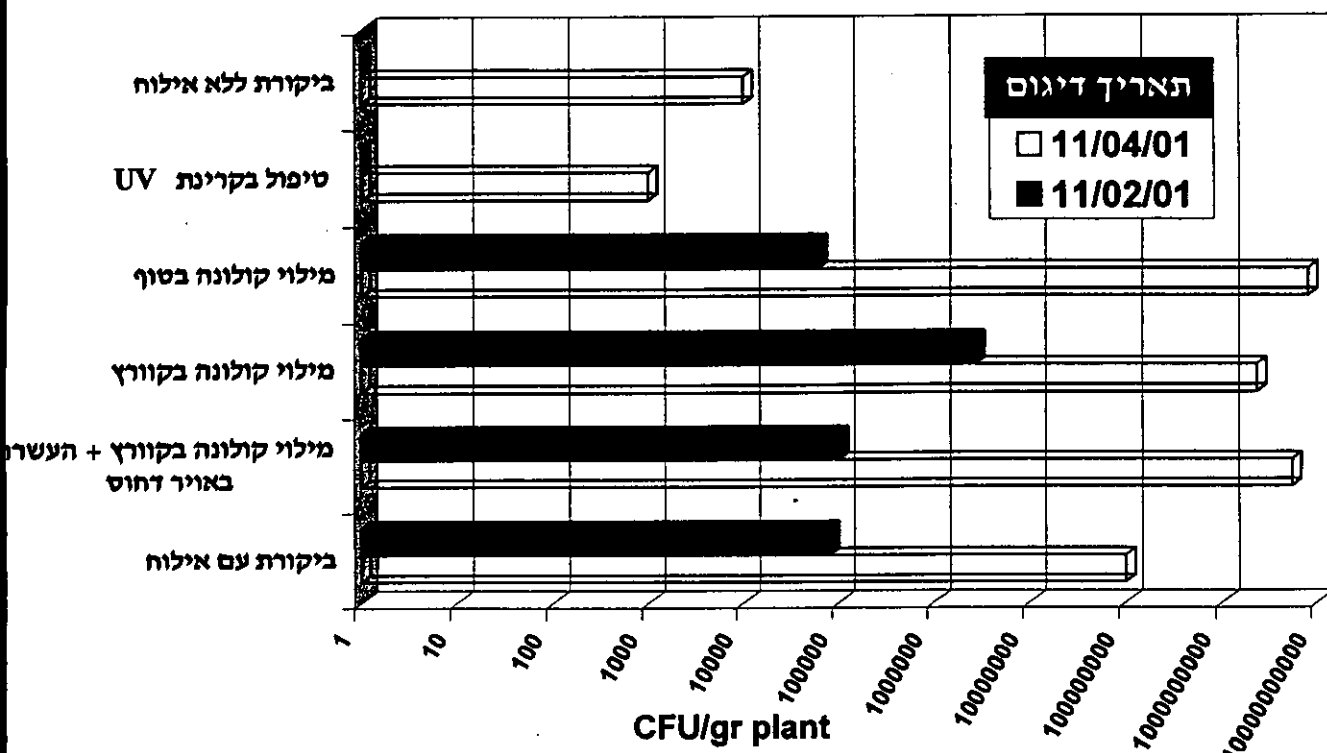
תרשים 6: מתרשים זה ניתן להסיק שהגורם אשר צורך את החמצן מהווה חלק מהתמיסה המנותקת מהטוף. נקודה זו מעוררת את החשד שגורם זה הנו גורם ביוטי המתקשר עם הטוף. נקודה אחרונה זו ונקודות רבות אחרות מחייבות בדיקות נוספות והמשך מחקר סביב ביו-פילטר ממולא בטוף.

הצורך בהכרת שיטות רבות לטיהור מי נקז של חממות ברור לכל, לאור המחסור

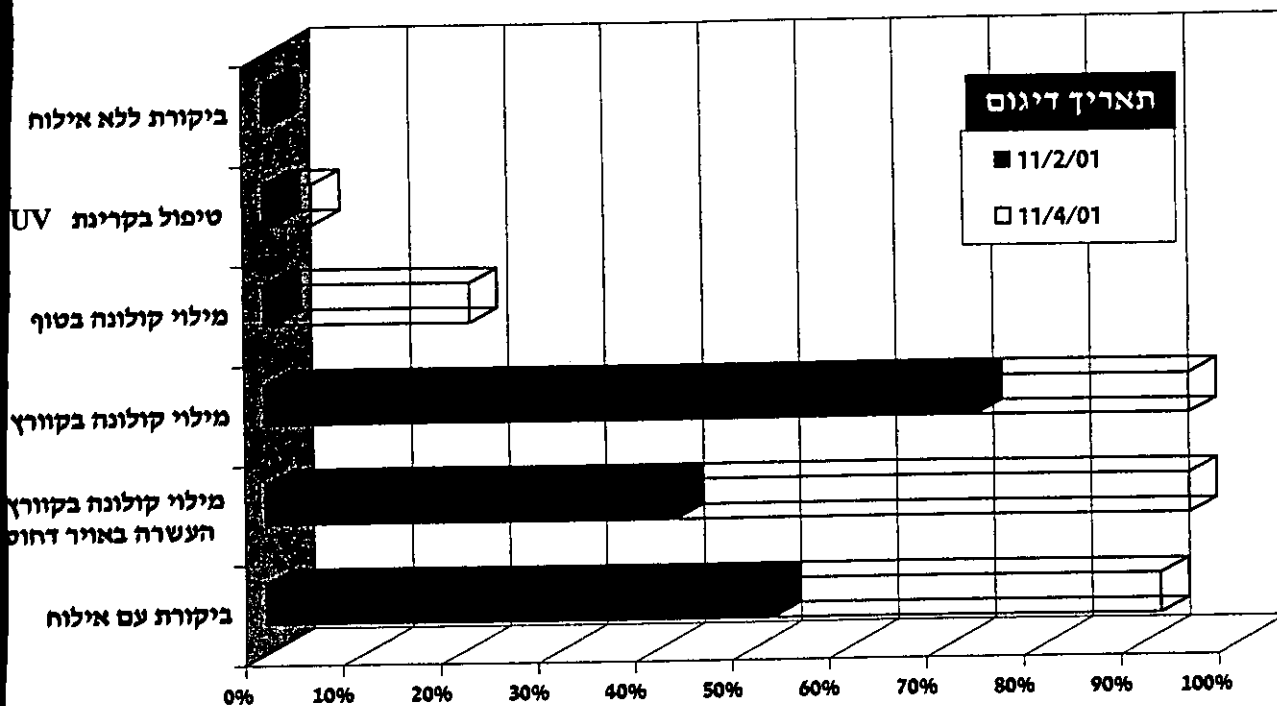


במים שפירים וכן לשם שמירה על מי התהום מפני זיהום. זאת במטרה לתת מענה לפגיעה אפשרית מפתוגנים שונים וכן להתאים את השיטות לסוגים שונים של גידולי חממות. על כן החלטנו להרחיב את מחקרנו ולבדוק שיטות נוספות של טיהור מי נקז. אנחנו נערכים לקראת העונה הקרובה להכנסת מתקן טיהור תרמי המבוסס על אנרגיה סולרית.

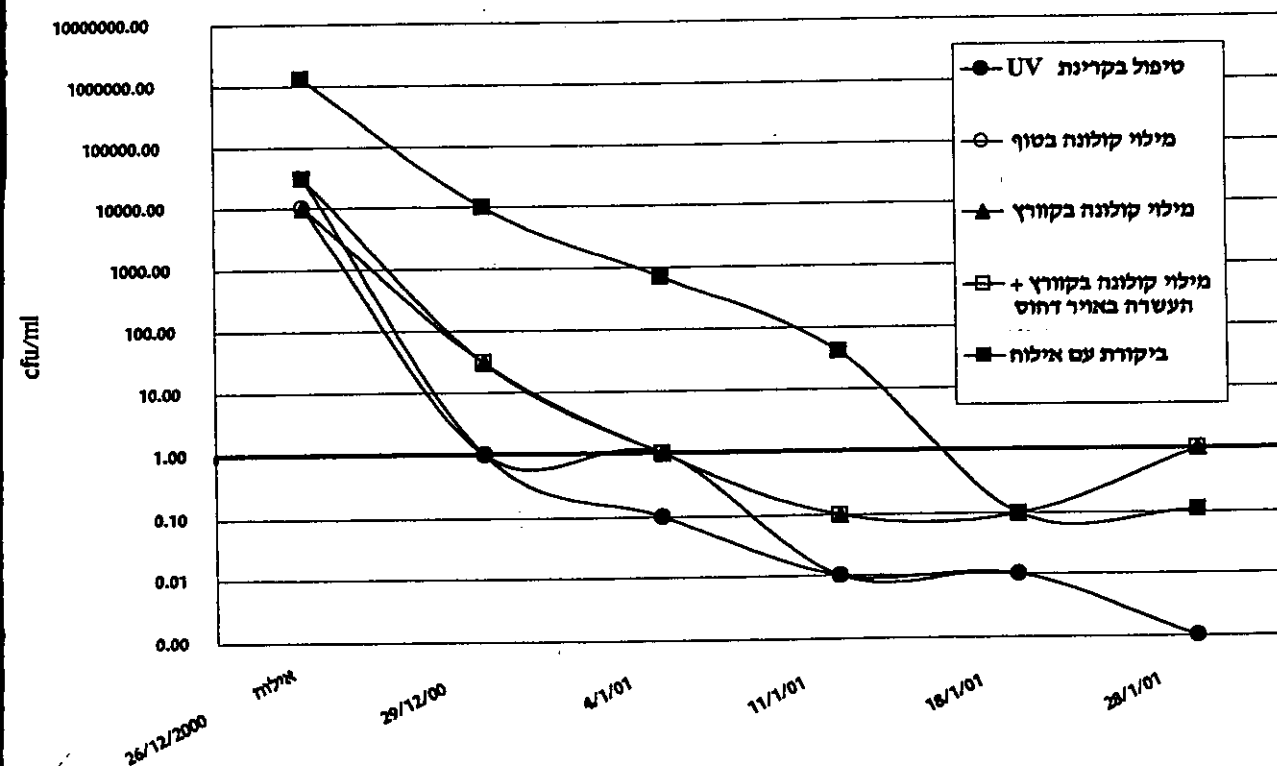
תרשים מס. 1. ריכוז בקטריות *Clavibacter michiganensis* בגבעולים של צמחי עגבניות שרי ללא סימני מחלה. מעבדה-חממה לימודית, עין גדי, 2001-2000.



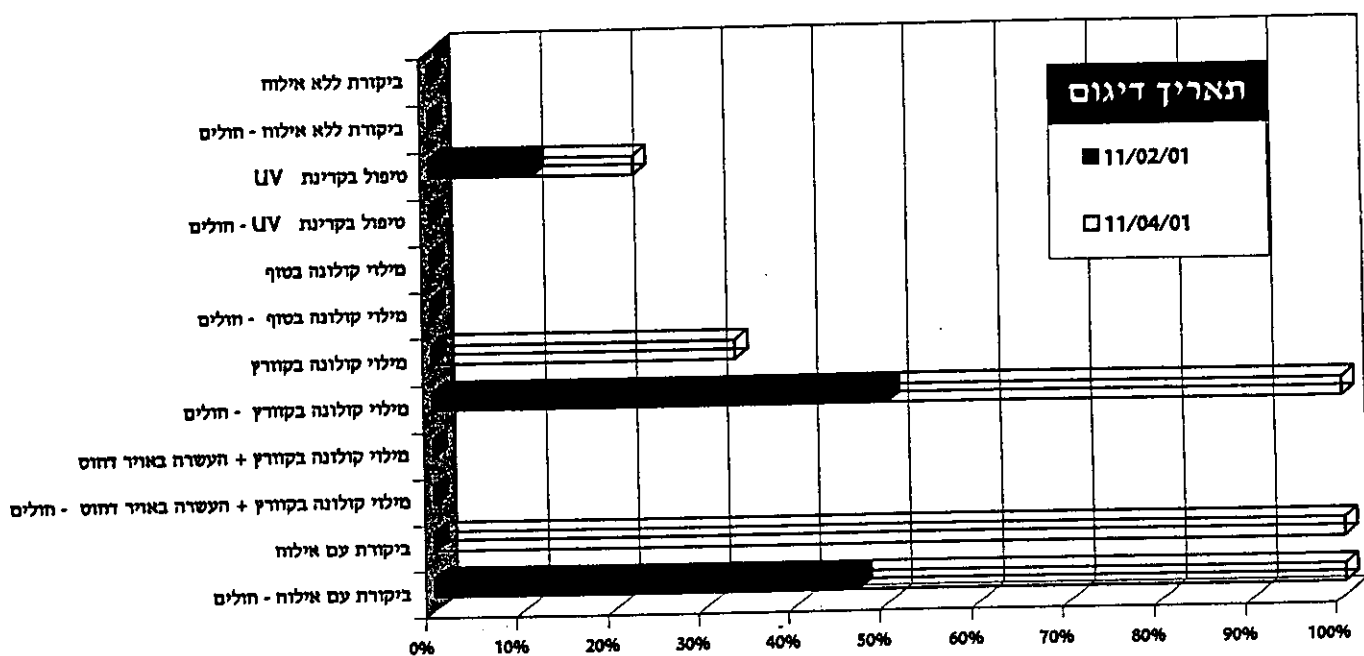
תרשים מס. 2. ריכוז בקטריות *Clavibacter michiganensis* בגבעולים של צמחי עגבניות שרי עם סימני מחלה. מעבדה-חממה לימודית, עין גדי, 2001-2000.



תרשים מס. 3. אחוז צמחי עגבניות שרי שנשאו סימנים של מחלת הכיב הבקטרי (הגורם הוא *Clavibacter michiganensis*). מעבדה-חממה לימודית, עין גדי, 2000-2001.

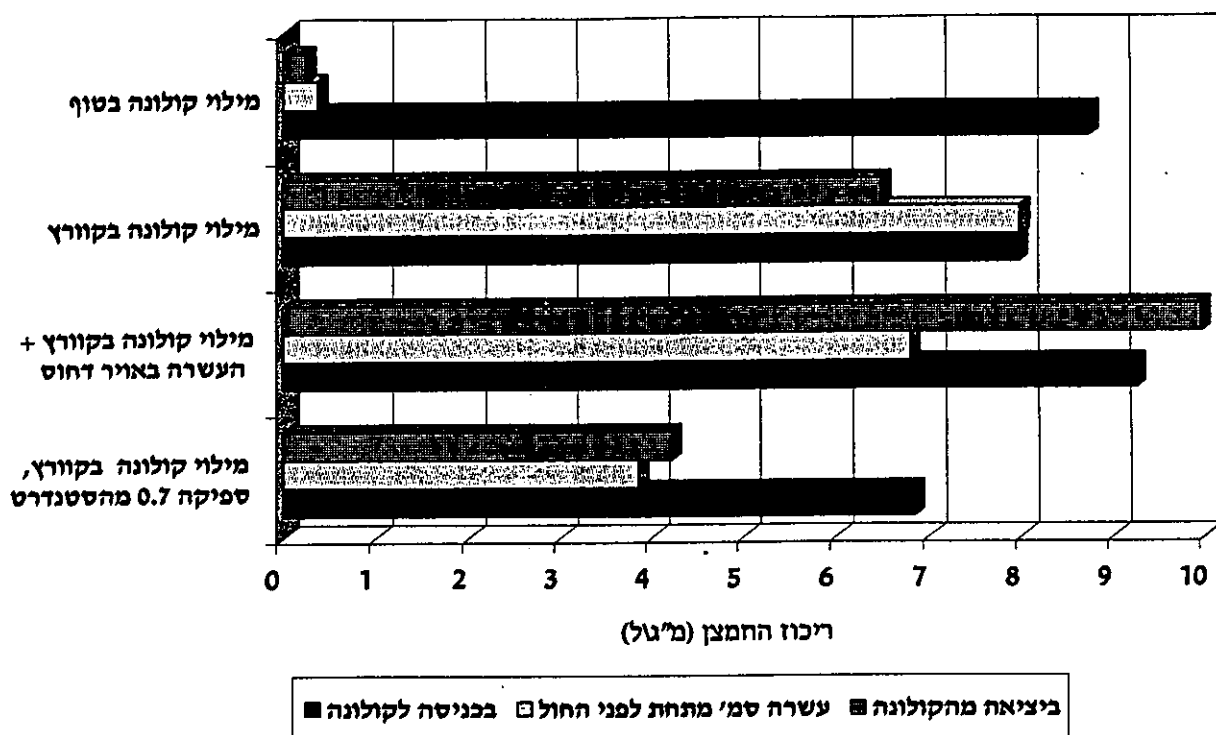


תרשים מס. 4. ריכוז הפטריה ברקבון הכתר בעגבניה (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*) במים. מעבדה-חממה לימודית, עין גדי, 2000-2001.



תרשים מס. 5. אחוז הרקמות הנגועות ברקבון הכתר בעגבניה (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*). מעבדה-חממה לימודית, עין גדי, 2000-2001.

תרשים מס. 6. ריכוז חמצן מומס (מ"ג/ל) בעומקים שונים בקולונות שונות. מעבדה-
חממה לימודית, עין גדי, 1-2000.



רשימת ספרות

Hadar, E., Katan, J., and Katan, T. 1989. The use of nitrate-nonutilizing mutants and a selective medium for studies of pathogenic strains of *fusarium oxysporum*. *Plant Dis.* 73: 800-803.

Schaad, N.W. 1988. *Plant Pathogenic Bacteria*. APS Press, St. Paul, MN. pp. 164.

Schmitthenner, A.J. 1979. *Pythium species: isolation biology and identification*. pp. 33-36 In: *Advances in Turfgrass Pathology*. Proc. Symp. Turfgrass Dis. P.O. Larsen and B.G. Jogner, (eds.). Harcourt Brace Jovanovich Publication. Duluth, MN.

ורדים:

במהלך השנה החולפת בחנו בעקביות אחת לשבועיים מי נקז מחממות בהם מגדלים ורדים באזור לכיש בקעת הירדן, הערבה כולל חוות אייר. מערכות היקש ללא טיפול נבחנו כנגד פילטרים ביולוגיים, UV או הכלרה.

תוצאות:

באף אחד מבתי הצמיחה הנבדקים לא היו בעיות פיטופתולוגיות כלומר התפתחות מחלה. ברם, במי נקז של ההיקשים נמצאו פתוגנים ברמה ברת גילוי אשר כרגע עדיין מתחת לסף ההדבקה אבל יש סכנה. עיקר הפתוגנים המעוררים חששות הם: החיידק אגרובקטריום יוצר תופעת העפצים בשורשים וגבעולים. חיידקי ארוויניה, ופיטרית הדוררת. באותם בתי צמיחה בה היו ממותקנים מערכות לטיפול במים נמצא כי כאשר הם עבדו כהלכה, לא נמצאו הפתוגנים הנבדקים במים לאחר הטיפול.

מסקנה

יש פוטנציאל להיווצרות מגיפה ובניית רמת המידבק רק תלויה בזמן לכן חובה לשלב גם בגידול ורדים מערכת לטיפול במי הנקז.

הערה: בחממה שלא נידגמה במסגרת המחקר ומי הנקז לא טופלו נפגעה קשות מדוררת.

טיפול במי הנקז בעזרת גלים אולטרא סוניים

נבנתה מערכת שהועמדה בחממה בבית דגן ונבחנה ללא צמחים על ידי תוספת של מגוון פתוגנים למים. התוצאות של מספר סדרות של ניסויים היו שליליים.

המסקנה

אורכי הגל שנבדקו היו בלתי מתאימים העוסקים בחלק זה של המחקר משפרים המערכת לבדיקות נוספות.

סיכום עם שאלות מנחות:

3. מטרות... בחינת יעילותן של שיטות שונות להפחתת פתוגנים לצמחים מחוללי מחלות שורשים במערכות מצעים מנותקים בהם ממחזרים מי נקז.
4. עיקרי הניסויים... גידול צמחי עגבניות במערכות הממחזרות מים. השוואות בין שיטות שונות לטיפול במים כולל השפעת מצעי הגידול אגב אילוח בפתוגנים. נמצאו דרכים מעשיות וכלכליות להתגבר על פתוגנים נבחרים בשיטות של UV וקולונות ביולוגיות. נעשתה גם עבודה על גידול ורדים בתנאי מיחזור.
5. המסקנות... מוצע להשתמש בפילטר ביולוגי שפותח במהלך המחקרים שלנו לשם גידול צמחים בתנאים אשר ימנעו התפתחות מגיפה שהמחוללים שלה הם חיידקים או פטריות. שיטת הגלים להדברת מיקרואורגניזמים נמצאת בבדיקה.
6. תבעיות לפתרון... מעבר למשקי מודל ובדיקות על גידולים נוספים. עד כה בדקנו פלפל, עגבנייה ורדים. המשך פיתוח נושא הגלים.
7. הפצת המידע... למדריכי שהם ולחקלאים נעשו סיורים מודרכים. בקרוב יהיו משקי מודל בשיטת הפילטר הביולוגי.