

יוני 2011

יישום קומפוסט בגידול ירקות

**אורי אדלר, מועצת הצמחים; דוד סילברמן, שירות ההדרכה והמקצוע;
אפרים ציפליניץ, שירות שדה, מו"פ בקעת הירדן; אשר איזנקוט, שירות שדה;
ג'ון זילברמן, שירות שדה; משה זאבי, הארגון לחקלאות אורגנית**

קומפוסט

הקומפוסט הוא תוצר מיוצב של פירוק חומר אורגני בסביבה אווירנית (אירובית). פעולת הפירוק מבוצעת על ידי מגוון גורמים חיים כמו: חיידקים, פטריות, פרוטוזואה ושלשולים, ובעטיה עולה הטמפרטורה. תהליך הפירוק גורם לייצוב החומר האורגני למצב המאפשר שחרור מושהה של יסודות הזנה וחומרים חשובים לטיוב הקרקע כמו חומצות הומיות ופולביות, וכן לנטרול חומרים וגורמי חיים בעייתיים.

היתרון הבולט ביישום קומפוסט בגידול ירקות לעומת יישום זבל טרי הוא במניעת העברת מחלות קרקע וזרעי עשבים. כמו כן, זבל אורגני טרי יצרוך חנקן זמין מהקרקע במהלך התפרקותו, ולכן עשוי להתחרות בגידול על מקורות החנקן.

מטרות יישום הקומפוסט

היבטים חקלאיים: עידוד פעילות מיקרואורגניזמים בקרקע, אספקת יסודות הזנה בשחרור איטי, יצירת עמידות בפני פגעי קרקע, הגדלת שטח הפנים הסופח של הקרקע, מניעת יצירת קרום, שיפור ניקוז הקרקע, ובקרקעות קלות גם שיפור תאחיזת מים בקרקע, הקטנת נזקי בורן.

היבטים סביבתיים מקומיים וגלובליים: מיחזור - הפיכת פסולת למשאב, נטרול גורמי מחלה לאדם, לחי ולצמח, קיבוע חומר אורגני בקרקע - הקטנת פליטות גזי חממה, שיפור מבנה הקרקע והקטנת סחף, הקטנת הצורך בחומרי הדברה וחיטוי.

קומפוסט ניתן להכין ממגוון פסולות אורגניות. בארץ מקובל השימוש בקומפוסט העשוי מתערובות של זבלי בעלי חיים, בעיקר מזבל פרות ועופות, בתוספת גזם מרוסק וקש כמקור פחמן. בנוסף, מתפתחת לאחרונה תעשייה של קומפוסטים העשויים מאשפה ביתית ומבוצת שפכים כתחליף לזיהום הסביבה שהיא גורמת בהזרמתה לים. קומפוסט מפסולות תעשייתיות וביתיות מותר לשימוש בחקלאות רגילה בהתאם למגבלות ולתקנות, אך נאסר בחקלאות אורגנית וליצוא לאירופה בהתאם לתקן GLOBAL GAP.

חומרי המוצא של הקומפוסט משפיעים מאוד על איכות המוצר הסופי, בעיקר על איכותו ההזנתית ועל תכולת המינרלים שבו, במיוחד החנקן. כמו כן, לתהליך ייצור הקומפוסט, לשיטת הייצור ולמידת הבשלתו השפעה רבה על איכותו ועל זמינות המינרלים לצמח.

עיקר שלבי תהליך הקומפוסטציה

- התחממות ראשונית. שלב זה נמשך ימים אחדים.
- שלב תרמו-פילי - זהו השלב החשוב ביותר; במהלכו נצרכות רוב התרכובות הזמינות בקלות ע"י המיקרואורגניזמים. שלב זה נמשך בין כמה שבועות לכמה חודשים, בהתאם לסוג החומר.
- שלב מזופילי - שלב זה מתחיל כאשר הטמפרטורה יורדת אל מתחת ל-40 מ"צ - טמפרטורה שבה יכולים להתחיל תהליכי ניטריפיקציה (מעבר חנקן מאמון לחנקן).
- הבשלה - שלב זה מתרחש בטמפרטורה הקרובה לטמפרטורת הסביבה. הוא נמשך כחודש, ובמהלכו מתאכלס הקומפוסט במיקרואורגניזמים המאפשרים את התפתחות תופעת דיכוי מחלות הצמחים.

גורמים המשפיעים על הצלחת תהליך הקומפוסטציה ועל קבלת מוצר מוגמר בעל תכונות רצויות

- טמפרטורת התהליך וקצב סילוק החום - טווח הטמפרטורה האופטימלי בשלב התרמו-פילי הוא 55-60 מ"צ; טמפרטורה מעל 70 מ"צ עשויה לגרום לבערה עצמית ולהרס התוצר.
- תכולת רטיבות - חלקיקי הקומפוסט חייבים להיות עטופים במעטפת מים שבה פעילים המיקרואורגניזמים. רטיבות נדרשת גם לצורך צינון הקומפוסט ולמניעת הגעתו לטמפרטורות גבוהות שאינן רצויות, משום שרוב סילוק החום מתרחש בדרך של נידוף מים. בשלב התרמו-פילי תכולת הרטיבות הרצויה היא 55%, ולאחר מכן היא יכולה להיות נמוכה יותר.
- אוורור - הערמה חייבת להיות מאווררת. תהליך הקומפוסטציה הוא תלוי חמצן. קירור הערמה מחייב חילוף גזים חופשי בין פנים הערמה לסביבתה החיצונית.
- היחס הרצוי בין פחמן לחנקן (C/N) זמינים בתחילת התהליך הוא 25 ל-30, ובהבשלה - 10 ל-15.
- ריכוז אוכלוסייה מיקרוביאלית - דרך יעילה להעלאת ריכוז האוכלוסייה והמגוון שלה בקרקע הוא ע"י הוספת קומפוסט פעיל או אדמה פורייה או קומפוסט בשל בשיעור של עד 10% בתחילת התהליך.

איכות קומפוסט ובשלותו

הקומפוסט המקובל והמומלץ הוא קומפוסט בשל (קומפוסט שעבר תהליך קומפוסטציה במשך כ-3 חודשים), אשר סיים את תהליכי הפירוק המהירים ושהה במשך כחודש להתייצבות. קומפוסט בשל מתאפיין בטמפרטורה הדומה לטמפרטורת הסביבה (הוא לא יחזור להתחמם גם אם יושם שוב בתנאי קומפוסטציה), בצבע חום כהה, בריח אדמה לאחר הגשם (אינו מסריח), בהיותו פריך, לח ולא רטוב. קומפוסט שאינו בשל ועדיין חם עשוי להתחרות בצמח על מקורות חנקן וחמצן ועלול להכיל חומרים רעילים לצמחים, גורמי מחלות לאדם ולצמחים, זרעי עשבים וזרעי עשבים טפילים כמו כשות ועלקת. קיים בשוק גם קומפוסט שעבר תהליך חומני חלקי וקורר בצורה יזומה. קומפוסט כזה יכול לשמש לתגבור הזנה, אך הוא חסר את תכונות הקומפוסט הנוספות כמו התמודדות עם פגעי קרקע.

בדיקות איכות קומפוסט

יש לדרוש תיעוד של תהליך הייצור ושל חומרי הגלם ומקורותיהם, וכן בדיקות ממעבדה מוסמכת של התוצר הסופי ומעקב אחר טמפרטורת הערמה. קומפוסט אשפה עירונית - רצוי לוודא ניקיון המוצר משברי זכוכיות וחומרים רעילים (סוללות).

קומפוסט בוצת שפכים - רצוי לוודא מהו מקור הבוצה, מכיוון שקיימים הבדלים באיכות הבוצה בעיקר מאזורים תעשייתיים. לפיכך, בדיקה מקיפה של ריכוז המינרלים, כולל מתכות כבדות חיונית, תיעשה לפני רכישת הקומפוסט. **קומפוסט מבוצת שפכים אסור בשימוש בחקלאות אורגנית ולחקלאים העומדים בדרישות היצוא בתקן GLOBAL GAP (קיימים ספים לכל המתכות הכבדות המותרות בקומפוסט; ראה טבלה בהמשך).**

מומלץ לבקר באתר הקומפוסט ולבדוק את איכות הקומפוסט המיועד להגיע למשק. במהלך הביקור באתר חשוב שהמגדל יבצע את הבדיקות הבאות:

- טמפרטורה - מומלץ להצטייד בטרמומטר ידני ולבדוק את הטמפרטורה, אף כי גם בדיקה ידנית תספק תשובה סבירה (הטמפרטורה הרצויה של קומפוסט מוכן היא עד 10^o מעל טמפרטורת האוויר).
- נוכחות זבובים - ערמה המתופעלת כראוי תהיה נקייה מזבובים; ערמה שלא התחממה תמשוך אליה זבובים.
- רטיבות - הקומפוסט בערמה חייב להיות לח - כ-60% לחות במהלך הייצור, ו-30%-40% לחות עם סיום הייצור בקומפוסט מוכן. במהלך הייצור ניתן לבחון את שיעור הלחות

באמצעות נטילת חופן ליד ודחיסתו; אם מבצעות טיפות מים לאחר הדחיסה בכף היד, הרי שהלחות מתאימה (בקומפוסט מוכן לא תופענה טיפות המים).

- ריח - לערמה צריך להיות ריח של אדמה פורייה לאחר הגשם, אם ריח הערמה אינו נעים ואף מסריח, הרי שהתפתחו בה תנאים אנאירוביים ותוצרה אינו מתאים לשימוש חקלאי.
- מרקם - הקומפוסט צריך להיות מפורר לחלקיקים קטנים אך לא אבקתי. חומר המקור אינו צריך להיראות לעין.

בדיקת מעבדה של קומפוסט מוכן

כדאי לבדוק בשטח משקל נפחי באמצעות שקילה של 10 ליטר קומפוסט. קביעת המשקל הנפחי מאפשרת ליחס את בדיקות המעבדה לכמויות של יסודות הזנה שניתנו ע"י הקומפוסט.

טבלת מדדי קומפוסט בשל

המדדים הבאים הם התחומים המומלצים של קומפוסט מאיכות טובה. רצוי להיצמד ככל הניתן לערכים שבטבלה בבחירת הקומפוסט. **כמו כן, ניתן לעיין בתקן ישראלי 801 של מכון התקנים משנת 2,000 שניתן להורדה מאתר מכון התקנים.**

מדד	טווח ערכים מומלץ	הערות
יחס פחמן: חנקן (N/C)	1/10-15	
תכולת חומר אורגני	50%-40%	
חנקן כללי	4.0%-1.5%	ככל שרמת החנקן יותר גבוהה, כך החלק הזמין למינרליזציה יותר גבוה.
חנקן חנקתי NO ₃		רצוי שרמתו תהיה גבוהה מרמת החנקן האמוניקאלי אף שזה לא מתקיים תמיד.
חנקן ניטריטי NO ₂	0 ח"מ	נוכחות ניטריט משמעה תהליך חסר חמצן (אנאירובי), חומר רעיל שעשוי לפגוע בשורשי הצמחים.
זרחן P	1.8%-0.8%	בחקלאות אורגנית רצוי שערכי הזרחן לא יהיו גבוהים במיוחד כדי למנוע הצטברות גדולה של זרחן בקרקע.
אשלגן K	3.0%-0.4%	כשערכי האשלגן נמוכים יש צורך לספק אשלגן במהלך הגידול גם לאחר יישום קומפוסט.
מליחות	12-5 דציסימנס למטר	כשרמת המוליכות גבוהה מומלץ לא לפזר כמויות גבוהות של קומפוסט.
סולפיד	0 ח"מ	סמן לתנאים אנאירוביים.
pH	7.0-8.5	
גופים זרים	1%	

מתכות כבדות בקומפוסט

מתכות כבדות מהוות גורם זיהום המסכן את הסביבה ואת הגידול. כשנעשה שימוש בבוצות יש להבטיח שרמת המתכות הכבדות נמוכה מהתקן. תכולת המתכות הכבדות עשויה להיות בעייתית, בעיקר בקומפוסטים שמקורם בבוצה ממתקני טיפול בשפכים המקבלים גם ביוב ממפעלי תעשייה. במקרה שנמצאו בקומפוסט מתכות כבדות - יש להיועץ במדריך.

טבלת ערכי מקסימום למתכות כבדות בקומפוסט (לפי תקן ישראלי 801, 2000)

מתכת	סמל	ריכוז מרבי (ח"מ)
אבץ	Zn	2500
כספית	Hg	5
כרום	Cr	400
נחושת	Cu	600
ניקל	Ni	90
עופרת	Pb	200
קדמיום	Cd	20

יישום קומפוסט

כמות הקומפוסט המיושמת תלויה בהיסטוריה החקלאית של החלקה - כמה קומפוסט קיבלה ומתי; בתוצאות בדיקות הקרקע, בסוג הגידול המתוכנן להישתל או להיזרע בחלקה וביעוד של הגידול (אורגני או רגיל).

בגידולי שורה ניתן ליישם את הקומפוסט על פני הערוגות ולהצניע הצנעה שטחית בשכבת הקרקע העליונה לעומק של 10-20 ס"מ; אין כל יתרון להצנעה עמוקה יותר. בגידולי שדה בשטח פתוח נהוג לפזר את הקומפוסט על פני כל השטח בהצנעה שטחית בלבד. שימוש בכמויות גדולות של קומפוסט גורם להצטברות זרחן ואשלגן בקרקע; הצטברות הזרחן עלולה לגרום למחסורים במיקרו-אלמנטים.

עודף קומפוסט עשוי לגרום זיהום סביבה ומי תהום בחנקות.

מומלץ ליישם את הקומפוסט בתיחוח אחרון לפני חיטוי הקרקע ולאחר שטיפה מעודפי מלחים, כדי למנוע צורך בעיבודים שעשויים לזהם את הקרקע המחוטאת, וזאת על אף שחיטויי קרקע (כולל סולרי) עשויים לפגוע במיקרו-אורגניזמים של הקומפוסט, אך הם מתחדשים במהרה.

אם יש חשש שהקומפוסט והקרקע מלוחים, מומלץ לבצע בדיקות קרקע ושטיפות בהתאם לתוצאות ובהמלצת מדריך.

כמויות מומלצות ליישום

קרקע שלא הייתה בעיבוד חקלאי - כ-10 מ"ק לדונם

קרקעות בממשק גידול אורגני - כ-5 מ"ק לדונם

קרקעות לא אורגניות - כ-5 מ"ק לדונם אחת ל-3-4 שנים.

גידול בתעלות קומפוסט

לאחרונה החל בבקעה גידול מסחרי בתעלות קומפוסט כשיטה המאפשרת גידול בקרקעות שנחשבות בעייתיות. הנושא נמצא עדיין במחקר ובלימוד מעשי, ולכן טרם נתקבלו לגביו המלצות סדורות. המעוניינים מוזמנים לפנות לצוות ההדרכה לדיון ולהמלצה פרטנית.

בדיקת מחלות (לפני יישום לגידולים רגישים למחלות) - מאמץ נגב, לאה צרור: 050-6220133.
בדיקות כימיות - מבוצעות בכל מעבדות שירות שדה ברחבי הארץ.

כל ההמלצות הכלולות בפרסום זה הן בגדר עצה מקצועית בלבד
הוצל"א שה"מ, המחלקה להמחשה, עריכה: עדי סלוניקו