

מיצוי יסודות קורט ביישום במס"א (בוצה מיוצבת בסיד ואפר פחם) בקרקעות חקלאיות

זמינותם לצמחיה –

תקציר עבודת מחקר לתואר שני

אלון משה¹, 2018

בהנחיית

ד"ר פנחס פיין², ד"ר נדיה טויטש³,

ובסיוע

Dr. Hans A. van der Sloot⁵, Prof. David Kosson⁴

1. המחלקה למדעי הקרקע והמים, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה

העברית

2. המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני לחקר החקלאות

3. המכון הגיאולוגי לישראל

4. Vanderbilt University, USA

5. Hans van der Sloot consultancy, The Netherlands

בוצה מיוצבת בסיד ואפר פחם (במס"א) הינה תערובת דיסון לקרקעות חקלאיות המורכבת מבוצת שפכים, אפר פחם מרחף וסיד (ביחס של 5:40:55, בהתאמה). במס"א מכילה יסודות קורט ויסודות עיקריים המהווים מקור הזנה יעיל לצמחיה, ומשפרת תכונות פיסיקליות, כימיות וביולוגיות של הקרקע. אולם, אפר הפחם המשמש ליצור הבמס"א עלול להגביר שחרור מתכות רעילות ואת זמינותם לצמח. מטרת מחקר זה היא לבחון את התרומה היחסית של רכיבי הבמס"א (אפר פחם ובוצת שפכים) לשחרור מזהמים פוטנציאלים, קליטתם על ידי צמחיה וחלחול למי תהום. המחקר התמקד בארבע מזהמים פוטנציאלים ארסן (As), בורון (B), מוליבדן (Mo) וסלן (Se) המנוטרים ע"י המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר ומשרד הבריאות. שחרור יסודות לתמיסת הקרקע הוערך בעזרת שני ניסויים שונים: (1) שיטת מיצוי US-EPA 1313 שבוחנת שחרור יסודות כתלות ברמת החומציות (pH) ו- (2) ניסוי מיני-ליזימטרים (ML) בחממת מכון וולקני. בנוסף למיצוי יסודות הקורט, ניסוי העציצים בחן גם את קליטת היסודות ע"י צמחיה תוך שימוש בחסה כצמח בוחן.

המחקר כלל שני סוגי קרקעות: חול דיונה (פלמחים) וקרקע חרסיתית (רבדים), אשר עורבבו עם במס"א, אפר פחם או בוצת שפכים בשתי רמות יישום - נמוכה וגבוהה. רמת היישום הנמוכה נקבעה על פי עומס החנקן השנתי המקסימלי המותר (500 kg N/ha), ורמת היישום הגבוהה הייתה פי חמש מערך זה (2500 kg N/ha). אפר פחם קולומביאני (La-Loma) נבחר לשימוש במחקר זה מאחר והוא מכיל ריכוזים גבוהים במיוחד של מזהמים פוטנציאלים. הבוצה במחקר הינה בוצת שפכים שניונית לא מיוצבת ממכון טיפול השפכים שפד"ן.

תוצאות מיצוי החומרים הגולמיים, בוצה ואפר פחם, כתלות ברמת החומציות הצביעו על שחרור מוגבר של מזהמים פוטנציאליים בטווח חומציות רחב. שחרור יסודות מזהמים אלה מהבמס"א מקורם באפר הפחם, ולכן שחרור יסודות מוגבר מתקיים גם בתערובות הבמס"א עם הקרקעות בכל טווח החומציות. הבוצה אינה מקור משמעותי ליסודות מזהמים.

ריכוזי מוליבדן, בורון וסלן שהשתחררו לנקזי העצמים כתוצאה מיישום במס"א ואפר פחם (בעצמים עם וללא צמח) הלכו וירדו כתלות ביחס השטיפה (מוצק/נוזל; L/S), כצפוי בתהליך שטיפה ראשונה ("first flush"). אולם, ריכוזי הארסן הושפעו פחות מיחס השטיפה. לדוגמא, ביישום במס"א בעומס גבוה בקרקע חולית ללא צמח (DS-NVS-H) פחת שחרור מתכות אלו כתלות ביחס מוצק/נוזל (5 – 0.3): 7.65 ל- 0.5 מ"ג בורון/ליטר, 1.65 ל- 0.03 מ"ג מוליבדן/ליטר, 0.18 ל- 0.02 מ"ג סלן/ליטר ו- 0.14 ל- 0.06 מ"ג ארסן/ליטר.

נמצאה התאמה טובה בין הריכוזים שנמדדו בניסוי העצמים לבין שיטת US-EPA 1313 עבור שתי הקרקעות בתוספת במס"א בעומס גבוה. ההתאמה המוצלחת ביותר נצפתה עבור ריכוזי סלן. התאמה חיובית זו מצביעה על חשיבות רמת החומציות כמשפיעה על מיצוי מזהמים פוטנציאליים לעומת שינויים ביחסי מוצק/נוזל וסוג הקרקע.

חישובי מאזן מסה של קרקעות מטופלות ולא מטופלות עם וללא צמח הכוללים קליטה על ידי הצמח ומיצוי לנקז של המזהמים הפוטנציאליים מצביעים כי אפר הפחם בבמס"א אינו משחרר מזהמים פוטנציאליים בכמות גבוהה ולכן הוא בטוח ליישום חקלאי. החלק היחסי של כל יסוד אשר השתחרר מקרקעות בתוספת אפר פחם או במס"א היה נמוך בהרבה עבור הקרקע חרסיתית מאשר בחולית. הכמות המקסימלית של מוליבדן, בורון, ארסן וסלן שהשתחררה כתוצאה מיישום אפר פחם ובמס"א בקרקע חרסיתית בשמונת שבועות גידול החסות (יחסי מוצק/נוזל בטווח 2-0.3) שקולה ל- 4%, 13%, 34% ו- 7% מתוך התכולה הכללית, בהתאמה. לעומת זאת, הכמויות שהשתחררו מתערובת במס"א ואפר עם קרקע חולית היו גבוהות בהרבה (11%, 65%, 84% ו- 29%, בהתאמה).

כל יבול החסות שהופק בניסוי העצמים נמצא בטוח למאכל אדם, מאחר וריכוזי היסודות בחסות לא הגיע לערך המרבי המותר בירק עלוותי (יבש) למאכל (1 מ"ג קדמיום/ק"ג, 1.5 מ"ג עופרת/ק"ג ו- 5 מ"ג ארסן/ק"ג). יחד עם זאת, יישומי במס"א ואפר פחם הגדילו את ריכוזי יסודות אלו בחסות בהשוואה לקרקעות לא מטופלות (0.55 לעומת 0.04 מ"ג קדמיום/ק"ג, 0.9 לעומת 0.5 מ"ג עופרת/ק"ג, ו- 0.45 לעומת 0.06 מ"ג ארסן/ק"ג, בהתאמה). תוספת בוצה ובמס"א לקרקעות הגדילה את יבול החסה. מלבד יישום הבוצה בעומס גבוה, לא נמצא מתאם סטטיסטי ביבול החסות (משקל יבש) בין כל שאר הטיפולים, למרות שביישומי בוצה ובמס"א נצפתה התפתחות מוגברת של חסה.

מיצוי המזהמים הפוטנציאליים שנבחנו בעבודה זו מושפע בעיקר מרמת החומציות של הקרקע ולכן במחקרים עתידיים, ניתן להיעזר בשיטת המיצוי תלוית דרגת חומציות, US-EPA 1313, לבחינת תוספי קרקע שונים.