

פתרון סביבתי לסילוק שפכי בתי בד תוך יישום במטעים אורגניים

Application of olive mill wastewater to organic orchards - an environmental solution to a toxic waste

מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ע"י:

מיכאל רביב, חנן איזנברג ויעל לאור

בהשתתפות: איברהים סעדי, דליה רייפן ושלומית מדינה

מנהל המחקר החקלאי, נווה יער – מרכז מחקר צפון

אפריל 2010

אייר תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר 

תקציר

הצגת הבעיה: שפכי בתי בד (עיקר) הינם רעילים לצמחים ולסביבה והיעדר טיפול בהם כבר גרם בעבר לזיהום מקורות מים שפירים. הפתרונות שהוצעו עד כה יקרים וברב המקרים אינם מעשיים. **מטרות המחקר:** בחינת יעילות השימוש בעיקר להדברת עשבים במטעים אורגניים, בהם אין חלופות כימיות למלחמה בעשבים. הערכת פוטנציאל הפיטוטוקסיות של עיקר לזית, כגידול מטע מייצג. הערכת קצב הפירוק והסיכון לנדידת מרכיבים שאריתיים של עיקר אל מתחת לבית השורשים. הערכת ערכו האגרונומי של עיקר, כספק יסודות הזנה. **שיטות ומהלך העבודה:** נבחנו שיטות יישום ומינונים שונים למניעת הצצה ולהדברה של סוגי עשבים שונים. נבדקו רעילות קרקע, תכולת פנולים ומדדים כימיים נוספים בקרקעות כרמי זית ברביבים ובנווה יער, לאחר פיזור עיקר. בוצעו ניסויי הדגרה של עיקר עם קרקעות להערכת קצב המינרליזציה שלו. **תוצאות עיקריות:** הודגמה יכולתו של עיקר לעכב נביטת עשבים והתפתחות הנבטים שחמקו. תיחוח לאחר ההצנעה משפר את טיב בקרת העשבייה. נמצא כי בקרקע רביבים יש חדירת רכיבי עיקר לעומק של כמטר, דבר המחייב נקיטת אמצעי זהירות באזורים בעלי רגישות הידרולוגית. הודגמה תרומתו ההזנתית של העיקר. **מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות:** בשלב זה מומלץ להגביל את יישום העיקר לאזורים בעלי רגישות הידרולוגית נמוכה ולמינון שלא יעלה על 8 מ"ק/דונם\שנה.

1. מבוא ותיאור הבעיה

רב שמן הזית בישראל מיוצר בשיטה התלת-פאזית בה מתקבלים בגמר התהליך שמן, שפכים (עיקר) ופסולת מוצקה (גפת, בערבית: גיפת). מקור השפכים משאריות הזיתים והמים המוספים (כ- 1.2 מ"ק לטון זיתים). עד כ - 50,000 מ"ק שפכים נלווים לייצור השמן בישראל מידי שנה. בהעדר פיתרונות מתאימים וכדאיים גורמים כיום שפכים אלו לזיהום סביבתי חמור (לכמן 2006). העקר מתאפיין בעומס אורגני גבוה [צריכת חמצן כימית (COD) וצריכת חמצן ביולוגית (BOD) המגיעות ל- 200,000 ו- 100,000 מ"ג/ל, בהתאמה] ומכיל פוליפנולים, טנינים וליפידים בריכוזים גבוהים שחלקם ידועים כרעילים לצמחים ולמיקרואורגניזמים. בשל כך אסורה הזרמת העיקר למערכות הביוב. מרכיבים רעילים אלו מגבילים יישום בלתי מבוקר לקרקע, מחשש לפגיעה ביבול או לזיהום מקורות מים עיליים ומי תהום.

הוקדש מאמץ רב לפיתוח מערכות הנדסיות וביולוגיות שונות לטיפול בעיקר אך גם לאחר הטיפול במתקנים אלו, התוצרים אינם עומדים בתקנים המאפשרים את הזרמתם הישירה והבלתי מוגבלת למערכות ביו. יתרה מזאת, מערכות טיפול אלו משלבות במקרים רבים טיפולי קדם פיסיקו-כימיים (פלוקולציה-סינון) המלווים בייצור בוצות הדורשות אף הן פתרון סביבתי. חסרון נוסף של פתרונות אלו היא העובדה שהם כרוכים באי מחזורם והשבתם לקרקע של יסודות הזנה שמקורם בתשומות חקלאיות. פתרון הבעיה מחייב גישה כלכלית-חקלאית-סביבתית כוללת אשר תתמרץ את בעלי בתי הבד שלא להיפטר מהעיקר כפסולת אלא להעבירו לחקלאי כמשאב. בהתאם, בחלק מארצות הים התיכון מותר יישום שנתי מבוקר של עיקר. באיטליה מתיר החוק יישום של עד 8 מ"ק עיקר לדונם לשנה (Rinaldi et al., 2003). בארץ מתיר המשרד להגנת הסביבה יישום של 5 מ"ק לדונם, אחת לשנתיים. בפועל, במקומות בהם מבוצע פיזור (כגון רביבים) רמת היישום גבוהה יותר. ברב המחקרים שעסקו בלימוד פוטנציאל הסיכון של עיקר לגידולים שונים, לא נמצאה פגיעה ביבולים (Gamba et al., 2005). בדרך כלל יישום העיקר אף העלה את היבולים בזכות ערכו הדישוני. יש חשיבות לבחינת השפעות היישום של עיקר על הקרקע בתנאי אקלים מקומיים, בקרקעות ישראל, ובשלב ראשון באזורים בעלי רגישות הידרולוגית נמוכה. בתכנית מחקר זו נבחנה האפשרות לשילוב עיקר בממשק הדברת עשבים חורפיים ואביביים במטעים אורגניים תוך בחינת אספקטים סביבתיים הנלווים לפיזור מבוקר של עיקר בשדות חקלאיים.

לא קיים כיום קוטל עשבים מורשה בחקלאות אורגנית. הדברת עשבים במטעים אורגניים צורכת מספר ימי עבודה רב ועלותה גבוהה. במספר מחקרים נמצא כי לפסולות בתי בד יש השפעה הרביצידיית (Boz et al. 2003; Bonari et al. 1993). פוטנציאל השימוש בעיקר כקוטל עשבים מצביע על האפשרות לסילוקו המבוקר בשטחים חקלאיים. עם זאת, עבודות אלו לא ענו על שאלות יישומיות ועקרוניות רבות בהן טיפל מחקר זה.

2. מטרת המחקר

מטרת מחקר זה היתה פיתוח פתרון למיחזור עיקר מתוך גישה סביבתית כלכלית חקלאית. על מנת לענות על מטרה כללית זו הוגדרו מטרת המשנה הבאות: 1. בחינת יעילות השימוש בעיקר כקוטל מגע וכמונע נביטה של עשבים תוך ביצוע אופטימיזציה של השימוש בו כקוטל עשבים. 2. הערכת פוטנציאל הפיטוטוקסיות של עיקר לזית, כגידול מטע מייצג. 3. הערכת קצב הפירוק של החומר האורגני שמקורו בעיקר בתנאי קרקע שונים והסיכון לנדידת מרכיבים שאריתיים אל מתחת לבית השורשים. 4. הערכת ערכו האגרונומי של עיקר, כספק יסודות הזנה.

3. תוצאות

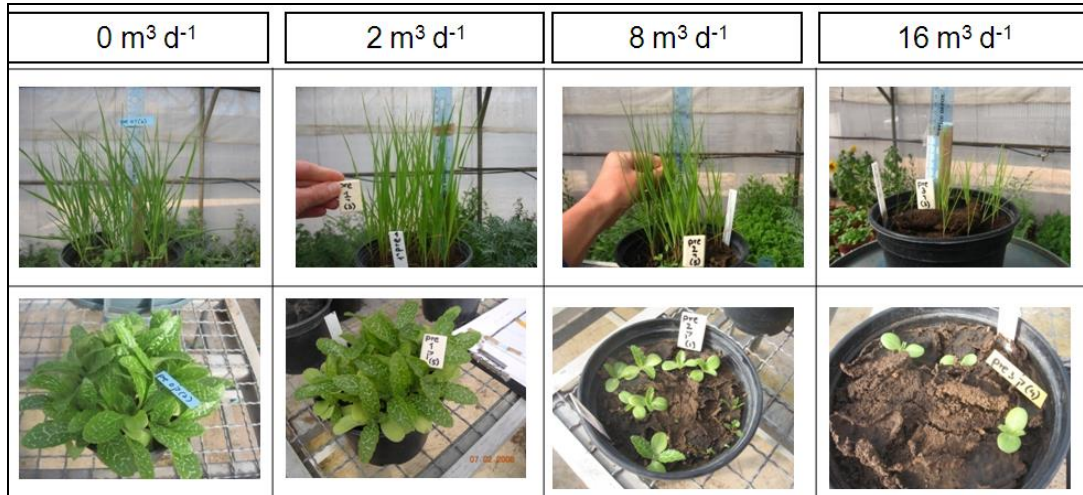
מטרה 1: בחינת יעילות השימוש בעיקר כקוטל מגע וכמונע נביטת עשבים

בחינת יעילות העיקר בעיכוב עשבי בר בוצעה בעציצים ובתנאי שדה. בתחילת הפעלת המחקר נבחנו שלוש שיטות יישום לעיקר: על העלווה (בדומה לתכשיר שהיה בשימוש עד לא מכבר OC6), על הקרקע בטיפול קדם הצצה (PRE) של העשבים ובטיפול קדם זריעה מתוחח (PPI). מטרת שתי שיטות היישום האחרונות היא השוואה בין פיזור העיקר על פני הקרקע או פיזור ותיחוח לתוך שכבת קרקע בעומק של 10 ס"מ. התוצאות שהתקבלו בתחילת המחקר תמכו בהשערותינו כי יישום עלוותי של עיקר אינו יעיל דיו בהדברת

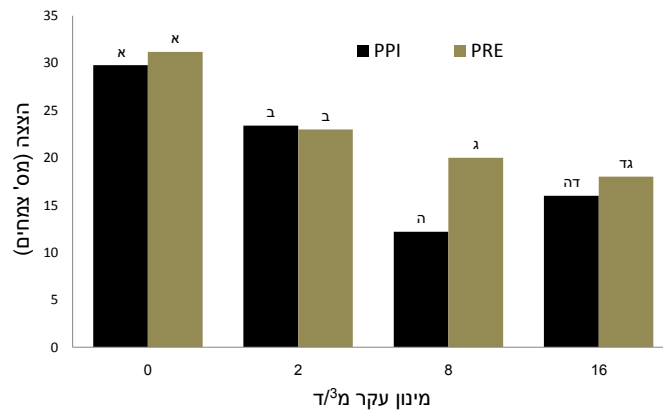
עשבים ולכן כיוון זה ניפסל ולא המשכנו לפתח אותו במהלך המחקר. לעומת זאת, שיטות היישום PRE או PPI הראו תוצאות יפות ואכן נמצא כי שתי השיטות יעילות להדברת עשבי בר באמצעות עיקר, עם הבדלים בין השיטות בהם מתמקד דיווח זה.

ניסוי מבוקר בעציצים בבית רשת בוצע בעציצים בנפח 2 ליטר שהכילו קרקע גרומוסול מהמטע האורגני של נווה יער. השימוש בקרקע ממקור זה מבטיח ניקיון מקוטלי עשבים אשר נוכחותם עלולה לגרום לעיכוב נביטת העשבים או התפתחותם שלא בהשפעת העיקר. הניסוי נערך לאורך שנתיים, בהן השתמשנו בעיקר שמקורו מבית הבד באיכסאל, בו נאצר שמן זית מזנים שונים.

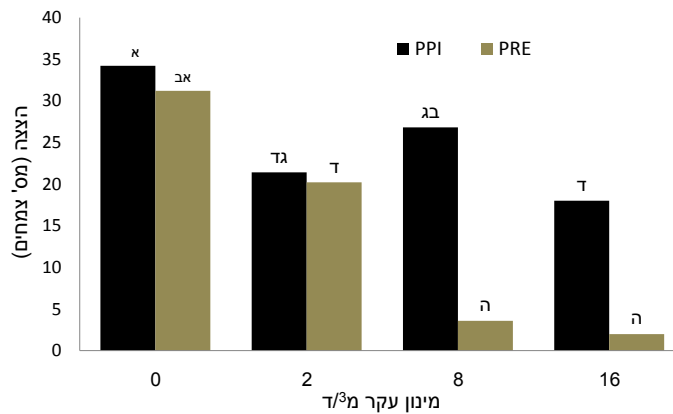
העציצים טופלו כאמור בשתי שיטות יישום עיקר: 1. הזלפה על פני העציץ לאחר זריעה ולפני הצצה (PRE). 2. ערבוב עם הקרקע לפני זריעה (PPI). יישום העיקר נעשה בשלושה מינונים שווי ערך ל: 0 (ביקורת), 8 ו 16 מ"ק לדונם. נבחנו שני מיני עשבי חורף: גדילן וחפורית. הניסוי הוצב באקראיות גמורה. לכל טיפול בוצעו 25 חזרות. נערכו בדיקות ב 5 מועדים קצובים לאחר היישום, לצורך לימוד השינוי בביומסת הצמחים עם הזמן. בכל מועד בדיקה נבחנו באופן הרסני 5 עציצים לבחינת הביומסה הצמחית כמדד להתפתחות העשבים בהשוואה לביקורת לא מטופלת.



איור 1. צמחי חפורית (שורה עליונה) וגדילן (שורה תחתונה) מטופלים בעיקר בשיטת PRE במינונים שונים. התמונות צולמו כ- 30 ימים מיישום העיקר וזריעת הצמחים.



איור 2. השפעת טיפולי עיקר על הצצת נבטי חפורית מהקרקע 30 ימים מזריעה. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים לפי מבחן תחום מרובה Tuckey Kramer במובהקות $P < 0.05$.

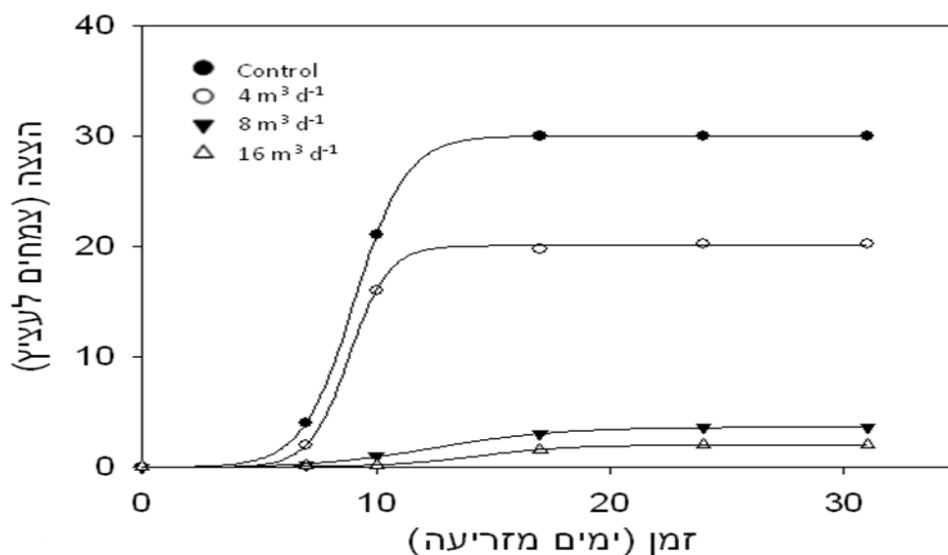


איור 3. השפעת טיפולי עיקר על הצצת נבטי גדילן מהקרקע 30 ימים מזריעה. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים לפי מבחן תחום מרובה Tuckey Kramer במובהקות $P < 0.05$.

באיור 1 ניתן לראות צמחי חפורית וגדילן מטופלים בעיקר בשיטת PRE במינונים שונים. התמונות צולמו כ- 30 ימים מיישום העיקר וזריעת הצמחים. ניתן לראות כיצד העיקר מעכב הן את הצצת הצמחים והן את התפתחותם. הניסוי המוצג **באיורים 2 ו-3**, מראה השפעה מובהקת של שתי שיטות יישום העיקר על שיעור ההצצה של מיני העשבים שנבחנו. שיעור ההצצה של שני המינים בשתי שיטות היישום פחת בצורה

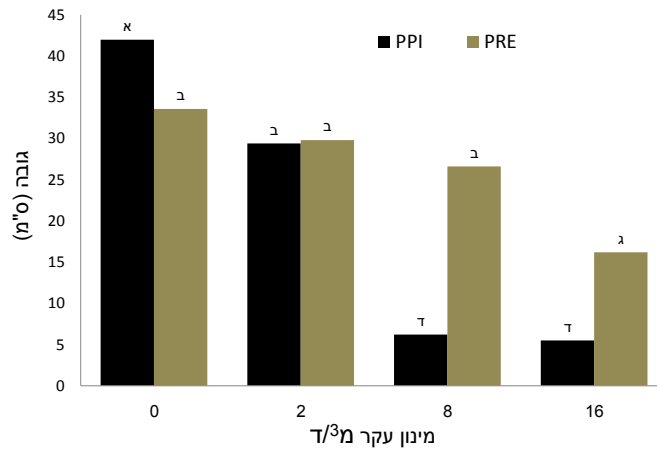
מובהקת בתלות במינון העיקר. הצצת הגדילן (איור 3) עוכבה יותר מהצצת החפורית (איור 2) ובמינון הגבוה שיעור הנביטה הממוצע היה קרוב לאפס.

ניתן לתאר דינאמיקה של הצצת עשבים על ידי רגרסיה לא לינארית. בד"כ עקום ההצצה כתלות בזמן או טמפרטורה מאופיין בצורה סיגמואידית. כאשר חושבה דינאמיקה של הצצת העשבים, לדוגמה הצצת צמחי הגדילן (איור 4) ניתן היה לתארה על ידי נוסחה סיגמואידית עם 3 משתנים. העקום אופיין לכל מינון ולביקורת ונמצא מובהק לכל איד מהמינונים ($R^2 > 0.96$; $P < 0.001$). הנתון המשמעותי ביותר שהתקבל הוא ערכי המכסימום (אסימפטוטה מכסימום במשוואה) שנמצאו שונים באופן מובהק בין המינונים 0, 2 מ"ק עיקר לדונם, השונים באופן מובהק מהמינונים הגבוהים של 8 או 16 מ"ק עיקר לדונם. נתון נוסף בעל חשיבות המתקבל מהגרף מצביע על כך שההצצה מגיעה לשיא כשבועיים לאחר הזריעה בכל המינונים. המשמעות היא כי ככל הנראה העיקר גורם לעיכוב לא הפיך או אף לתמותה של חלק מהזרעים ואינו מאפשר להם לנבוט ולהציץ לאורך זמן. נתון זה מעודד כי הוא מצביע על הפוטנציאל להפחית את בנק הזרעים- הזרעים בקרקע.

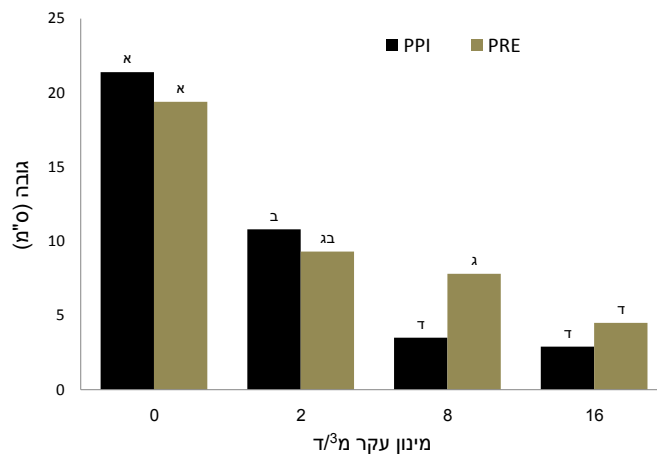


איור 4. דינאמיקת ההצצה של נבטי גדילן כתגובה לטיפול בעיקר (PRE). עקום סיגמואידית עם 3 פרמטרים מאפיין את עקום הדינאמיקה במינונים השונים. בכל אחד מהמינונים התקבלו נתוני מובהקות גבוהים לרגרסיה ($R^2 > 0.96$; $P < 0.001$).

התפתחות העשבים פחתה בצורה מובהקת כתוצאה מהטיפול בעיקר במינונים הגבוהים בשתי שיטות היישום (איורים 5 ו-6). בשיטת ה PPI ניכרו פגיעות חמורות יותר מאשר בשיטת ה-PRE. צמחי הגדילן (איור 5) נפגעו באופן חמור יותר מצמחי החפורית (איור 6).



איור 5. השפעת טיפולי עיקר על התפתחות צמחי חפורית 30 ימים מזריעה. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים לפי מבחן תחום מרובה Tuckey Kramer במובהקות $P < 0.05$.



איור 6. השפעת טיפולי עיקר על התפתחות צמחי גדילן 30 ימים מזריעה. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים לפי מבחן תחום מרובה Tuckey Kramer במובהקות $P < 0.05$.

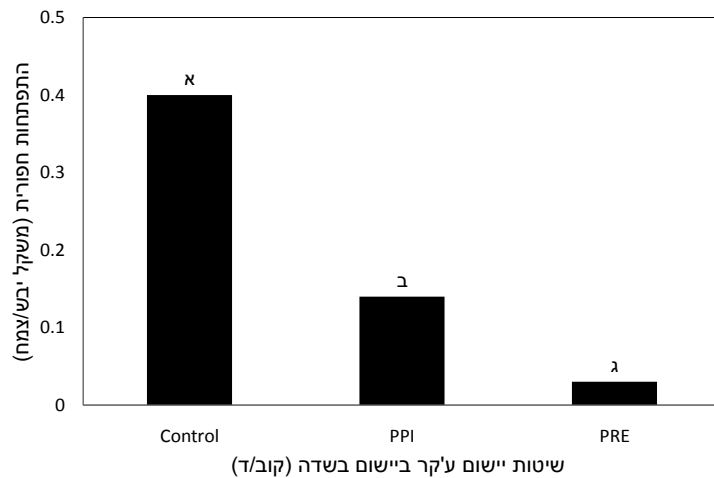
בחלקת הזיתים בנווה יער הועמד ניסוי בו יושם עיקר שמטרותיו היו: א. בחינת ערכו ההרביצידי של העיקר בתנאי שדה (מטרה 1). ב. אומדן השינוי בפיטוטוקסיות של העיקר בזמן ובמרחב (מטרה 2). ג. הערכת פוטנציאל הנדידה של מרכיבים אורגניים (כלל חומר אורגני מסיס וחומרים פנוליים) אל מתחת לבית השורשים (מטרה 3). שלוש ערוגות הוצבו בין שורות עצי הזית וחולקו ל 12 חלקות בגודל 4X2 מ'. נבחנו שתי שיטות יישום עיקר - PPI ו PRE במינון אחד: 8 מ"ק לדונם, לעומת ביקורות לא מטופלות. הטיפולים

השונים פוזרו באקראי בין החלקות ב 4 חזרות לטיפול. תיחוח הקרקע עם העיקר לעומק 12 ס"מ בשיטת ה PPI נעשה באמצעות מתחחת. לרוחב כל חלקה נזרעו שלוש שורות של שלושה מיני עשבים: חפורית, גדילן וחלמית.

איור 7. יישום עיקר בתנאי שדה בניסוי שנערך בנווה יער. החלקה הנראית באיור (16) טופלה בעיקר בשיטת PRE. ניתן לראות את הישארות החומר על פני הקרקע, לעומת החלקה ברקע בה החומר הוצנע לתוך הקרקע בשיטת PPI.



איור 8. יעילות עיקר בהדברת חפורית במטע זיתים בשיטות יישום שונות. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים לפי מבחן תחום מרובה Tuckey Kramer במובהקות $P < 0.05$.



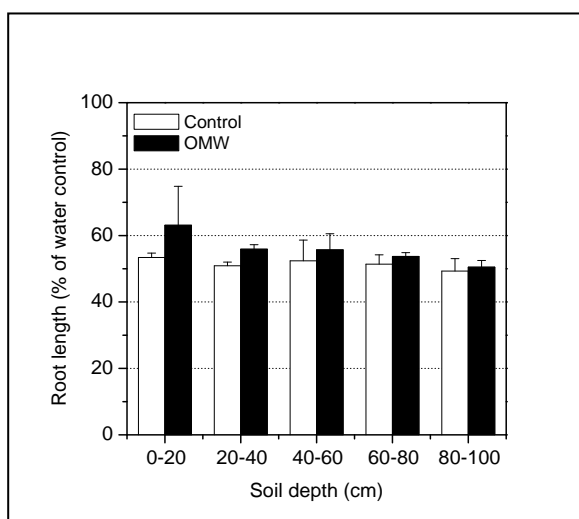
תוצאות הניסוי בחלקות במטע הזיתים בווה יער מצביעות על השפעה מובהקת של העיקר על עיכוב הצצה והתפתחות של חפורית בשיטת יישום PRE (איור 8). בשיטת ה PPI נמדדה ירידה בביומסת החפורית אך ירידה זו הייתה מתונה יותר מהחלקה שטופלה בשיטת PRE. שני המינים האחרים שנזרעו כמעט שלא הציצו כלל בכל החלקות, כולל חלקות הביקורת ולכן אי אפשר היה להתייחס אליהם בניתוח התוצאות.

לסיכום מטרה זו ניתן לקבוע כי העיקר נמצא יעיל ובעל פוטנציאל בהדברת עשבים בחקלאות אורגנית. נמצא הבדל ניכר בין רעילות עיקר לצמחים רחבי עלים לעומת דגניים. אמנם בדו"ח זה מוצגות תוצאות לגבי חפורית וגדילן בלבד כמייצגי שתי קבוצות הצמחים, אך תימוכין נמצאו גם במינים אחרים כמו גזר הגינה, חרדל, חלמית וסורגום. כל הבחינות שנערכו בוצעו בקרקע חשופה ללא תחרות. ניתן להניח כי תחרות מצד צמחי תרבות תגביר את הלחץ על העשבים ותעזור לקטילתם.

מטרה 2. הערכת פוטנציאל הפיטוטוקסיות של עקר לזית, כגידול מטע מייצג.

חלקת הזית בנווה יער טופלה ונדגמה כמתואר לעיל. 7 ימים לאחר היישום נלקחו דגימות קרקע. בכל חלקה נקדחו שלושה מדגמים לשלושה עומקים שונים (0-10, 10-20 ו 20-30 ס"מ). דוגמאות הקרקע מכל עומק באותה חלקה אוחדו ועורבבו. דוגמאות קרקע אלו שמשו לבחינת הפיטוטוקסיות. הבדיקות בוצעו על מיצוי מימי שהופק מעיסה רוויה של קרקע. פוטנציאל הפיטוטוקסיות ניבחן ע"י צמח מבחן רגיש במיוחד (שחליים עדינים, *Lepidium sativum* L., (Juvonen et al., 2000)). כפי שנמצא בשנה הקודמת ברביבים, לא נמצאה רעילות באף אחת מהחלקות, הטיפולים והעומקים שנבדקו. עובדה זו מעניינת לאור השפעת העיקר על העשבים *in situ*. ייתכן שחוסר מתאם זה קשור בספיחת מרכיבים פיטוטוקסיים של העיקר למינרלים ו/או לחומר אורגני בקרקע. עניין זה מחייב מחקר נוסף שכן במיצוי המימי של הקרקע נמצאה עלייה משמעותית בריכוז ה DOC וה TP. ניתן להסביר זאת בכך שהחומרים השאריתיים אינם רעילים או שחלק מהחומרים הרעילים אינו משתחרר ביעילות לתמיסת המיצוי (נושא אשר ממשיך להיחקר במעבדתנו). ראוי לציין כי הרעילות בחלקות הביקורת ברביבים הייתה דומה לזו של החלקות המטופלות, ככל הנראה עקב מליחות הקרקע (איור 9).

איור 9: תוצאות מבחן רעילות עם שחליים עדינים (cress) שבוצע עבור מיצוי קרקע מרביבים מחלקות בהן יושם עיקר ומצידי הערוגות מאזורים בהם העיקר לא יושם (דיגום מינואר 2008). התוצאות מייצגות את האורך הממוצע של השורשונים ביחס לשורשונים שהתפתחו בצלחות ביקורת (עם מים מזוקקים). הערכים מייצגים ממוצעים וסטיות תקן של 3 חלקות.

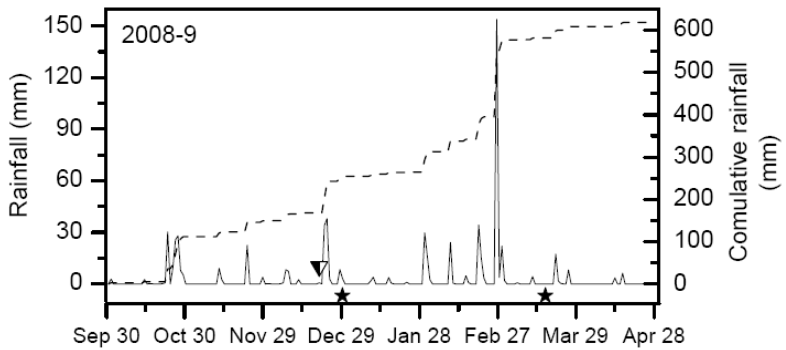


מטרה 3. הערכת קצב הפירוק של החומר האורגני שמקורו בע'קר בתנאי קרקע שונים והערכת הסיכון לנדידת מרכיבים שאריתיים אל מתחת לבית השורשים. למטרה זו עקבנו אחר נדידת מרכיבים אורגניים שמקורם בע'קר בחלקות הניסוי בנווה יער ובמטע מסחרי ברביבים. כמו כן עקבנו אחר הדינמיקה של פירוק המרכיבים בניסוי עציצים מבוקר עם קרקע נווה יער.

1.3. מערך הניסויים, פעולות הדיגום ושיטות בדיקה:

ניסוי מבוקר בנווה יער: הניסוי הועמד ב 2008-9 בחלקת זיתים בנווה יער, כמתואר לעיל. הדיגומים בוצעו בשני מועדים: 9 ימים לאחר היישום ושלושה חודשים לאחר היישום. דוגמאות קרקע אלו שמשו לבחינת הפרמטרים הבאים: נשימת קרקע, DOC (חומר אורגני מסיס) וריכוז פנולים כללי (TP). כמויות הגשם שירדו בחורף 2008-9 וציון מועד היישום ומועדי הדיגום מוצגים באיור 10.

איור 10. ניסוי פיזור מבוקר של ע'קר בחלקת זיתים בנווה יער. באיור מופיעה כמות המשקעים היומית והמצטברת. המשולש הפוך מצייין את מועד הפיזור, והכוכביות את מועדי דיגום הקרקע (שני מועדים).



אתר רביבים: במטע הזיתים המסחרי ברביבים התבצע פיזור ע'קר בין השורות החל מ 2006. המידע הזמין אודות המינונים ומועדי היישום הוא חלקי, ומתוכו אנו מעריכים כי הכמויות שפוזרו הגיעו לכ 10-15 מ"ק לדונם לעונה, אולם ייתכן כי יושמו כמויות גדולות בהרבה. חתכי הקרקע (עד לעומק של מטר) נלקחו בחודש ינואר ובחודש יולי 2008. החתכים נלקחו בעזרת דוגם קרקע (אוגר) מ 5 עומקים: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, ו 80-100 ס"מ. החתכים בוצעו בתוך שביל הפיזור וליד העצים, במקום בו לא יושם ע'קר, כביקורת. (איור 11). הדגימות נלקחו משלושה אזורים מייצגים במטע (על בסיס תצפיות ויזואליות). בכל נקודת דיגום, אוחדו השכבות מ 3-4 בורות. במועד הדיגום השני (יולי 2008), בשל יובש הקרקע, לא היה ניתן לרדת עם הדוגם לעומק של מתחת ל 50-60 ס"מ ועל כן התוצאות המוצגות בהמשך הן עד לעומק זה.

איור 11: פעולת דיגום ברביבים.



ניסוי עציצים מבוקר: מטרת הניסוי הייתה הערכת השפעת הטמפרטורה ורמת הרטיבות של הקרקע על צבאי הפירוק של העיקר. הניסוי בוצע עם קרקע נווה יער (גרומוסול) במינון עיקר האקוילונטי ל 8 מ"ק לדונם. העיקר עורבב עם הקרקע כדי לדמות מצב של יישום בשיטת PPI. במקביל הוכנו עציצי ביקורת ללא עיקר. הטיפולים כללו שתי טמפרטורות (12 ו 25 מ"צ) והרטבה חד פעמית ל 70% מקיבול שדה (ללא תיקון רמת הרטיבות במהלך ההדגרה), או שמירה על ערך של 70% לאורך הניסוי. סדרת העציצים כללה 18 עציצים מכל טיפול (500 גרם קרקע לחה בעציץ), כאשר 3 עציצים הוקרבו בכל אחד ממועדי הדיגום הבאים: 0, 7, 14, 30, 60 ו-90 ימים. בכל מועד דיגום בוצעו הבדיקות הבאות: DOC, TP, pH, EC, מבחן רעילות (במיצוי הקרקע ובקרקע עצמה), ספירות כללית של חיידקים וספירות של פטריות.

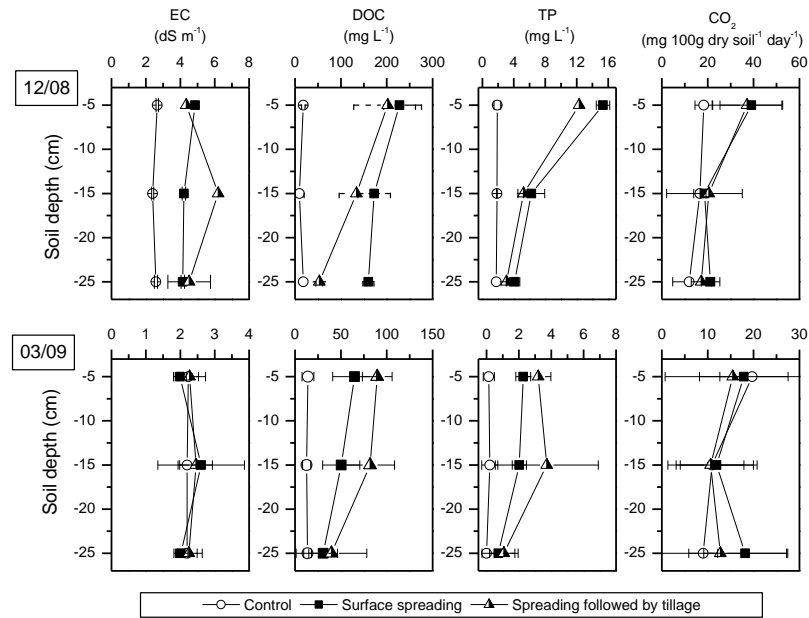
אנליזות: רטיבות הקרקע: ייבוש לילה ב 105 מ"צ. **אחסון:** דוגמאות טריות שימשו לאנליזות מיקרוביאליות. אנליזות כימיות בוצעו על דוגמאות שנשמרו בהקפאה (-20 מ"צ). **מיצויים:** בוצעו מתוך עיסת הקרקע לאחר הרוויה של 500 ג' קרקע במים מזוקקים. הקרקע הרטובה הועברה לקירור (4 מ"צ) למשך לילה ולמחרת בבוקר בוצע המיצוי בואקום. **pH:** נמדד בעזרת אלקטרודה מסוג Hanna - HI 1332B. **מוליכות חשמלית (מליחות):** נמדדה בעזרת MC126, Metler, Toledo. **חומר אורגני מסיס (DOC):** נמדד במיצוי הקרקע (לאחר סינון בפילטר שטוף של 0.45 מיקרון) בעזרת TOC analyzer מסוג Shimadzu TOC-5000 לאחר החמצת הדוגמה ($\text{pH} < 2$; 2N HCl). **כלל פנולים (TP; Total phenols):** נמדד במיצוי הקרקע בשימוש הריאגנט Folin-Ciocalteu. עקום כיוול הוכן עם חומצה קפאית והבליעה נמדדה במכשיר UV מסוג Cary 50 Bio, Varian. **ספירות חיידקים ופטריות:** התבצעה לאחר זריעת מיהולים של תרחיף הקרקע בשיטת ה spread plate על מצע Nutrient agar (לכלל חיידקי הקרקע) או על מצע ספציפי לפטריות (Martin's rose Bengal). **נשימת הקרקע:** פליטת CO_2 מדוגמאות קרקע לאחר הדגרה למשך 24 שעות ב 25 מ"צ, נמדדה (בטיטריציה) מתוך מלכודת NaOH שהוכנסה לתוך צנצנת סגורה עם דוגמת הקרקע. **מבחן רעילות:** בוצע בעזרת הצמח שחליים עדינים (*Lepidium sativum* L., cress). השפעת הטיפולים השונים מתבססת על אורך השורשונים המתפתחים על נייר סינון המורטב במיצוי הקרקע לעומת נייר סינון המורטב במים מזוקקים או בתוך עיסת הקרקע. המדידות בוצעו לאחר הדגרה של יומיים בחושך ב 25 מ"צ.

2.3 תוצאות ודיון (מטרה 3)

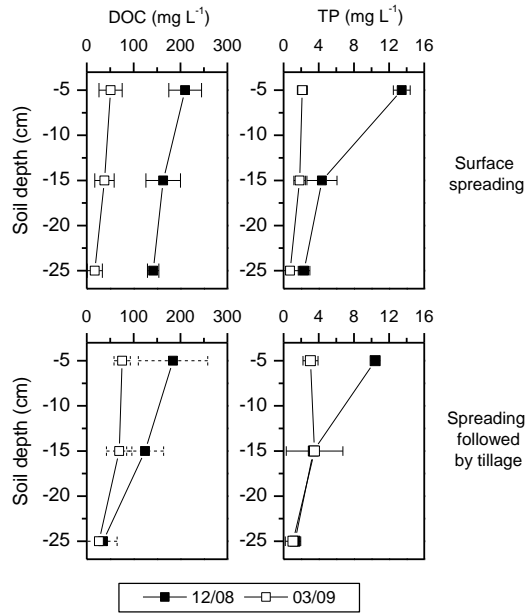
ניסוי מבוקר בנוה יער

תוצאות הדיגום הראשון שבוצע 9 ימים לאחר היישום (שורת איורים עליונה באיור 12) מתארות את ההשפעה של היישום בשני האופנים (פיזור לעומת פיזור+תיחוח) על החתך העליון של הקרקע. בהשוואה לחלקות הביקורת, ההשפעה נכרת בכל הפרמטרים הנמדדים (EC, DOC, TP ו CO_2) אשר היו גבוהים יותר בחלקות המטופלות. הערכים היו גבוהים יותר בעומק של 0-10 ס"מ ודעכו עם העומק. בדיגום השני שהתבצע 3 חודשים לאחר היישום (שורה תחתונה באיור 12) עדיין נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של DOC ו

TP בשכבת הקרקע העליונה, יחסית לחלקות הביקורת, כאשר ההשפעה על המליחות ועל נשימת הקרקע לא הייתה ניכרת. ההשוואה בין יישום על ידי פיזור לעומת פיזור+קילטור מוצגת באיור 13. הערכים המוצגים באיור זה הם לאחר הפחתת הערכים שנמדדו בחלקות הביקורת מהערכים שנמדדו בחלקות המטופלות ועל כן מייצגים את "השפעה נטו" של היישום. ניתן לראות כי בפיזור ללא תיחוח פוטנציאל הנדידה של מרכיבים אורגניים מתוך העיקר גדול יותר. פעולת התיחוח מעודדת ככל הנראה תהליכי ספיחה וכתוצאה מכך קיבוע יעיל יותר של המרכיבים האורגניים המסיסים (עד לפירוקם או התייצבותם). התוצאות שהתקבלו 3 חודשים לאחר היישום הצביעו על ירידה משמעותית בריכוזי ה DOC ו TP כאשר המרכיבים השאריתיים נמצאו בריכוזים גבוהים יותר בחלקות בהן היה תיחוח (ככל הנראה מאותה הסיבה שצוינה לעיל של קיבוע יעיל יותר של המרכיבים האורגניים המסיסים). ראוי לציין כי גם לאחר אירוע הגשם החריג בחודש פברואר (154 מ"מ, כ 25% מכמות הגשם השנתית באותה עונה; איור 10), עדיין נמצאו מרכיבים שאריתיים בשכבת הקרקע העליונה. נראה כי מרכיבים שלא נשטפו באירוע זה לשכבות קרקע עמוקות יותר לא ינדדו לעומק במהלך השנה ויצטברו בתוך הקרקע ו/או יעברו תהליכי דגרדציה. הניסוי מצביע על היתרון שבקילטור לצמצום פוטנציאל הנדידה של מרכיבי העיקר. עדיין, יש לזכור כי אם מבוצע הפיזור על גבי קרקע יבשה יחסית (לפני עונת הגשמים) צפויה תנועה מועדפת דרך סדקים ומיקרו-סדקים המאפיינים את הקרקעות החרסיתיות של עמק יזרעאל.



איור 12. השפעת יישום העיקר על תכונות נבחרות של שכבת הקרקע העליונה (דיגום עד לעומק 30 ס"מ). ההשוואה היא עבור מנת יישום אחת של 8 מ"ק לדונם בפיזור לעומת פיזור+תיחוח.



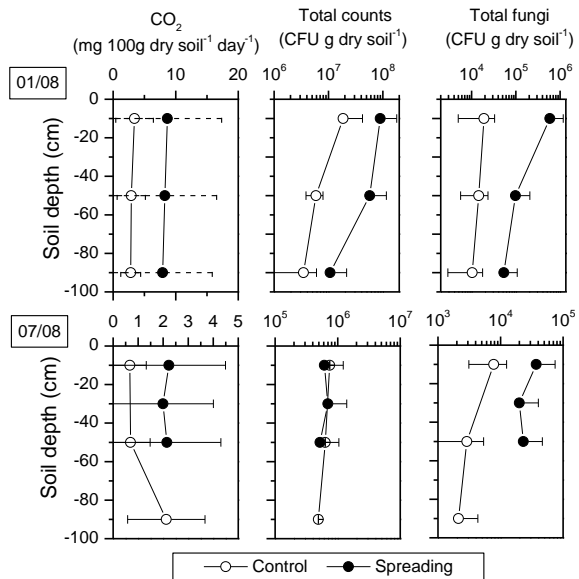
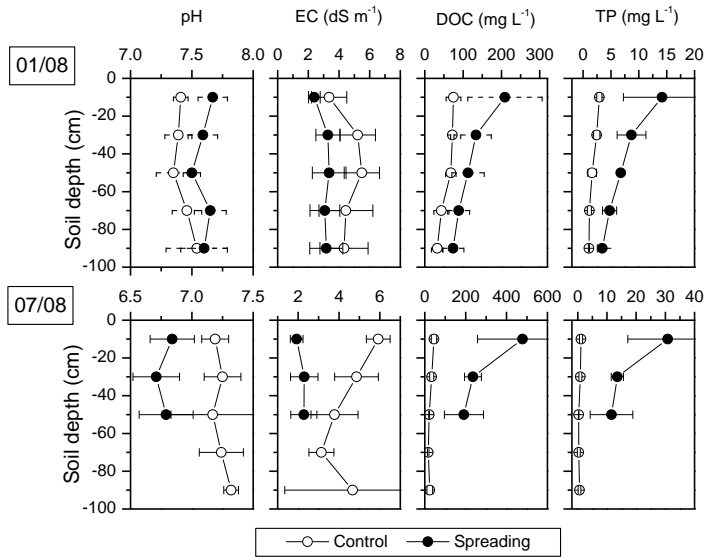
איור 13. העשרה של שכבת הקרקע העליונה בחומר אורגני מסיס (DOC) ובפנולים (TP) כתוצאה מיישום של עיקר (8 מ"ק לדונם). הערכים שהתקבלו מחלקות הביקורת הופחתו מהחלקות בהן יושם העיקר. ההשוואה היא עבור מנת יישום אחת של 8 מ"ק לדונם בפיזור לעומת פיזור+תיחוח.

רביבים

התוצאות שהתקבלו עבור חתכי הקרקע בשני מועדי הדיגום מוצגות ב**איור 14**. השפעת היישום ניכרת לכל אורך החתך (עד 1 מטר) בכל הפרמטרים שנבדקו: DOC, TP, pH, EC, נשימה, וספירות חיידקים ופטריות. הערכים של DOC, TP, CO₂ וספירות החיידקים והפטריות היו כולם גבוהים יותר בחלקות המטופלות, כאשר הערכים נמצאו בדרך כלל גבוהים יותר בשכבת הקרקע העליונה ודעכו בעומק החתך. המגמות היו הפוכות עבור EC ו pH. ערכי מליחות גבוהים יותר בחלקות הביקורת הם ככל הנראה תוצאה של השקיה במים מליחים (עם ערך אופייני של 4.5 dS/m). המגמה ההפוכה בערכי ה pH אינה ברורה לנו אולם בכל מקרה הודות לכושר הבופר של הקרקע לא נצפתה ירידה ב pH של הקרקע למרות חומציותו של העיקר. ביולי 2008, כחצי שנה לאחר עונת המסיק, ערכי ה DOC וה TP הוכפלו בקרוב. למרות שלא קיבלנו דווח על כך מאנשי המטע, נתונים אלו מעידים על יישום נוסף שבוצע לאחר הדיגום הראשון (בינואר 2008). בחלקות הביקורת לא ניכרו הבדלים משמעותיים בערכי ה DOC וה pH בין שני מועדי הדיגום.

יישום העיקר לא פגע בפעילות המיקרוביאלית הכללית של הקרקע אלא עודד פעילות מוגברת הודות לחומר האורגני הזמין שבו. השפעה זו על פעילות (נשימת הקרקע) ועל ספירות החיידקים והפטריות ניכרה לאורך החתך כולו. נשימת הקרקע ומספר הפטריות היה גבוה יחסית לביקורת גם במועד הדיגום השני, כאשר הספירות של כלל חיידקי הקרקע היו גבוהות יותר בחלקות המטופלות רק במועד הדיגום הראשון. בדיגום השני (עונת הקיץ), הערכים האבסולוטיים של פעילות ושל ספירות חיידקים ופטריות היו

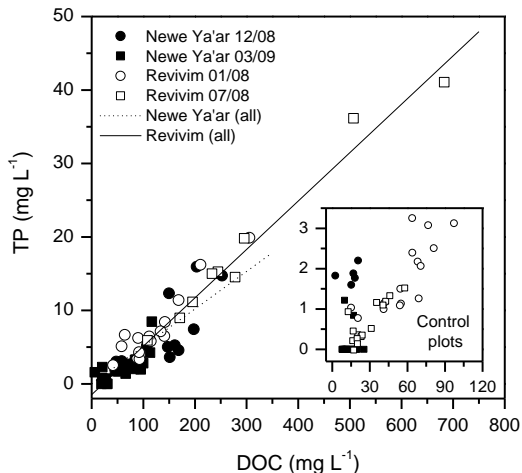
נמוכים משמעותית מאשר בדיגום הראשון. כצפוי, קיימים הבדלים משמעותיים בפעילות המיקרוביאלית של הקרקע בין עונת הקיץ ועונת החורף. תופעה דומה ראינו גם בקרקע נווה יער. מעבר לזאת, בתנאי היובש של עונת הקיץ ברביבים, ניתן לצפות כי שאריות חומר אורגני לא ינדדו ולא יתפרקו עד עונת החורף שלאחר מכן ועל כן חלקם עשוי להצטבר ביישום רב שנתי.



איור 14. השפעת יישום עיקר ברביבים על תכונות נבחרות של חתך הקרקע (שני מועדי דיגום: ינואר 2008 ויוני 2008). הערכים מייצגים ממוצעים וסטיות תקן של 3 חלקות.

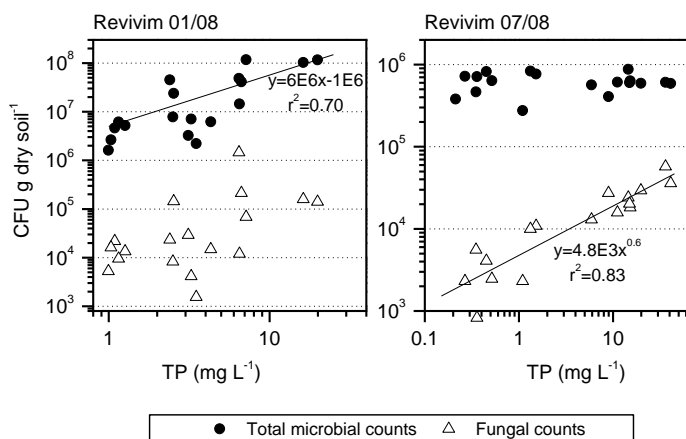
מתאמים

באזור 15 מוצג הקשר בין DOC ל TP עבור כלל הנתונים שנאספו (מכל שכבות העומק ומכל החתכים) משני ניסויים בנווה יער (הראשון אינו חלק מהפרויקט הנוכחי וכלל יישומים של עד 7.2 מ"ק לדונם) ומשני מועדי הדיגום שבוצעו ברביבים. התקבל יחס DOC/TP דומה (ממוצע של 17.2 וסטיית תקן של 3.52) עבור הדוגמאות מהחלקות המטופלות מרביבים (מכל שכבות העומק). לעומת זאת, יחס גבוה יותר התקבל בחלקות הביקורת מאותו אתר (ממוצע של 43.9 וסטיית תקן של 18.1 – הנקודות מופיעות ב inset של אזור 15). הערכים השונים שהתקבלו עבור היחס DOC/TP בחלקות המטופלות לעומת חלקות הביקורת מעידים קרוב לוודאי על המוצא השונה של החומר האורגני המסיס (כולל הפנולים) בשני סוגי החלקות. היחס הדומה שהתקבל בשכבות שונות של החתך בחלקות המטופלות מעיד אולי על כך שזמינות המרכיבים דומה לאורך החתך, גם אם קצבי הפירוק שונים. בקרקעות של נווה יער היחס DOC/TP בחלקות המטופלות היה דומה לזה של רביבים (ממוצע 26.6 וסטיית תקן של 10.5). יצוין כי על בסיס בדיקת כמה דוגמאות ע"קר מבית הבד באיכסאל (זה ששימש לניסוי בנווה יער), ערך ה DOC/TP נע בין 5-10. לכן, הערכים הגבוהים יותר שנמצאו בדוגמאות הקרקע מעידים על דגרדציה סלקטיבית של חומרים פנוליים לעומת כלל החומר האורגני המסיס. מעבר לכך, ייתכן כי ערכי ה DOC/TP מאפיינים קרקעות שטופלו בע"קר ועל כן יכולים לשמש כ"טביעת אצבע" לאתרים בהם בוצעו פעולות יישום בלתי מבוקרות.



אזור 15. ריכוז פנולים כללי (TP) כנגד ריכוז חומר אורגני מסיס (DOC) בכלל דוגמאות הקרקע שנאספו מנווה יער (שני ניסויים: ב 2005-6 וב 2008-9) ומרביבים. שני קווי רגרסיה נפרדים מתארים את שני האתרים: נווה יער: $y=0.054x-0.93$; $r^2=0.70$, $p<0.01$; רביבים: $y=0.065x-0.59$; $r^2=0.96$, $p<0.01$

היחסים בין ריכוז ה TP וספירות החיידקים והפטירות מוצגים באיור 16. במועד הדיגום הראשון התקבל מתאם חיובי מובהק בין הספירות הכלליות ו TP (או DOC אשר נמצא בקורלציה עם TP). מתאם זה הוא אינדיקציה לכך שחלק מהמרכיבים האורגניים בעיקר הטרי משמשים כסובסטרט לחיידקי הקרקע. במועד הדיגום השני נמצא מתאם חיובי בין ספירות הפטריות לבין ה TP כאשר לא נצפתה תלות בין הספירות הכלליות וריכוז ה TP (כמו בדיגום הראשון). תצפית זו מעידה אולי על כך שהחומר האורגני הזמין כבר התפרק בחלקו והשארת העמידה יותר זמינה בעיקר לפטריות הקרקע.



איור 16. ספירות כלליות של חיידקים ופטירות כנגד ריכוז פנולים (TP) בכלל דוגמאות הקרקע שנאספו מרביבים בשני מועדי דיגום. בדיגום של ינואר 2008 (איור שמאלי) התקבל מתאם מובהק בין ספירות החיידקים הכלליות וריכוז TP. בדיגום של יולי 2008 (איור ימני) התקבל מתאם מובהק בין ספירות הפטריות ל TP.

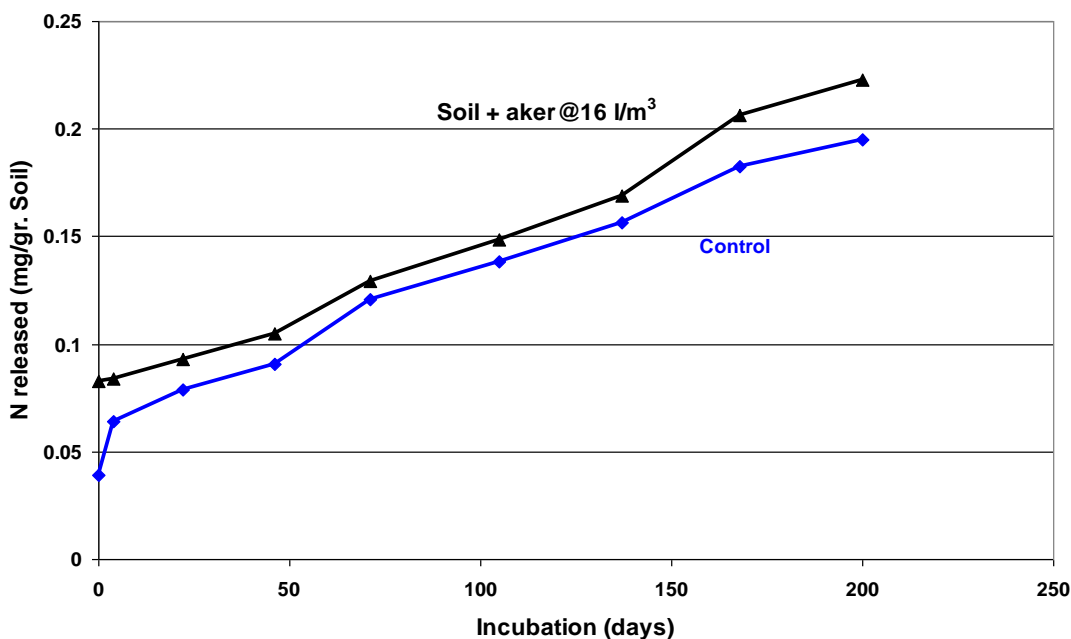
ניסוי עיצים מבוקר

קצבי הפירוק של החומר האורגני המסיס (DOC) ושל ה TP הושוו ביו 8 טיפולים : 4 טיפולים בהם יושם עיקר ו 4 טיפולי ביקורת: (1) 12 מ"צ – שמירה על 70% מקיבול שדה במהלך ההדגרה. (2) 12 מ"צ – ללא תיקון רמת הרטיבות כתוצאה מאיבוד מים טבעי במהלך ההדגרה. (3) 25 מ"צ – שמירה על 70% מקיבול שדה במהלך ההדגרה. (2) 25 מ"צ – ללא תיקון רמת הרטיבות כתוצאה מאיבוד מים טבעי במהלך ההדגרה. קצבי הפירוק נמצאו בד"כ גבוהים יותר בקרקעות בהן נשמרה רמת הרטיבות. לאחר 60 ימים של הדגרה ב 25 מ"צ בתנאים של 70% מקיבול שדה, הריכוז של DOC פחת ב 77% ושל הפנולים פחת ב 90%. מגמה זו של פירוק סלקטיבי של מרכיבים פנוליים מכלל החומר האורגני המסיס דומה למה שהוצע בעניין היחס DOC/TP שהתקבל בניסויי השדה בנווה יער וברביבים. לאחר הדגרה ב 25 מ"צ ללא שמירה על רמת הרטיבות, ה DOC פחת ב 69% במהלך השבועיים הראשונים אולם לאחר מכן עלה משמעותית, ככל הנראה כתוצאה מהתייבשות ביומאסה מיקרוביאלית ושחרור חומרים אורגניים מתוך התא. ה TP פחת ב

72% בתנאים אלו. הרעילות בדוגמאות הקרקע המטופלות נעלמה לאחר שבועיים של הדגרה בכל הטיפולים, הן בקרקעות עצמן והן במיצויים המימיים שלהן.

מטרה 4. הערכת ערכו האגרונומי של עקר, כספק יסודות הזנה.

ריכוזי החנקן בעקר הגולמי הם 1,097, 15 ו 0.9 מ"ג לליטר של חנקן אורגני מסיס, חנקה ואמון, בהתאמה. עיקר הוסף בשיעורים המקבילים ל 8 ו 16 מ"ק לדונם לקרקע נווה יער והתערובת הוכנסה לקולונות. בוצע ניסוי מינרליזציה ארוך טווח, במהלכו מורחקות, בעזרת כמויות מדודות של מים מזוקקים, רב המולקולות המסיסות המשתחררות בתהליכי פירוק העקר. ההדחה התבצעה אחת לפרק זמן קצוב ונמשכה עד להגעת ריכוזי החנקן המסיס לצורותיו (אורגני, חנקתי ואמוניאקלי) לאלו הנמצאים בקרקע הביקורת, אליה לא הוסף עקר. בקולונה שלה הוסף עיקר בשיעור מקביל ל 8 מ"ק לדונם חלה תקלה ובאיור 17 מוצגות התוצאות של שתי הקולונות האחרות (איור 9).



איור 17: שחרור כלל צורות החנקן הזמינות מקולונות שהכילו קרקע נווה יער (ביקורת) וקרקע כזו שהוספה לה כמות שוות ערך ליישום 16 מ"ק עיקר לדונם.

ניתן לראות כי כל החנקן שהיה בעיקר היה מסיס, מיידית, והודח עם כמות התשטיפ הראשונה. לא נמצא שחרור חנקן כתוצאה ממינרליזציה נוספת של שאריות העיקר שיושמו לקרקע. כמות החנקן שהשתחררה הייתה כ – 44 מ"ק חנקן לק"ג קרקע. בחישוב לדונם (על בסיס עומק שכבת בית שרשים של 30 ס"מ ומשקל נפחי של 1.5 טון/מ"ק) תרומת החנקן המחושבת תהיה כ 19.8 ק"ג לדונם. לכמות עיקר של 5 מ"ק לדונם (המותרת על פי הנחיות המשרד להגנת הסביבה) התרומה תהיה כ – 6.2 ק"ג חנקן לדונם. ערך קרוב מאד מתקבל בהתחשב בכמות החנקן המסיס שנמצאה בעיקר הנבדק: יישום של עיקר על בסיס של 5 מ"ק לדונם יספק כ - 5.5 ק"ג לדונם.

4. דיון

התוצאות שנתקבלו במחקר זה חיזקו את הנחת המחקר כי שימוש בעיקר עשוי להקל במידה משמעותית את בעיית העשבייה בחקלאות אורגנית, תוך הוספת כמות לא מבוטלת של יסודות הזנה. התצפיות שערכנו בשטחים בהם מבוצע כיום ישום כזה מדגישות את הצורך בשיפור תהליך היישום מבחינת דיוק המינון. על בסיס ממצאינו ניתן להמליץ על תיחוח העיקר ימים ספורים לאחר ישומו. מימצאינו מרמזים על העדר רעילות העיקר לגידול העיקרי במקרה של מטע, אך הדבר מחייב מחקר נוסף בירקות או גידולי שדה לאישוש הנחה זו. ייתכן שבגידולי שדה וירקות הפיתרון יהיה יישום על כרב שחור כמה חודשים לפני זריעת/שתילת השדה. הצעה לביצוע מחקר זה הוגשה לאחרונה למדען הראשי במשרד החקלאות.

פיזור מבוקר של עיקר מקובל במדינות הים התיכון המייצרות שמן זית. במחקר הנוכחי הוערך פוטנציאל הנדידה של מרכיבים אורגנים שמקורם ביישום עיקר בשני אזורים רלוונטיים ליישום בישראל: עמק יזרעאל (נווה יער) והנגב (רביבים). בניסויים מבוקרים בקרקע נווה יער עולה כי פוטנציאל הנדידה (המבוטא על ידי ריכוז כלל החומר האורגני המסיס וריכוז כלל החומרים הפנולים) תלוי באופן היישום והוא גבוה יותר בפיזור לעומת פיזור+תיחוח. בשל זמינות נמוכה וקצב פירוק איטי של חלק מהמרכיבים, ניתן לצפות להצטברות של מרכיבים אורגנים ביישום רב שנתי בשתי השיטות, אך יותר בשיטת הפיזור+תיחוח המעודדת אינטראקציה של החומרים המסיסים עם מרכיבי הקרקע. הנתונים ברביבים מעידים כי בפיזור העולה על הכמות המומלצת של כ 5 מ"ק לדונם לעונה, פוטנציאל הנדידה של מרכיבים אורגנים גבוה וכן עולה הפעילות המיקרוביאלית לאורך החתך. עליה זו בריכוזי החומר האורגני המסיס ותרכובות פנוליות בכל חתכי הקרקע המטופלת ברביבים מצביעה על הצורך בהגבלת היישום לאזורים בעלי רגישות הידרולוגית נמוכה (חלקים מרמת הנגב ועמק יזרעאל). עם זאת, מכלל הניסויים עולה כי הרעילות לצמחים, אם קיימת, מוגבלת בדרי"כ לטווח זמן קצר ממועד היישום (2-1 שבועות) ודועכת לאחר מכן (על כן יש חשיבות רבה בסינכרון בין מועד היישום ומועד הנביטה של עשבי הבר). מכל מקום, יש צורך בעבודת מחקר נוספת להערכת קצבי נדידה של מולקולות אורגניות שמקורן בעיקר בקרקעות שונות ותנאי אקלים שונים.

מבחינה חקלאית יש בתוצאות של תרומת החנקן שמקורו בעיקר ערך כלכלי פוטנציאלי לחקלאות האורגנית, בה מהווה החנקן את אחת התשומות היקרות ביותר. נראה כי העיקר, במינון המותר, עשוי לספק כ- 20% בצריכת החנקן השנתית של הגידול.

5. פרוט הפרסומים המדעיים

- Laor, Y., Raviv, M. and Sh. Capua (2007). The Israeli olive oil industry and viable solutions for its associated wastes. *Proceedings of the International Conference: New Technologies for the treatment and valorization of agro by-products. Terni, Italy, October 2007*. Published on a CD.
- Saadi I., Laor Y., Raviv M., Medina Sh. (2008). The effect of land spreading of olive mill wastewater on soil microbial activity and potential phytotoxicity. *Almuzara'*, 27, 21-23. (In Arabic).

- Erez-Reifen, D., Laor, Y., Raviv, M., Rubin, B., Eizenberg, H. (2009). Soil application of olive mill wastewater (OMW) for weed control in organic agriculture. *The Dahlia Greidinger International Symposium, Crop Production in the 21st Century: Global Climate Change, Environmental Risks and Water Scarcity*, March 2-5, 2009, Technion-IIT, Haifa, Israel. Symposium Abstracts. pp. 80-81.
- Saadi, I., Laor, Y., Raviv, M., Medina, Sh. (2009). Selected physical-chemical-microbiological properties of soil amended by olive mill wastewaters – The case study of Revivim. *The Dahlia Greidinger International Symposium, Crop Production in the 21st Century: Global Climate Change, Environmental Risks and Water Scarcity*, March 2-5, 2009, Technion-IIT, Haifa, Israel. Symposium Abstracts. pp. 131-132.
- Laor, Y. and M. Raviv (2009). Threats and viable solutions for olive mill wastewater in Israel: Some economical, environmental and practical considerations. *Dahlia Greidinger International Symposium: Crop Production in the 21st Century: Global Climate Change, Environmental Risks and Water Scarcity*. Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Israel, 2-5 March, 2009; pp. 326-335.
- Erez-Reifen, D., Laor, Y., Raviv, M., Rubin, B. and Eizenberg, H. (2009). Soil application of olive mill wastewater as an ecological approach for weed control in sustainable agricultural systems. *2nd International Conference on Novel and Sustainable Weed Management in Arid and Semi-Arid Agro-Ecosystems*, September, 2009, Santorini, Greece.
- Laor, Y., Saadi, I., Raviv, M., Medina, Sh., Erez-Reifen, D., Eizenberg, H. (2010). Land spreading of olive mill wastewater (OMW) in Israel: Current knowledge, practical experience and future research needs. *Israel Journal of Plant Sciences*. Revised.

סעדי, א., לאור, י., רביב, מ ומדינה, ש. (2007). זית: השפעת יישום ע'קר על הפעילות המיקרוביאלית והפיטוטוקסיות של הקרקע. עלון הנוטע ס"א: 453-455.

לאור, י. (2008). חלופות לטיפול בשפכי בתי בד. הרצאה ביום עיון "מחקרים בזית". בית דגן, 17.3.2008.

ארז רייפן, ד., רביב, מ., לאור, י., רובין, ב., ואיזנברג, ח. (2009). ניצול שפכי בתי בד (ע'קר) להדברת עשבים במטעים אורגניים. הועידה ה-20 של האגודה הישראלית למדעי העשבים הרעים. הפקולטה לחקלאות, רחובות. עמ' 22.

6. רשימת מקורות

- לכמן, א. (2006). זיהום מעיינות גליל מערבי. דוח ביניים המוגש למשרד להגנת הסביבה.
- Aviani, I., Raviv, M., Hadar, Y., Saadi, I., Laor, Y. (2009). Phytotoxicity, total phenols and dissolved organic carbon in olive mill wastewater before and after degradation by *Pleurotus ostreatus*. *The Dahlia Greidinger International Symposium, Crop Production in the 21st Century: Global Climate Change, Environmental Risks and Water Scarcity*, March 2-5, 2009, Technion-IIT, Haifa, Israel. Symposium Abstracts. pp. 71-72.
- Bonari, E. et al. 1993. *Agric. Med.* 123(4): 273-280.
- Boz, O. et al. 2003. *Weed Research* 43(6): 439-443.
- Gamba, C. et al. 2005. *Comm. in Soil Sci. and Plant Analysis* 36(7-8), 937-950.
- Juvonen, R. Martikainen E, Schultz E, Joutti A, Ahtiainen J, Lehtokari M. 2000. A battery of toxicity tests as indicators of decontamination in composting oily waste. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 156-166.
- Rinaldi, M. Et al. 2003. *Field Crops Res.* 84, 319-326.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
1. בחינת יעילות השימוש בע'קר כקוטל מגע וכמונע נביטה של עשבים בתנאי חקלאות אורגנית.
2. הערכת פוטנציאל הפיטוטוקסיות של ע'קר לזית, כגידול מטע מייצג.
3. הערכת קצב הפירוק של הע'קר בתנאי קרקע שונים והערכת הסיכון לנדידת מרכיבים שאריתיים.
4. הערכת ערכו האגרונומי של ע'קר, כספק יסודות הזנה.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
הוכח כי בעזרת ע'קר ניתן להפחית מאד את בעיה עשביית החורף והאביב במטעים אורגניים. נמצא כי זמן מה לאחר יישום הע'קר, פוטנציאל הפיטוטוקסיות שלו לזית נמוך. עם זאת נדידת סמנים אופיינים לע'קר בקרקע רביבים היא מהירה ומחייבת מעקב והקפדה על המינון ושיטת היישום. אין להמליץ בשלב זה על שימוש בע'קר באיזורים בעלי רגישות הידרולוגית גובהה. תוצאות בחינת ערכו הדישוני של הע'קר מלמדות על תרומת חנקן משמעותית, אך ללא מינרליזציה משנית, מעבר לריכוז החנקן הזמין בע'קר הגלמי.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
מטרות המחקר המקוריות הושגו במלואן. עם זאת התעוררו שאלות חדשות שלצורך מענה עליהן הוגשה תכנית מחקר חדשה.
בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שנדרשים עקב העבודה.
רצוי לפתח מיכשור מתאים ליישום מדויק של הע'קר. יש צורך לברר את השפעותיו של יישום רב-שנתי של ע'קר, בעיקר בהקשר להתפתחות קרקעות דוחות מים.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פנטטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
ראה סעיף 5 בדוח.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
< רק בספריות
< ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
< חסוי – לא לפרסם.
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן*

*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שנייה במחקר שאושר לשלוש שנים