



2000-2000

תקופת המחקר:

855-0029-00

קוד מחקר:

קרקעות חקלאיות כאתר פוטנציאלי לסילוק קומפוסט אשפת ערים

שם

המחקר:

מוסד: אגף לחקר הסחף, משרד התקלאות, בני-דגו

חוקר ראשי: דר' מנחם אגסי

מאמרים:

חוקרים
שותפים:תקציר

טיפול הקומפוסט הגדילו את כמות המים הזמינים לצמחים עקב צמצום ההתאדות והנגר העילי, והגדילו את יכול הגרורים בכ-100%. קצב פירוק הקומפוסט על פי קצב פליטת CO₂ הוא איטי יחסית. תופעה זו היא די חיובית מבחינתנו בהתייחס לשכבת הקומפוסט כשומרת על ערכי חידור גבוהים של הקרקע ומפחיתה נגר עילי של מי גשם, כמבודדת מפני התאדות וכספקית של עודפי חנקות היכולות לדלוף אל מתחת לבית השורשים. טיפולי הקומפוסט העלו את רמת ה-SAR והמוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע. יש לציין שערכי המוליכות החשמלית ורמת יחס ספיחת הנתון של הקומפוסט בו אנו משתמשים הם גבוהים מאוד ולכן תוצאות אלו מייצגות את הקומפוסט בו אנו משתמשים.

עקב שאריות של חומרי הזנה בקרקע מגידול קודם, לא ניתן להסיק משנה זו אם תכולת חומרי ההזנה בקומפוסט וקצב שחרור חומרי ההזנה מהקומפוסט מאפשרים לוותר על תוספת חומרי הזנה (דישון).

בנוסף לא ניתן להסיק אם קצב שחרור החנקות מהקומפוסט עולה על קצב צריכתן על ידי הגידול, ומכאן שיש סכנת דליפת חנקות אל מתחת לבית השורשים. רק לאחר כמה שנות עבודה נוספות ללא תוספת דשן נוכל לענות על שאלה זו. ריכוזי המתכות הכבדות העיקריות בקומפוסט אינו עולה על זה, הנדרש לפי תקן זמני ת"י 801. לא נמצאה הצטברות של מתכות אלו בקרקע, בביומסה או בגרגרי החיטה עקב טיפולי הקומפוסט. גם במקרה של המתכות הכבדות, דרוש מספר שנות ניסויים רב יותר כדי לקבוע אם פיזור קומפוסט בכמויות הנהוגות בניסוי זה מסוכן לסביבה או לגידולים.

"קרקעות חקלאיות כאתר פוטנציאלי לסילוק קומפוסט אשפת ערים"

Agricultural soils as a potential site for the disposal of composted municipal wastes

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

על ידי

מנחם אגסי, יורם בנימיני, אפרים פיזיק ומשה גוטסמן, התחנה לחקר הסחף
אביבה הדס, פנחס פיין וגיא לוי, המכון לקרקע ומים, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, בית דגן
לנה ז'בלב, המחלקה לגיאוגרפיה, אוניברסיטת בר אילן
שי קטאין, דני ארז, שה"מ

Menachem Agassi, Yoram Benyamini, Efrayim Fizik, Moshe Gottesman, Soil Erosion
Research station.

Aviva Hadas, Pinchas Fein, Guy Levi, The Institute of Soil and Water, ARO, Volcani
Institute, Bet Dagan.

Lena Jablev, The Department of Geography, University Bar Ilan.

Shai Katain, Dany Erez, Shaham.

נובמבר 2000

חשון תשס"א

תוכן

- חלקות הניסוי, המכשור ובדיקות כימיות
- תוצאות
 - גשמים ונגר
 - הגידול
 - רטיבות הקרקע
 - יחס ספיחת הנתרן SAR
 - המוליכות החשמלית
 - כלור
 - מתכות כבדות
 - חנקן
 - זרחן
- יסודות הזנה, הערכות ארוכות טווח
- סיכום ומסקנות
- הבעת תודה

תקציר הצעת המחקר

כמות הפסולת העירונית הולכת וגדלה מדי שנה. מציאת פתרון מעשי מבחינה כלכלית וידידותי לסביבה, לסילוק המרכיב האורגני בפסולת, הוא נושא בעל עדיפות עליונה. בד בבד ישנה חשיבות רבה להגדלת יעילות ניצול המים בחקלאות (מי גשם ומי השקיה). פיזור קומפוסט אשפת ערים על פני הקרקע בשדות חקלאיים יכול לשמש כפתרון לסילוק פסולת עירונית מחד, ומאידך כחיפוי קרקע, עשוי לשפר את מאזן המים בשדה (לצמצם אובדן מים לנגר והתאדות). מטרת המחקר המוצע היא ללמוד האם ניתן להשתמש בקרקעות חקלאיות כאתר לסילוק פסולת עירונית שעברה קומפוסטציה מבלי להזיק לסביבה ולחקלאות. המחקר בוצע בשדה לאחר הסקת המסקנות מניסויי המעבדה בשנה א' למחקר. התרומה הצפויה מהמחקר המוצע היא פיתוח שיטה בדוקה וטובה יותר לסילוק קומפוסט אשפה עירונית בהשוואה לשיטות הסילוק הנהוגות כיום אפשרי גם שלפתרון המוצע תהיה תרומה חיובית לחקלאות.

חלקות הניסוי, המכשור, מדידות ובדיקות כימיות

חורף 1999/2000 הוא החורף הרביעי שבו פוחר קומפוסט על פני הקרקע. שטח הניסויים היה בשדה חיטה מזן נירית בקיבוץ רוחמה והשטח טופל כשטח מסחרי לכל דבר, בתוספת של הקומפוסט בלבד. אתר הניסויים היה במדרון עם תפנית מזרחית ובשיפוע של 3-5%. על פי סקר הקרקע, הקרקע היא מטיפוס חומה בהירה ליסית סיינית חרסיתית, על גבי חרסית קבורה. קרקע זו אופיינית לשטחים נרחבים באזור הנגב הצפוני. מקור הקומפוסט במפעל אמניר, עפולה. בסבלה 1 מוצגות תכונות הקרקע והקומפוסט. החלקות הוכנו בתחילת נובמבר 1999 ומערך הניסויים כלל:

- (1) טיפול ביקורת ללא קומפוסט, ללא דישון.
 - (2) פיזור 10 קוב לדונם קומפוסט אשפת ערים (שנה רביעית), ללא דישון.
 - (3) פיזור 30 קוב לדונם קומפוסט אשפת ערים (שנה רביעית), ללא דישון.
 - (4) פיזור 30 קוב לדונם קומפוסט אשפת ערים (שנה שלישית) ללא דישון.
- בשנות הניסוי הקודמות, 1996 ו-1997, טיפולים 1,2,3 קבלו דישון מקובל. טיפול 4 שהתחיל רק בשנת 1997, לא קבל דישון. בסתיו 1988 נזרע תלתן בשטח ולכן לא דושן בחנקן. בגלל מיעוט הגשמים התלתן לא התפתח ובפועל השטח היה כרב. בשנת 1999 לא היה צורך בדישון על פי מודל גילת לדישון חיטה. הקומפוסט פוחר על ידי מפזרת מסחרית על פני הקרקע (לא הוצנע). לאחר הפיזור נזרע השדה בחיטה מזן נירית עם מזרעה מסחרית. כל טיפול היה בארבע חזרות, לבד מטיפול 3 שהיה בשלוש חזרות.

ממדי החלקות: 20 מ' אורך, 6 מ' רוחב עם 2 מ' רווח בין החלקות. דגימות קרקע נלקחו ארבע פעמים במשך עונת החורף: (1) ב-3-4 לנובמבר עם גמר עיבודי הכנת מצע לזרעים, אבל לפני פיזור הקומפוסט ולפני רדת הגשמים, (2) ב-8 לפברואר לאחר שירדו לפחות 190 מ"מ גשם, (3) ב-13 למרץ לאחר שירדו כ-37 מ"מ גשם, (4) בסוף חודש יולי לאחר קציר החיטה. בכל חלקה בוצעו שני קידוחים, אחד במעלה החלקה ואחד בתחתיתה, לדגימות קרקע מהעומקים 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-110, 110-130, 130-150 ס"מ.

בשנה זו חילקנו את כל חלקות הניסויים לשני חלקים: חלק עליון באורך של 5 מ' ללא זריעת חיטה והחלק התחתון באורך של 15 מ' זרוע כרגיל. מטרת פעולה זו הייתה ללמוד באופן ישיר את השפעת טיפולי הקומפוסט על ההתאדות הישירה של מי הגשם מפני הקרקע הרטובים.

בדגימות הקרקע נבדקו: הרטיבות המשקלית, תכולת חנקן זמינים, כלור, מוליכות חשמלית, מתכות כבדות (תכולה כללית) ורמת ה-SAR. המדדים הכימיים נבדקו בדגימות באותו חלק של החלקות עם הגידול ואילו בדיקות הרטיבות נעשו בדגימות קרקע באותו חלק של החלקות ללא גידול.

באתר הוצבו 3 סוגי מכשירים למדידת גשם: א. מכשיר גשם רושם על סרט נייר ב. מכשיר גשם המעביר פעימות חשמליות לאוגר נתונים ג. מד גשם זעיר (מ"גז) המודד סה"כ גשם בזמן נתון.

תוצאות

גשמים ונגר

כמות הגשם שירדה בעונה זו הייתה כ- 226 מ"מ. כמות זו נמוכה מהממוצע הרב שנתי לאזור (כ- 300 מ"מ). לא היו בכלל אירועי נגר בכל הטיפולים. בחלקות הביקורת היה נגר מקומי אבל מי נגר לא יצא מתוך החלקות.

הגידול

על אף כמות הגשם הנמוכה יחסית, החיטה התפתחה די יפה אבל חסרו כ- 30 מ"מ גשם במשך חודש מרץ למילוי גרגרי החיטה ולכן גם בחורף זה יבולי החיטה בכל הטיפולים היו נמוכים יחסית. היבול בביקורת, בטיפול 10 קוב ובטיפול 30 קוב היו: 120, 160, 190 קג"ד בהתאמה. עקב פיזור די גרוע של הקומפוסט בעיקר בטיפול של 30 קוב לדונם, יש שטחים בחלקות שעובי הקומפוסט בהם מגיע ליותר מ- 5 ס"מ, כאשר על פי החישוב העובי היה צריך להיות 3 ס"מ. בשטחים כאלו יש עיכוב בהצצה ולפעמים גם אין הצצה בכלל. כאשר השטחים קטנים, חיוץ הקנים מפצה ואין "קרחות" אבל כאשר השטחים גדולים יחסית, יש קרחות בטיפולים האלו. אף על פי כן היבול בטיפול ה- 30 קוב היו ב- 60% יותר גבוהים מטיפול הביקורת. לא נמצאו הבדלים בהשפעת הטיפולים על המשקל נפחי של הגרגרים, שהיה כ- 190 וכן לא היה הבדל ב % החלבון, שהיה 18.6 ± 0.6 .

רטיבות הקרקע

בדיקות הרטיבות נעשו רק בחלקות ללא גידול. בצירור וטבלה 2 מוצג פילוג רטיבות הקרקע מארבע דגימות הקרקע בטיפולים השונים. טבלה 2 מסכמת את סה"כ הרטיבות המשקלית בקרקע עד לעומק 170 ס"מ. מהטבלה נראה שבדגימת נובמבר אין הבדל בכמות המים בקרקע בהשפעת הטיפולים השונים. תופעה זו חוזרת על עצמה כל שנה. לאחר שירדו כ- 190 מ"מ גשם הייתה תוספת מים בקרקע, כ- 81 מ"ק בביקורת לעומת יותר מפי 2 בטיפול הקומפוסט. שוב רואים שגם טיפול של 10 קוב

קומפוסט לדונס מספיק כדי למנוע התאדות כמו טיפולי 30 קוב לדונס. בדגימת מרק, לאחר שירדו עוד 37 מ"מ גשם, כבר היו הפסדי מים דומים מהתאדות בכל הטיפולים. כלומר יעילות החיפוי במניעת ההתאדות בתנאים אלו שווה לזו של הביקורת. בדגימת יולי אנו מוצאים כי כל המים "שהרווחנו" במשך החורף כולם הלכו לאיבוד בהתאדות.

נתוני הבדיקות הכימיות נלקחו מדגימות קרקע משטח החלקות עם גידול. דגימות נובמבר 1999 התבצעו לפני פיזור הקומפוסט, לפני ירידת גשם ורק לאחר גמר עיבודי הכנת המצע לזרעים. כך ששאריות הקומפוסט מיישום קודם הוצנעו בקרקע ונכללו במועד זה בשכבה של 0-20 ס"מ. בשאר מועדי הדגימות, הקומפוסט שפורז השנה פונה מפני הקרקע לפני הדגימה כך שאופק 0-20 ס"מ אינו כולל את שכבת הקומפוסט.

SAR (יחס ספיחת הנתרן, יס"נ)

בציור 2 מוצגת השתנות יס"נ מחודש נובמבר 99 (לפני פיזור הקומפוסט וירידת גשם) ועד לחודש יולי 2000 (סוף עונת הגשמים). באופן כללי ניתן לומר שגם אחרי 4 שנות יישום של קומפוסט אין עלייה בערכי היס"נ לעומת הביקורת ביישום שנתי של 10 קוב לדונס. ביישום שנתי של 30 קוב לדונס, בפני הקרקע, יש עלייה מ-1, ל-3.5 שזו עלייה משמעותית ואילו בעומק אין עלייה משמעותית.

המוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע (EC)

בציור 3 מוצגת השתנות המוליכות החשמלית של הקרקע מחודש נובמבר 1999 (לפני פיזור הקומפוסט וירידת גשם) ועד לחודש יולי 2000 (סוף עונת הגשמים). ניתן מדד זה הוא בעייתי כי חלק ניכר מהתרומה לערכי המוליכות החשמלית בקרקע נובע מחומרי מזון, בעיקר תרכובות החנקן, הנצרכים על ידי הצמחים ומיקרו אורגניזמים בקרקע ובהם אנו דנים באופן נפרד. כלומר מדד זה הוא תלוי במדדים אחרים לכן לא נדון בו כאן בנפרד.

כלור

בציור 4 מוצגת השתנות ריכוזי הכלור בקרקע מחודש נובמבר 1999 (לפני פיזור הקומפוסט וירידת גשם) ועד לחודש יולי 2000 (סוף עונת הגשמים). באופן כללי הסדר של ריכוזי הכלור בהשפעת הטיפולים הוא צפוי: 30 קוב שנה רביעית > 30 קוב שנה שלישית > 10 קוב שנה רביעית > ביקורת. הכלור הוא מדד חשוב להערכת הזיהום במלחים מסיסים. יש עלייה משמעותית בריכוזי הכלור בכל טיפולי הקומפוסט מפני הקרקע ועד לעומק של 100 ס"מ. חשוב לציין שהעלייה בריכוזי הכלור בטיפול 10 קוב לדונס היא כחצי מהעלייה, של ריכוזים אלו, בטיפול ה- 30 קוב לדונס.

מתכות כבדות

נתוני הריכוז הכללי של מתכות כבדות ויסודות אחרים בקרקע ובקומפוסט מוצגים בטבלאות 3,4. בחודש יולי 2000 נלקחו דגימות קרקע לבדיקת יסודות כימיים מעומק 0-20 ס"מ בלבד. באופן כללי ריכוזי היסודות בקומפוסט דומים או אפילו נמוכים מאלו של קרקע

הביקורת למעט בכסף, קדמיום, נחושת, נתרן, זרחן, עופרת, גופרית ואבץ שריכזיהם גבוהים בהרבה בקומפוסט לעומת הביקורת. גם בעונה זו לא נמצאה עלייה בריכוזי המתכות בקרקע בהשפעת טיפולי הקומפוסט. עלייה מסוימת לעומת הביקורת נמצאה בנחושת, בבדיל ובאבץ. יש גם עלייה בריכוז הנתרן הקשורה לריכוזים גבוהים של נתרן כלורי בקומפוסט המתבטאים גם בעלייה עוקבת במוליכות החשמלית, ביס"נ ובריכוז הכלור. מטבלה 4 ניתן לראות כי אין כל הבדל בריכוזי היסודות הנבדקים בגרגרי החיטה של טיפולי הקומפוסט בהשוואה לביקורת.

השתנות ריכוזי יסודות ההזנה הזמינים בקרקע במהלך העונה

יש לזכור שבשנה זו לא ניתן דישון בכלל בחלקות הניסוי.

חנקן

ריכוזי החנקות בקרקע מוצגים בציור 5. בחודש נובמבר 1999, לאחר הצנעת כל השאריה האורגניות בשכבת 20 ס"מ עליונים של הקרקע על ידי עיבודי מצע הזרעים, לפני פיזור הקומפוסט בשנה זו ולפני הגשמים, היו ריכוזי החנקות ב- 40 הס"מ העליונים גבוהים הרבה יותר מאשר בשנים קודמות באותו זמן. סיבה עיקרית לכך היא שבשנה הקודמת, בה גדל תלתן בקרקע עד חודש מרס, לא נוצל החנקן בקרקע כמו בשנים בהם גדלה חיטה בשטח. ההשפעה השאריתית של טיפולי הקומפוסט ניכרת מאד בשכבת הקרקע העליונה. בפברואר, אחרי שירדו 190 מ"מ גשם, נדחקו החנקות לעומק שמתחת ל- 40 ס"מ כשריכוזי השיא בשכבת 60-80 סמ'. חרגה מכלל זה הביקורת, בה נמצא ריכוז גבוה מאד של חנקה בשכבה 40-60 סמ'. אין הסבר לכך שהתפלגות החנקה עם העומק הייתה שונה בביקורת משאר הטיפולים ושריכוז השיא היה כל כך גבוה. גם סכימה של כמויות החנקות בקרקע עד עומק 110 סמ' (טבלה 5) מצביעה על עליה לא סבירה בביקורת בחודש פברואר. באמצע חודש מרס, אחרי 37 מ"מ נוספים של גשם, נשמרה התפלגות החנקות עם העומק בדומה לזו שבפברואר (ציור 5), אך כלל כמות החנקות בקרקע עד 110 סמ' ירדה באופן משמעותי.

בחודשים מרס - אפריל גדלה החיטה במהירות, קולטת חנקן ומגבירה את הפעילות המיקרוביאלית ולכן את הקיבוע של החנקן בקרקע באמצעות השורשים המעשירים את הקרקע בתרכובות פחמן. הקליטה המשוערת של חנקן על ידי חיטה, שנתנה יבול גרעינים של 120 קג/ד בביקורת ו- 160-190 קג/ד בטיפולי הקומפוסט, עם % חלבון גבוה של 18.5 (3% חנקן), היתה בגבולות של 4.5 עד 7 קג/ד (בהנחה ש 80% מהחנקן שנקלט נמצא בגרעינים). קשירת החנקן בקרקע קטנה יותר מהקליטה, אולם היא עשויה להיות מוגברת בשלבי גידול מוקדמים ולהשתחרר מאוחר יותר, מה שיכול להסביר איכותית את הכמויות הנמוכות של חנקן זמין במרס בהשוואה לאחר הקציר (טבלה 5). כמוותית, הידידה בחנקן הזמין בין פברואר למרס או לסוף יולי גדולה מהקליטה והקשירה בקרקע, מה גם שהקומפוסט אמור לשחרר חנקן זמין בתקופה זו.

ריכזי החנקן כאמון בקרקע בנובמבר היו 10 מג/קג בביקורת וכ- 17 מג/קג בטיפול הקומפוסט בשכבה 0-20 ס"מ וכ- 5 מג/קג בשכבות העמוקות יותר. בדיקות במועדים האחרים נתנו תוצאות גבוהות ובלתי מציאותיות לכל עומק הקרקע, בכל הטיפולים. בשנים הקודמות היו ריכזי האמון בקרקע נמוכים במשך כל תקופת הגידול.

זרחן

ריכזי הזרחן הזמין בקרקע בעומק 0-20 ס"מ (טבלה 6) היו גבוהים, במידה שלא דרשה דישון בשנה זו. ככל שגדלה שתשומת הקומפוסט כן גבוהה יותר רמת הזרחן הזמין. גם בעומק 20-40 ס"מ ניכרת השפעת הקומפוסט בהשוואה לביקורת

יסודות הזנה – הערכות ארוכות טווח

ריכזי הזרחן צפויים להמשיך לעלות ועם הזמן להשפיע יותר גם מתחת ל-20 ס"מ עליונים. כל עוד הקומפוסט מונע נגר וסחף אין סכנה סביבתית מרמות הזרחן הגבוהות. השימוש בקומפוסט במשך כמה שנים גרם לעליה רבה מאד של יכולת אספקת חנקן וזרחן זמינים משכבת 30 ס"מ עליונים של הקרקע, כפי שנבדק ב"שיטת גילת" להערכת חנקן וזרחן זמינים לחיטה בנגב (טבלה 7). יכולת אספקת חנקן וזרחן זמינים מטיפול רצוף של 4 שנים ב-10 קוב קומפוסט לדונם אינה נמוכה בהרבה מזאת של 30 מק"ד. גם רמת החומר האורגני שהצטברה בקרקע עד מאי 1999 לא שונה באופן מובהק בין טיפולי הקומפוסט (דו"ח לשנת 1998/99). מסקנה אפשרית היא שאחרי 3 שנים של יישום רמת קומפוסט גבוהה לקרקע לית תוספת אורגנית לקרקע מתפרקת יותר מהר, כי הקרקע התקרבה לרזויה מבחינת קיבול החומר האורגני, וכתוצאה מזה שחרור החנקות יהיה רב יותר. לא ראינו זאת בצורה ברורה בבדיקות החנקות, אך העלמות חנקות בתקופת החורף מעבר למוסבר על ידי קליטה בחיטה, וגם הריכוזים הגבוהים למדי בשכבת הקרקע 80-110 ס"מ בפברואר מרמזים על דליפה לעומק, אולי בנתיבים מועדפים. מעשית – 10 מק"ד קומפוסט מספיקים לשימור המים, לבניית רמת חומר אורגני ורמת יסודות הזנה גבוהה, ואין סיבה להעמיס את הקרקע בתשומת קומפוסט גדולה מזו.

סיכום ומסקנות

במשך 4 שנים נבדקה השפעת פיזור שנתי של קומפוסט אשפת ערים בחלקות (20x6 מ') בשדה פלחה מסחרי בקיבוץ רוחמה. הקומפוסט מפוזר על ידי מפזרת זבל מסחרית כל שנה לאחר גמר עיבודי מצע הזרעים ולכן נשאר כחיפוי על פני הקרקע במשך תקופת הגשמים. שאריות הקומפוסט מוצנעות כל שנה על ידי העיבודים להכנת מצע הזרעים. הטיפולים שנבדקו היו ביקורת ללא פיזור קומפוסט, 10 ו-30 קוב קומפוסט לדונם, כל טיפול ב-4 חזרות. לבד מן השנה הראשונה והשנייה, החלקות לא דושנו. גם חלקות הביקורת לא דושנו כי בגלל מיעוט הגשמים, בכל שנות המחקר, והיבולים הנמוכים לא היה חוסר בחומרי מזון.

בכל שנות המחקר הקומפוסט הגדיל את כמות המים הזמינים בקרקע לפחות פי 2 לעומת הביקורת בגלל צמצום ההתאדות מפני קרקע רטובים וכן מניעת נגר עילי לחלוטין. מניעת הנגר העילי מנעה כמוכן את סחף הקרקע. הגדלת כמות המים הזמינים בקרקע הגדילה את יבול החיטה פי 2 לפחות, למעט בחורף 97/98 שהיה שחון במיוחד וצמחי הגידול, תלותן לזרעים, כולם מתו מיובש. כמות חומרי המזון הזמינים בטיפול הקומפוסט הייתה תמיד מספיקה ליבול הפוטנציאלי של חיטה בתנאי רטיבות אופטימליים.

לא היה כל יתרון לטיפול 30 קוב על פני הטיפול של 10 קוב קומפוסט לדונם, הן מבחינת יעילות שמירת מי הגשם והן מבחינת אספקת חומרי מזון. לעומת זאת לא נמצא כל נזק משמעותי לקרקע או לגידול מטיפול 30 קוב. יש לזכור שמסקנות עבודה זו מתבססות על ניתוח נתוני קרקע מעומק של 150 ס"מ בלבד, כך שאין ביכולתנו להעריך על סמך ניסוי זה סכנת זיהום מי תהום מתוצרי פירוק הקומפוסט. מלכתחילה בחרנו לעבוד באזור זה שאין בו מי תהום כאשר איננו יודעים את פוטנציאל הזיהום של הקומפוסט.

הרכב הקומפוסט נבדק כל שנה. למעט תכולת נתרן כלורי גבוהה יחסית ויסודות כימיים כמו כסף, קדמיום, עופרת, גופרית ואבץ שריכוזם בקומפוסט גבוה באופן משמעותי לעומת קרקע הביקורת, ריכוז שאר היסודות הכימיים דומה או נמוך מזה של הקרקע. יש לזכור שבבדיקת ה"מתכות הכבדות" (ICP) נבדקת הכמות הכללית של היסוד וריכוז זה אינו מייצג את ריכוז היסוד במצב זמין (דרגת המסיסות במים או חומצות חלשות. לא נמצאה עלייה בתכולת "מתכות כבדות" בקרקע ולא ביבול לעומת הביקורת.

ביישום של 10 קוב אין בכלל עלייה בערכי ה-SAR של הקרקע לעומת עליה מערך של 1 בביקורת לעומת 3.5 ב-30 קוב, בעומק 0-20 ס"מ. עם העומק השפעת היישום של 30 קוב לדונם על ה-SAR הולכת ופוחתת. לגבי כלור יש עלייה משמעותית בריכוזו בכל טיפולי הקומפוסט, מפני הקרקע ועד לעומק של 100 ס"מ. ריכוז הכלור בביקורת עד לעומק 150 ס"מ הוא ~ 1 מא"ק/ל לעומת 4 ו-15 (בעומק 0-20 ס"מ) ביישומים 10 ו-30 קוב בהתאמה. ריכוזים אלו יורדים בהדרגה עם העומק ונעשים קרובים מאוד לריכוז הביקורת בעומק של 150 ס"מ.

הריכוזים הממוצעים של נתרן וכלור בקומפוסט הם: 3.5 ו-4 גרם לק"ג בהתאמה. לכן יישום של 10 קוב לדונם יתרום כל שנה כ- 20 קג"ד נתרן וכ- 24 קג"ד כלור ופי 3 ביישום של 30 קוב לדונם. להשוואה, השקאה במי קולחים בריכוז של כ- 300 מ"ג כלור בליטר ו-230 מ"ג נתרן בליטר, בכמות שנתי של כ- 600 קוב לדונם, תורמת כל שנה כ- 180 קג"ד כלור ו-140 קג"ד נתרן.

מסקנות

- ניתן בהחלט להשתמש בקרקעות חקלאיות בדרום הארץ כאתר לפיזור שנתי של קומפוסט אשפת ערים בכמות של עד 30 קוב לדונם ללא גרימת נזק לקרקע או לגידולים.
- רצוי מאוד למצוא דרכים להקטין את כמות הנתרן הכלורי באשפה העירונית.
- מבחינה כלכלית טהורה לא משתלם לחקלאים להשתמש בקומפוסט אשפת הערים באופן שנבדק בניסוי זה. העלויות הכרוכות בקניית הקומפוסט, הובלתו ממקום הייצור

ופיזורו בשטח, עולות על הרווח הצפוי לחקלאי מהכפלת היבול, מניעת שימוש בדשנים ומניעת סחף קרקע. כיום, ייצור קומפוסט אשפת ערים הוא בצפון הארץ והשטחים הפוטנציאליים לשימוש בו, על פי עבודה זו, הם בדרומה. עובדה זו מייקרת את עלותו לחקלאי והופכת אותו לבלתי כדאי לשימוש. מאידך החקלאים מכירים בטובה שתצמח להם מהשימוש בקומפוסט ומוכנים לצרוך כל כמות שהיא אבל המגבלה היא כלכלית כאמור. אם יבנו מפעלים לייצור קומפוסט אשפת ערים בדרום הארץ ו/או יחוקק החוק של "המזהם משלם" אזי בהחלט ניתן יהיה להשתמש בקרקעות החקלאיות בדרום הארץ כאתר לסילוק קומפוסט אשפת ערים לטובת הסביבה, החברה ורווחת החקלאים.

הבעת תודה

אנו מבקשים להביע תודתנו למר רמי פולקו, רכז גד"ש, קיבוץ רוחמה על עזרתו ותרומתו החיונית לביצוע המחקר וכן למפעל אמיר עפולה על תרומתו הנדיבה לביצוע המחקר.

טבלה 1: הרכב ותכונות הקרקע והקומפוסט

תכונה	בקרקע	בקומפוסט
אנליזה מכנית		
חול %	47.5	-
טלת %	15.0	-
חרסית %	37.5	-
צפיפות ג' לטמ"ק	1.35	0.58
PH מיצוי מימי 1:10	8.0	5.9
מוליכות חשמלית (dSm^{-1}), מיצוי מימי 1:10	0.7	2.81
כלור (מ"ג בליטר)	5.6	504
קק"ח 1 ק"ג קרקע/(+)cmol	20	-
נתון ספוח % מקק"ח	1	-
SAR מיצוי מימי 1:10	0.6	3.9
חומר יבש (%) ⁶⁵	-	88
חומר אורגני % מחומר יבש (⁴⁰⁰)	0.9	30
י'פחמן אורגני	-	17.4
י'חנקן כללי	-	0.87
C/N	-	20
י'זרחן כללי % מחומר יבש	-	0.18
מיצוי KCl 1:10 (בסיס חמר יבש)	-	-
NH ₄ -N מ"ג לק"ג	-	4.3
NO ₃ -N	-	עקבות
מיצוי במים 1:6 (בסיס חמר יבש)	-	-
PH	-	6.8
מוליכות חשמלית dSm^{-1}	-	5.03
NH ₄ מ"ג בק"ג	12.0	21.5±4.3
NO ₃	8.0	6.4±1.2
Kjel-N	-	984±63
מיצוי במים 1:6 (בסיס חמר יבש ⁸⁰ , 20 ש')	-	-
NH ₄ מ"ג לק"ג	-	134±1.7
Kjel-N	-	2340±190

¹המצון בביכרוחט בלי חימום פקטור 1.3

טבלה 2: הרטיבות בקרקע של שדה הניסויים ברוחמה (ללא גידול) טיפולים
ובתאריכי הדיגום השונים, עד לעומק 170 ס"מ (חישוב משקלי)

תאריך דגימה	ביקורת	כמות מים בכל טיפול מ"ק לדונם			כמות גשם במ"מ *
		10\4	30\4	30\3	
נובמבר-99	260	255	283	276	0
פברואר-00	341	431	450	452	190
תוספת מים	81	176	167	176	
מרץ-00	328	401	432	441	37
תוספת מים	-13	-30	-18	-11	
יולי-00	244	263	300	264	0

* כמות הגשם שירדה מדגימת קרקע אחת לזו שאחריה, כל אחד מ"מ גשם
שווה לאחד מטר מעוקב מים לדונם

טבלה 4: ריכוז יסודות כימיים בגרגירי חיטה יוני 2000 ובקומפוסט (ח"מ)

מחבת	קוב 30 שנה 4		קוב 10 שנה 4		ביקורת שנה 4		קומפוסט
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
Ag	0.2	0	0.2	0	0.2	0	9
Al	43.33	8.02	64.5	11.26	72.25	31.58	4500
As	1.2	2.11	1.2	0	1.2	0	1.2
B	21.33	5.68	26.25	6.65	37.5	13.5	88
Ba	4.36	1.4	4.75	0.25	4.85	1.74	132
Be	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.1
Ca	716.66	67.11	752.5	44.55	640.25	133.16	81200
Cd	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.9
Co	0.2	0	0.2	0	0.2	0	15
Cr	0.2	0	0.2	0	1.02	0.97	71
Cu	6.46	0.5	6.05	0.38	5.05	0.33	270
Fe	57.66	2.3	67.5	5.25	73	21.3	20270
Hg	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2
K	5783.33	577.26	6660	408.9	6757.5	118.7	3248
Li	0.1	0	0.1	0	0.1	0	6.5
Mg	1734.66	142.35	1812.2	84.81	1575.7	45.17	9310
Mn	45.33	5.77	45.75	1.89	43.25	1.5	313
Mo	0.56	0.46	1.47	0.86	0.47	0.35	13
Na	112.66	2.88	142.5	50.71	110.5	24.83	2659
Ni	3.13	2.46	0.9	0.84	1.75	1.27	24
P	4085.66	403.76	4730.2	289.08	4465.5	65.48	1893
Pb	0.4	0	0.4	0	0.4	0	127
S	1956	135.34	1994.2	50.66	1864.5	90.14	2640
Sb	0.7	1.05	0.7	0	0.7	0	0.7
Se	2.4	4.21	2.4	0	2.4	0	2.4
Si	53.33	21.22	42.5	12.47	35.75	4.64	523
Sn	0.3	5.27	0.3	0	0.3	0	2.9
Ti	0.66	0.2	0.72	0.27	0.85	0.36	220
V	3.2	0.43	3.35	0.23	2.95	0.36	36
Zn	83	6.08	74	6.97	46.75	6.65	655

טבלה 3: ריכוז יסודות כימיים בדגימות קרקע בעומק 0-20 ס"מ יוני 2000 ובקומפוסט (ח"מ)

קומפוסט	ביקורת שנה 4		קוב 10 שנה 4		קוב 30 שנה 4		מתכת
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
9	0.2	0	0.2	0	0.2	0	Ag
4500	19845	1805.3	5524.1	21060	759.01	27650	Al
1.2	2.2	0.72	0.75	1.57	1.19	2.53	As
88	69.75	36.25	20.82	53.5	9.45	71.66	B
132	91.5	2.64	10.34	102.75	2.88	120.33	Ba
0.1	0.1	0	0	0.1	0	0.1	Be
81200	77775	12234.2	10002.7	83875	10886	99066.6	Ca
0.9	0.1	0	0	0.1	0	0.1	Cd
15	21	2.58	4.76	21	4.5	26.33	Co
71	53.25	20.61	10.24	50.5	11.01	93.33	Cr
270	17.25	3.3	10.5	58.5	13.74	70	Cu
20270	17685	747.99	2067	17397	123.42	20726.6	Fe
0.2	0.2	0	0	0.2	0	0.2	Hg
3248	3337.5	224.08	598.1	3513.2	129.08	4518	K
6.5	11.75	1.25	4.75	13.42	1	19	Li
9310	9892.5	938.41	1016.24	10057	915.44	12693.3	Mg
313	387	10.42	8.73	388.75	13.22	420	Mn
13	27.5	2.08	8.18	30.5	1.52	39.66	Mo
2659	705.75	145.23	143.01	828.5	119.54	1137	Na
24	15.37	10.5	3	14.5	7	37	Ni
1893	457.5	38.1	139.93	645.25	77.07	698	P
127	10.87	1.31	12.01	33.5	8.88	39	Pb
2640	271.5	18.8	91.53	419.75	126.91	558.66	S
0.7	0.7	0	0	0.7	1.05	0.7	Sb
2.4	2.4	0	0	2.4	4.21	2.4	Se
523	769.75	184.5	441.59	518.5	207.39	296.66	Si
2.9	0.62	0.37	1.12	2.72	0.9	3.93	Sn
220	326.75	78.5	306.35	457.75	67.63	807.66	Ti
36	74	3.74	12.96	77	4.35	93	V
655	43.75	3.86	58.18	119	19	109	Zn

4722

טבלה 5: כמויות החנקן החנקתי בנפח הקרקע עד עומק 110 סמ' במועדי הדיגום השונים

מועד הדיגום				טיפול
14 נובמבר 99	8 בפברואר 00	13 למרס 00	סוף יולי 00	
קג' חנקן לדונם				
13	24	11	9	ביקורת
26	26	11	15	10 מק/ד קומפוסט
29	31	17	20	30 מק/ד קומפוסט, 3 שנ.
29	39	36	22	30 מק/ד קומפוסט, 4 שנ.

טבלה 6: ריכוז הזרחן (P-PO4) בעומקים 0-20, 20-40 ס"מ בהשפעת הטיפולים ומועדי הדגימות

תאריך דגימה	טיפול	ריכוז הזרחן מ"ג/ק"ג ועומק הדגימה בס"מ	
		0-20	20-40
נובמבר	ביקורת	15.2	4.4
"	10 קוב שנה רביעית	34.8	7.9
"	30 קוב שנה שלישית	46.6	8.2
"	30 קוב שנה רביעית	58.6	6.9
פברואר	ביקורת	18.1	
"	10 קוב שנה רביעית	43.6	
"	30 קוב שנה שלישית	58.3	
"	30 קוב שנה רביעית	74.5	
מרץ	ביקורת	13.0	
"	10 קוב שנה רביעית	28.6	
"	30 קוב שנה שלישית	38.5	
"	30 קוב שנה רביעית	67.8	
יולי	ביקורת	12.8	
"	10 קוב שנה רביעית	27.8	
"	30 קוב שנה שלישית	21.9	
"	30 קוב שנה רביעית	44.7	

תחנת ניקוז

ק"מ 3

טבלה 7 : כמות חומרי המזון בקרקע/בטיפולים השונים על פי תחזית גילת (יולי 2000)

PO4	N	
1.3	6.8	ביקורת
2.9	20.2	קוב 10
3.3	23.4	קוב 30

Fig 1 : Moisture percentage distribution in the soil profile, November 1999(n.c), February 2000(c&n.c), March 2000(n.c), July 2000(n.c) [c=crop n.c=no crop]

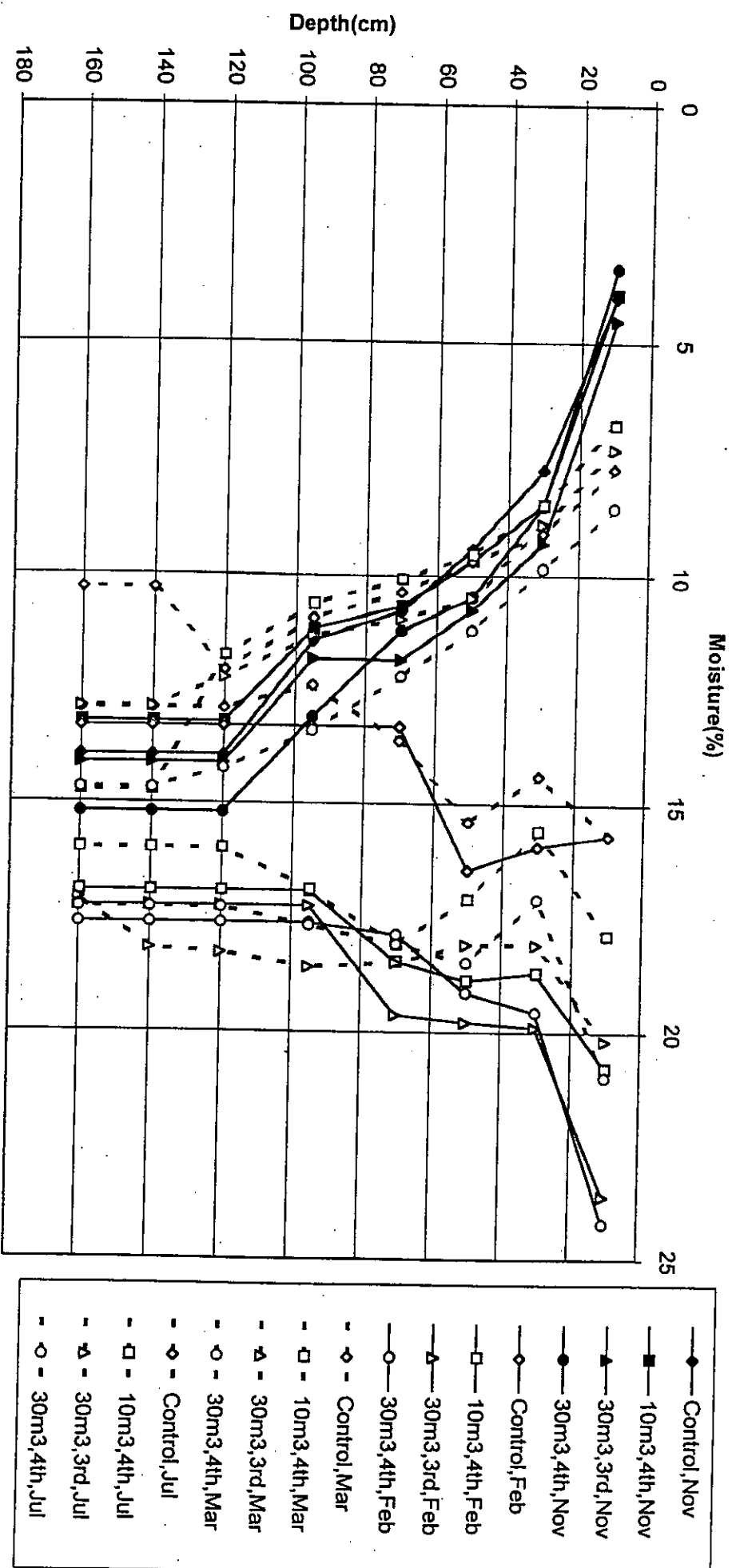


Fig 2: SAR distribution in the soil profile, November 1999, February 2000, March 2000, July 2000

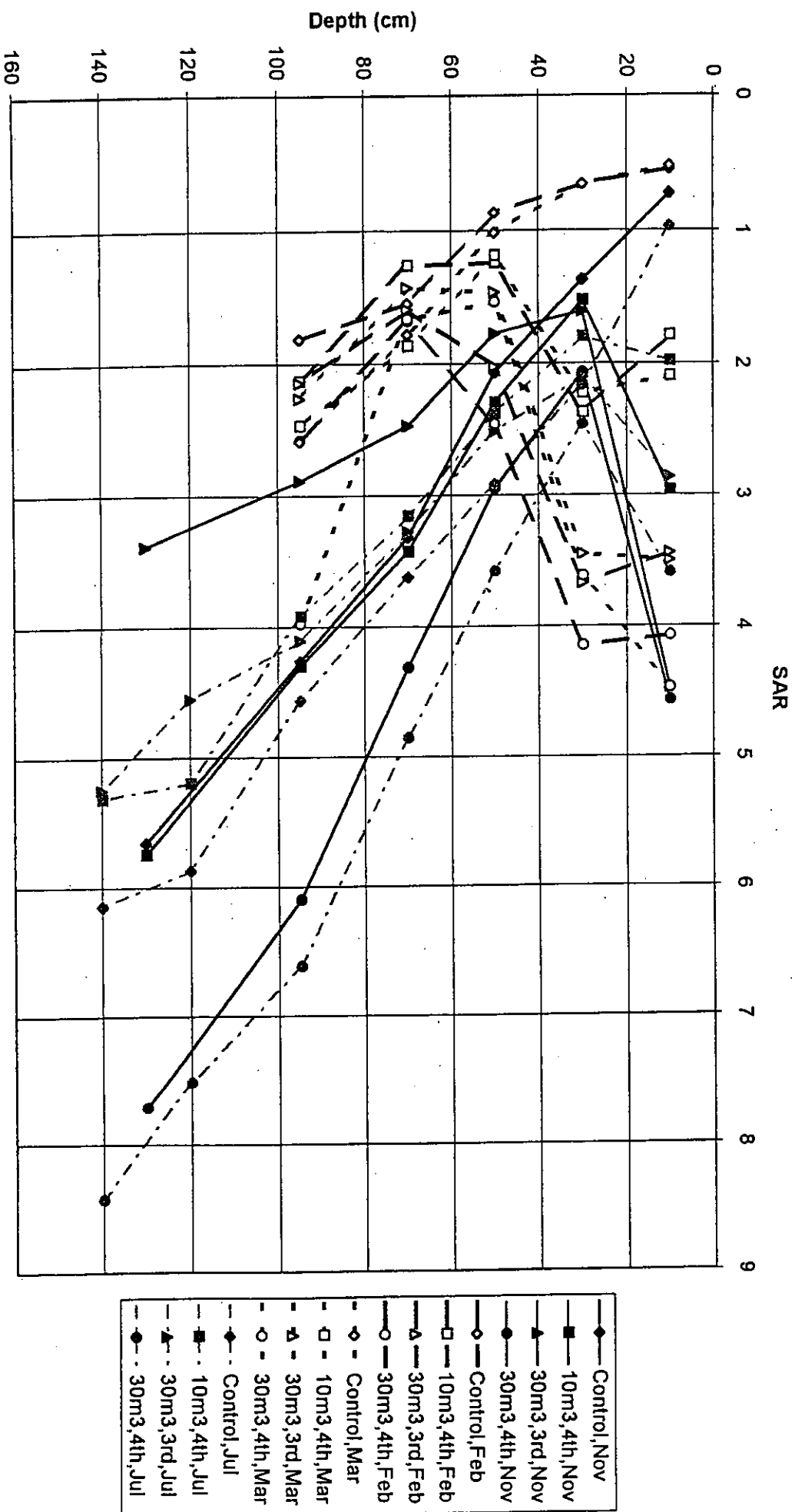


Fig 3: EC distribution in the soil profile, November 1999, February 2000, March 2000, July 2000

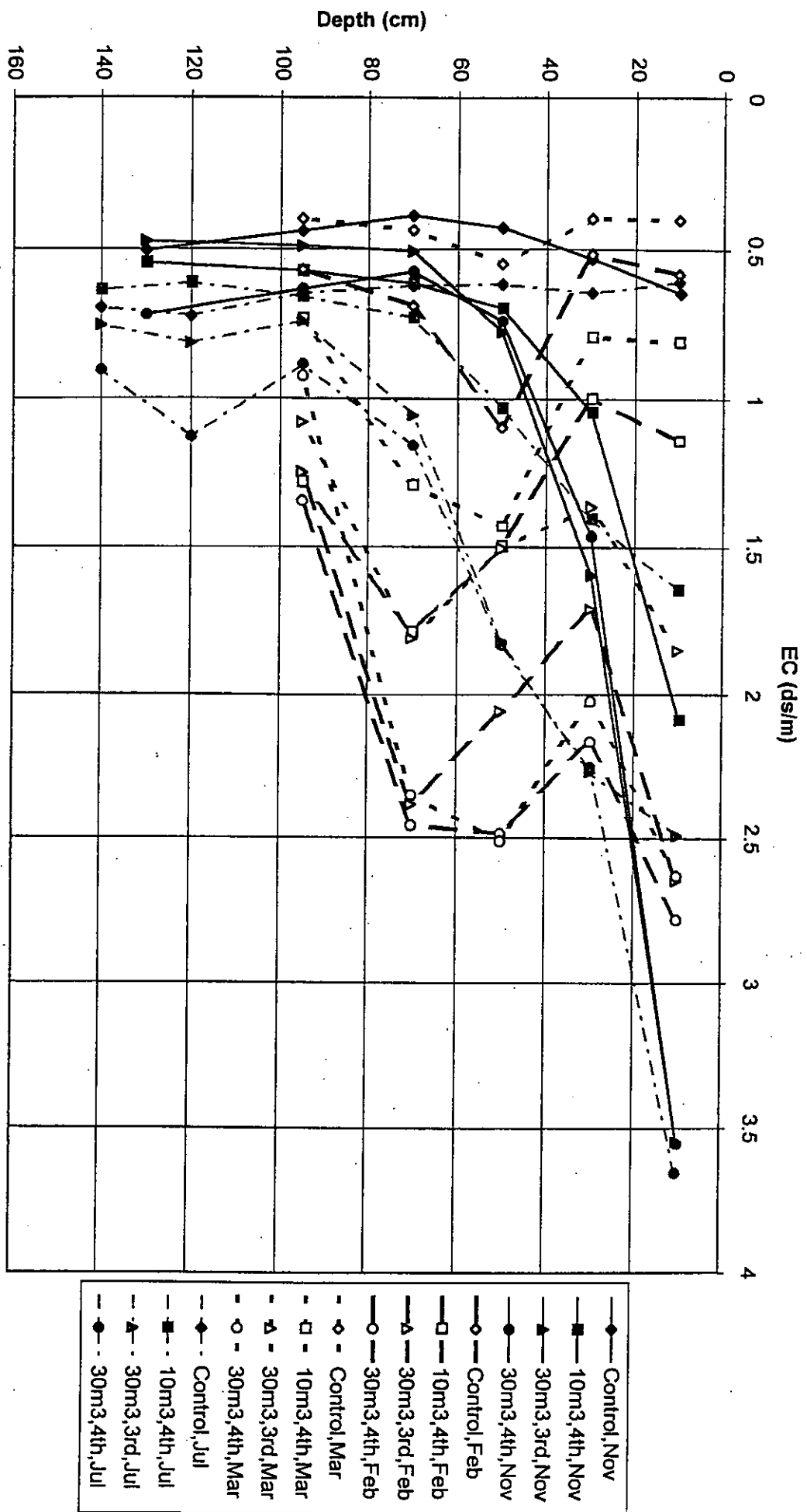


Fig 4: Cl distribution in the soil profile, November 1999, February 2000, March 2000, July 2000

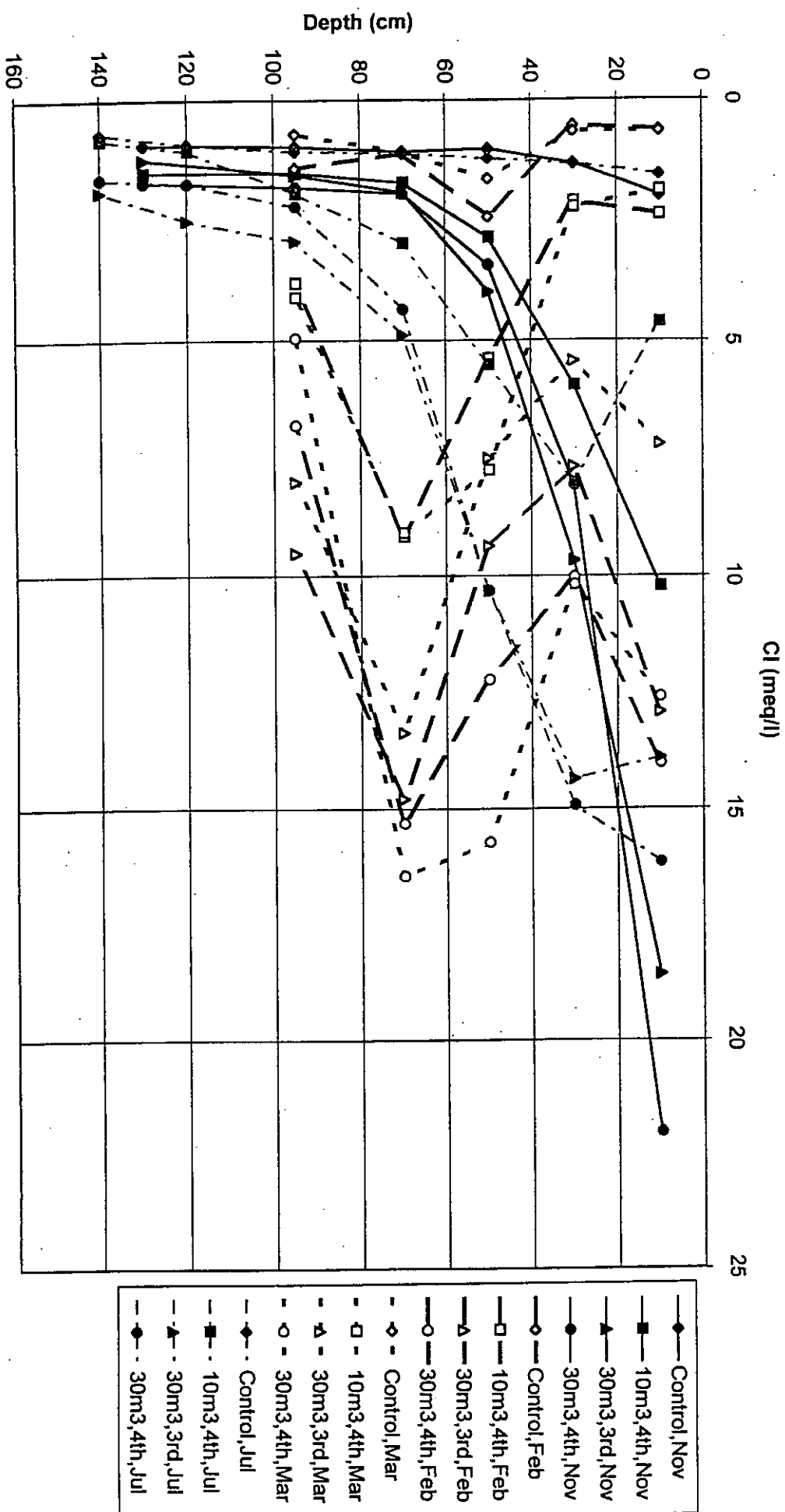


Fig 5 : N-NO₃ distribution in the soil profile, November 1999, February 2000, March 2000, July 2000

