

השימוש המיטבי בפרש בקר

צוות משולב של כלכלה ומקצוע במשרד החקלאות, בחן את נושא הזבל על כל צורותיו והגיע למסקנה ברורה שהכי כדאי ורצוי הוא לחבר בין הרפת והגד"ש ולהוביל את הזבל הטרי לפיזור בשדות ובמטעים. כך מגיעים לתוצאה כלכלית מיטבית עם תועלות מקצועיות לשדות, למטעים ולצרכי הסביבה

תקציר

משקים חקלאיים רבים מקיימים רפתות לצד גידולי שדה או מטעים. בעבר היה מקובל לפזר את זבל הבקר בשדות או במטעים. החל מאמצע המאה הקודמת, מגמה זו שונתה וקטנה מאוד, בעיקר בשל התנגדות היוגבים לרעייה ולזיבול בזבל טרי מחשש לאילוח השדות בעשבים ובמחלות צמחים.

דרישות המשרד להגנת הסביבה, כפי שנקבעו ברפורמה ברפת החלב, מחייבות את הרפתנים לשאת באחריות לסילוק פרש הפרות. הפתרון המערכתי הוביל להקמת מתקני קצה, המופעלים ע"י גורמים חיצוניים אשר מפיקים קומפוסט או ביוגז מהזבל. כתוצאה מכך, חלו שלושה דברים: על הרפתן הוטלה תוספת עלות לפינוי הזבל, על היוגב (החפץ בכך) מוטלת תוספת עלות לרכישת תוצרי הזבל מהמפעיל החיצוני והובלתם לשדה, והערך של המוצר כמחליף דשן ירד במידה משמעותית. העבודה הנוכחית מראה כי זיבול שטחים חקלאיים, שסמוכים לרפתות, בזבל רפתות טרי:

א. מאפשר חיסכון משמעותי בעלויות למערכת החקלאית.

ב. מהווה חלופה זולה לדשנים כימיים.

ג. הנו בר-קיימא מבחינת ההגנה על הסביבה. אין בכך, כדי לומר, שלקומפוסט או לבוצת ביוגז, אין ערך גבוה או חשיבות, במערכת החקלאית הכוללת.

בדיקת כדאיות מעלה כי אופן סילוק הזבל

הכדאי ביותר למשק החקלאי (ליוגב ולרפתן כאחד) הוא פינוי ישיר לשדה, שבו אין כל תוספת תשלום למפעיל חיצוני. במונחי מ"ק זבל (כ-30% מוצקים), העלות לרפתן של פינוי הזבל למתקן ביוגז היא 53 ₪, עלות הפינוי למתקן קומפוסטציה היא 27 ₪, ועלות הפינוי ליישום ישיר לשדה היא 13 שקל בלבד. מבחינת היוגב, העלויות למ"ק הן: בוצה ממתקן ביוגז - 75 ₪, קומפוסט - 65 ₪ וזבל בקר טרי - 25 ₪ בלבד.

סך כל הביקוש לזבלים אורגניים בישראל עולה, במידה ניכרת, על ההיצע ולכן יש לצפות שמחירים יפנים את מחיר המחסור. הכמות המבוקשת תלויה במחיר שייקבע למוצר ובהתאמה לאיכותו. חישוב פשטני של צריכה פוטנציאלית של זבל אורגני במונחים של תחליף לדשן חנקני מראה כי, סך הביקוש לשנה בחקלאות הוא כ-5.3 מיליון מ"ק לעומת היצע של 3.1 מיליון מ"ק. מתוך כמות זאת, 36% מהביקוש הוא לגידולי שדה בשטח פתוח, שלחין ובעל.

נבדקו שלוש חלופות לפינוי הפרש מהרפת: ישירות לשדה, למתקן קומפוסטציה קרוב ולמתקן ביוגז (מטב"ח, מתקן טיפול בפסולת חקלאית). בהנחה שעלויות הפינוי תמשיך להיות מוטלת כולה על הרפתן, וזאת בדומה לעקרון "המזהם משלם" או "חלופת האפס" במי קולחים, לרפתן יהיה זול יותר לפנות את הזבל ישירות לשדה סמוך מאשר למתקן אזורי. העלות השנתית של פינוי הזבל של פרה חולבת תקנית (אם + נלווים, שהם יבשות ועגלות) לשדה היא 150 ₪, למתקן קומפוסטציה - 230 ₪ ולמטב"ח - 450 ₪. לפיכך, משיקולי עלות לרפתן, ניתן להמליץ על פינוי הזבל ליישום ישיר בשדה כחלופה מועדפת, וכשפתרון זה אינו אפשרי, או רצוי (בגלל העדפות של הרפתן, או בגלל גורמים עונתיים), כדאי לשלבו עם קומפוסטציה.

כשהאפשרות היחידה היא פינוי זבל נוזלי ואין שטחי פיזור זמינים, פינוי למתקן ביוגז יהיה פתרון מועדף.

מבוא ותאור הבעיה

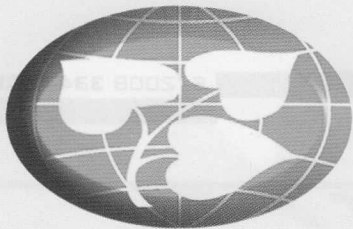
זבל בקר המפוזר בשדה מהווה מקור ליסודות ההזנה הנחוצים לצמח - חנקן, זרחן, אשלגן ויסודות קורט. הזבל מפוזר אחת למספר שנים (5 שנים בד"כ), והזמינות לצמח של יסודות ההזנה פוחתת עם השנים. כמות יסודות ההזנה המצויה בזבל בקר גולמי תספיק לגידולי פלחה, כגון חיטה ודגנים אחרים ל-2-5 שנים לאחר הפיזור, אך היא לא תספיק לגידולי שלחין כמו תירס וכותנה, שיצטרכו תוספת דשן מינרלי (בעיקר חנקן, בדשן כימי או מקולחים שניוניים). ייצוב הזבל מקטין את ערכו כמחליף דשן.

רווחיות גידולי השדה (גד"ש) היא נמוכה למדי ואיתה גם יכולת התשלום לדישון גידולי השדה, המשתרעים על כ-1.9 מיליון דונם. במחירי הדשן והזבל הנוכחיים, היוגבים אידישים בין התשלום לתשומות דשן כימי או בדישון באמצעות זבל בקר.

מקובל לחשוב, שבנוסף ליתרונות הכלכליים של שימוש ישיר בזבל בקר, כחלופה לדשנים כימיים, שימוש חקלאי בזבל מועיל לסביבה בצמצום הדליפה של חנקות למי התהום, ניצול מלא יותר של יסודות ההזנה שבזבל, שיפור מארג החומר האורגני שבקרעק ותרומה למניעת סחף קרקע.

משקים חקלאיים רבים מקיימים רפתות לצד גידולי שדה ומטעים. בעבר, כל הזבל מוחזר ע"י פיזורו בשדות ובמטעים. מאוחר יותר, החלה התנגדות לשיטה זו של מחזור זבל מחשש לשיבוש השדות בעשבים רעים, שחלקם קשי הדברה, ולאילוח במחלות צמחים. מגמה זו התעצמה מחשש לפלישה לקרקעות ע"י רעיית בעלי חיים על השלפים.

1. ד"ר אפרת הדס, מנהלת תחום איכות וכלכלה, מנהלת ההשקעות בחקלאות
2. מר אשר איזנקוט, מנכ"ל שירות שדה, שרות ההדרכה והמקצוע, מחוז העמקים.
3. ד"ר פנחס פיין, חוקר במכון לקרקע ומים, מנהל המחקר החקלאי.
4. ד"ר אפרים צוקרמן, מרכז מקצועי ראשי של גידולי מספוא ותירס, שה"מ



אפרת הדס¹, אשר איזנקוט², פנחס פייני³, אפרים צוקרמן⁴

בחורף נדרשים שטחי אחסון לפרש, ומפעל הקומפוסטציה מהווה פתרון לכך. פינוי פרש רפתות לשדות בדרום הארץ תלוי, הרבה פחות, בעונת השנה. גם הדרישה לקומפוסט היא עונתית, בדומה לדרישה לזבל. בעבודה זו נציג את החלופות הקיימות לשימוש בפרש פרות ובוצה ואת העלויות הכרוכות בכך הן לרפתן והן ליוגב.

מאזן היצע וביקוש

זבל מעלה את תכולת החומר האורגני בקרקע, מפרה אותה, ומשפר את מבנה הקרקע. הגורם האחרון חשוב במיוחד בקרקעות שוליות החשופות לסחיפה מואצת. זבל אורגני יכול להחליף את הדישון הכימי בגידולים הצמחיים. זבל אורגני ניתן להפיק מפרש בעלי חיים, בוצות שפכים, פסולות אורגניות וגזם, ואיכותו החקלאית תלויה במקורו, בהרכבו ובטיפול שובר עד ליישומו בקרקע. קומפוסט נדרש בעיקר לגידול ירקות, ולגידולים אינטנסיביים וקצרי מועד אחרים, כגון פרחים. תהליך הקומפוסציה נחשב למוצר מפוסטר, הנקי מזרעי עשבייה ומחוללי מחלות צמחים. בחקלאות אורגנית, קומפוסט במינון גבוה הוא הבסיס להזנה החנקנית, והתקנות אוסרות על שימוש בזבל של בע"ח, אלא אם הם גודלו בשיטות אורגניות. בגידולים אחרים, שימוש ישיר בזבל עשוי להביא תועלת רבה יותר מהשימוש בקומפוסט של הזבל.

לפי הערכות, סך הביקושים לענפי הצומח השונים גדולים מההיצע הקיים. לוח 1 מציג הערכת ביקוש לזבל אורגני לפי גודל שטחי הגידולים החקלאיים. לצורך הפשטות, וכדי לתת לקורא הערכה כללית של ההיצע מול הביקוש בישראל, לא נבדל בין סוגי זבל, אלא נציג את הכמות המבוקשת לדונם ואת הסך הארצי. באופן כללי, זמינות החנקן בזבל הבקר, מיד לאחר פיזורו לקראת החורף, נמוכה מזמינותו בקומפוסט. הדבר נובע מכך שבקומפוסט מרבית החנקן הזמין לצמח נמצא כבר כחנקן מסיסה במים, בעוד שבזבל, החנקן מצוי בעיקר בצורה אורגנית שכמעט אינה מסיסה. לכן סכנת הדליפה של חנקות למי תהום קטנה יותר בפיזור בזבל בהשוואה לקומפוסט. לעומת זאת, בהמשך העונה, עולה זמינות



האופטימום הוא לחבר בין הרפת לבין הגדש

מהתשלומים הכרוכים בפינוי הזבל למתקן האזורי.

זבל בקר הוא מוצר גולמי שאינו מיוצב. תכולות החנקן, הזרחן והאשלגן בו, גבוהות יחסית, למוצרים המיוצבים יותר (קומפוסט ובוצת ביוגז), ולכן יכול להחליף הן דשן יסוד והן דשן ראש (כדשן בשחרור אטי). לעומת זאת, בקומפוסט רוב החנקן הזמין לצמח נמצא כבר בצורת חנקן. הואיל והזיבול נעשה בד"כ לפני עונת הגידול, חלק ניכר מהחנקן הזה עלול להישטף בנגר עילי, או להגיע למי התהום. המגבלה העיקרית לפינוי זבל רפתות ליישום ישיר בשדה במרכז וצפון הארץ היא רטיבות הקרקע, 4-5 חודשים, בתקופת החורף. ביתר השנה ניתן לפזר את הזבל ולהצניעו בקרקע.

לאחר סיום ביצוע הרפורמה ברפת, ובדיקת עלות פינוי הזבל מהרפתות הביאה לחשיבה ובחינה מחודשת של יתרונות פינוי הזבל הטרי, ישירות לשדות הסמוכים לרפתות. בעקבות הרפורמה ברפת (1999-2007) הוקמו מתקני קצה המטפלים בקליטת הפרש מרפתות ובקומפוסטציה שלו. אלה בדרך כלל מתקנים אזוריים המרוחקים מהרפת. הרפתן מחויב בסילוק הפרש והוא משלם את עלות הפינוי. היוגב (חקלאי גידולי השדה) קונה את התוצר לאחר הטיפול ומובילו לשדה. במקרים רבים, כשהחקלאי הוא גם הרפתן וגם היוגב, הוא נאלץ לשלם מחיר גבוה, הכולל את עלות הובלה הכפולה למתקן הטיפול, ואת מחיר הטיפול בפרש. בחלק מהמקרים ניתן להימנע

למ"ק זבל מיוצב, "בוצת ביוגז". מחיר השוק המקובל בחלופה של פינוי הזבל למתקן הקומפוסט הוא 230 ₪ לפרה חולבת בשנה. בהתאם, העלות למ"ק קומפוסט היא כ-27 ₪ למ"ק בלבד. במקרה של יישום ישיר של זבל הבקר, העלות לרפת היא רק עלות ההובלה, ומחיר השוק להובלה לשדה היא 14 ₪, או 119 ₪ לפרה חולבת (במחירי פברואר 2008).

לוח 3 - מחירי שוק לפינוי זבל מהרפת (ב-₪)

מחיר	עלות לפרה מחיר	חולבת למ"ק	'תקנית' תוצר
מטב"ח	450	53	
מתקן קומפוסטציה	230	27	
פינוי לשדה	119	14	

לסיכום, החלופה של הובלה ופיזור ישיר של פרש טרי בשדה היא הכדאית ביותר הן מבחינת העלות לרפת (119 ₪ לפרה) והן מבחינת מחיר המוצר ליוגב (14 ₪ למ"ק). בצפון הארץ, חלופה זאת אינה ניתנת למימוש במשך כל השנה: בחורף, לא תמיד ניתן לפנות ולפזר את הפרש בשדה, וגם בעונות אחרות, לעתים אין די שדות זמינים לפינוי הפרש. בדרום הארץ או על קרקעות חול וחמרה, הפיזור פחות תלוי בעונות השנה.

היצע דשני היסוד בפרש הבקר

פרש הבקר מהווה מקור ליסודות הזנה לצמח. בלוח 4 מוצגת התכולה הממוצעת של יסודות הזנה בזבל בקר טרי ובקומפוסטים. הנתונים מבוססים על בדיקות מעבדה שנעשו בין 1995 ל-2004 (הגיא וחוב', 2007), והם הומרו מריכוז בחומר היבש (גרם לק"ג) למונחים של ק"ג למ"ק.

מקובל לפזר תוספים אורגניים (זבל בקר או קומפוסט) אחת ל-3-5 שנים. הזמינות לגידול החקלאי של יסודות ההזנה (נתייחס לעיקריים: חנקן זרחן ואשלגן) המצויים בתוספים, פוחתת בהדרגה במשך הזמן. להערכתנו, ובמחזור גידולים נכון, האשלגן והזרחן שבזבלים יספיקו לגידולים של כל חמש השנים שלאחר הפיזור, והחנקן יספיק ל-3 שנים לכל היותר. כל האשלגן שבזבל זמין לצמח, ואין הבדל בין זבל לבין קומפוסט. זמינות זרחן הזבל פוחתת בתהליך הקומפוסטציה, אך בגלל שכמותו הכוללת של הזרחן במנת הזבל וקומפוסט גבוהה יחסית,

כדאיות לרפת החלב

כפועל יוצא מהרפורמה בענף רפת החלב, נקבעו למעשה הרכב הזבל ואופן איסופו בכמעט כל אחת מהרפתות בישראל. ההיקף הכולל של ייצור זבל רפת בישראל (רפת חלב ומפטמות) הוא כ-1.4 מיליון טון חומר טרי לשנה.

בעבודה זו נציג השוואה בין עלות זבל או קומפוסט לחקלאי הקונה (משתמש) לבין העלות לרפתן של פינוי הזבל לאם+נלוות (להלן פרה חולבת) בשער מתקני פינוי לסוגיהם. בלוח 3 מוצגת השוואה בין המחיר למ"ק תוצר לבין המחיר לפרה חולבת. ניתן לראות, כי העלות הגבוהה ביותר לרפת היא הפינוי השנתי למטב"ח, 450 ₪ לפרה חולבת, או 53 שקל

החנקן בזבל בהשוואה לקומפוסט. היצע הזבל הקיים בישראל מוערך ב-3,072 אלף מ"ק (לוח 2) והוא נמוך מהביקוש התיאורטי של 5,312 אלף מ"ק, כפי שהוא מוצג בלוח 1. ניתן להסיק מכך כי הביקוש למוצרים השונים של הזבל האורגני וההחלטה על היקף יישומם תהיה בהתאם למחיר לחקלאי. בלוח מס' 2 מוצג ההיצע של זבל וקומפוסט ממקורות שונים. מהחומר הגולמי ניתן לייצר תוצרים שונים, שמקובל למדוד אותם, הן במונחי חומר רטוב והן במונחי חומר יבש (ח"י) ולכן הצגנו את הנתונים במונחי משקל חומר יבש וגם במ"ק גולמי.

לוח 1 - הערכה של היקף הביקוש לזבל בקר לבוצה או לקומפוסט לשנה

הגידול	צורת שימוש מקובלת	היקף השטחים 2006 (ד')	צריכה: זבל / בוצה / קומפוסט (מ"ק לד')	ס"ה צריכה במונחי זבל (מ"ק לשנה)	ס"ה צריכה במונחי זבל בקר
הדרים	קומפוסט	160,969	1	160,969	214,625
מטעים	קומפוסט	646,785	1	514,381	685,841
ירקות	קומפוסט	554,497	3	1,692,638	2,256,850
פרחים	קומפוסט	59,456	3	178,368	237,824
גד"ש	זבל בקר	1,896,700	1	1,437,500	1,916,667
		3,139,478		3,983,856	5,311,807

הנחות:

1. נתוני השטחים לפי סקר הביקוש לעובדים זרים 2006, זיתים לפי נתוני המועצה לזיתים, גד"ש לפי דיווח מדריכי ש"מ, דווחי מגדלים לקנ"ט.
2. מקור הנתונים: צריכה לדונם בגידולי הדרים, מטעים, ירקות ופרחים לפי צריכת קומפוסט לדונם במונחים של חנקן טרצינקי וחוב' (2006).
3. בבסיס העבודה הונח, כי הצריכה לדונם של קומפוסט, זבל בקר ובוצה זהים.
4. זבל הבקר מאבד כ-25% מנפחו בשלב הפיכתו לקומפוסט (Breitenbeck, 2004). לפי ד"ר מיכה רביב (מידע בע"פ) הפחיתה גבוהה יותר ומגיעה ל-40%. אולם הואיל ותהליך הקומפוסטציה, בחלק ממפעלי הקומפוסט, הנו קצר יחסית, נלקח בחשבון הערך הנמוך יותר.

לוח 2 - הערכת ההיצע השנתי של זבל אורגני ממקורות שונים

בע"ח	יחידות	מספר יחידות	פרש גולמי לראש (מ"ק)	סה"כ פרש גולמי (מ"ק)	תכולת חומר יבש (ק"ג ליחידה)	חומר יבש טון
בוצה	תושב	6,900,000	0.1	623,254	0.02	136,263
עדר החלב	אם+					
נלוות		127,000	8.5	1,079,500	2.34	297,453
מפטמות	עגל	128,000	3.0	384,000	0.99	126,649
עדר בשר	ראש	70,000	0.0	0	0.00	0
צאן	אם+					
נלוות		55,000	1.0	55,000	0.32	17,500
מטילות	אלף	7,000	25.0	175,000	8.71	61,000
פיטום	אלף	180,000	3.0	540,000	1.05	189,000
הודים	אלף	12,000	18.0	216,000	6.25	75,000
ס"ה				3,072,754		902,866

1. מקדם פרש גולמי ומקדם חומר יבש מחושב על סמך הערכת הביקוש לקומפוסט ולחומר יבש ב-2005 (חלמיש 2000).
2. מספר יחידות - נתוני משרד החקלאות ב-2007. בהתייחסות עם אורי צוק בר על סמך נתוני שיווק ממועצת הלול, ספר העדר בבקר, דוח עובדים זרים לצאן.

לתצרוכת הגידול, ההערכה היא שהזבל יספק את מלוא תצרוכת הגידול, בכל 5 השנים. החנקן מתנהג בקרקע בצורה שונה מכמה בחינות. ראשית, חנקה שהיא המינרל החנקני העיקרי בקרקע, חשופה לאיבוד בשטיפה (וכן, בדניטריפיקציה). נהוג להניח כי כ-50% מהחנקן המיושם בגידולי שלחין נשטפים מחתך הקרקע, וכי השטיפה בגידולי פלחה היא קטנה, בגלל לחחול המים האטי. כמו כן, בקרקע מאווררת והדניטריפיקציה מזערית. רוב חנקן שבזבל נמצא בחומר האורגני, וקצב זמינותו לצמח תלוי בתהליכי פירוק ומינרליזציה של החומר האורגני. בזבלים בלתי-מיוצבים הפירוק בקרקע אטי והחנקן ברובו יכול להיות זמין לצמח. בתהליך הקומפוסטציה, חלק מהחנקן האורגני הזמין אובד בנידוף אמון, והיתר יופיע בקומפוסט כחנקה. פוטנציאל החנקן הזמין שיוותר בקומפוסט יקטן למחצית ופחות ביחס לכמותו בזבל המקורי. חשוב לציין שגם ביישום זבל טרי, הזמינות הפוטנציאלית של החנקן האורגני פוחתת בצורה חדה עם הזמן ולאחר כשלוש שנים, כמותו בקרקע קטנה ביותר.

לוח 4 - תכולה של יסודות הזנה בזבלי בקר

המוצר	אחוז ח"י	כמות חנקן N (ק"ג למ"ק)	כמות זרחן P (ק"ג למ"ק)	כמות אשלגן K (ק"ג למ"ק)
קומפוסט זבל בקר	82	13.2	7.4	14.8
זבל בקר	75	14.3	7.5	12.8

הערות

1. על פי הגיא וחוב' (2007) בקומפוסט בקר 35% חומר אורגני, 1.6% חנקן, 0.9% זרחן, 1.8% אשלגן.
2. על פי הגיא וחוב' (2007) בזבל בקר 65% חומר אורגני, 1.9% חנקן, 1.0% זרחן, 1.7% אשלגן.
3. אין לנו נתונים של הרכב בוצת מתקן הביוגז ממטב"ח עמק חפר.

לוח 5 - מחירי קומפוסט בשקל למ"ק לחקלאי ולרפתן והמחיר הכולל למפעיל

עלות ייצור הקומפוסט	מחיר ליוגב	מחיר לרפתן	סה"ל למפעיל
עלות בפתח מתקן קומפוסט	45	27	72
עלות הובלה	13		
עלות פיזור	7		
סה"ל מתקן קומפוסט	65	27	72
עלות בפתח מתקן ביוגז	55	53	108
עלות הובלה	13		
עלות פיזור	7		
סה"ל מתקן ביו-גז	75	53	108
עלות פינוי זבל טרי		13	
עלות הובלה	10		
עלות פיזור	15		
סה"ל מתקן ביו-גז	25	13	0

הערה:

אנו מציגים את ממוצע המחירים המקובלים. מחיר למ"ק קומפוסט ביציאה מהמפעל בעמק יזרעאל הוא 35 ש"ח, באזורים אחרים מחירו 55 ש"ח למ"ק, בממוצע 45 ש"ח. עלות ההובלה נאמדת בכ-10-15 ש"ח למ"ק, כאשר המרחק לשדות הוא כ-10-15 ק"מ ממפעל הקומפוסט ובממוצע לקחנו 13 ש"ח. עלות הפיזור עוד 6-8 ש"ח למ"ק. המחיר לרפתן עפ"י המוצג בלוח 3.

האחרים. חקלאי גידולי השדה אדישים בקנייה וביישום בין דישון כימי לבין שימוש בזבל בקר, כאשר עלות זבל הבקר היא בממוצע 36 ש"ח ועלות הקומפוסט 60 ש"ח.

חלוקת העלות בין הרפתן, החקלאי ובעל מתקן הטיפול בזבל

חלוקת העלויות בין הרפתן, החקלאי ומפעיל המתקן, בכל אחת מהחלופות מביאות לביטוי את המחירים שנגבים מהיוגבים ומהרפתנים להחזקת המתקן והרווח למפעילים. התשלום המוצג למתקן הטיפול בזבל, שכולל את תשלום הפינוי של הרפתן ותשלום הרכישה של היוגב.

בלוח 5 מוצגת עלות הרכישה של מוצרי פרש הבקר בחלופות השונות. היוגב משלם תוספת תשלום של 20 ש"ח לאחר קניית תוצרי עיבוד הזבל בעבור ההובלה מהמתקן והפיזור בשטח. תחשיב עלות קומפוסט ממתקן לייצור ביוגז הוא 55 ש"ח למ"ק. העלות ליוגב כולל הובלה ופיזור נאמדת בכ-75 ש"ח למ"ק. התשלום לפני מ"ק המוטל על הרפתן הוא 53 ש"ח (מקביל ל-450 ש"ח לפרה) וסה"כ גובה מפעיל המתקן 108 ש"ח למ"ק.

החלופה של שימוש בזבל בקר, ללא עיבוד ע"י היוגב, נאמדת רק בכ-25 ש"ח והתשלום לפניו למ"ק המוטל על הרפתן הוא 13 ש"ח. במקרה זה מפעיל המתקן איננו נהנה מההסדר.

עלות זבל בקר הטרי מחושבת לפי עלות הפינוי והפיזור בלבד. זאת בהנחה שהרפתן מחויב לפנות את הזבל ואין תחרות מצד המשתמשים (בדומה לעקרון, המזהם ישלם). הרפתן משלם למפעל הקומפוסט בין 10-20 ש"ח למ"ק. אולם כאשר הפינוי הוא לשדות חקלאיים בסביבה, עלות הפינוי נופלת על היוגב (חקלאי גידולי השדה). לכן הפיזור כדאי מאד לרפתן וכמובן גם ליוגב, זאת בגלל התועלת מהזיבול והחיסכון בעלויות הדשנים. העלות ליוגב מחושבת לפי 10 ש"ח תשלום לפינוי, כולל הובלה סמוכה ועוד 15 ש"ח הובלה למרחק. סה"כ עלות זבל בקר ליוגב נאמדת בכ-25 ש"ח למ"ק כולל פיזור וללא הצנעה.

לסיכום, כפי שהצגנו, במונחים של שווה ערך ליחידות דשן מינרלי, מחיר זבל בקר עומד על 35 ש"ח למ"ק ומחיר של קומפוסט עומד על כ-60 ש"ח למ"ק. כלומר, אלו המחירים המרביים שאותם יהיה היוגב מוכן לשלם, על מנת לקבל את צרכי הדישון שלו.

לעומת זאת, הראינו כי מבחינתו של היוגב, המחיר שנגבה ממנו לקומפוסט הוא 63 ו-75 ש"ח בהתאמה ולכן היוגב יעדיף דשן מינרלי על קומפוסט.

ובמקרה של פינוי ופיזור זבל בקר טרי, עלות הזבל ליוגב היא 25 ש"ח בלבד, שזהו מחיר נמוך מ-35 ש"ח שווה ערך כספי במונחים של דשן מינרלי ולכן לחקלאי כדאי לרוכשו.

כפי שניתן לראות מהצגת הנושא, מבחינתו של הרפתן עדיף לפנות את הזבל לשדה ולא למתקן. ברור כי במקרה כזה לבעל המתקן לא תהיה אספקה של קומפוסט, לאורך כל השנה, ונדרש יהיה להתאים את גודל המתקן לאספקה לגידולי הירקות והמטעים בלבד.

יתרונות וחסרונות וזקים לסביבה

שימוש בזבל בקר כחלופה לשימוש בדשנים מינרליים יכול להועיל לסביבה ע"י מניעה של דליפת חומרים כימיים ואחרים למי התהום ושיפור מארג החומר האורגני שבקרע. לדעתנו, בטיפול נכון ומושלם ניתן יהיה להפחית למינימום ואף להימנע מפגיעה באיכות מי התהום וממטרדי ריח כפי שיפורט בהמשך.

מניעת דליפה של דשנים למי התהום

עיקר הסכנה בדליפה למי-תהום היא מחנקות, אך רוב החנקן בזבל הינו חנקן אורגני. זבלים משחררים חנקן לקרקע בצורה אטית ולאורך זמן, ובממשק נכון הצמח יצרוך את מרבית החנקן המינרלי המתווסף לקרקע, בעת פירוק החומר האורגני. לעומת זאת, בקומפוסט, מרבית החנקן הזמין לצמח מופיע כבר כחנקן, ומתגברת האפשרות של איבוד חנקן זמין ושטיפתו למי התהום.

פלחה (זבל) לעומת שלחין (קומפוסט)

הסכנה בזיבול שטחי פלחה קטנה, במידה ניכרת, בהשוואה לסכנה בזיבול שטחי שלחין, מהסיבות שלהלן: זיבול בפלחה נעשה על חתך קרקע יבש. הזבל מכיל מעט חנקן ופועל כדשן בשחרור-אטי. בתנאים אלה, מצטמצמת הסכנה של הדחת כימיקלים לעומק הקרקע (למי התהום) ולנגר עילי. המצב הפוך בגידולי שלחין, שהם צרכני הקומפוסט. בשלחין נהוג להתייחס לקומפוסט רק כתוספת והוא אינו משמש כתחליף לדשן מינרלי כמו בפלחה. בנוסף, שטחי גידול בשלחין נמצאים בחלקם מעל אקוויפרים פעילים. בגלל השקיות



הצנעת הזבל בחריש בשדות גבעת עוז

טכניות לפני הזיבול ולאחריו ובגלל שטיפה נוספת בגשם, חלק מהחנקן הזמין שבקומפוסט (ובדשן) עלול להישטף למי-תהום. בגידולי שלחין, מקובל להניח כי איבוד החנקן מגיע לכ-50% מכלל החנקן שניתן בדשן.

תועלות ארוכות טווח לקרקע - זבלים (בקר, בוצת שפכים) מגדילים את תכולת החומר האורגני בקרקעות, ומפרים אותן. החומר האורגני משפר את מבנה הקרקע ומייצב אותה, ובכך תורם גם להפחתת סחף קרקע. בחקלאות בעל מקובל שלא לדשן באשלגן, לכן קיים תהליך מתמשך של דלדול הקרקע. זיבול יכול להשלים את הגרעון המצטבר ולעצור את התהליך.

אילוח קרקע בגורמי מחלה צמחיים, בעשבייה ובגורמי מחלה הומניים

קומפוסט אמור להיות מפוסטר ונקי מזרעי עשבייה בעוד שזבל, שאינו מפוסטר, עלול להכיל זרעי עשבייה וגורמי-מחלה צמחיים. אילוח השדות במחלות צמחיות נבחנו לאחרונה בשני ניסויי שדה: בנגבה, בגידול חימצה וחיטה (זוהר וחוברין, 2005) ובחוות ניסיונות גד"ש בעכו, בגידול חמניות, עגבניות ותירס (שמש וחוברין, 2007). בניסויים אלה לא נמצאו כל עדויות על התפרצות מחלות צמחים או סימפטומים של מחלות שאותן ניתן להסביר ביישום של זבל.

באותם ניסויים נבדק, האם מתרחשים שינויים במגוון מיני העשבים בשדה והאם עלתה כמותם בחלקות המטופלות בזבל טרי, לעומת

חלקות שלא זובלו. הממצאים מצביעים, שהזבל הטרי לא תרם להגברת האילוח בעשבים. תשומת לב הופנתה לסיכון שבאילוח השדות בעשבים טפילים (כשות ועלקת), שיכולים לסכן גידולים רבים והדברתם קשה. גם כאן לא נמצא שהזיבול גרם להגברת האילוח בעשבים אלה. יתר על כן, בחינת אילוח הקרקע בעשבי קיץ שנבדקה בעכו הראתה, שלא היה הבדל בכמות העשבייה ובמגוון המינים בין טיפולי הדישון המינרלי לבין טיפולי הזיבול. כמות הקטנה יותר של עשבים שנמצאה בביקורת הבלתי מטופלת (לא מובהק סטטיסטי), יכולה כנראה להיות מוסברת בפוריות קרקע נמוכה יותר. על סמך הממצאים נראה שגם אם תהיה עלייה קטנה בכמות העשבים, כתוצאה משימוש בזבל טרי, ניתן להדבירם בקוטלי העשבים המקובלים ללא תוספת עלות.

חשוב לציין כי העברת שחתות מאזורים שבהם עשבים פיתחו עמידות לקוטלי עשבים, לאזורים אחרים, מגבירה את החשש מהפצת עשבים רעים. נושא זה דורש בדיקה. בכל מקרה, ברור ששימוש בזבלים מקומיים מצמצם מאד את האפשרות של הפצת עשבייה זרה.

בנוסף, למרות שקומפוסטים אמורים להיות נקיים מעשבייה ומפוסטרים, הרבה פעמים לא זה המצב (אפילו בקומפוסטים המיועדים לחקלאות אורגנית). נציין עוד, כי לפי OMRI ו-IFOAM (גופי הפיקוח האמריקאי והבינ-לאומי, בהתאמה, לחקלאות אורגנית ולרישוי חומרים) ניתן להשתמש בזבל בקר שלא עבר קומפוסטציה. ההגבלות היחידות הן לגבי משך הזמן שיש להותיר בין הצנעת הזבל בקרקע לבין איסוף התוצרת בגידולים למאכל אדם: 90 יום כשהתוצרת אינה באה במגע עם הקרקע, 120 יום אם היא במגע כזה (OMRI, 2004).

באשר להפצת גורמי מחלה הומניים, השימוש הישיר בזבל נעשה בד"כ בגידולים שאינם למאכל ישיר, בעיקר בגידולי מספוא, בתעשייה ובגרעינים. לכן, אפשרות ההפצה של גורמי מחלה לאדם, העלולים להימצא בזבל הנה מצומצמת מאד. גם סבירות ההישרדות של מזהמים מיקרוביאליים בשדות על גבי צמחים ירוקים ובוודאי על צמחים וגרגרים שיובשו בשמש היא נמוכה ביותר (צוקרמן וחוב, 1999). לגבי המתעסקים בזבל, סכנת ההידבקות של היוגב קטנה מזאת הקיימת לגבי הרפתן, ואין דיווחים על הידבקות במחלות מהזבל. ■