

גלעד אוסטרובסקי

המחלקה המדעית, אדם טבע ודין

רועי קוצר

המחלקה המדעית, אדם טבע ודין

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

ציטוט מומלץ

אוסטרובסקי ג וקוצר ר. 2011. שימוש בקומפוסט בקרקעות חקלאיות – תועלת ומגבלות. *אקולוגיה וסביבה* 2(4): 298-292.



שראית מזון מופרדות במקור להכנת קומפוסט | הצילום באדיבות אדם טבע ודין

שימוש בקומפוסט בקרקעות חקלאיות – תועלת ומגבלות

6 בנובמבר, 2011

גיליון חורף 2011 / כרך 2(4)

[זרקוב](#)

תקציר

הפסולת האורגנית היא חלק נכבד מהפסולת הנוצרת במגזר העירוני והחקלאי. הטמנה או שרפה של הפסולת האורגנית גורמות לפליטות של גזי חממה ושל מזהמים אחרים ומבזבזות משאב יקר ערך. לעומת זאת, עיבודת הפסולת האורגנית לקומפוסט, עם או בלי עיכול אל-אווירני (אנאירובי) מקדים, ושימוש בה בשטחים חקלאיים, מקיימים תנאים חשובים בתפיסת הקיימות: צמצום פליטות מזהמים, צמצום השימוש במשאבי טבע מוגבלים כגון דשנים מינרליים, שמירה על תשתית קיום החיים בכדור הארץ וסיוע בשימור פוריות הקרקע. בצד התועלת הרבה, התעוררו ספקות וחששות באשר להשפעות הסביבתיות הנגרמות משימוש בקומפוסט בקרקע והועלו טענות על מגבלות השימוש.

במחקר זה נבחנו השפעת הקומפוסט על הקרקע וההשפעות הסביבתיות של ייצור הקומפוסט. המסקנות שהתקבלו הן:

א. קומפוסט תורם לטיוב הקרקע בהגדלת המגוון הביולוגי, בשיפור תאחיזת המים, בצמצום סחף ובשיפור פוריות הקרקע.

ב. השפעת הקומפוסט על היבול החקלאי היא חיובית: הוא תורם יסודות הזנה החיוניים לצמח, ומסייע בהגדלת היבול בגידולים חקלאיים רבים.
ג. באשר להשפעות הסביבתיות ולמגבלות השימוש, נמצא שהסיכון הכרוך בהצטברות מתכות כבדות ומלחים נמוך ביחס לתועלת שצומחת מן הקומפוסט. כמו כן נמצא שהסיכון מהשפעת פתוגנים נמוך אף הוא. מפגעי ריח מאתרי הטיפול עלולים ליצור בעיה משמעותית, אולם ניהול קפדני ושימוש באמצעים טכנולוגיים מתאימים יכולים לפתור אותה.

מבוא

פסולת אורגנית שמקורה בבוצת שפכים, בזבל בעלי חיים ובפסולת ביתית, היא מטרד מבחינה סביבתית, אולם באמצעות טיפול ביולוגי (קומפוסטציה ועיכול אל-אווירני [אנאירובי]) ניתן להפוך אותה למשאב שינוצל לטיוב קרקעות חקלאיות ולהגדלת היבולים, תוך צמצום השימוש בדשנים כימיים ובחומרי הדברה.

במצב הקיים, מרבית בוצת השפכים וזבל הרפתות מעובדים (בעיכול אל-אווירני ובקומפוסטציה), ומשמשים לדישון הקרקע, אולם הועלו ספקות הנוגעים למגבלות השימוש בהם. עיקר הטענות הן בדבר חוסר ביקוש מצד החקלאים, איכות לא מספקת של הקומפוסט, מפגעי ריח במהלך העיבוד, חסמים בשיווק התוצרת החקלאית שדושנה בקומפוסט ואפשרות לגרימת מפגעים סביבתיים בטווח הקצר (ריח) ובטווח הארוך (זיהום מים וקרקע).

כדי לקבל תמונה בהירה ומלאה של המצב ולבחון את התועלת והמגבלות שבשימוש בחומר אורגני בקרקעות חקלאיות, כונס פורום מקצועי בהשתתפות אנשי אקדמיה, נציגי חקלאים, יצרני קומפוסט ובעלי עניין נוספים.

קומפוסט כמטיב קרקע

א. יסודות הזנה ותרומה לפוריות הקרקע

פסולת אורגנית שעברה תהליך ייצוב (קומפוסט) היא תוצר של תהליכי פירוק ביולוגיים שבסופם מתקבל חומר עשיר בחומרי ההזנה החיוניים לצמח, ובהם פחמן, חנקן, זרחן ואשלגן אורגניים [4,3]. כפי שמוצג בטבלה 1, נוסף על כך, מכיל החומר האורגני יסודות קורט ומגוון מיקרואורגניזמים המקנים לו תכונות התורמות לפוריות הקרקע, כגון הגברת תאחיזת המים בקרקע, יצירת תלכידי קרקע ושימור חומר אורגני [18,13].

ב. יציבות הקרקע ותאחיזת מים

החומר האורגני מתפרק לחלקיקים יציבים שנקשרים למינרלים ולחומרים אורגניים ויוצרים תלכידיים הסופחים מים. כתוצאה מכך, הוא משפר את חלחול המים ומפחית את הסחף. בניסוי שבוצע בבית דגן, היה הנגר העילי בחלקה ללא בוצה גבוה פי ארבעה ויותר מהנגר בחלקה שטופלה בבוצה [9]. תכונה זו חשובה במיוחד בקרקעות הלס בצפון מערב הנגב, הרגישות במיוחד לסחף ולשחיקה. בקרקעות קלות משפר החומר האורגני את תאחיזת המים, ומצמצם איבוד מים מתחת לבית השורשים. ניסויים שבוצעו במקומות שונים בעולם מצאו ששימוש ב-5-15 טון קומפוסט לדונם העלה את אחוזי הלחות ב-1.5-4.4 במגוון קרקעות חקלאיות [16].

טבלה 1. ריכוז יסודות הזנה בקומפוסט על בסיס משקל חומר יבש, מתוך איזנקוט וזילברמן [3]

מגן (חלקיקים למיליון)	מוליכות חשמלית (דציסימנט למטר)	אשלגן (%)	זרחן (%)	חנקן (%)	חומר אורגני (%)	חומר יבש (%)	
309	4	0.3	0.2	4	57	18	בוצה שפכים
326	6	0.4	0.1	2	27	73	קומפוסט בוצה
	5	1.4	0.1	1	21	82	קומפוסט בקר
315	4	0.5	0.3	1	34	88	קומפוסט אשפת ערים

טבלה 1

ריכוז יסודות הזנה בקומפוסט על בסיס משקל חומר יבש, מתוך איזנקוט וזילברמן [3]

זשפעת הקומפוסט על היבול החקלאי

מהניסיון המצטבר ניכר שקומפוסט תורם לעלייה ביבול, במיוחד בקרקעות שוליות ועניות בחומר אורגני. בתנאי הגידול בארץ, קרקעות פלחה מגיעות לאחר 50 שנות עיבוד לגירעון בריכוז חומרי ההזנה, עד כדי פחיתה ניכרת בפוריותן וחוסר יכולת לכלכל גידולים חקלאיים. הדבר נכון במיוחד לחקלאות אקסטנסיבית, המשתמשת ברוב שטחי הגידול בישראל. לאחר 50 שנה יכול הגירעון בחנקן בשטחים אלו להגיע ליותר מ-100 ק"ג לדונם, וליותר מ-500 ק"ג לדונם כאשר מדובר באשלגן [1, 11].

קומפוסט מכיל חנקן, זרחן ואשלגן בכמויות שיכולות להחליף באופן מלא את הדישון הכימי בפלחה ולאזן את ריכוז חומרי ההזנה. יתרונו הוא בשחרור האטי שמאפשר לצמח לקלוט יותר חומרי הזנה לפני שהם מחלחלים לעומק הקרקע [4].

יסויים שנעשו בגידולי שדה מצאו שקומפוסט יכול לתרום להגדלת היבול במספר דרכים [3, 8, 9, 16]: עלייה באחוזי הנביטה, עלייה ביבול דגניים, עלייה בריכוז החלבון בגרגרי חיטה, גידול בנוף הצמח בגידולי שדה, ועמידות למחלות שורש.

במקומות מסוימים בארץ נמצאו עלייה של 20-50% ביבול החיטה ועלייה של כ-15% בריכוז החלבון בחיטה לאחר שימוש בקומפוסט [3]. בניסויים בתירס מספוא נמצא ששימוש בקומפוסט בוצה העלה את ריכוזי החנקן והזרחן בקרקע, וכי הצמחים היו גבוהים בכ-47% לעומת הביקורת (ללא דישון), והיבול (קנים וקלחים) גדל בכ-50% לעומת הביקורת ובכ-15% לעומת הדישון המינרלי (טבלה 2). קומפוסט הועיל למגוון רחב של גידולים, ובהם חיטה, תירס, תפוחי אדמה, סלק, כרוב, גפנים, תפוחי עץ ועוד. יעילותו בהגדלת ריכוז יסודות ההזנה הזמינים בקרקע ניכרת במיוחד בטווח הארוך [3, 4, 9, 16, 20]. תכונותיו של הקומפוסט כמטייב קרקע יכולות לסייע גם בהגדלת זמינות המים לצמח, במניעת סחף ובהגברת החסינות של הצמח כנגד מחלות, ובכך להגדיל את איכות היבול ואת כמותו [9, 3].

טבלה 2 מציגה את תרומתו של קומפוסט הבוצה לגידולי התירס. תירס שגדל על קומפוסט בוצה הניב יבולים גבוהים יותר מבחינת משקל הגבעולים והקלחים, הן ביחס לטיפול הביקורת הן ביחס לדישון הכימי. בטיפול ה' פוזרו בשדה 6.3 מ"ק בוצה ובטיפול ו' פוזרו 3.8 מ"ק קומפוסט.

טבלה 2. קציר סופי בחירס מספוא לאחר טיפולי דיכון שונים - גבעולים, קלחים ויבול צמחי כללי בחומר היבש, מתוך פיין ועמיתיו¹⁹
 סוגי הדיכון שנבדקו: דיכון יסוד - ניתן לפני תחילת הגידול; דיכון ראש - ניתן כשהצמחים שחולים בקרקע; בוצה - שימוש בבוצה שפכים ממכון טיהור ללא טיפול נוסף; קומפוסט בוצה - בוצה שפכים שעברה טיפול קומפוסטציה. בכל הטיפולים נוספו 2.3 ק"ג חנקן לדונם כחוצאה מהשקיה בקולחים. בטיפולי הבוצה ניתן גם דיכון ראש ברמה של 10 ק"ג לדונם.

טיפול	סוג דיכון	מקור הדשן	גבעולים		קלחים		סך כל החומר היבש	
			(חומר יבש ק"ג לדונם)	(% מדישון יסוד ראש)	(חומר יבש ק"ג לדונם)	(% מדישון יסוד ראש)	(חומר יבש ק"ג לדונם)	(% מדישון יסוד ראש)
א	ביקורת- ללא דיכון יסוד וראש	כימי / מינרלי	709	70%	560	62%	1,269	66%
ב	דיכון יסוד ללא דיכון ראש	כימי / מינרלי	902	88%	859	95%	1,761	91%
ג	דיכון ראש - ללא דיכון יסוד	כימי / מינרלי	865	85%	805	89%	1,670	87%
ד	דיכון יסוד וראש (מסחרי)	כימי / מינרלי	1,020	100%	908	100%	1,928	100%
ה	בוצה	אורגני	1,112	109%	1,068	118%	2,180	113%
ו	קומפוסט בוצה	אורגני	1,056	104%	1,189	131%	2,245	116%
ממוצע			968		911		1,879	

טבלה 2

קציר סופי בחירס מספוא לאחר טיפולי דיכון שונים - גבעולים, קלחים ויבול צמחי כללי בחומר היבש, מתוך פיין ועמיתיו¹⁹

סוגי הדיכון שנבדקו: דיכון יסוד - ניתן לפני תחילת הגידול; דיכון ראש - ניתן כשהצמחים שחולים בקרקע; בוצה - שימוש בבוצה שפכים ממכון טיהור ללא טיפול נוסף; קומפוסט בוצה - בוצה שפכים שעברה טיפול קומפוסטציה. בכל הטיפולים נוספו 2.3 ק"ג חנקן לדונם כחוצאה מהשקיה בקולחים. בטיפולי הבוצה ניתן גם דיכון ראש ברמה של 10 ק"ג לדונם.

השפעות סביבתיות ומגבלות השימוש

פיזור זבל בעלי חיים וקומפוסט בשטחים חקלאיים מחייב התייחסות להשפעות הסביבתיות העוללות לפגוע בקרקע, במי התהום ובסביבת הצומח והחי. ככלל, שימוש בקומפוסט צריך להיעשות כך שהקומפוסט לא יגרום מפגעים או יהווה סכנה לאדם או לסביבה. נתייחס להלן להיבטים הסביבתיים העיקריים:

א. מתכות כבדות

זבל בעלי חיים ופסולת ביתית שהופרדה במקור מכילים ריכוזים נמוכים של מתכות כבדות ואין בהם סיכון סביבתי. יש להדגיש שמרבית קרקעות ישראל הן בסיסיות, ולכן תנועת מתכות כבדות ומסויסות נמוכה ביחס לקרקעות חומציות, כדוגמת אלה הנמצאות בצפון אירופה ובמרכזה. החשש מנוכחות מתכות כבדות מתמקד בעיקרו בבוצה שפכים. השימוש בבוצה שפכים מוסדר בתקנות הבוצה^[12] שקובעות ערכים מרביים לריכוזי מתכות כבדות בבוצה. בניסויים שנערכו בארץ נמצא שריכוז המתכות הכבדות בגידולים על קרקעות שטופלו בקומפוסט מבוצה היו נמוכים מאוד, ודומים לריכוזים שנמצאו בצמחים שגדלו על קרקעות שדושונו כרגיל. ברוב הקרקעות, המתכות הכבדות אינן מצטברות בקרקע בריכוזים שעשויים לגרום לסיכון סביבתי או לפגיעה ביבול. עם זאת, נרשמה עלייה בריכוז המתכות בקרקע כאשר הוסף לה קומפוסט שמקורו בפסולת עירונית שאינה מופרדת במקור. במצב זה ניכרה עלייה מובהקת במתכות מסוימות בגרעיני חיטה שגודלו בקרקעות אלו (ד"ר רעיה וולקן, מידע בע"פ). מצד שני, יש לציין שחלק מהדשנים הכימיים מכילים מתכות כבדות אף הם. דוגמה בולטת לכך היא דשני זרחן, שהכילו ריכוזים גבוהים של קדמיום^[8].

לאור זאת, חשוב לשים דגש מיוחד על כמות המתכות המוספת לקרקע באמצעות קומפוסט ממקורות שונים (כמו בוצה ופסולת ביתית), ולא להסתפק בריכוז המתכות בקומפוסט. שימוש בכמויות גדולות של קומפוסט מדי שנה עלול להעלות את ריכוזי המתכות בקרקע עד כדי העלאה של ריכוזי המתכות בצמחים ובמי התהום. חשוב לציין כי אילוח (זיהום) של קרקעות במתכות

כבדות הוא חד-כיווני, והיכולת להוריד ריכוזי מתכות גבוהים בקרקע היא מועטה ביותר. לכן, מן הראוי להימנע מראש מהעלאה של ריכוזי המתכות בקרקע וזאת באמצעות ניטור רציף של ריכוז המתכות הכבדות בקומפוסט ובקרקע ובעזרת ניהול השימוש בקומפוסט לפי תוצאות הניטור (ד"ר רעיה וולקן, מידע בע"פ).



יתר הקומפוסט "דלילה" בשדות קיבוץ נחשון | הצילום באדיבות אדם טבע ודין

כ. חיידיקים מחוללי מחלות לאדם (פתוגנים)

בישראל לא מוכרים דיווחים על תחלואה כתוצאה משימוש בזבל טרי, לא כל שכן מקומפוסט בשל, שנוכחות הפתוגנים בו מופחתת באופן ניכר. במקומות רבים בעולם מוגבל שימוש בבוצות שפכים בדרך כלל על פי משך הזמן שחלף בין פיזור הבוצה בשדה לבין אסיף התוצרת. בישראל מותר השימוש רק בבוצות סוג א', כלומר בבוצות שעברו תהליכי ייצוב ו/או עיבוד לקומפוסט, ולכן הסיכון להפצת גורמי מחלה לאדם הוא קטן, ואין צורך בקביעת מגבלות כאלה. תקנות הבוצה מטילות על יצרני הקומפוסט את החובה לערוך בקרה שוטפת של ריכוז הפתוגנים בבוצה באמצעות מעבדה חיצונית, ולהבטיח את עמידת הבוצה בתקן התברואי, ולכן הסיכוי לנוכחות גורמי מחלה בקומפוסט מפסולת ביתית הוא נמוך ביותר [8,9,10].

ג. מלחים

ריכוז המלחים בקומפוסט גבוה מריכוזם בקרקע, אולם השפעתם על מליחות תמיסת הקרקע היא בדרך כלל שולית ואינה גורמת לנזק לקרקע או לגידול. מחישוב רמת המליחות בקומפוסט ביחס למסת הקרקע בשכבת החריש ניתן להסיק כי תרומת הקומפוסט למליחות הקרקע שולית, ואינה גורמת לסיכון לקרקע או לגידול בשימוש רגיל [8]. בניסויים, שנערכו בעמק יזרעאל ובנגב הצפוני ושהשתמשו בהם בקומפוסט בוצה (10 מ"ק לדונם), הייתה רמת המליחות בתמיסת הקרקע בבית השורשים נמוכה (פחות מ-1.2 דציסימנס למטר) ורחוקה מלהוות איום על גידולי שדה [3]. עלייה גבוהה יותר במליחות נמדדה כשהקומפוסט הוצנע בקרקע, וזאת בהשוואה לחיפוי הקרקע בקומפוסט. ריכוז הנתרן הוא מדד חשוב לאיכות הקרקע, ובחלק מהניסויים נמדדה ירידה בריכוזו לאחר שימוש בקומפוסט.

במקרה מסוים ניתן להראות שקומפוסט היה יעיל במיוחד בטיוב של קרקעות שנפגמו בגלל המלחה ונתרון. בניסוי שנערך באזור כפר ברוך הייתה עלייה ביבולים בשיעור של כ-30% בקרקעות מליחות כתוצאה מטיפול בקומפוסט בהשוואה לקרקע שלא עברה טיפול [1].

ד. ריחות

פליטת ריחות מאתרי הקומפוסטציה שפסולת ביתית או זבל בעלי חיים מטופלים בהם, היא מטריד סביבתי משמעותי ביותר. דרך ההתמודדות המקובלת היא הרחקת האתרים ממקומות יישוב או קירוי האתר והכנת הקומפוסט בתאים סגורים. אלה ההנחיות שנותן המשרד להגנת הסביבה להקמת אתרים חדשים [5].

ה. זכוכית

זבל רפתות ובוצות שפכים אינם מכילים שברי זכוכית. שאריות פסולת זכוכית עשויות להוות בעיה רק בקומפוסט שמקורו בפסולת ביתית שלא עברה הפרדה במקור ושהופרדה בתהליך מכני. מסיבה זו, המשרד להגנת הסביבה תומך רק במתקני קומפוסט מפסולת ביתית שהופרדה במקור.^[5]

ו. חומרים סינתטיים

פסולת אורגנית עלולה להכיל גם חומרים אורגניים סינתטיים שונים, כלומר חומרים מעשה ידי אדם. כך למשל בבוצות שפכים ייתכנו שאריות דטרגנטים, בקומפוסט מפסולת ביתית עשויים להימצא שיירי פלסטיק או צבע, ובזבל רפתות - שיירי תרופות, כגון אנטיביוטיקה והורמונים. חשוב להדגיש שכבר בחומר המקור (זבל רפתות, בוצת שפכים ופסולת ביתית) מצויים חומרים אלו בכמויות קטנות מאוד. אם ניקח בחשבון את תהליכי העיבוד שהחומר האורגני עובר, הרי שעל פי הערכה סבירה^[16], לא יהיו בנוכחות של חומרים כאלה, בסופו של דבר, סכנה בריאותית או מפגע סביבתי. נוכחותם בסביבה מופחתת בזכות קישורם למוצקי הזבל/קומפוסט הודות לחוזקם של קשרים אלה, ובעקבות פירוק המזהמים הללו במהלך ייצוב החומר האורגני לפני ואחרי פיזורו בקרקע. יתרה מזו, חומרים אלה אמנם אינם חלק ממחזור החומרים הטבעי, אולם בהתחשב בכך שהם כבר נוצרו, וכי רבים הסיכויים שבכל מקרה ימצאו את דרכם לביוספירה (בהנחה שאינם עוברים מחזור), הרי שבהימצאותם בקומפוסט אין תוספת משמעותית לעומס הסביבתי. יש לציין שבתהליך הקומפוסטציה מתפרקים חלק מהחומרים הסינתטיים, כדוגמת אנטיביוטיקה והורמונים.

ז. חנקות

דישון יתר בדשן כימי עשוי לגרום לזיהום מי התהום, להמלחת הקרקע ולזיהום התוצרת החקלאית שנועדה למאכל. עודף חנקות בעקבות זיבול יתר בקומפוסט יגרום לאותן תופעות, אולם ההשפעה של דשנים כימיים גדולה יותר, משום שהם משחררים חנקות מיד לאחר פיזורם בקרקע, והעודפים ימצאו את דרכם לתת-הקרקע ולמי התהום. תקנות הבוצה מגבילות את כמות החנקן המותרת בשימוש בבוצה לרמות של 50 ק"ג לדונם לשנה, ומגבילות את השימוש לקרקע שאינה מושקית בקולחים או לבוצה שריכוז החנקן בה נמוך מ-15 מ"ג לליטר.^[8]

ח. גזי חממה

בפירוק אוורני של חומר אורגני התוצרים המרכזיים הם פחמן דו-חמצני (CO₂), מים וביומסה (הקומפוסט). ה-CO₂ הוא ממקור ביוגני ולכן איננו מחושב כתורם להתחממות העולמית על פי הפאנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים^[15] (IPCC). נוסף על כך, בתהליך הכנת הקומפוסט והשימוש בו בשדה עלולים להיפלט מתאן וחנקן תת-חמצני. באשר למתאן, מחקר שנערך עבור האיחוד האירופי לא כלל מתאן בחישוב הפליטות בתהליך הקומפוסטציה, וכך נעשה גם במחקר מקיף בנושא גזי חממה מפסולת מוצקה שערכה הסוכנות האמריקאית להגנת הסביבה^[19,17]. הנחיות ה-IPCC^[15] קובעות טווח רחב מאוד לשיעור פליטות המתאן, ונוסף על כך הן מבוססות על מחקרים שנערכו על זבל בקר. מסיבות אלה הן אינן מתאימות לבחינה של פסולת ביתית.

הנחת העבודה שלנו היא שאין פליטות מתאן בתהליך קומפוסטציה שמנוהל כהלכה, ושגם אם נוצר מתאן באזורים מסוימים בעקמת הקומפוסט, הוא מתחמץ כשהוא מגיע לכיסי אוויר ובא במגע עם חמצן. הנחה זו מתבססת על המחקרים שצוינו לעיל ועל מחקר נוסף שבחן פליטות מתאן מקומפוסטציה של פסולת ביתית^[14].

חנקן תת-חמצני נוצר כתוצר ביניים בתהליכי הניטריפיקציה והדה-ניטריפיקציה של חנקן. הנחיות ה-IPCC מגדירות שיעור פליטת חנקן תת-חמצני מטיפול ביולוגי בפסולת מוצקה כ-0.3 ק"ג לטון חומר טרי^[15]. שיעור פליטה זה משמש ברירת מחדל לפסולת מוצקה והוא מייצג טווח רחב של תוצאות (0.06-0.6). לעומת זאת, במחקרים שצוינו לעיל לא ננקפו כלל פליטות חנקן תת-חמצני לתהליך הקומפוסטציה, ובניסויים בפועל נמדדו ריכוז פליטות נמוך מאוד בקומפוסט משאריות מזון (פחות מ-0.002 ק"ג לטון חומר טרי) וריכוז של 0.2-0.8 ק"ג לטון חומר טרי בקומפוסט מזבל בעלי חיים^[19,17,2]. במונחי פחמן דו-חמצני מדובר על 1-59 ק"ג שווה ערך CO₂ לטון חומר טרי.

מצד שני, שימוש בקומפוסט תורם לקיבוע פחמן בקרקע. פסולת אורגנית ביתית (שאריות מזון) מכילה כ-18% פחמן לטון. כ-75% מהפחמן משתחרר במהלך הפירוק לאטמוספירה כ-CO₂^[17,2], וגם לאחר השימוש בקומפוסט בקרקע ממשיך פחמן להשתחרר לאוויר כ-CO₂. עם זאת, כ-8% מהפחמן שהושם בקרקע נשאר מקובע בקרקע באופק של 100 שנים^[17]. כאשר מתרגמים אחוז זה למשקל בק"ג CO₂, מקבלים כ-22 ק"ג שווה ערך CO₂ לכל טון פסולת אורגנית. לכך יש להוסיף חיסכון בדשנים מינרליים (כ-27 ק"ג שווה ערך CO₂ לטון פסולת אורגנית), והמסקנה היא שפליטות גזי החממה כתוצאה מייצור קומפוסט הן קטנות מאוד, וכי ייתכן אף חיסכון במאזן הפליטות בשימוש בקומפוסט מפסולת אורגנית ביתית.



יותר "קומפוסט אור" בבקעת הירדן | הצילום באדיבות אדם טבע ודין

סיכום

בישראל מיוצרים מעל 500,000 מ"ק קומפוסט בשנה, רובם מפסולת חקלאית ומבוצות שפכים^[7,4]. על פי הערכה, פוטנציאל השימוש בקומפוסט בישראל גבוה בהרבה מההיצע^[7]. מהפסולת האורגנית העירונית ניתן לייצר עוד כמות דומה של קומפוסט, אולם כדי להבטיח את איכותו של הקומפוסט יש להפריד את הפסולת במקור ולוודא שהיא נקיה ממהמים אי-אורגניים. ואכן, מדיניות המשרד להגנת הסביבה מתמקדת בהפרדת פסולת אורגנית רקבובית למחזור. רשויות מקומיות רבות כבר החלו בתכנון ובביצוע של הקמת מערכים עירוניים להפרדה במקור, ויוזמות להקמת מתקני קומפוסטציה, מתקנים לעיכול אל-אווירני ותחנות מעבר לפסולת עומדות לצאת לדרך. התפתחויות אלה המלוות בתמיכה של הקרן לשמירת הניקיון, יביאו לגידול ניכר בכמויות הקומפוסט.

מסקנות מחקר זה מחזקות את הטענה כי שימוש בקומפוסט בקרקע מביא תועלת גדולה בהיבט החקלאי והסביבתי. הסיכונים שהוצגו ונדונו כאן קטנים ביחס לתועלת הגלומה בשימוש בקומפוסט. נוסף על יתרונותיו של הקומפוסט כמטייב קרקע, צופנים בחובם עיבוד החומר האורגני והשימוש בו בקרקע יתרונות סביבתיים רחבים יותר: שימור קרקע ומניעת סחף, חיסכון במים, הפחתת גזי חממה וצמצום ההטמנה. כשמדובר בפסולת אורגנית ביתית, כל טון שמעובד לקומפוסט הוא טון שנמנעה הטמנתו, נמנעו ההשפעות הסביבתיות הבעייתיות הנלוות אליו, וכן הודות לו התאפשרה קבלת רכיבים יבשים באיכות טובה למחזור.

תודות

אנו מודים לאנשים הבאים שהשתתפו בכתיבה או בהערות למאמר זה: ד"ר פנחס פיין – מנהל המחקר החקלאי, ד"ר מיכאל רביב – מנהל המחקר החקלאי, אשר אייזנקוט – שה"מ, משרד החקלאות, ד"ר חורחה טרז'צ'קי – האוניברסיטה העברית בירושלים, ד"ר אילן צדיקוב – המשרד להגנת הסביבה, ד"ר יעל לאור – מנהל המחקר החקלאי, משה ברונר – חקלאות דרום הר חברון, אברהם (ג'ון) זילברמן – שה"מ, משרד החקלאות, עמיעד לפידות – עמותת ארץ כרמל, וד"ר רבקה קולטון שפירא – יועצת עצמאית.

מקורות

1. אבנימלך י. 1996. קומפוסטציה: הופכים פסולת לזהב. *ירוק כחול לבן* 74: 14-15.
2. אוסטרובסקי ג וקוצר ר. 2010. [פליטת גזי חממה מטיפול בפסולת](#). תל-אביב: אדם טבע ודין. נצפה ב-11 בספטמבר 2011.
3. איזנקוט א וזילברמן א. 2004. סיכום רב שנתי של השפעת פיזור קומפוסט בוצה ובוצת שפכים בגידולי פלחה בשלושה אזורים על הגידולים והקרקע 1999-2003. מחקר למדען הראשי של המשרד לאיכות הסביבה.
4. אפרת ה, איזנקוט א, פיין פ וצוקרמן א. 2008. שימוש מיטבי בפרש בקר. *ניר ותלם* 8: 7-12.
5. המשרד להגנת הסביבה. 2011. קול קורא מס' 31/2011 לתמיכה בהקמה/שדרוג של מתקנים לטיפול בפסולת עירונית אורגנית.
6. טרצ'יזקי ח, גל ב, מדלג' ג', רופא ת, דותן ש, זילברמן ג' וברונר מ. 2006. אומדן הביקוש לקומפוסט. רשות התכנון ושירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
7. לביא ע. 2000. הקומפוסט בישראל, סקר מקורות ושימושים וניתוח כלכלי. בעבור משרד החקלאות והמשרד להגנת הסביבה.
8. פיין פ. 2009. מליחות, חנקות, מתכות כבדות. מפגש שני של הפורום האורגני. 10 בספטמבר 2009. תל-אביב: אדם טבע ודין.
9. פיין פ, בוסק א, לוי ג, בן-חור מ, לאורי י, מינץ ד, נאסר א, מינגלגריין א, קורצמן ד, בריוזקין א, רוזנברג ה, סוריאנו ש, לוי ת, גנצר נ, בלאט ל ומרקוביץ' ט. 2008. דו"ח לקרן המנהל במנהל המחקר החקלאי – בחינה וייעול של השימוש החקלאי בבוצות שפכים.
10. צדיקוב א. 2008. מפגש שני של הפורום האורגני. 10 בספטמבר 2009. תל-אביב: אדם טבע ודין.
11. רביב מ. 2008. מתן חומר אורגני לקרקעות חקלאיות, טיובן והשפעה על היבול. מפגש ראשון של הפורום האורגני. 18 בספטמבר 2008. תל-אביב: אדם טבע ודין.
12. תקנות המים (מניעת זיהום מים) שימוש בבוצה וסילוקה, התשס"ד-2004.
13. Avnimelech Y, Cohen A, and Shkedy D. 1993. Can we expect a consistent efficiency of MSW compost application? *Compost Science and Utilization* 1(4): 7-14.
14. He Y, Inamori Y, Mizuochi M, Kong H, Iwami N, and Sun T. 2000. Measurements of N₂O and CH₄ from the aerated composting of food waste. *Science of the Total Environment* 254: 65-74.
15. IPCC. 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, volume 5: Waste. (Eggleston S, Buendia L, Miwa K, Ngara T, and Tanabe K [Eds]). Japan: IGES.
16. Recycled Organics Unit, The University of New South Wales. 2006. Life cycle inventory and life cycle assessment for windrow composting systems. Sydney South: Department of Environment and Conservation NSW.
17. Smith A, Brown K, Ogilvie S, Rushton K, and Bates J. 2001. Waste management options and climate change. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

- Stevenson F.J. 1994. Humus chemistry – Genesis, composition, reactions, 2nd ed. .18
.Chichester: John Wiley and Sons
- U.S. EPA Office of Solid Waste. 2006. [Solid waste management and greenhouse gases: A life-cycle assessment of emissions and sinks](#), 3rd ed. Viewed 29 Aug 2011 .19
- Wheatley R. 2008. [Using quality compost in potato production to increase yields](#). .20
.Banbury (UK): Waste and Resources Action Programme. Viewed 29 Aug 2011