



קוד מחקר: 301-0248-98

נושא: התנהגות חומרים קסנוביוטיים, אורגניים ולא אורגניים בקרקעות בקולחין ובבוצת שפכים

חוקר ראשי: ד"ר פינחס פיין מוסד: מינהל המחקר החקלאי

חוקרים שותפים: 2

תקופת מחקר: 1998-1998

מאמרים:

## תקציר

סילוק בוצה וזבלי משק החי נעשה בחלקו במערכת קרקע-צמח. הדבר מחייב ידיעה, הבנה ובקרה של תהליכים בקרקע למניעת נזק לגידול וזיהום של בית השורשים, של החתך הלא-רווי ושל מי-תהום. גורם נוסף המחרף את אפשרות הזיהום הוא המעבר להשקיה במי-קולחים. המזהמים הפוטנציאליים העיקריים הם מתכות כבדות וחומר אורגני כללי ומומס. חומר אורגני מומס וקולואידי (חא"מ) הוא גורם זיהום כשלעצמו והוא גם מגביר פוטנציאל זיהום כללי (כגון, הסעה מועדפת של מתכות כבדות ופסטיצידים בקרקע).

מטרות המחקר: המחקר מתמקד בהשפעות של זיבול משולב בהשקיה בקולחים או במים שפירים על דליפת חא"מ ומתכות כבדות, ועל האפשרות לשלוט בדליפת החא"מ באמצעות שינוי בהרכב בקומפוסט המיושם, בעומס היישום, בהרכב מי-ההשקיה ובמשטר ההשקיה על התנהגות של מתכות כבדות בקרקע ובנוכחות בוצה. המחקר עשוי בסופו להצביע על אופציות ממשקיות להקטנת סיכונים אלה.

תוצאות עיקריות: מערכת 1: ניסוי לזימטרים בגידול עצי אקליפטוס בהשקיה במי-קולחים. המטרה הייתה הפקה ואפיון של החומר האורגני המומס (חא"מ) במי-הנקז, ואפיון השינוי שחל בהרכב החא"מ של הקולחים בעת שהותו בקרקע. הפעלנו שני משטרי השקיה שונים: (א) השקיה עם שטיפה רציפה, שנעשתה ב-2 מקדמי שטיפה (100% ו-20%); (ב) השקיה גרעונית עם שטיפה אחת לאחר השקיה במשך 4-5 חודשים. מי-הנקז נאספו, הרכבם הכימי נבדק במלואו, כולל ריכוזי המתכות הכבדות במים. החומר האורגני הופרד למקטעי גודל באמצעות ממברנות. בכל מקטע נבדקה תכולת החומר האורגני ותכולת מתכות כבדות. מערכת 2: מבוצע ניסוי לזימטרים בגידול תפוחי אדמה בזיבול בשני סוגי קומפוסט: קומפוסט זבל בקר וקומפוסט בוצה. שני הקומפוסטים ניתנו ב-3 שיעורים כל אחד: 4.5, 9 ו-18 מ"ק/ד'. מי-ההשקיה הכילו דשן בכל מהלך עונת הגידול (מרץ-יוני 1998). המטרה הייתה מעקב אחר דליפת חומר אורגני מומס ומתכות כבדות תחת גידול, שנהוג לזבלו בקביעות ובכמויות ניכרות. ההשקיה הייתה בעודף קטן שאפשר מעקב אחר דליפה של חנקות, TOC ומרכיבים אחרים במים. בסיום העונה נמדד גם היבול הצמחי ויבול פקעות.

# התנהגות חומר אורגני מומס ומתכות כבדות בקרקעות מזובלות בקומפוסט בוצת שפכים ומושקות בקולחים

דוח לשנה ראשונה וסופי לתכנית מס' 301-0248

מוגש למדען הראשי במשרד החקלאות,  
("ייעול השימוש במים")

ע"י

פנחס פיין ואורי ירמיהו

בשיתוף:

אמיר חס, עמית<sup>✓</sup>פס (שרות השדה, רעננה), שושי סוריאנו, וסילי סולופנוב, טיבור  
מרקוביץ', רבקה רוזנברג, אברהם גרווה

מרכז וולקני

המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה,

## 2. הפעלת המחקר (תכנית עבודה ושיטות)

המחקר התמקד בהפקה של חומר אורגני מומס (חא"מ) ממי-נקז שהתקבלו בשתי מערכות:

(1) לזיזמטרים עם עצי אקליפטוס אשר מושקים בקולחים. במערכת זו, רוב החומר האורגני המומס במי הנקז מקורו בקולחים עצמם;

(2) לזיזמטרים עם תפוחי-אדמה בקרקע חמרה חולית עם קומפוסטים מזבל בקר או מבוצת שפכים, אשר מושקים במים שפירים. מקור החומר האורגני המומס הוא בזבלים שהוספו לקרקע.

נמדד ריכוז החומר האורגני במי-הנקז במהלך עונת הגידול. נעשתה הערכה של שחרור החומר האורגני מהזבלים. מי הנקז מניסוי הליזימטרים בהשקיית אקליפטוס בקולחים נדגמו וטופלו

### הפקת חומר אורגני מומס שמקורו בהשקיה בקולחים

#### שיטות וחומרים:

#### מקורות חומר אורגני מומס:

(1) קולחים שניוניים מבריכת חימצון בשפד"ן. קולחים אלה שהו כחודש ימים במיתקן. מים אלה גם שימשו להשקיית עצי האקליפטוס בניסוי הליזימטרים.

(2) מי-נקז מניסוי הליזימטרים (פרוייקט 301-0263) בטיפול השקיה בקולחים ובמים שפירים. מי הנקז נלקחו מהטיפולים להלן: (א) ללא עץ  $\approx 100\%$  שטיפה; (ב) עם עץ במשטר שטיפה של 20% דליפה ו- 0%-5% דליפה; (ג) עם עץ ללא כל שטיפה במשך עונת הקיץ (השקיה גרעונית). באמצעות משטרי השטיפה התקבלו זמני שהייה שונים של מים ומומסים בחתך הקרקע. משכי שהייה של התמיסה בחתך הקרקע בתנאי שטיפה רצופה היו יום-יומיים (100% שטיפה), 10-20 יום (20% שטיפה), וכ-45 ימים (0%-5% שטיפה). משך שהייה של במים בחתך הקרקע בהשקיה הגרעונית היו 4-5 חודשים. ההשקיה הגרעונית נבדקה בשני צירופים שונים: (א) השקיה בקולחים למשך 3 חודשים והמשך השקיה במים שפירים לחודשיים נוספים, (ב) השקיה רצופה בקולחים במשך 5 חודשים.

מאזן פחמן בהשקיית הליזימטרים בקולחים דווח בדוח לפרוייקט 301-0263, ולא נחזור עליו כאן.

#### תוצאות: הפקת החומר האורגני המומס והפרדתו למקטעי גודל:

מי-נקז מליזימטרים, שהיו בתנאי השקיה עם שטיפה רצופה, נדגמו במספר מועדים. בתנאי השקיה גרעונית, מי-הנקז נדגמו בסוף העונה. הדגימה הייתה על ידי שטיפת חתך הקרקע בהעברת מי-ברז בנפח השווה ל 2-3 נפחי נקבובים. השטיפה נעשתה בשני מועדים שונים (6.1.99, 22.1.99). מי-השטיפה נאספו ונדגמו. בנוסף נדגמו גם מי-הקולחים עצמם. להשוואה נדגמו מי-נקז גם מטיפולים שהושקו במים שפירים. עם

הבאתם למעבדה, כל סוגי המים טופלו בסודיום-אזיד, שהוסף להם לריכוז סופי של 0.2%, למניעת גידול מיקרואורגניזמים.

חא"מ הופק מהקולחים וממי-הנקז ע"י סינונם בפילטר (פוליפרופילן)  $0.45 \mu m$ . במידת הצורך, המים הובאו קודם לחוזק יוני שווה לזה של הקולחים המקוריים ע"י מיהולן במים חסרי יונים עד למוליכות חשמלית 1.8 ד"ס/מ. על ידי כך הואחדה ההשפעה האפשרית של החוזק היוני על הגודל האפקטיבי של מקטעי החא"מ. החא"מ הופרד למקטעי גודל (טבלה 1) בננו-פילטרציה עם ממברנה סלקטיביות (תוצרת "פילטרון"). מקטעי הגודל הם: (1) כל החומר האורגני המומס ( $<0.45 \mu m$ ); (2) חא"מ בין  $0.45 \mu m$  ל-300 ק"ד (3) בין 300 ל-30 ק"ד, (4) בין 30 ל-1 ק"ד.

ריכוז הפחמן האורגני בכל מקטע גודל נמצא עתה בקביעה ב-TOC-Analyzer (תוצרת Lachate), וריכוז יסודות שונים בכל אחד מהמקטעים נמצא בהליך קביעה בבדיקה ב-ICP-AES, המבוצעת לאחר הריסת החומר האורגני בעיכול רטוב.

#### הערכה של דליפת חומר אורגני מומס מזיבול בקומפוסטים שונים

**מבוא:** תפוחי אדמה הם צרכן גדול של זבל אורגני מסוגים שונים. מקובל ליישם זבל בקר (חצרות), קומפוסט זבל בקר או כופתיות (בקר: מטילות ביחס 2:1). ההמלצה המקובלת היא 3-6 מ"ק קומפוסט זבל בקר/דונם או כ-500 ק"ג כופתיות/דונם. קומפוסט מבוצת שפכים הוא זבל בעל ערך הזנתי גבוה לצמחים, ויכול להיות תחליף מעולה לכל סוג קומפוסט. לקומפוסט מבוצה יש ערך הזנתי גבוה, כ-4-5% חנקן, כ-1-2% זרחן וריכוז דומה של ברזל. צפוי אפקט חיובי לצמחים גם כתוצאה מנוכחות יסודות הקורט אבץ, מגנן, נחושת ומוליבדן. קומפוסטים עשויים גם לשפר את המבנה של קרקעות ואת תאחיזתן למים. היתרון בקומפוסט בוצה הוא בכך שזמינותו גדלה, ומחירו עשוי להיות אטרקטיבי יותר לצרכן אם עלותו תכוסה, לפחות חלקית, ע"י יצרן השפכים.

בהתבסס על הרכב הקומפוסטים השונים, נראה, כי העמסה שנתית בקומפוסט בוצה של כ-2.5 עד 5 טון/דונם תספק את תצרוכת החנקן של תפוחי-האדמה (כ-25 ק"ג חנקן צרוף לדונם) ולא תגרום בעיה של יסודות קורט רעילים. יש להימנע מהעמסת יתר של זבל הן בשל העלות, הן בשל פגיעה אפשרית בגידול, והן בשל זיהום הסביבה (בעיקר חנקן).

המטרה בחלק זה של המחקר היא: (1) להעריך את דליפת החא"מ בתנאי זיבול של תפוחי אביביים (כאשר אין יכולת שליטה בכמות מי-הנקז!) תחת (1) סוגי קומפוסט שונים ו-(2) עומסים שונים.

**שיטות וחומרים:** הגידול נעשה במכלים בגובה של 90 ס"מ (נפח של 200 ליטר). הקרקע במכלים הייתה קרקע חול-חמרה מקומית. הזבלים הוספו ב-15 הס"מ העליונים של הקרקע. הרכב הזבלים מוצג בטבלה 2. בתחתית כל מיכל הייתה שכבה של חצץ בעובי של כ-10 ס"מ על מנת לאפשר ניקוז תקין. המכלים הושמו על שולחנות מתכת כאשר מתחת

לכל מיכל היה מיכל איסוף למי נקז, בכל מיכל נזרעו 3 פקעות תפוז"א מהזן מונדיאל. הזריעה התבצעה ב - 10/2/98, וחיסול הניסוי היה ב - 9/6/98, סה"כ 120 ימי גידול.

כללית, ניתן לראות כי אין מגמה אחידה בריכוזי היסודות בסוג מסוים של קומפוסט לעומת האחרים. בבוצה היו ריכוזים גבוהים יחסית של נחושת (Cu), ברזל (Fe), עופרת (Pb) ואבץ (Zn).

השקיה התבצעה באמצעות טפטפות נעץ מתווסתות עם מפצל ל - 4 צינוריות עם טפטפות חץ (חברת נטפים), ספיקה שעתית למיכל 2 ליטר לשעה. דישון פרופורציונאלי ניתן בכל הטיפולים בדשן "שפר 3 (7-3-7)" באמצעות משאבת דוסיטרון. הדישון ניתן בכל השקיה החל מחודש לאחר ההצצה (15/3/98).

הטיפולים היו:

1. A - 4.5 מ"ק לדונם של קומפוסט זבל בקר ( $OC = 257 \text{ kg/dunam}$ );
2. B - 9 מ"ק לדונם של קומפוסט זבל בקר ( $OC = 514 \text{ kg/dunam}$ );
3. C - 18 מ"ק לדונם של קומפוסט זבל בקר ( $OC = 1027 \text{ kg/dunam}$ );
4. D - 4.5 מ"ק לדונם של קומפוסט בוצה ( $OC = 620 \text{ kg/dunam}$ );
5. E - 9 מ"ק לדונם של קומפוסט בוצה ( $OC = 1241 \text{ kg/dunam}$ );
6. F - 18 מ"ק לדונם של קומפוסט בוצה ( $OC = 2481 \text{ kg/dunam}$ );
7. G - ביקורת ללא זיבול;
8. H - כופתיות (בקר: עופות = 1:2) ברמה של 800 ק"ג לדונם ( $OC = 219 \text{ kg/dunam}$ );
9. Z - ביקורת ללא צמח וללא זבל.

כל טיפול היה ב-6 חזרות באקראי, סה"כ 48 מכלים, נוסף לכך היו 2 מכלים ללא צמחים וללא זיבול (טיפול Z). פעם בשבוע עד שבועיים נמדד נפח הנקז שדלף מכל מיכל, ונלקחה דגימה לבדיקת חומר אורגני ולבדיקות אחרות. שלוש פעמים במהלך העונה נבדקו גם ריכוזי מתכות כבדות, יסודות קורט ואלמנטים אחרים במי-הנקז.

**תוצאות:** סך כל דליפת החומר האורגני מוצגת באיור 1. ניתן לראות, כי כמות הפחמן האורגני שדלפה מהקרקע בניסוי הליזימטרים הייתה עד כ-9 ק"ג פחמן אורגני לדונם (תחת יחס היישום הגבוה) הן בזיבול בקומפוסט מזבל בקר והן בקומפוסט מבוצה. דליפת חומר אורגני במי-הנקז בטיפול הכופתיות, ביחס היישום שננקט (800 ק"ג/ד") לא הייתה שונה מאשר בקרקע ללא זיבול. גם בשיעורי הזיבול הגבוהים בקומפוסט זבל הבקר ובקומפוסט הבוצה, הכמויות הכלליות של פחמן אורגני שדלפו לא עלו על 0.9% ו-0.4%, בהתאמה, מכמויות הפחמן האורגני שהוספו בזבלים.

ריכוז מתכות כבדות ויסודות אחרים במי-נקז באחד ממועדי הדגימה מוצגים בטבלה 3. ניתן לראות כי ריכוז כל היסודות הנחשבים רעילים הוא נמוך ביותר. בנוסף, בטבלה מוצג התקן למי-שתייה. הערכים שנמדדו נמוכים ביותר ביחס לתקן.

ברור כי אין להסיק מסקנות משנה אחת ומיישום חד-פעמי של קומפוסט, הן לגבי דליפת TOC והן לגבי דליפת מתכות.

### 3. סיכום המחקר עד כה

המחקר נמצא בעיצומו. הופרד חומר אורגני שמקורו בקולחים ואשר שהה בחתך הקרקע תקופות מתמשכות, בין יום אחד ל-5 חודשים. עתה ניגש לאיפיון האינטראקציות בין החא"מ לבין מתכות כבדות שונות, בתלות בשינויים שחלו באופי החא"מ בעת שהייתו בקרקע.

גם לגבי ה-TOC שמקורו בזבלים, המחקר נמצא בראשיתו. המערכות הניסוייות עומדות, וראינו כי דליפת ה-TOC היא בשיעור של חלקי אחוז מכלל הכמות שיושמה. גם ריכוז יסודות הנחשבים רעילים במי-הנקז הוא נמוך ביותר. ברור כי אין להסיק מסקנות משנה אחת ומיישום חד-פעמי של קומפוסט, הן לגבי דליפת TOC והן לגבי דליפת מתכות, וכי יש להמשיך במחקר.

טבלה 1: ריכוז נתונים על הפקת חומר אורגני והפרדתו למרכיבי גודל. מקור החומר האורגני הוא במי-נקז מליזמטרים עם אקליפטוס שהושקו במי-קולחים ובמים שפירים.

מספר החבית	סוג מים או טיפול השקיה	Filtration stage	Filtration fraction	Sampling Date	Initial EC
113	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	6.1.99	14.94
115	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	1.10.98	6.49
115	השקיה במי-קולחים	B-dil	Diluted 1:4	1.10.98	2.40
115	השקיה במי-קולחים	C-dil	300<C<0.45	1.10.98	2.62
115	השקיה במי-קולחים	D-dil	F<300	1.10.98	2.58
115	השקיה במי-קולחים	E-dil	30<C<300	1.10.98	2.55
115	השקיה במי-קולחים	F-dil	F<30	1.10.98	2.51
115	השקיה במי-קולחים	G-dil	1<C<30	1.10.98	2.70
115	השקיה במי-קולחים	H-dil	F<1	1.10.98	2.53
115	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	22.1.99	6.15
115	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	6.1.99	9.70
115	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	(6+22)/1/99	8.12
115	השקיה במי-קולחים	B	<0.45um	(6+22)/1/99	7.50
115	השקיה במי-קולחים	B-dil	<0.45um	(6+22)/1/99	2.06
115	השקיה במי-קולחים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	(6+22)/1/99	1.54
115	השקיה במי-קולחים	D-dil	Filtrat<300KD	(6+22)/1/99	2.03
117	השקיה במים שפירים	A	ללא סינון	6.1.99	13.70
117	השקיה במים שפירים	B	<0.45um	6.1.99	13.60
117	השקיה במים שפירים	B-dil	<0.45um	6.1.99	2.18
117	השקיה במים שפירים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	6.1.99	2.18
117	השקיה במים שפירים	D-dil	Filtrat<300KD	6.1.99	2.14
118	קולחים והחלפה לשפירים	A	ללא סינון	6.1.99	17.44
118	קולחים והחלפה לשפירים	B	<0.45um	6.1.99	17.30
118	קולחים והחלפה לשפירים	B-dil	<0.45um	6.1.99	2.10
118	קולחים והחלפה לשפירים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	6.1.99	2.26
118	קולחים והחלפה לשפירים	D-dil	Filtrat<300KD	6.1.99	2.25
120	קולחים והחלפה לשפירים	A	ללא סינון	6.1.99	1.42
121	קולחים והחלפה לשפירים	A	ללא סינון	6.1.99	21.90
122	קולחים והחלפה לשפירים	A	ללא סינון	22.1.99	6.00
122	קולחים והחלפה לשפירים	B	<0.45um	22.1.99	5.74
122	קולחים והחלפה לשפירים	B-dil	<0.45um	22.1.99	1.85
122	קולחים והחלפה לשפירים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	22.1.99	2.08
122	קולחים והחלפה לשפירים	D-dil	Filtrat<300KD	22.1.99	2.06
123	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	1.10.98	9.85
123	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	22.1.99	2.94
123	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	6.1.99	14.95
123	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	(6+22)/1/99	7.85
123	השקיה במי-קולחים	B	<0.45um	(6+22)/1/99	7.65
123	השקיה במי-קולחים	B-dil	<0.45um	(6+22)/1/99	2.02
123	השקיה במי-קולחים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	(6+22)/1/99	1.98
123	השקיה במי-קולחים	D-dil	Filtrat<300KD	(6+22)/1/99	1.94
125	השקיה במים שפירים	A	ללא סינון	1.10.98	
125	השקיה במים שפירים	A	ללא סינון	22.1.99	11.27
125	השקיה במים שפירים	B	<0.45um	22.1.99	11.10
125	השקיה במים שפירים	B-dil	<0.45um	22.1.99	2.00
125	השקיה במים שפירים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	22.1.99	2.15
125	השקיה במים שפירים	D-dil	Filtrat<300KD	22.1.99	2.15
128	השקיה במים שפירים	A	ללא סינון	1.10.98	
129	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	1.10.98	
129	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	6.1.99	22.86
130	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	1.10.98	
130	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	22.1.99	8.90
130	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	6.1.99	16.60

29/04/99

ריכוז נתוני סינון - דיווח שנתי אפריל 1999.xls

All Samples

מספר החבית	סוג מים או טיפול השקיה	Filtration stage	Filtration fraction	Sampling Date	Initial EC
130	השקיה במי-קולחים	B	<0.45um	(6+22)/1/99	11.50
130	השקיה במי-קולחים	B-dil	<0.45um	(6+22)/1/99	2.10
130	השקיה במי-קולחים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	(6+22)/1/99	2.10
130	השקיה במי-קולחים	D-dil	Filtrat<300KD	(6+22)/1/99	2.07
131	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	6.1.99	14.60
132	קולחים והחלפה לשפירים	A	ללא סינון	22.1.99	7.94
132	קולחים והחלפה לשפירים	B	<0.45um	22.1.99	7.90
132	קולחים והחלפה לשפירים	B-dil	<0.45um	22.1.99	2.02
132	קולחים והחלפה לשפירים	A	ללא סינון	6.1.99	20.30
132	קולחים והחלפה לשפירים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	22.1.99	2.00
132	קולחים והחלפה לשפירים	D-dil	Filtrat<300KD	22.1.99	2.00
133	השקיה במים שפירים	A	ללא סינון	1.10.98	
133	השקיה במים שפירים	A	ללא סינון	6.1.99	23.67
134	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	1.10.98	
134	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	22.1.99	6.07
134	השקיה במי-קולחים	B	<0.45um	22.1.99	5.97
134	השקיה במי-קולחים	B-dil	<0.45um	22.1.99	2.09
134	השקיה במי-קולחים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	22.1.99	2.04
134	השקיה במי-קולחים	D-dil	Filtrat<300KD	22.1.99	2.18
136	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	1.10.98	
136	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	22.1.99	7.90
136	השקיה במי-קולחים	B	<0.45um	22.1.99	7.65
136	השקיה במי-קולחים	B-dil	<0.45um	22.1.99	2.07
136	השקיה במי-קולחים	C-dil	300KD<Concent<0.45um	22.1.99	2.08
136	השקיה במי-קולחים	D-dil	Filtrat<300KD	22.1.99	2.03
139	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	1.10.98	
139	השקיה במי-קולחים	A	ללא סינון	6.1.99	18.00
123-1	השקיה במי-קולחים	B	F<0.45	1.10.98	2.34
123-1	השקיה במי-קולחים	B-dil	Dilution 1:4	1.10.98	2.16
123-2	השקיה במי-קולחים	C-dil	300<C<0.45	1.10.98	2.22
123-2	השקיה במי-קולחים	D-dil	F<300	1.10.98	2.10
123-2	השקיה במי-קולחים	E-dil	30<C<300	1.10.98	2.10
123-2	השקיה במי-קולחים	F-dil	F<30	1.10.98	2.10
123-2	השקיה במי-קולחים	G-dil	1<C<30	1.10.98	2.10
123-2	השקיה במי-קולחים	H-dil	F<1	1.10.98	1.97
OPE	קולחים מבריכת חימצון	A	ללא סינון	25.10.98	2.30
OPE	קולחים מבריכת חימצון	B	F<0.45	25.10.98	2.22
OPE	קולחים מבריכת חימצון	C	300<C<0.45	25.10.98	2.33
OPE	קולחים מבריכת חימצון	D	F<300	25.10.98	2.33
OPE	קולחים מבריכת חימצון	E	30<C<300	25.10.98	2.21
OPE	קולחים מבריכת חימצון	F	F<30	25.10.98	2.17
OPE	קולחים מבריכת חימצון	G	1<C<30	25.10.98	2.23
OPE	קולחים מבריכת חימצון	H	F<1	25.10.98	2.23
OPE	קולחים מבריכת חימצון	A	ללא סינון	18.10.98	2.27
OPE	קולחים מבריכת חימצון	B	F<0.45	18.10.98	2.26
OPE	קולחים מבריכת חימצון	C	300<C<0.45	18.10.98	2.20
OPE	קולחים מבריכת חימצון	D	F<300	18.10.98	2.18
OPE	קולחים מבריכת חימצון	E	30<C<300	18.10.98	2.17
OPE	קולחים מבריכת חימצון	F	F<30	18.10.98	2.15
OPE	קולחים מבריכת חימצון	G	1<C<30	18.10.98	2.29
OPE	קולחים מבריכת חימצון	H	F<1	18.10.98	2.15
OPE	קולחים מבריכת חימצון	A	ללא סינון	6.1.99	2.46



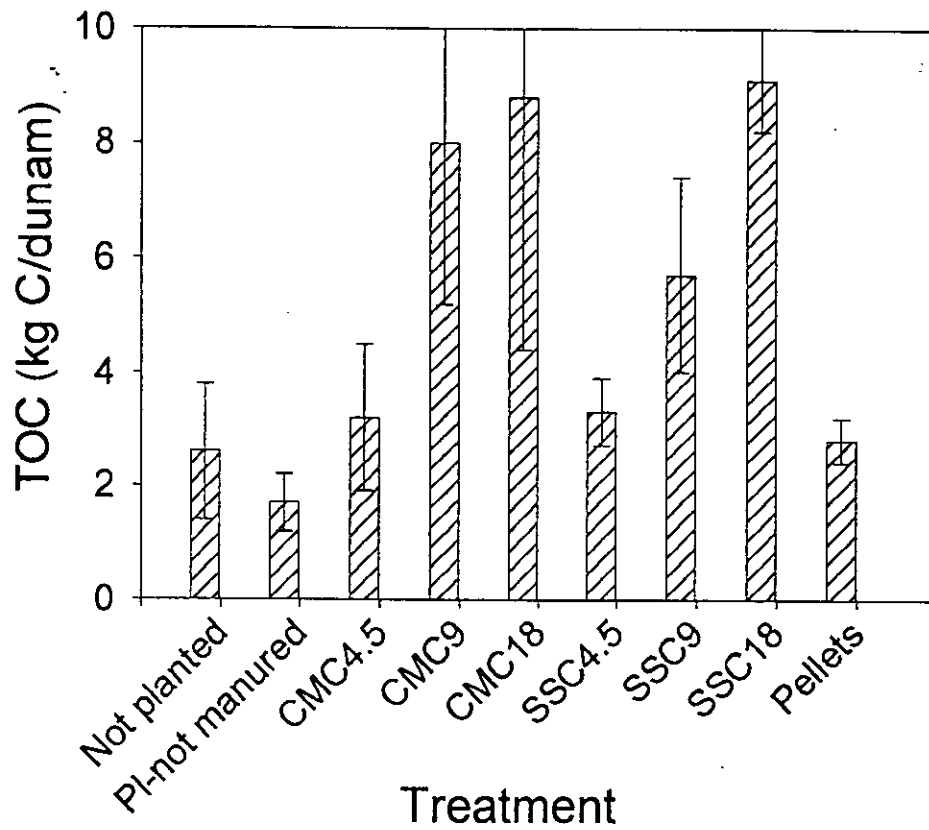
טבלה 2: הרכב הקומפוסטים והכופתיות בניסוי לזימטרים בתפוא"א אביביים

קומפוסט זבל בקר		קומפוסט בוצה		כופתיות (בקר: עופות 1:2)		יסוד
SD	ממוצע	SD	ממוצע	SD	ממוצע	
	10.7		32.65		27.35	OC (%)
0.04	1.17	0.02	1.78	0.01	2.3	Total N (%)
(מ"ג/ק"ג)						
	13.13		8.13		15.64	As
	1.21		1.52		2.13	Cd
	8.49		4.5		7.48	Co
	15.86		15.96		15.25	Cr
	95.9		235.4		74.3	Cu
	7300		9962		1643	Fe
	1.88		0.87		0.91	Li
	263.4		117.7		334.2	Mn
	5.58		5.12		7.71	Mo
	18.01		14.16		24.42	Ni
	8461		10004		19861	P
	16.5		161.8		16	Pb
	3624		6188		6446	S
	21.48		11.48		23.27	Se
	9.22		8.9		11.23	Sn
	40.8		76.1		3.9	Ti
	19.33		14.82		14.8	V
	187		1035		458	Zn

Values are averages and standard deviations of results from 6 lysimeters.									
Tukey test at $p < 0.05$ was used for the Pairwise multiple comparison procedure. Same letter (or no letter) signifies that the difference between averages was statistically nonsignificant.									
bdl = below detection limit									

איור: סך כל דליפת הפחמן האורגני (בק"ג/ד') בניסוי הליזימטרים בגידול תפוחי-אדמה בקרקע חמרה-חולית, שהוסף לה קומפוסט בוצה (בכמות של 4.5, 9, 18 מ"ק/ד') או קומפוסט זבל בקר (בכמות של 4.5, 9, 18 מ"ק/ד') או כופתיות (800 ק"ג/ד') או ללא תוספת.

Potato season (2-6/1998): TOC leaching



total TOC leached.JNB

## סיכום עם שאלות מנחות לדו"ח המחקר

### 1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח:

המטרה הכללית היא ידיעה, הבנה ובקרה של תהליכים בקרקע מזובלת בבוצה ובזבלי משק החי למניעת נזק אפשרי לגידול ולמניעת זיהום בית השורשים, החתך הלא-רווי ומי-תהום.

### 2. עיקרי הניסויים והתוצאות בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

בצענו שני ניסויים בלזימטרים:

(א) דליפת TOC בהשקית אקליפטוס במים שפירים לעומת מי-קולחים: התמקדנו באיפיון ההשפעה של משטרי שטיפה ומשך שהייה בקרקע על הרכב החומר האורגני המומס ועל ריכוז המתכות. התוצאות העיקריות מתייחסות (1) לדליפת חומר אורגני, (2) פילוג גודלו המולקולרי, ו-(3) הרכב מתכות כבדות במרכיבי הגודל השונים.

(ב) גידול תפוז"א בזיבול בקומפוסט זבל בקר ובקומפוסט בוצה, כ"א ב-3 שיעורים (4, 5, 9, 18 מ"ק/ד'), ובכופתיות (בקר-עופות ביחס 2:1) בהשוואה לביקורת ללא זבל. מצאנו כי דליפת חומר אורגני הגיעה לכ-9 ק"ג/ד' בטיפול הזיבול הגבוהים. מתכות כבדות בנקז היו בריכוזים נמוכים מאד, הרבה פחות מהמותר במי-שתייה לפי התקן הישראלי. למרות הדישון שניתן עם המים בכל מהלך הגידול, יבול הפקעות הגיב חזק מאד לזיבול בקומפוסט זבל בקר (היבול גדל עד פי 3) אך לא לקומפוסט הבוצה. הדבר ניתן לייחוס למדדי ריכוז וזמינות של יסודות הזנה בזבלים עצמם (אך לא התייחסנו לכך בשלב זה). הניסוי עתה בשנתו השנייה.

### 3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

זיבול, סוג מי-ההשקיה וממשק השקיה (משטר שטיפה ומשך שהייה בחתך הקרקע) משפיעים מאד על כמות והרכב החומר האורגני במי-הנקז. נושא זה ממשיך להבדק בשנה הנוכחית.

### 4. הבעיות שנותרו לפתרון ואו השינויים שחלו במהלך העבודה

(א) המשך (3); (ב) איפיון החומר האורגני המומס ומרכיביו; (ג) איפיון האינטראקציות בין מרכיבי החא"מ למתכות כבדות נבחרות.

### 5. צורת הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח

ימי עיון לחקלאים בעיקר בנושא הגידולי (תפוז"א): ממשק, דישון, הרכב כימי של הפקעות, איכות וכד'. הצד המחקרי של מיזעור דליפת מזהמים בד"כ פחות מעניין אותם.