חלופות מתיל ברומיד: הדברת פגעי קרקע בגידולי פרחים בתי צמיחה

חוקרים שותפים:

אלי מתן, **עירית דורי** - מו"פ דרום.

אברהם גמליאל, **מרים אוסטרוויל** - המח' ליישום שיטות הדברה, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר

דניאל אוריון - המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי.

לאה צרור - המח' לפתולוגיה של צמחים, חוות גילת, מינהל המחקר.

יעל סקוטלסקי - שה", משרד החקלאות.

תקציר:

צמצום השימוש במתיל ברומיד עד להפסקה מוחלטת בשימוש לצורך חיטוי קרקע מחייבים מציאת פתרונות הולמים שיאפשרו המשך יצור פרחים בבתי צמיחה. עבודות שנערכו בארץ בשנים האחרונות בנושא זה התמקדו בעיקר בגידולי ירקות מובילים ועסקו אך מעט בגדולי פרחים. עבודות אלה הניבו פתרונות בסבירים בענף הירקות. לעומת זאת בענף הפרחים בשל במגוון הרחב אין כיסוי הולם בנושא זה למרבית הגידולים. יחוד נוסף לענף הפרחים הוא מגוון גידולים רב שנתיים מעמיקי שורש אשר משמשים מאכסן לגורמי פגעים בשכבות עמוקות של הקרקע.

מטרת העבודה: פיתוח והתאמת שיטות לחיטוי קרקע בפרחים רב שנתיים מעמיקי שורש בבתי צמיחה.

העבודה מתמקדת במספר מיני פרחים שמגודלים באזור הבשור בהיקפים גדולים (לוע ארי והיפריקום).

בשנה הראשונה עסקנו בבחינת אמצעים משלימים להפחתת נזקי נמטודות בצמחים. בניסויי עציצים וחלקות קטנות בשדה בחנו הגמעה של תכשירים על בסיס פוספיט. נמצא כי תכשירים אלה הפחיתו באופן משמעותי את עוצמת הנגיעות בעפצים בשורשי צמחים. בשדה הפחיתו טיפולי הגמעה את נגיעותם של צמחי לע ארי בנמטודות עפצים.

הוצב ניסוי שדה רב שנתי אשר בא לבחון שלוב של חיטוי קרקע, קטילת שורשים בין הגידולים וטיפולים משלימים במהלך הגידול על הדברת נמטודות וגורמי מחלות בגידול רב שנתי. בשנה הראשונה הוצבו החלקות ובוצעו החיטויים. תוצאות ראשוניות של יעילות הטיפולים והמשך הניסוי צפויים במהלך אביב 2004.

מבוא ותאור הבעיה:

בשנים האחרונות, התעצמה הנגיעות במחלות שוכנות קרקע כמו ריזוקטוניה, פיתיום, פוזריום, ובנמטודות יוצרות עפצים בגידול צמחי נוי רב-שנתיים, כגון אסקלפיאס, סולידגו, ליזיאנטוס והיפריקום, בחבל הבשור ובאזורים אחרים בארץ. הנזקים הנגרמים לגידול פרחים ע"י פגעי הקרקע עלולים להיות כבדים.

ריזוקטוניה (*Rhizoctonia solani*) ופיתיום (*Pythium intermedium*) הם הגורמים העיקריים המעורבים בנבילה ורקבונות אשרוש באסקלפיאס. בנוסף לכך מצאנו כי ריזוקטוניה מועברת בזרעים; במקרים מסוימים בודדו משורשי צמחים גם מיקרואורגניזמים אחרים כגון: פוזריום (*Fusarium* spp.), מירוטציום (*Myrotecium spp.*) וחיידקי ארוויניה *Erwinia*). במדגמים אקראיים של גידולים אחרים כמו היפריקום וטרכליום בודדו מינים נוספים של ריזוקטוניה, פיתיום ופוזריום.

נמטודות יוצרות עפצים מהסוג *Meloidogyne* מתעצמות בשנים האחרות בגידולי רבים בחממות ובשדה הפתוח ובין היתר גם בגידול צמחי נוי. בצמחים רב שנתיים מעמיקות הנמטודות ומאכלסות את השורשים בעומק רב אשר מקשה על הדברתן בין העונות. בסולידגו אובחנה בשנים האחרות נגיעות קשה בנמטודות מהסוג *Longidorus*.

חיטוי קרקע במתיל ברומיד, קיטור ותכשירים כימיים אחרים קוטל ביעילות פגעי קרקע רבים (פטריות נמטודות, עשבים רעים) בעומק שכבת העיבוד (30-50 סמ'), אולם אוכלוסייה משמעותית של פגעים (פטריות ונמטודות) שורדת בעומק גדול יותר הן בקרקע ובעיקר בשורשים הנשארים חיוניים גם חודשים רבים אחרי עקירת הגידול הקודם. זחלי הנמטודה השורדים בעומק נודדים אנכית כלפי מעלה ומנגעים את שורשי השתילים או הזריעים של הגידול החדש. גופי השתמרות של פטריות בעומק מנגעים את הגידול החדש כאשר השורשים מעמיקים למקום בו הם שוכנים. יישום קוטלי נמטודות בלתי נדיפים אמור להדביר את הזחלים הנעים בקרקע לעבר השורשים. זחלים רבים מתחמקים מטיפול זה ומצליחים לחדור ולהדביק את השורשים. אחרי שהזחל מתיישב בשורש וגורם ליצירת עפץ אין אפשרות מעשית להדבירו. מלבד נמטודות עלולות לשרוד בשורשים גם פטריות בעלות גופי קיימא בעיקר על שאריות חומר צמחי (שורש או אשרוש). הדבקה מחודשת בפטריות אלו לאחר נביטת גופי הקיימא מתאפשרת בגידול העוקב, מאחר שהקרקע בחממות בחבל הבשור קלה, מאווררת ולחה - תנאים אידיאליים להתפשטות והתרבות הפתוגנים שונים - הנגיעות בפגעי הקרקע בחלקות נגועות מגיעה לשיעורים גבוהים תוך חודשים ספורים. צמחים נגועים בעוצמה רבה אינם מניבים יבול באיכות ובכמות הדרושה. חלק ניכר מהמגדלים נאלץ לעקור את הגידולים בחממה או בחלקה הנגועה (המיועדת להיות רב-שנתית) אחרי עונה אחת בלבד בגלל פגיעתם הקשה. פגעים שוכני הקרקע הפכו להיות גורם מגביל בגידול פרחים רב-שנתיים בחבל הבשור ואזורים אחרים בארץ, ויש הכרח להדביר נגעים אלה בדרכים יעילות יותר. הדרישה לפתרונות היא דחופה במיוחד בגלל הצמצום בשימוש במתיל ברומיד והאיסור הצפוי בשימוש בשנת 2005.

גישות להדברה משולבת של מחלות שורש

חיטוי הקרקע טרם השתילה או הזריעה נועד להדביר את גופי הקיימא של הפתוגנים בקרקע. פעולה זו אינה מוצלחת במקרים רבים בגלל ביצוע לקוי של פעולת החיטוי או תכשיר חיטוי שאינו מתאים. עם צמצום השימוש במתיל ברומיד חשוב לשלב אמצעים בנוסף לחיטוי הקרקע על מנת לקטול את האינוקולום הקיים מחד, ומאידך לצמצם התבססות מחודשת של האינוקולום בקרקע. הדברה יעילה תושג בשילוב חיטוי קרקע עם האמצעים הבאים:

סניטציה כאמצעי הדברה. על ידי הדברת גורמי המחלה ברקמות הצמחים בתום העונה על מנת למנוע יצירת אינוקולום רב בקרקע בתום הגידול, ולצמצם את כושר השרדותם של גורמי הפגעים ברקמות צמחיות בקרקע (בעיקר שורשים) (4). בעבודה שביצענו בערבה בשנים האחרונות נמצא כי שעור מחלת ההתמוטטות במילונים בטיפול המשולב של חיטוי קרקע וקטילת הצמח בתום הקטיף היו יעילים בהדברת ההתמוטטות במשך שלוש עונות גידול רצופות. יצירת גופי פרי *M. cannonballus* על שורשי צמחים שטופלו במתאם סודיום הופחתה לשעורים אפסיים. שילוב מתאם סודיום לאחר כל גידול הפחית באופן משמעותי את שיעור המחלה למשך שלוש עונות גידול לאחר חיטוי קרקע ללא צורך בחיטוי קרקע לפני כל עונת גידול. כיום אנו בוחנים יישום גישה זו גם להדברת מחלות נוספות בגידולים נוספים. גישה זו עשויה להוות פתרון בהדברת פגעים כגון נמטודות אשר מתחמקות מאמצעי הדברה רבים לעומק הקרקע.

שיפור יעילות הדברת פגעים על ידי יישום תכשירים במהלך הגידול. קיימים תכשירים בעלי פעילות דומה לזו של תכשירי חיטוי, אך ניתן ליישמם במהלך גידול הצמחים. דוגמא לתכשיר כזה הוא התכשיר TCMTB (בוסן) אשר משמש לחיטוי זרעים. תכשיר זה משחרר תרכובות איזותיוציאנט כדוגמת תכשירי חיטוי על בסיס מתאם סודיום.

שיפור יעילות הדברת פגעים על ידי יישום תכשירים המשפרים את עמידות הצמח לגורמי מחלות. תכשיר דוגמת Hymexazol (טאציגארן) נבחן לאחרונה בהצלחה בהפחתת שיעור ריקבון הכתר בעגבניות ופיתיום במלפפונים. תכשיר זה מיושם במשתלה. תכשירים על בסיס תרכובות המכילות אוריאה או פוספיט משפרים את עמידות הצמחים באמצעות צמצום האפשרות להזנה של הנמטודות בשורשים. תכשירים אלה עשויים לשפר את ההדברה בשילוב אמצעים.

לסיכום: הבעיה העיקרית העומדת בפנינו היא הקנית בריאות לצמח לאורך מספר עונות גידול בתנאי חיטוי נחותים. לכן עלינו לשלב אמצעים לפני הגידול, במהלכו ובסופו, על מנת להבטיח גידול בריא. בתחום זה עלינו להתמודד עם מרכיבים נוספים כגון יצירת הואקום הביולוגי ואילוח מחדש של קרקעות מחוטאות בתום החיטוי, בניה מחודשת של אינוקולום בתום הגידול.

מטרות המחקר:

מטרתו הכללית של המחקר: לפתח גישה יישומית כוללת לאופטימיזציה של הדברת פגעי קרקע בגידול פרחים רב-שנתי, באמצעות שילוב שיטות חיטוי בתכשירים כימים במינון מופחת, ושילוב אמצעים משלימים במהלך הגידול ובסופו. תוכנית העבודה תתמקד בעיקר בהדברת נמטודות יוצרות עפצים בגידול פרחים מעמיקי שורש. בנוסף נבחון קטילת פתוגנים מחוללי מחלות שורש.

תוצאות הניסויים בשנה הראשונה:

ניסויי עציצים.

ניסויים בעציצים נועדו לבחון את יעילותם של תכשירים המיועדים ליישום במהלך הגידול בהפחתת עוצמת הנגיעות בפגעים הנבדקים. בשנה הראשונה בחנו בניסויים אלה את השפעתם של תרכובות על בסיס פוספיט בהפחתת הנגיעות של שורשי עגבניות בנמטודות יוצרות עפצים.

מצאנו כי תכשירים על בסיס פוספיט (התכשיר המסחר קנון, וכן תכשירים אחרים שנמצאים בשלב ניסויי) הפחיתו בצורה משמעותית את עוצמת הנגיעות בעפצים בשורשי עגבניות שהוגמעו בתכשירים. בניסויים אלה מצאנו גם את עקום האופטימום המאפשר יישום התכשירים ללא פגיעה בצמחים.

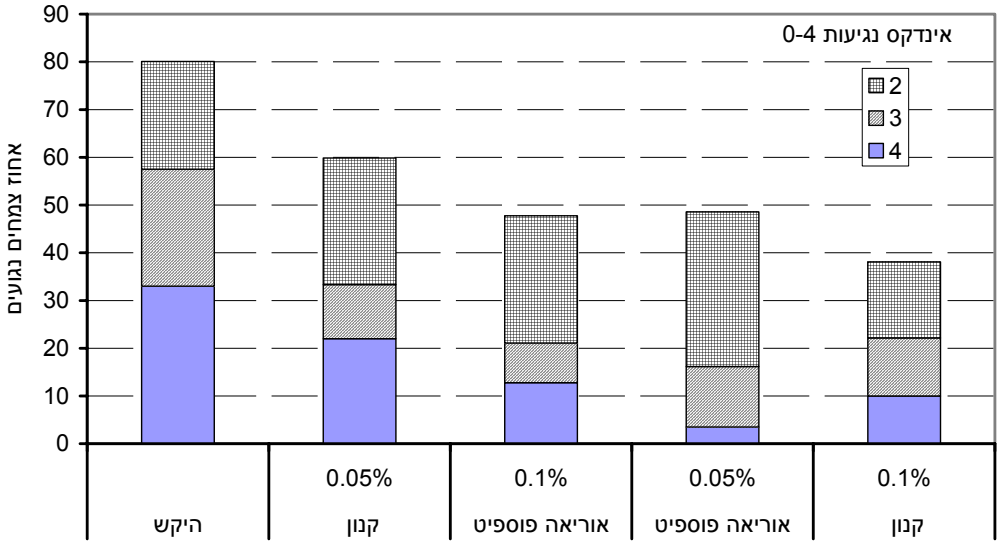
ניסויים בחלקות קטנות.

ביצענו ניסוי בחוות הניסויים בשור במו"פ דרום. חלקה זו נגועה בצורה קשה בנמטודות יוצרות עפצים ופטריות קרקע. באביב 2003 שתלנו בחלקה שתילי לוע ארי רגישים לנמטודות יוצרות עפצים. במהלך הגידול יושמו בהגמעה הטיפולי הבאים.

1. היקש – מים
2. קנון – 0.5%

3. קנון – 0.1%
4. פוספיט 0.05%
5. פוספיט 0.1%

כל טיפול בוצע בחלקה בגודל 3 מטר ערוגה (3 מ״ר) בחמש חזרות במתכונת ריבוע לטיני. טיפולי ההגמעה בוצעו באמצעות משפך ביישום 3 ליטר של תכשיר למ״ר. הגמעת התכשירים בוצע אחת לחודש. יישום ראשון בוצע שלושה שבועות לאחר השתילה. בסך הכל בוצעו שני טיפולים.



איור 1. השפעת תכשירים על בסיס פוספיט על נגיעות שורשים בנמטודות יוצרות עפצים. חוות הבשור 2003

שלושה חודשים לאחר השתילה נעקרו הצמחים ונקבע שעור נגיעות השורשים בעפצים. תכשירי הפוספיט וכן התכשיר קנון בריכוז הגבוה הפחיתו את שעור הנגיעות בעפצים בהשוואה לחלקות ההיקש. הפחתת הנגיעות מתבטאת בעיקר בהפחתת שעור העפצים הגדולים והפחתת עוצמת הנגיעות. עקרון הפעולה של התכשירים הוא ככל הנראה במניעת יצירת תאי ענק המזינים את הנמטודות בעפץ. תכשירים אלה אינם מונעים את חדירת הנמטודה, אך מעכבים את התפתחותה.

השפעת הטיפולים על יבול גבעולי הפרחים ואיכותם (אורך, משקל) לא היתה מובהקת (טבלה מס׳ 1).

טבלה מס׳ 1. השפעת תכשירים על בסיס פוספיט על יבול פרחי לוע ארי

טיפול	מספר גבעולי פריחה למ״ר	אורך גבעול ס״מ	משקל גבעול (גר׳)
היקש	57.3	67	28.2
קנון 0.05%	55.6	67.9	27.6
קנון 0.1%	57.1	65	25.3
פוספיט 0.05%	49.5	65.6	25.1
פוספיט 0.1%	49.4	64.4	24

ניסוי שדה

בקיץ 2003 הצבנו ניסוי שדה רב שנתי אשר כולל מסכת גידולים וטיפולים שיימשכו שלוש שנים. תוכנית הניסוי מבוססת על העקרונות הבאים:

שנה ראשונה – הכנת החלקה לגידול דו שנתי ללא טיפולי חיטוי. במסגרת זו מתכונת העבודה בשנה הראשונה היא:

1. חיטוי קרקע לפני הגידול
2. טיפולים משלימים במהלך הגידול להפחתת נגיעות בנמטודות על פי תוכנית הטיפולים
3. קטילת השורשים בתום הגידול על
4. חיטוי קרקע לפני עונת הגידול הבאה

שנה שניה ושלישית – גידול דו שנתי אשר במהלכו יבוצעו טיפולים משלימים, אך לא יבוצע חיטוי קרקע נוסף. ההנחה היא שמכלול הטיפולים יקנה סביבת קרקע נקיה לגידול דו שנתי ואולי אף יותר.

בקיץ 2003 היצבנו ניסוי אשר כולל את טיפולי החיטוי:

היקש

מתיל ברומיד

טילון + סולרי

טלופיק + סולרי

טיפולי החיטוי נבחרו כאלה אשר מדבירים גורמי מחלות ונמטודות. הניסוי הוצב במתכונת של ניסויי דו גורמי בבלוקים באקראי (4 חזרות לכל טיפול). כל חלקה (חזרה) כוללת 4 ערוגות. שתי ערוגות ללא טיפול נוסף במהלך הגידול ושתיים נוספות מוגמעות במהלך הגידול בפוספיט.

בתום החיטוי נשתלו בחלקה שתילי לע ארי.

תוצאות:

טיפולי החיטוי היו יעילים בהדברת פגעי קרקע אשר הוטמנו בקרקע לפני תחילת החיטוי ומהווים אינדיקציה ליעילותו. במהלך גידול צמחי לע הארי נצפו תמותות של נבטים אשר נובעות ממחלות שורש שלא הוגדרו לגמרי. הגורם העיקרי הוא ככל הנראה ריזוקטוניה, אך מעורבות בתמותה גם גורמים אחרים. חיטויי הקרקע הפחיתו את שעור התמותה בהשוואה לחלקות ההיקש. הגמעת הצמחים בפוספיט במהלך הגידול הפחיתה עוד את שעור התמותה. בניתוח דו גורמי נמצא כי לפוספיט השפעה מובהקת על הפחתת שעור ההתמוטטות.

בגל הפריחה הראשון נרשמה תוספת יבול (גבעולי פריחה) בחלקות המחוטאות בהשוואה לחלקות ההיקש. הגדלת היבול היתה בשעור 15% בהשוואה למספר הגבעולים בחלקות ההיקש. לא היו הבדלים בין טיפולי החיטוי במספר גבעולי הפריחה.

במשך כל גידול החורף נרשמה נגיעות נמוכה בנמטודות (על פי תצפיות בהיקף קטן). ניטור של אילוח הקרקע והשורשים בנמטודות יבוצע החל מתחילת חודש אפריל, עם התחממות הקרקע.

סיכום:

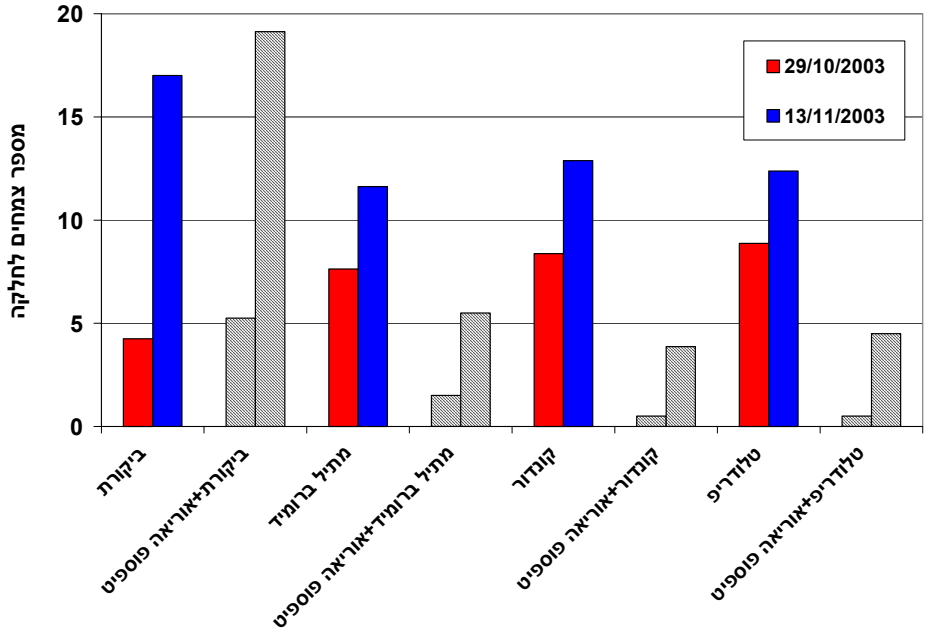
העבודה מתרכזת במציאת פתרונות ארוכי טווח להדברת פגעי קרקע בצמחים רב שנתיים במסגרת זו מצאנו כי:

תכשירים על בסיס פוספיט משפרים את עמידות הצמחים לנמטודות ופגעי קרקע אחרים.

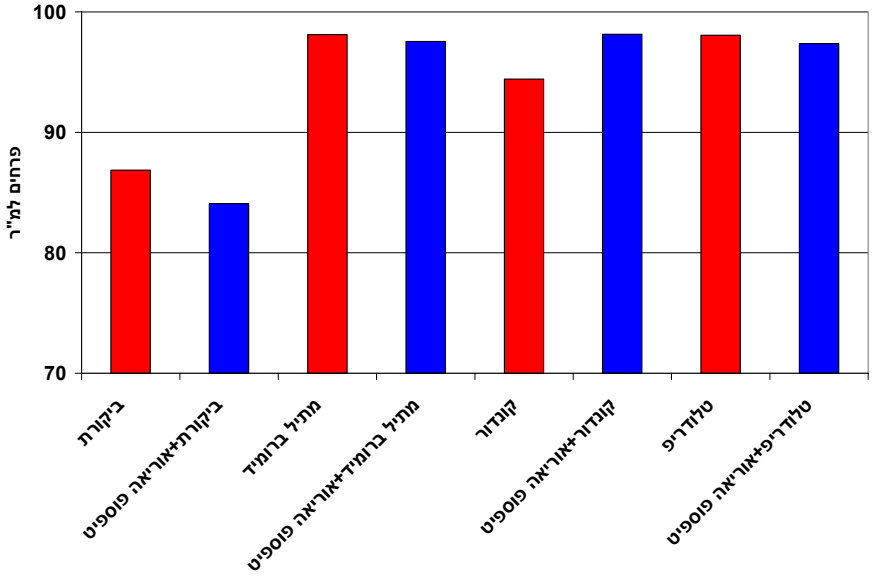
הוצב ניסוי קרקע רב שנתי לבחינת השפעת חיטויי קרקע וטיפולים במהלך הגידול על הדברת נמטודות וגורמי מחלות שורש אחרים.

בהמשך התוכנית יבוצעו ניסויים מבוקרים נוספים לבחינת יעילותם של אמצעים נוספים.

במקביל ימשך ניסוי השדה הרב שנתי, על פי התוכנית שהוטוותה.



איור 2. השפעת חיטוי קרקע לפני הגידול והגמעת פוספיט במהלך הגידול על תמותת נבטי לוע ארי בחודשיים הראשונים לאחר השתילה.



איור 3. השפעת חיטוי קרקע לפני הגידול והגמעת פוספיט במהלך הגידול על יבול גבעולי לוע ארי בגל הפריחה הראשון.