

מוסף

הרפת והסביבה

2014 אפריל ■ חוברת 369

ביטאון התאחדות מגדלי בקר בישראל



עורך - יוסי מלול

- 4 פתיחת מוסף הרפת והסביבה - יוסי מלול וענת לווינגר
- 7 תובנות מיום העיון - שמאי מזיני

דעת רשויות ומומחים

- 8 מהענשה בעולם המפותח - צפריר גרינהוט
- 12 עמדת המשרד להגנת הסביבה - ישעיהו בראור ואילן צדיקוב
- 15 עמדת רשות המים - הראל גל
- 18 אדם טבע ודין - גלעד אוסטרובסקי
- 20 אנשי המקצוע בחקלאות - אשר אייזנקוט
- 23 זווית גידולי השדה - יוסי מלול עם איתן אביבי
- 26 מטרדי הזבובים - אברהם הכרון

המצב בשטח והמלצות לפעולה

- 28 סקירת מצב והמלצות לפעולה - הילל מלכה
- 32 קומפוסט ברפת מעון כרמל - נחמיה פלק
- 39 קומפוסט אזורי - יוסי מלול עם יוסי בגון
- 41 המתקן הקוריאני - חיים אילת
- 44 ביוגז וחשמל אזורי - צחי גרטלר
- 48 ביוגז וחשמל מקומי - שגיא שני
- 52 ביוגז תעשייה ורפת בערבה - יוסי מלול
- 55 רפת קדם נכנסת לביוגז - יוסי מלול עם בני קינן
- 57 אגנים ירוקים, ווטלנדס - אמתי אבנון
- 59 אגנים במעגן מיכאל - יוסי מלול
- 62 פתרון האגנים ברמת דוד - יוסי מלול

מחקרים

- 64 השפעת קלטור זבל בקר - יאירה חן
- 67 ניזוף שפכים - מחקר גינוסר - הילל מלכה ודני פלודה
- 70 טיפול בשפכים באמצעות נומרוככים - כפר בלום - גיורא ריטבו והילל מלכה



הרפת והסביבה

פתיחה וסיכום של מוסף מיוחד

יוסי מלול - משק הבקר והחלב
yossi@icba.co.il



אנחנו שמחים להביא בפניכם מוסף גדול שעוסק בהיבטים שונים של הרפת והסביבה. המצב בעולם המערבי המפותח, הדרישות החדשות, עמדות משרדי הממשלה והגופים הקרובים, היישומים ברפתות, המחקרים בשטח והצעות הפעולה הבסיסיות של המומחים

חשבנו שאנחנו כבר מסודרים

במשך עשרות שנים הרפת היוותה מטרד סביבתי בעייתי עד שהפרורמה הגדולה, שקמה ביוזמת משרדי הסביבה, החקלאות והאוצר, ונמשכה כתשע שנים, עשתה מהפך עצום בקשר של הרפת לסביבה. לפני שנים אחדות ראייתנו, במשק הבקר והחלב, את ד"ר אילן צדיקוב, בכיר מאוד במשרד להגנת הסביבה, שמלווה את הרפת מזה יותר מעשור שנים, לסיכום הרפורמה ומצב הרפתות כיום.

תאגידי מים ושפכים ברשויות המקומיות, שאמורים לתפקד כמשק סגור. הרעיון הוא שאגרת המים והביוב שגובים מהתושבים תעבור לתאגידים אלה והם יתנהלו כעסק כלכלי, שצריך לכסות את הוצאותיו ולבצע גם השקעות - הוא מספק את המים וקולט את הביוב. איכות המים היא גם עניין כספי ולא זל, התאגידים רואים שטיהור המים עולה כסף רב והם עושים חשיבה מחודשת באשר לשפכי הרפתות - הם יצטרכו לעמוד בתקנים או לשלם ע"פ הערך של עלות הטיהור. "לתחזוקה של מפרידי המוצקים הסטיים לשפכי המחלוב השפעה קריטית על איכות השפכים המוזרמים מהרפת למערכת הביוב. הרפת המשפחתית, שיש לה בד"כ בור הפרדה פלסטי תת קרקעי, מתקשה לתחזק באופן ראוי ושוטף את הבור, כי צריך להזמין ביובית ולשאוב את המוצקים ששקעו בו. התחזוקה של בורות ההפרדה הפתוחים, היצוקים מבטון, ברפת השיתופית, קלה יותר. עם כל ההסתייגויות האלה ניתן לומר, שכל זרם הנוזלים שיוצא מהרפת בא על פתרונו המלא."

הקלטור שינה סדרי רפת וזבל, מודל הרדוף של פיזור זבל נוזלי על הזבל היבש, ייבוש זבל בחצר הקיץ, מבוצעים מחקרים בנושא אידוי מי השפכים ועוד

הרפורמה ותוצאותיה

סיכום כללי מאוד של הרפורמה, שאילן היה שותף בעיצובה ובהובלתה עד לסיום - אין ספק, שבמבט לאחור יש לאילן הרבה נחת מהתוצאות של אחת הרפורמות המורכבות במשק הישראלי ואף העולמי, והוא שמח לפרגן לה.

"למיטב היכרותי, אין מדינה בעולם שהלכה למהלך מרחיק לכת כמו הרפורמה וגם בישראל, אין אף רפורמה שהסתיימה והצליחה, כמו הרפורמה ברפת. מהרפתות לא יוצא זרם לוואדי, לא זבל ולא שפכים, הגענו לפתרון הבועה שרצינו. בשנים האחרונות לא פתחנו תיקי חקירה, למעט השנה עם שלוש רפתות קטנות". "הרפת כבר לא מהווה יעד ראשי למבצעי איכפה של המשטרה הירוקה, כדי לתפוס עבריינים ולהעמידם לדין. פקחי איכות הסביבה התפנו לעסוק גם בענפים אחרים, אבל ממשיכים "לשים עין" שלא יהיו דליפות מהרפת"

"גם משק המים של ישראל עובר בימים אלו רפורמה. קמו כ-70

הרפת המשיכה מאז להשתפר ואפילו מאוד, טכנולוגיות חדשות אומצו - הקלטור שינה סדרי רפת וזבל, מודל הרדוף של פיזור זבל נוזלי על הזבל היבש, ייבוש זבל בחצר הקיץ, מבוצעים מחקרים בנושא אידוי מי השפכים ועוד. אך התחושה, שאנחנו כבר מסודרים וכל תוצרי הלוואי של הרפת מטופלים, לא החזיקה מעמד כלל. אנשי מקצוע ברשויות התחלפו, גישות חדשות אומצו והדרישות לשני התוצרים הוחמרו מאוד. במוסף, נעקוב אחר עמדות כל הצדדים וגם לא נהסס להביא את עמדתנו בנושא והכול מתוך הכרה עמוקה בחשיבות הקשר החם שבין הרפת לסביבה. אנחנו הרפתנים, חיים בסביבה זו ויש לנו עניין, ממעלה ראשונה, להתחשב בסביבה ולהסיר את מטרדי הרפת. מדינות רבות בעולם באות לישראל ללמוד כיצד הרפתנים הצליחו לעשות את הבלתי יאומן אצלם.

מה קורה בעולם הרחב?

צפירי גרינהוט משה"מ משרד החקלאות - עשה ניתוח מעמיק של

מבנים – במקומות שאפשר, חשוב לבחון את הסככה המרחבית "מודל נטופה" בבית רימון. המאפיינים העיקריים – סככה ארוכה וצרה, שני אבוסים, אורך אבוס גדול בין 2.2-2.5 מ' לפרה בשני הצדדים, אין פסי אכילה, אין מאצרה, כל המרבץ זבל מקולטר, שקתות במרכז ועל עמודי הסככה תולים מאווררים עם מערפלים.

סככה ל-100 פרות תהיה במידות של 20x120 לערך ובה היחס הוא 1:6 והשטח לפרה 24 מ"ר ברוטו.

מאצרות – טיפול שוטף למיצוק ופינוי למשטח לצורכי ייבוש – כמות הזבל קטנה מאוד בתהליך והוא מתפזר טוב בשדות. רפתות שיש בהן חצר קיץ, יכולים לבחון שימוש בחצר לייבוש ולקלטור.

פיזור הפרש – יש להכיר ברגישות הציבורית למטרדי הפרש של בעלי חיים, זבובים וריחות. חשוב להניח אותו בשדות, במרחק ראוי מתשתיות ציבוריות – כבישים, מבנים וכו'. כך נמנע את המגע הציבורי עם פרש הפרות ולאפשר את פיזורו מוקדם ככל האפשר.

שפכים – להקטין ככל האפשר את הכמויות שיוצאות למערכת הביוב.

חצר ההמתנה – ניקוי עם גורף ידני למאצרה בקצה החצר.

מחזור מי שטיפת מערכות החליבה – שימוש בהם לשטיפת מדרכים, יש דוגמאות רבות לנושא. נכון לבחון שימוש בחומרי ניקוי מתאימים לדרישות החדשות.

הפרדת מוצקים – בצורות שונות לסינון ראשוני של השפכים הנוזליים.

אגירת שפכים או העברה לביוב המקומי.

בימים אלה מתבצעים מספר ניסויים לפיזור השפכים ולאידויים בצורות שונות. כמוכן, יש ניסויים לטיפולם טכנולוגיים שונים שהורדת רמת העכירות והתוספים השלייליים שיש במים.

יש לאפשר גם פיזור של זבל ושפכים לא מטופלים בשדות חקלאיים, תחת בקרות מתאימות שימנעו מפגעים ומטרדים סביבתיים

סקירת חלק מהמתקנים ברפתות

1. ייצור קומפוסט

מתקן קומפוסט מקומי – מערכת שלמה ברפת מעון כרמל שבה מטפלים בשני תוצרי הלוואי ובהצלחה רבה, במשך לא מעט שנים. דורש שטח והשקעה, אך עושה עבודה אמינה וזולה, למשק החקלאי המשולב.

מתקן קומפוסט אזורי – משחררים את הרפתן מטיפול בזבל, השקעה גדולה, עלות משתנה לרפת בגין השירות, כמויות הולכות וקטנות בזכות הקלטור, חלקם עוברים הסבה לחומרי גלם אחרים.

המתקן הקוריאני – נראה טוב, קיים בשפכי חזירים בעיבלין שליד שפרעם, עושה עבודה טובה בשני התוצרים, מחייב ניסוי בזבל בקר ישראלי כדי ללמוד על השילוב בתנאים שלנו.

2. ביוגז לחשמל ולקיטור

אקו-אנרגיה – שלושה מתקנים אזוריים גדולים, עושים עבודה טובה מאוד, קולטים כ-30% מהפרות בכל הארץ, משחררים את הרפתן מזבל המדרכים הרטוב, יש לו עלויות משמעותיות, שיפור מתמשך ברמת השירות, שונות ברמת שביעות הרצון של הרפתנים.

מתקן ביוגז מקומי – קיים באלפים באירופה ובעיקר בגרמניה, קולט את

הרגולציה והמצב העובדתי בעולם המערבי המפותח. הוא מצא בכתובים את מה שידענו מהביקורים שלנו – באיחוד האירופי, בארה"ב, באוסטרליה ובניו-זילנד, בכל המדינות מפזרים את כל פרש הפרות – מוצקים ונוזליים כאחד, ישירות בשדות הבעלים, במשך דורות רבים. גם התקינה במדינות אלה, כיום ובעתיד, מאשרת את הפתרון.

והוא ממליץ בשם המשרד – "אנחנו חושבים, שבדומה למדינות העולם המפותח, ובמסגרת סל פתרונות הטיפול, יש לאפשר גם פיזור של זבל ושפכים לא מטופלים בשדות חקלאיים, תחת בקרות מתאימות שימנעו מפגעים ומטרדים סביבתיים".

עמדות משרדי הממשלה וגופים קרובים

המשרד להגנת הסביבה – המשרד ביטל את הכללים שניתן להוביל זבל רפת טרי לשדות ופיזורו בתוך 72 שעות. אך מאשר כי זבל מקולטר הוא אכן "מטופל" ומתאים לפיזור – ככלל, המשרד דוחף את הרפתנים להעביר את כל הזבל לסוגי, למתקנים אזוריים – קומפוסט, ביוגז אזורי ומקומי, מט"שים, והכול מטעמים כלכליים ויכולת פיקוח.

רשות המים – פרסמה תקנות חדשות על איכות מי השפכים ברפת שמזרמים למט"שים וקבעה אמות מידה ל"שפכים אסורים" וגם ל"שפכים חריגים". ברשות מנסים להרגיע שהעלויות הטיפול נסבלות, אך בבדיקה של האיכויות ברוב הרפתות, מחכים לנו חשבונות גבוהים וצריך להתכונן להם בכל החזיתות.

למט"שים קשה לטפל בשפכי הרפת ובמיוחד עם מלחים, מרחפים, ועוד ולכן הם מתכוונים להעביר את העלות לרפתנים, בבחינת – "המזהם משלם".

משרד החקלאות – מוביל את העמדה של פיזור הפרש בשדות והצנעתו בעלויות נמוכות ככל האפשר. אנשי המקצוע מביאים חוות דעת התומכות בפיזור זבל טרי בשדה והתרומה הגדולה של הזבל בפרמטרים מגוונים, על הקרקע והגידולים, ובמיוחד גידולי החורף למספוא.

עמותת אדם טבע ודין מאוד נחרצת בנושא – "אנחנו חושבים, שבדומה למדינות העולם המפותח, ובמסגרת סל פתרונות הטיפול, יש לאפשר גם פיזור של זבל ושפכים לא מטופלים בשדות חקלאיים, תחת בקרות מתאימות שימנעו מפגעים ומטרדים סביבתיים".

ועדה משותפת ורחבה יושבת על המדוכה, כדי להביא רעיונות לפתרונות מקצועיים, בשני התחומים של תוצרי הלוואי. קיבלנו הפוגה עד סוף השנה הנוכחית, בהנחה שיימצא פתרון מקצועי וכלכלי ישים.

החזון הראוי של הסביבה והרפת

הרפת הישראלית שואפת לטפל בכל פרש בעלי החיים והנוזלים שלה, **במסגרת המשק החקלאי המשולב**. כל סוגי הפרש, יוחזרו להשבחת הקרקע ולשיפור היבולים החקלאיים.

השאיפה, שהתקינה של האיחוד האירופי תאומץ גם בישראל, בהתאמה למאפיינים המיוחדים שלנו ועיקרה מתן אפשרות, בכללים מוגדרים, לפזר את הפרש והנוזלים בשדות החקלאיים.

השונות בין הרפתנים וסביבתם החקלאית, גדולה מאוד ומחייבת פתרונות מגוונים, כדי שכל אחד ימצא את הפתרונות המתאימים לו.

מניעה והקטנת כמות הפרש

תכנון כמויות הפרש ברפת – פעולה חיונית מאוד והיא כוללת השקעות מקדימות בתחומים שונים, שבין היתר, יש להם תרומה גם לצמצום הבעיה.

ייצור חלב ברפת הישראלית

כרוך גם בייצור זרמי פרש ושפכים

ענת לוינגר והלל מלכה – אנף בקר ואגרוואקולוגיה וגד"ש,
שה"מ משרד החקלאות

anatl@moag.gov.i

במסגרת הרפורמה הסביבתית ברפת החלב, הוגדרו בזמנו דרישות ותנאי טיפול בזרמים אלו, הן אושרו בהסכמות מקצועיות בין-משרדיות ובוצעו ברפת.

לאור הצעה לשינויים בהסכמות המקצועיות, שהועלו לאחרונה ע"י חלק מהשותפים לרפורמה, נערך כנס שבו הוצגו העמדות, ההיבטים ובעדכוני מדיניות, רגולציה וממשקים הקשורים לפרש ושפכים ברפת החלב. ההרצאות כללו הצגת עמדת משרד החקלאות ופיתוח הכפר, עמדת המשרד להגנת הסביבה, עמדת רשות המים, עמדת עמותת 'אדם טבע ודין', היבטי בטיחות מזון, סקירה בנושא תקינה ורגולציה בעולם, ממשקי טיפול בזבל ובשפכי רפת, טיפול במטרדי זבובים ברפת.

תקצירי ההרצאות ניתנים בהמשך וקישור למצגות מהכנס ניתן למצוא בקישור הבא:

http://shaham.moag.gov.il/TrainingActivities/Pages/yomiyun_Cowshed-astewater_2014.asp

אי אפשר לסכם מוסף סביבה מבלי להכיר תודה עמוקה לצוות הרפת בקיבוץ הרדוף, בהובלתו של **יורם קלגוד**, שעושים עבודה נפלאה, בפיתוח רעיונות סביבתיים מקוריים ומבצעים אותם במשק החקלאי המשולב שכולל רפת, גידולי שדה וגם קהילה מעורבת.

הם החלוץ לפני המחנה, בחשיבה ובביצוע פתרונות ברי קיימא בתחום הסביבה. ■

הזבל למיניו, כולל זבל לול ומייצר חשמל לרשת, כמה חברות מציעות את שירותיהם, יש כבר כמה משקים לקראת חתימה ויציאה לדרך. המשרד להגנת הסביבה מעודד מתקנים מסוג זה.

3. אגנים ידוקים לטיפול בשפכי הרפת

אגנים קיימים מתקופת הרפורמה ברפתות מעגן מיכאל, רמת דוד, הרדוף וציפורי. עושים עבודה טובה ומטפלים בשפכי הרפת, דורשים שטח לברכות והשקעה ראשונית, אין תחזוקה של ממש בשוטף, לאחרונה יש התעוררות בעניין שלנו בנושא.

4. מחקרים בנושאי סביבה

מנהלת קרן המחקר של מועצת החלב וגם גופים אזוריים, עוסקים בשנים האחרונות במחקרים שמוכוונים לנושאי הסביבה. שה"מ, מנהל המחקר של וולקני יוזמים ומלווים מחקרים בנושאי קלטור הזבל, אידוי השפכים, ייצור קומפוסט, טיפולים כימיים ואחרים לשיפור איכות השפכים ועוד. חלק ממחקרים אלה מובאים בפניכם במוסף.

סיכום

הדרישות החדשות של המשרדים מציבות בפני הרפתן הישראלי משימה מורכבת מאוד. מחד, יש דרישות מחמירות מאוד ובצדן קנסות כבדים ומנגד, אין פתרונות מקצועיים מוכרים ובדוקים. כל השקעה עולה הון רב ואין כל ביטחון בהצלחתה.

עלינו לפעול ברשויות, בדרכים מגוונות וגם נחושות, כדי לקבל ארכה של חמש שנים, לפחות, למידת הנושא וליצירת פתרונות ראויים, ישימים ובעלות כלכלית סבירה לרפתן השיתופי וגם המשפחתי.

הרפתנים חיים בסביבה של בעלי חיים, נושמים ומריחים את תוצרי הלוואי שלהם ולכולנו יש עניין רב לטפל בפרש זה. נכון וראוי, לגלות סבלנות באכיפת הדרישות עד למציאת הפתרונות.

מוסף זה יתרום את חלקו בהעלאת הנושא למודעות גדולה יותר ובסיוע לפיתוח דרכים נוספות לחזק את הקשר של הרפת עם סביבתה.



כיף לקלטור בסככה מרחיבת ששומרת על רוחת בעלי חיים והסביבה

הטיפול בזבל ושפכי רפתות

תובנות מיום העיון - בית זגן, 27.1.2014

שמאי מדיני - התארגנות הרפת גרנות
refet@granot.co.il

לקראת סוף ינואר השנה התקיים יום עיון רב משתתפים בארגון מדריכי שה"מ ובהשתתפות מרצים מחזית רחבה בנושא - הטיפול בזבל ושפכי רפתות. הכנס היה מעניין ביותר ונשמעו בו העמדות השונות של כל העוסקים בטיפול בתוצרי הלוואי ברפת.

שמאי מדיני, רכז התארגנות הרפת בגרנות, משתף אותנו ברשמים ובלקחים שלו מהמכנס

רשמים

- לשאוף ללוח זמנים מוגדר, כאשר עד סוף שנת 2014 נקבעים סוגי הפיילוטרים. במשך 2015 בדיקה ודגימה במשקי הפיילוט. בשנת 2016 התקנה במשקים.
- צירוף גלעד אוסטרובסקי (אדם, טבע ודין) לוועדה כנציג הציבור.
- לפעול לקבלת עמדת משרד החקלאות (אשר איזנקוט) - לאפשר למשק לפזר זבל ו/או תשטיפי חצר המתנה, גם ללא טיפול. כמובן, תוך הטלת מגבלות של סוג הגידול, כמות, מרחק מיישוב, הצנעה תכופה וכדו'.
- לבחון עם רשות המים הקלה בחלק מרמות הסף השונים, בהנחה שהם משפרים את ערכי הדישון הנצרכים ע"י הגידולים החקלאיים שלנו.
- נציגי ההתאחדות בוועדה ידווחו, בכל ישיבת הנהלה או מועצה של ההתאחדות, על פעולות הוועדה.
- דיווחים מפעולת הוועדה יפורסמו לעתים, בקרב הרפתנים בארץ. ■

- ההשתתפות הרבה - ישנה מודעות גדולה, בקרב העוסקים בענף, לנושא המורכב, ולצורך למצוא פתרון סביר לבעיה.
- עמדת רשות המים (**ד"ר הראל גל**) - מגלים נכונות אמת למציאה וליישום של פתרונות שיתאימו לענף.
- עמדת המשרד להגנת הסביבה (**ד"ר ישעיהו בר אור**) - רצון להכתיב כללים מחמירים ביותר, תוך אפס התחשבות בצרכים וביכולת הענף. לצערי, גם ללא כניסה לעומקו של הנושא, במילים אחרות: להתקין תקנות שימנעו מטורדים, ולא חיפוש פתרונות להקטנת המטרדים (נראה שהמשרד חוטא בחטא היהירות וזה מדאיג).
- עמדת "אדם טבע ודין" (**גלעד אוסטרובסקי**) - עמדה מתונה שמבינה את צורכי הענף, מבדילה בין "בעיה" ל"מטרד", תומכת בלימוד והגדרות כל המטרדים והבעיות, וחיפוש פתרונות להקטנת המטרדים.
- עמדת משרד החקלאות (**אשר איזנקוט והלל מלכה**) - מגמה ברורה של החזרת הזבל ותשטיפי חצר ההמתנה למשק החקלאי, בין אם הזבל מטופל ובין אם לא. על פי אשר איזנקוט, בשטחי הפלחה והשלחין עדיף זבל ללא טיפול מקדים.
- מטרד הזבובים (**ד"ר אברהם אברון**, יועץ סביבתי) - ניתן בקלות יחסית, להפחית במידה משמעותית ביותר את מטרדי הזבובים ע"י טיפולים מתאימים. כמוכן, להכיר את טווח הפעילות של הזבובים (לפי דבריו כ-700 מ').

מה לוקחים מהכנס?

- תמיכה בעמדה שנשמעה כי יהיו מספר פתרונות שונים - לכל משק תינתן האפשרות לבחור בפתרון המתאים אצלו.
- חתימה, גם במסגרת משרד החקלאות וגם באופן פרטי, ללימוד מעמיק יותר של פתרונות קיימים או מוצעים, בשאיפה להשתמש בקיימים כ"פיילוטרים", או התקנת חדש כפיילוט שיוכל לעבור את התקופה הקריטית (קץ - צינון). **בכל פיילוט, חובה לדגום אינטנסיבית כניסה, ציאה וכמויות.**





צפיר גרינהוט - מנהל תחום אגרואקולוגיה, שה"מ
גדעון טופרוב - יועץ מדעי במשרד החקלאות, עמית תכנית ממשק
 ליישום מדע בממשל
 grinhut@shaham.moag.gov.il

מדיניות ותקינה

בנושא טיפול ופיזור זבל ושפכי רפת

אנחנו חושבים, שבדומה למדינות העולם המפותח, ובמסגרת סל פתרונות הטיפול, יש לאפשר גם פיזור של זבל ושפכים לא מטופלים בשדות חקלאיים, תחת בקרות מתאימות שימנעו מפגעים ומטרדים סביבתיים

הסכמה זו הובילה את המדינות המפותחות לקביעת מדיניות שמתירה ומעודדת פיזור זבל פרות יבש או נוזלי בשטחים החקלאיים, תחת מגבלות ובקרות שונות, שיימנעו את הסיכון שבפיזור. בסקירה זו תוצג המדיניות והתקינה הקיימת כיום בעולם בנושא טיפול ופיזור זבל פרות בשדות חקלאיים.

עקרונות מדיניות פיזור הזבל במדינות העולם המפותח - מדיניות על-פי הערכת סיכונים

כפי שנאמר, קיימים סיכונים סביבתיים ובריאותיים ביישום זבל לא מטופל בשדות חקלאיים והעיקרון המנחה את התקינה כיום בעולם הוא - יישום מושכל שיוביל לניצול יעיל של משאב הזבל ומנגד, לצמצום מהותי של הסיכון שביישומו. עיקר התקינה כיום נותנת דגש על מזעור הסיכונים הסביבתיים, אולם לאחרונה ישנה התייחסות ספציפית בתקינה גם לנושאים הנוגעים לבריאות הציבור שנובעת, בין היתר, בעקבות הצטברות ידע מדעי נוסף בנושא. עקרונות התקינה בעולם מתבססים על הצורך בבקורות הבאות:

1. אצירה נאותה של הזבל - אופן וזמן האצירה.
2. הובלת הזבל לשדה/למתקן טיפול.
3. מיקום פיזור הזבל - כולל סוג הגידול הקיים בשדה.
4. מועד הפיזור - עונת השנה, מזג אויר וזמן.

רקע - מדוע יש צורך בתקינה בנושא פיזור זבל ושפכים?

ליישום זבל פרות בשדות החקלאיים, ישנם תועלות אגרונומיות וסביבתיות רבות וביניהן, ניתן למנות את יצירת תלכידי קרקע יציבים ושיפור מבנה הקרקע, הספקת יסודות הזנה לצמח, תרומה למגוון הביולוגי, הגברת תאחיזת המים בקרקע, הקטנת ההתאדות, הגברת קצב הלחול המים ומניעת סחף. בנוסף, יישום הזבל מוביל להפחתה בשימוש בחומרי דשן כימיים ובהקטנת ייצורם התעשייתי (ייצור בעל השלכות שליליות על הסביבה).

התוצאה המצטברת של כל הגורמים שהוזכרו הנה שיפור פוריות הקרקע, הגדלת שירותי המערכת האקולוגיים של הקרקע והקטנת נזקים סביבתיים הנובעים, בין היתר, מהקטנת השימוש והייצור של דשנים כימיים. אולם, ליישום לא מושכל של זבל פרות לא מטופל בשדות החקלאיים עלולות להיות גם השלכות שליליות על הסביבה ובריאות הציבור.

במדינות העולם המפותח, ישנה כיום הסכמה רחבה, שניתן לנהל את הסיכונים הסביבתיים והבריאותיים וליהנות מהתועלות הסביבתיות והחקלאיות ביישום מושכל של זבל פרות שגדולה מהסיכונים שביישומו

הסכנות העיקריות שעלולות להיווצר מפיזור לא מבוקר של זבל הם: המלחת קרקע ומים, פגיעה באיכות מקווי מים, רעילות של חומרים ספציפיים לאדם ולחי, זיהום אוויר, העברת גורמי מחלה (פתוגנים) לתוצרת חקלאית ומקווי מים, השלכות שליליות של שאריות חומרים אנטיביוטיים והורמונים על הסביבה ובריאות הציבור, אילוח הקרקע בעשבים ויצירת מטרדי ריח חזקים.

במדינות העולם המפותח, ישנה כיום הסכמה רחבה, שניתן לנהל את הסיכונים הסביבתיים והבריאותיים וליהנות מהתועלות הסביבתיות והחקלאיות ביישום מושכל של זבל פרות שגדולה מהסיכונים שביישומו.



צפיר מרצה בכנס בית דגן



את השפכים מפזרת החווה עם תוחם בסמוך מאוד לאזור מגורים - הריח מגיע למרחוק



חוות אגריקולה באיטליה - רפת מצטיינת שכל השפכים שלה עוברים מפרדה

נקרא חוק טיפול בתוצרי הלוואי מבעלי-חיים (Animal By-Products Regulations 1774/200) והוא נחקק בשנת 2002. בחוק קיימת חלוקה של תוצרי הלוואי לשלוש קטגוריות לפי הסיכון שלהם. החוק דן בעיקר בשאריות בע"ח (פגרים, פסדים, בתי שחיטה) ומתרכז בהיבטים הבריאותיים של הנושא. אולם, בחוק זה קיימת גם התייחסות לזבל בע"ח. החוק מתיר שלוש אפשרויות עיקריות לטיפול בזבל. בכל אפשרות הטיפול, ישנה התניה בחוק הקובעת שהרשויות הווטרינריות צריכות לאשר, שאין סכנה בריאותית של יישום כל אחת מהאפשרויות.

בכל המדינות המפותחות הותר יישום זבל בקרקע ובתנאי שיתבצע בהתאם לכללים ברורים שנקבעו. כאשר יישום הזבל נעשה בהתאם לעקרונות אלו, הסיכונים ביישומו כמעט ואינם קיימים

האפשרויות המותרות הם: פיזור בקרקע, טיפול במפעל ביוגז או טיפול במפעל קומפוסט. באחת ההתייחסויות של החוק לגבי זבל בע"ח, נקבע שבזמן שינוע זבל לא מטופל למרחק גדול מחוץ לחווה החקלאית קיימת, חובה לסמן את הרכב ולרשום את פרטי ההעברה. התייחסות זו ממחישה דווקא את הסכנות הקיימות בשינוע זבל למרחקים ולא את פיזורו ללא טיפול סמוך למקום היוצרו.

באיחוד האירופי קיימות שלוש דירקטיבות, שנוגעות באופן ישיר, לפיזור זבל בע"ח בכלל חבל רפתות בפרט. דירקטיבות אלו מפורטות להלן:

דירקטיבת הניטרט האירופית (Nitrate Directive 1991/676/EC) - מטרתה של הדירקטיבה להפחית את זיהום המים בניטרט ממקור חקלאי. הדירקטיבה שהתקבלה בשנת 1991 מחייבת את מדינות האיחוד לעמוד בסך מקסימלי של 170 ק"ג חנקן להקטר לשנה (17 ק"ג לדונם לשנה) במשקים שנמצאים באזורים שהוגדרו כרגישים לזיהום ניטרטים (כולל במרעה). על מנת לעמוד בתנאי זה כל המדינות חייבות ליצור תכנית פעולה שתכלול שיטות לניטור ולביקורת של ניטרטים ותקנות לממשק גידול בעלי-חיים שיתייחסו לנקודות הבאות:

1. מתי אסור ליישם זבל ודשנים טבעיים בקרקע?
2. מהם התקנים לכמות אחסון זבל מותרת ואלו מתקנים מורשים לצורך כך?

5. האופן שבו הזבל מפוזר בשדה.

6. כמות הזבל המפוזר.

למרות הסכנות הפוטנציאליות, ברור כי אופן יישום הזבל בקרקע משפיע בצורה מכריעה על רמת הסיכון. לדוגמה, ברור לכל, כי יישום זבל פרות ישירות על גידולי עלים למאכל יוביל לסיכון גבוה באילוח התוצרת החקלאית בפתוגנים. אולם, הסיכון באילוח התוצרת ילך ויפחת עד לסיכון אפסי, ככל שהקשר בין הזבל לתוצרת חקלאית נאכלת (קשר של מגע ישיר זמן מיישום) ילך וירד בסדר הבא: יישום בגידולי שורש טרי, יישום בגידולי ירקות, יישום בגידולי ירקות מבושלים, יישום בגידולי גרעינים, יישום במטעים, יישום בגידולים לא למאכל. כפי שהוזכר, לדרך היישום, מועד הפיזור ולזמן שעבר מיישום החומר עד לקטיף התוצרת, ישנה השפעה מכרעת על סיכון של אילוח התוצרת. זאת ועוד, לסוג הקרקע ולגורמים ביוטיים ואביוטיים נוספים, תהיה גם כן השפעה גדולה על שרידות הפתוגן בסביבה. חלק ממידע זה הנוגע לשרידות הפתוגנים בסביבה בישראל, עדיין חסר.

בכל המדינות המפותחות הותר יישום זבל בקרקע ובתנאי שיתבצע בהתאם לכללים ברורים שנקבעו. כאשר יישום הזבל נעשה בהתאם לעקרונות אלו, הסיכונים ביישומו כמעט ואינם קיימים. האתגר הגדול בארץ ובעולם הוא להבטיח שהיישום בפועל יתקיים על-פי עקרונות אלו.

חשוב לציין, כי ישנן מדינות שבהן אין הפרדה כלל בתקינה בין זבל נוזלי (שפכים) לזבל יבש. אי ההפרדה נובעת, בין היתר, ממשקים שונים שקיימים בעולם. בכל המדינות שאנו סקרנו ועל-פי המידע שברשותנו שפכי הרפת (הזבל הנוזלי) לא מחוברים למערכות הביוב המוניציפאליות.

מדיניות ותקינה של פיזור זבל ושפכי פרות באיחוד האירופי

באיחוד האירופי קיימים מספר מסלולי חקיקה שונים. הראשון הוא חוק כולל לכל מדינות האיחוד שנחקק ברשות המחוקקת של האיחוד האירופי. המסלול השני הוא קביעת דירקטיבות מחייבות לכל מדינות האיחוד. הדירקטיבות הם כללים משפטיים מנחים המחייבים את מדינות האיחוד. הדירקטיבות אינן הופכות באופן אוטומטי חלק ממשפט המדינות, אולם בהם נקבעים יעדים ולוחות זמנים ליישום. כל מדינה חופשייה להחליט אלו אמצעים חקיקתיים לנקוט על-מנת ליישם את הכללים בדירקטיבה. המסלול האחרון הוא חקיקה והנחיות פרטניות של כל מדינה ומדינה.

באיחוד האירופי קיים חוק כולל אחד בנושא של פיזור זבל בע"ח. החוק



מכלית פיזור השפכים בעונה - הכול הולך גולמי לשדות



שוודיה - מאגרי שפכים זבל נוזלי בצמוד למקווי מים...

החקלאות היא, שמגבלות פיזור מקסימלי של זבל פרות צריכות להתבסס על זרחן. הסיבות לכך מגוונות ולא יפורטו במסמך זה.

דירקטיבת אוויר נקי (Air Quality Directive 1999/30/EC) - הדירקטיבה קובעת הפחתה של פליטת אמוניה ותחמוצות חנקן לאטמוספירה. על מנת לעמוד בתקנות אלו קבעו המדינות כללים שמגבילים את החקלאים בטיפול ובשימוש זבל. אחת המגבלות של דירקטיבה זו היא המלצות ליישום זבל נוזלי בכלים חקלאיים ייעודיים המפחיתים את פליטות האמוניה לסביבה.

דירקטיבת מניעת הזיהום כולל (Integrated Pollution Prevention and Control 96/61/EC-2007) דירקטיבה שחוקקה לאחרונה (2007) ואמורה להיות מיושמת רק בשנת 2017. הדירקטיבה עוסקת בנושאים רבים גם בתעשייה וגם בחקלאות וחלק ממטרתה היא לאחד את כל הדירקטיבות שעוסקות בנושא לדירקטיבה אחת כוללת. כפי שנכתב, דירקטיבה זו אמורה להיות מיושמת רק בשנת 2017, אולם מהמידע הקיים ברשותנו כיום, לא יהיה שינוי עקרוני בנושא פיזור זבל גולמי יבש או נוזלי בשטחים חקלאיים. כלומר, יותר פיזור זבל תחת בקורות שיפחיתו מאד את הסיכונים הסביבתיים והבריאותיים שבישומו.

מדיניות ותקינה של פיזור זבל ושפכי פרות בארה"ב

התקינה בארה"ב נובעת מהחוק הפדרלי (חוק כולל לכלל מדינות ארה"ב - **Clean Water Act**) שמסדיר את היתר התקינה על כל השפכים ומיושם גם בתחום בעלי-החיים. בדומה למצב באירופה, גם בארה"ב, החוק הפדרלי נותן את הסמכות למדינות השונות לקבוע את התקנות לטיפול בזבל בעלי-חיים, על פי מאפייני כל מדינה.

הוראות אלו שנגזרות מהחוק הקיים נקראות **CAFO (Concentrated Animal Feeding Operation)**.

על-פי החוק הפדרלי, פיזור זבל ושפכים מותרת בקבלת היתר מיוחד של בעל המשק (או קבלן מטעמו) מרשויות המדינה. ישנה חלוקה בין היתר אישי לבין היתר אזורי הכולל כמה משקים, כאשר כל משק מוסר טופס הצהרה בלבד. ההחלטה לחייב היתר אישי נקבעת על-ידי הרשויות האזוריות במקרה של משק עם מאפיינים ספציפיים או סיכון בריאותי/סביבתי מוגבר (לדוגמה, קרבה למקורות מים, מועד לשיטפונות, תכולת שפכים מסוכנת, היסטוריה של

3. מהם המגבלות ליישום זבל בקרקע? בנוסף, על המדינות החברות לדווח אחת לארבע שנים, על תוצאות ניטור רמות הניטורט בקרקע ובמים.

הסמכות לקבוע את תכנית הפעולה, כמו גם, הגדרת האזורים הרגישים לזיהום נתונה לכל המדינות החברות. אזורים רגישים לזיהום נקבעו ככאלו שקיים בהם או עלול להיווצר בהם זיהום מי תהום או מים עיליים בניטורטים (מעל רמה של 50 מ"ג לליטר), כתוצאה מגידול בעלי-חיים למטרות חקלאות. חלק מהמדינות (גרמניה, דנמרק, אוסטריה, פינלנד, הולנד, אירלנד, צפון אירלנד, סלובניה ליטא, מלטה ולוקסמבורג) הגדירו את כל שטחי המדינה כאזור רגיש לזיהום ניטורט, ואילו אחרות, הבחינו בין אזורים רגישים לאזורים שאינם כאלו. הסיבה להגדרת המדינה כולה כרגישה לזיהום נבעה, בדרך כלל, מרצון לקבוע כללים זהים ולאפשר תחרות הוגנת לכל ולא ממצב הזיהום האמתי.

בחוקים והתקנות הקשורים לפיזור זבל, רוב מדינות האיחוד התרכזו בחנקן, שהדירקטיבה כוונה ומתייחסת אליה אולם, בחלק מהתכניות ישנה התייחסות גם לבקרה על רמות הזרחן. בהולנד, בדנמרק וחלק מבלגיה התכנית מבוססת על חנקן ועל זרחן. בשוודיה התכנית מבוססת על זרחן בלבד. ישנם יתרונות סביבתיים ואגרונומיים לייצר מגבלות בתכנית שמבוססת על זרחן. בישראל, עמדת הגורמים המקצועיים במשרד



שימוש בכלים ייעודיים לפיזור שפכי רפת - כלים אלו, בין היתר, מקטינים השפעות סביבתיות שליליות

טבלה מסכמת - תקינה של יישום זבל ושפכי רפת בעולם

היתר ליישום בקרקע	מגבלה כמותית על יישום זבל/שפכי רפת בקרקע	האם הותר פיזור זבל/שפכי רפת?	
תלוי ביישום הדירקטיבה במדינות החברות. חובת טופס רישוי בדנמרק. חובת רישום והצגה במקרה של ביקורת בצ. אירלנד	170 ק"ג N להקטר לשנה באזורים רגישים, כולל דשנים כימיים, זבל ושפכים	כן / כן	אירופה
היתרים משקיים או אזורים. מותנה בהגשת תכנית ניהול נוטריינטים	משתנה בהתאם לסוג קרקע אופי הזבל, סוג וכמות היבול ועוד..	כן / כן	ארה"ב
לא צריך היתר ע"פ המידע שברשותנו	בדרום אוסטרליה נקבע סף של 100 ק"ג N להקטר לשנה, רק מזבל ושפכים ללא דשנים	כן / כן	אוסטרליה
נדרש היתר מאז 2004	150-200 ק"ג N להקטר לשנה, כולל דשנים כימיים, זבל ושפכים	כן / כן	ניו-זילנד

סמניה. נקבעו כללים לשימוש בשפכי רפת שמחייבים על-פי חוק ועברה על הנהלים גוררת קנסות חמורים ועלולה אפילו להביא לסגירת העסק.

דוגמה לחלק מהתקנות באוסטרליה:

- ברפת צריכה להיות רצפה מבוטנת או אחרת מחומר בלתי חדיר.
- יש להזרים את התשטיפים לברכות אחסון שפכים בלבד.
- תכנון ברכות האחסון יאפשר תפקוד גם בתנאי מזג-אוויר או כשלי תפקוד.
- התכנית יופקדו לאישור מועצה לאומית ייעודית.
- פיזור/יישום השפכים: פיזור השפכים רק תוך כדי התחשבות בשמירת הסביבה, כמות ותזמון הפיזור יתבצע בהתאם למאפייני המקום.

סיכום

יישום זבל בקרקע מביא תועלות מגוונות, כמו שמירה על פוריות הקרקע והפחתת נזקים סביבתיים שונים, אולם יש בפעילות זו פוטנציאל לסיכון בריאותי וסביבתי. בכל המדינות המפותחות קיים כיום היתר לפיזור של זבל ושפכי רפת לא מטופלים, תחת מגבלות שמטרתן להקטין למינימום את הסיכונים הקיימים שביישומם. כאשר רוצים לקדם את הסדרת הנושא בארץ חשוב להתאים תקנות לפי האופי המקומי של ענף רפת החלב, אופי ענפי החקלאות הצמחית ותנאי הסביבה והחברה השונים.

אנו חושבים, שבדומה למדינות העולם המפותח, ובמסגרת סל פתרונות הטיפול, יש לאפשר גם פיזור של זבל ושפכים לא מטופלים בשדות חקלאיים, תחת בקרות מתאימות שימנעו מפגעים ומטרדים סביבתיים. ■

רשימת ספרות ניתן לקבל אצל המחברים



חוה בוויסקונסין - כל תוצרי הלוואי בשימוש המשק המעורב

אי-ציות וכדומה), אולם ההבדלים אינם משמעותיים.

במילוי היתר פיזור נדרש החקלאי למסור תכנית ניהול נוטריינטים **Nutrient managing plan - NMP**. בנוסף, מילוי היתר הכולל מספר פרות, שטח גידול מקורה ואינו מקורה, שטח קיים לפיזור, כמות זבל ושפכי רפת/שנה, שיטת אחסון וקיבולת מתקן האחסון ופתרונות זבל ושפכים אלטרנטיביים לפיזור. בנוסף, על מבקש ההיתר להצהיר על שימוש בטכניקת הפיזור בארה"ב מובצעת אכיפה בדמות ביקורות פתע שבאה לבחון את מילוי ההיתרים ועמידה בתנאיהם, במיוחד באזורים רגישים לבריאות האדם והסביבה.

מדיניות ותקינה של פיזור שפכי פרות בניו-זילנד ואוסטרליה

תקינה ניו-זילנד

בניו-זילנד קיימות תקנות ספציפיות לכל מחוז, אבל העקרונות המנחים אינם משתנים. יש בחוק התייחסות ספציפית לשפכי רפתות, בשונה מרוב מדינות אירופה. התקנות בחוק קובעות שניתן ליישם את השפכים בקרקע תחת מגבלות או ביישום מידי ורציף (יישום כזה אינו מומלץ) או ביישום מבוקר ומתוזמן בשאיבה ממקורות אחסון, הכוללים מתקנים לאחסון למיניהם, או ברכות אחסון זמניות (**storage ponds**). קיימות תקנות לכמויות היישום של חנקן וזרחן וסולפט, למניעת נגר עילי וזיהום מקורות. בתקנות, החקלאי חייב בניהול מעקב ורישום שניתן להציגו לרשויות כולל התייחסות לדישון הכימי בשדה.

בניו-זילנד קיימת גם תקינה המתייחסת לשיקולי בריאות האדם בפיזור שפכים. התקנות כוללות הסדרה של תחומים שונים:

- מערכות ניקוז יעילות.
- ניהול משטר חיסונים על-פי הנהלים.
- איסור שימוש במים שלא טופלו בכלור.
- מניעת זיהום מי שתייה של הפרות בשפכים.
- איסור יישום השפכים באזורי הגידול של עגלים שמערכת החיסון שלהם טרם הבשילה.

תקינה באוסטרליה

בדומה לניו-זילנד, גם באוסטרליה החקיקה בנושא זבל ושפכי רפת היא ברמת המדיניות השונות ולדוגמה, נתנו כאן עקרונות שנקבעו במדינת

הסדרת תוצרי הלוואי של רפת החלב

ישעיהו בראור ואילן צדיקוב - המשרד להגנת הסביבה
yesha@sviva.gov.il

בצד הרבה מחמאות לתהליך, להשקעה ולתוצאות של הרפת בנושאי הסביבה, עושה המשרד להגנת הסביבה, סיבוב נוסף של החמרת הדרישות ורק זבל מטופל-מקולטר, יכול להיות מפוזר בשדה. בטיפול בשפכי הנוזליים מורכב ובעייתי ויושבים על המדוכה לעסוק בו

הרפורמה ברפת ותוצאותיה

ענף הבקר לחלב זוהה בעבר כענף המזהם ביותר מבין ענפי החקלאות. עיקר הזיהום נגרם מזרימה ומחלחול בלתי מבוקרים של שפכים ותשטיפים, הנובעים מפעילות הרפת ומפרש הבקר. במהלך השנים 1999-2008 עבר ענף הרפת רפורמה ארגונית ותשתיתית, שמטרתיה התייעלות של ייצור החלב, כדי לעמוד בתחרות עם יצרני חלב בעולם וכדי להפסיק את הזיהום הסביבתי מהענף. ההתייעלות בייצור התבטאה בהגדלת יחידות הייצור (הרפתות) וצמצום מספרן (ניוד מכסות חלב), ומניעת זיהום הסביבה התבטא בהקמת תשתיות ומתקנים, שנועדו להגן על הסביבה משפכים ותשטיפים של רפת, כמו: סככות, רצפות בטון, מרזבים, מתקנים לטיפול בפרש ומתקנים לטיפול בשפכים. הרפתות זכו למענק של 50% מגובה ההשקעה המאושרת בתשתיות ובמתקנים להגנה על הסביבה. בוצעו השקעות בסך כ-1 מיליארד ₪, שמהם 483 מיליון ₪ הוענקו כתמיכה.

שדה ועוד), חייב להיות מטופל גם להפחתת ריכוזי פתוגנים (גורמי מחלות) על ידי קומפוסציה, איכול אנאירובי וכדומה. טיפולים אלו מונעים גם מפגעי ריח וזבובים. הטיפול בפרש יכול להתבצע במשק עצמו או במתקנים אזוריים. המשרד מעודד יזמות להקמת מתקני גזיפיקציה שבהם ניתן גם להביא לייצור אנרגיה והפקת חשמל, באופן שישפר את כלכליות התהליך.

כיום, בעיית הזיהום הנובע מפרש הרפת לא נפתרה במלואה, והיא זה בחלק מהמקומות משטח הרפת אל השדה הסמוך. סילוק הזבל (הרטוב בד"כ) מהמאצרה שברפת, בין אם למתקן הטיפול האזורי ובין אם ישירות ליישום בשדה, מכביד על הרפתן פיזית וכלכלית. עתה, משקיימות התשתיות לאצירה ולטיפול בזבל באופן שאינו מזהם את הסביבה, מאמצי האכיפה של המשרד להגנת הסביבה מכוונים למניעת אצירה ופיזור בלתי מבוקרים של פרש מסביב לרפתות ובשדות.

שפכי מכון החליבה וחצר הצינור

מעבר לצמצום מספר הרפתות שהיו מוקדי זיהום והסדרתן, חל שיפור ניכר בכמות, באיכות וביעד הסילוק של השפכים שמייצר הענף. יעד סילוק השפכים השתנה מהסביבה (הוואדי) למערכות הביוב. בעקבות החיבור למערכות הביוב והעומסים הכבדים שהטילו עליהן, התייעלו הרפתות בכמות השפכים הסגולית (צמצום מ-250 ליטר ליום לחולבת ברפת שיתופית ו-100 ליטר ליום ברפת משפחתית, לכ-80 ליטר ליום בממוצע)

נכון להיום, הזיהום הופחת באופן דרמטי והענף מוסדר מבחינה סביבתית: הרפתות השלימו את הביצוע של תשתיות סביבתיות ועומדות בדרישות של מודל "רפת בועה", עם תשתיות למניעת חלחול מזהמים, ולמניעת זרימה בלתי מבוקרת של פרש, תשטיפים ושפכים אל הסביבה. השפכים והתשטיפים שמייצר הענף נקלטים ומטופלים במערכות ביוב. כמוכך, הוקמו מתקנים אזוריים לטיפול בזבל, הכוללים מערכי פינוי פרש מהרפתות.

מדיניות המשרד

המשרד להגנת הסביבה דורש, כמדיניות, שפרש הרפתות יפונה לשדות רק אחרי שעבר טיפול, למניעת מפגעי ריחות רעים, זבובים והעברת מחלות לאדם. המשרד מכיר בקלטור זבל החצרות כטיפול ראוי למניעת מפגעי ריחות וזבובים. זבל שמיועד לדישון גידולים שנצרכים ללא בישול (כמו תות



ישעיהו מרצה בכנס תוצרי לוואי ברפת בבית דגן



פאנל של אנשי הסביבה בכנס שגם זכו להרבה שאלות



בכנס המדעי האחרון בירושלים

טיפול בפרש מענף הבקר לחלב (הנחת עבודה: 50% כבר מטופל כיום)

כמות חומר מטופל (מ"ק, לפי סוג טיפול)	סוג הטיפול הקיים	שיעור הטיפול (אחוז, לפי סוג טיפול)	סה"כ סוג הזבל (מ"ק לשנה)	אחוז מסך זבל הענף	סוג
476,000	עיכול (ביוגז) במתקן מרכזי	20%	2,380,000	70%	זבל מדרכים+זבל ממפריד מוצקים
238,000	קומפוסטציה במתקנים מרכזיים	10%			
969,000	קלטור	95%	1,020,000	30%	זבל חצרות
1,683,000	סה"כ מטופל:		3,400,000		סה"כ פרש:

המשרד מכיר בקלטור זבל החצרות כטיפול ראוי למניעת מפגעי ריחות וזבובים

נקבעה בכללי המים הוראה לדחיית ההחלה של כללי הרשויות המקומיות (ביוב - תעריפים בעד שירותי ביוב) על הרפתות במועצות אזוריות בשנה (עד תחילת 2015), כאשר בשנה זו ייבחנו דרכים להפחתת עומסי מלחים, נוטריאנטים וחומר אורגני ותגובש הצעה לתעריף אחיד, ישים כלכלית ומקצועית.



מאצרה לזבל מדרכים

ובריכוזי החומר האורגני בשפכים (ערכי צח"ב/צח"כ), באמצעות שינוי הממשקים המייצרים שפכים (שטיפת עטינים, מקלחות לצינור פרות, שטיפת מדרכים וסחיטת הזבל במפרדות מכניות).

עמדת המשרד להגנת הסביבה היא כי עדיף שהעומסים האורגניים (צח"ב/צח"כ) יטופלו ע"י מט"ש ולא ע"י מתקן טיפול ברפת. זאת מנימוקים סביבתיים (קולחים באיכויות שלישוניות, יכולת פיקוח) וכלכליים (יתרון לגודל המתקן). עם זאת, על מנת להפחית עומסים על מערכות הביוב, המשרד מעודד בחינה של פתרונות סביבתיים חלופיים למערכת הביוב, כמו: **Constructed wetland** - ברפת מעגן מיכאל, פיזור השפכים וקלטור בחצר - ברפת מולדת, והשקיתת חוחובה - ברפת בית קמה.

גם מערכות הביוב עוברות רפורמה ארגונית ותשתיתית: הטיפול בשפכים עובר מידי הרשויות המקומיות לידיים של תאגידי מים וביוב, שבין מטרותיהם, גם התייעלות כלכלית ותפקודית, תקני איכות קולחים חדשים דורשים טיפול שלישוני, כלומר הרחקה של יותר מזהמים והפקה של קולחים באיכות גבוהה יותר, שמהם נהנים ענפי החקלאות המושקים בקולחים. לעומסים של חומר אורגני ומוצקים בשפכים יש משמעות של עלויות הולכה וטיפול ולכן, תאגידי הביוב והמועצות האזוריות מקפידים על עמידה באיכות השפכים הנדרשת בכניסה למערכת הביוב, או חיוב כספי בהתאם לעומסים.

הסכמות עם רשות מים

רוב מערכות הביוב שאליהן מחוברות הרפתות הן בידי מועצות אזוריות.



מתקנים סטטיים להפרדת מוצקים מזרם השפכים

מונתה ע"י מנהל רשות המים, ועדה לקביעת תעריף לחיוב הרפתות על שירותי הביוב בהשתתפות רשות המים, משרד החקלאות, המשרד להגה"ס והתאחדות מגדלי בקר. על הוועדה לגבש המלצה עד לסוף שנת 2014 למתווה לקביעת תעריפי הביוב אשר ישלמו רפתות בתחומי מועצות אזוריות, בגין חריגות באיכות השפכים המותרים להזרמה לביוב ("שפכים חריגים") תוך מתן התייחסות להפחתה אפשרית בהזרמת מלחים מהרפת, בעיקר כלוריד, נתרן ובורון ("שפכים אסורים").

תחזוקה קפדנית יותר של מתקני השיקוע ברפתות תאפשר הזרמת שפכים באיכות טובה יותר מהאיכות המוזרמת כיום והפחתת חיוב בהתאם. במקביל יידרש משק הרפתות להראות כי, עשה ככל הניתן, לצמצום כמות המלחים המשוחררים לביוב ממזון ומהפרשות הפרות, מדטרגנטים, מחומצות, וממתקני ריכוך מים שבשימוש הרפתות. ■

שפכי רפתות

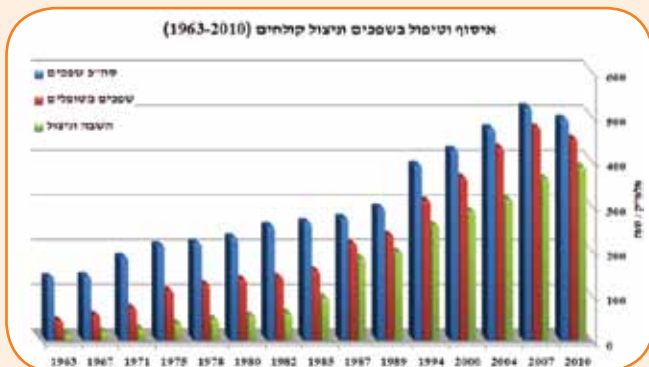
איכויות, תעריפים וכללי שפכי מפעלים

הראל גל - ממונה טיפול במים וקולחין וממונה שפכי תעשייה, רשות המים
HarelG@water.gov.il

הרפתות מזרימות שפכים באיכויות אשר עלולות לגרום לעומסים גדולים על המט"ש, בעיקר באזורים שבהם ישנו ריכוז של מספר רב של רפתות. צוות בין-משרדי בוחן את המרכיבים האלה וייקבע תעריך זמני לשפכי רפתות וכן אסדרה קבועה לנושא שפכים אלה

רשות המים פרסמה, לקראת סוף שנת 2011, כללים לתאגידי המים הנקראים "כללי תאגידי מים וביוב (שפכי מפעלים המוזרמים למערכת הביוב)", אשר נותנים כלים לתאגידי המים והביוב לבקר את איכות שפכי התעשייה המוזרמים למערכת הביוב של התאגיד ולגבות תעריפי ביוב שונים בגין הזרמות אלה.

איור 1: כמויות סה"כ השפכים, השפכים המטופלים והקולחין המושבים לפי שנים (כהן וחובריו, 2012)



מטרות הכללים
כללים אלה באים לאפשר לתאגידי לקיים את חובותיהם החוקיים, הקשורים לאיסוף השפכים והטיפול בהם, מתוקף חוק תאגידי מים וביוב (הסדרת הזרמת שפכי מפעלים), תקנות הקולחין ("תקנות ענבר") ותקנות הבוזה.

- מטרות כללי שפכי מפעלים הן:
1. להסדיר את ההזרמה של שפכי התעשייה, באופן שלא תגרום לפגיעה במערכת הביוב, בתהליכי הטיפול בשפכים או בניצול מי הקולחין;
 2. למנוע מטרדים ונזקים לציבור או לסביבה משפכי תעשייה;
 3. להבטיח שהתאגיד יאסוף, יסלק ויטהר את כל שפכי התעשייה המוזרמים אל מערכת הביוב שלו, באופן שלא יגרום לפגיעה במערכת

מבוא

בישראל ישנה, במשך השנים, עלייה מתמדת בטיפול בשפכים והשבתם לשימושים שונים. כמות השפכים המוזרמת למערכת הביוב הנה כ-500 מלמ"ק בשנה. מעל 90% מהשפכים מטופלים במתקני טיפול ומעל 80% מושבים לשימושים שונים, בעיקר לחקלאות (איור 1). מוערך כי כ-10% מהשפכים המוזרמים למערכת הביוב הנם שפכים תעשייתיים.

הצוות יביא עד לתום השנה הצעה לפתרונות קבע ישימים, כולל לוחות זמנים ליישום, לנושא שפכי הרפתות

השפכים התעשייתיים מכילים, לעתים קרובות, ריכוזים גבוהים של מלחים, מתכות, חומרים אורגניים, תרכובות חנקן ומזהמים אחרים. מזהמים אלה עלולים לפגוע במערכות הביוב, במתקני הטיפול בשפכים (מט"שים) וביכולת השבת הקולחין לחקלאות.



ד"ר הראל גל מרצה בכנס תוצרי הלואי בבית דגן

הביוב של התאגיד או של כל גורם אחר;

4. להבטיח שמפעל לא יזרים למערכת הביוב שפכים העלולים לגרום לפגיעות במערכת הביוב של התאגיד או של כל גורם אחר.
5. הכללים מאפשרים תשלום דיפרנציאלי על שפכי המפעלים בהתאם לעומס המוזרם מהמפעל למט"ש.

על מי חלים הכללים

הכללים חלים, למעשה, על כל מקום או עסק אשר אינו מזרים שפכים סניטריים בלבד למערכת הביוב ובין היתר: מפעלי כימיה, מפעלי ציפוי מתכות, מפעלי טקסטיל, מכבסות, תעשיית המזון, תחנות דלק, אולמות אירועים, מסעדות, בתי מלון, בתי הארחה, בתי חולים ובתי אבות, מוסכים, ועוד.

החלת הכללים על המועצות האזוריות

באמצע שנת 2013 אישרה מועצת רשות המים כי כללים אלה, אשר חלו עד כה רק על תאגידי מים וביוב, יחולו החל מ-1.1.2014 גם על המועצות האזוריות והמפעלים שבתחומן.

במהלך אוגוסט 2013, התקבלה ברשות המים פנייה ממוסד החקלאות, לפיה יש לפעול להחרגת הרפתות במועצות האזוריות מתחולת כללי שפכי מפעלים וזאת עד למציאת פתרון ישים כלכלית בעניינם. מועצת רשות המים דנה בבקשת משרד החקלאות, תוך הבנה לייחודיותו של משק החלב בישראל, הנובע מקביעת מחיר מטרה לחלב והרפורמה הסביבתית שעבר ענף החלב בשנים האחרונות, שמטרתה הייתה צמצום מרבי של ההשפעות הסביבתיות, אולם היא לא קבעה ערכי סף המותרים להזרמה למערכת הביוב, אלא רק הגדירה שיטות לטיפול מקדים בשפכים לפני הזרמתם.

מועצת רשות המים דנה בעניין החלת הכללים על הרפתות והחליטה כי:

1. כללי שפכי מפעלים לא יחולו על הרפתות בתחומי המועצות האזוריות עד 1.1.2015.
2. עד ליום 1.3.2014 יגבש צוות של רשות המים, משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה והתאחדות מגדלי הבקר, מתווה תעריפים זמני שיחול על הרפתות במהלך השנה הנוכחית.
3. הצוות יביא עד לתום השנה הצעה לפתרונות קבע ישימים, כולל לוחות זמנים ליישומם, לנושא שפכי הרפתות.

הזרמת שפכים אסורים וחריגים למערכת הביוב

כללי שפכי מפעלים מגדירים שני סוגי שפכים הנבדלים, על פי סוגי המזהמים בשפכי התעשייה של מפעל:

1. שפכים אסורים - שפכים הגורמים נזק למערכת הולכת השפכים, לטיפול במט"ש או להשבת הקולחין. שפכים אלה כוללים מספר רב של מרכיבים כגון: pH גבוה או נמוך, טמפרטורות גבוהות, מוצקים גדולים מ-10 מ"מ וכן ריכוזים חורגים של: כלוריד, נתרן, בורון, שמנים ושומנים, דטרגנטים, סולפיד, מתכות ועוד.
- הכללים אוסרים הזרמת שפכים אלה למערכת הביוב, מלבד מקרים שבהם התקבלו, על פי דין, הקלות לאחד או יותר מהמרכיבים המוזכרים לעיל.

הזרמת שפכים אסורים למערכת הביוב, עלולה לפגוע במערכות הולכת השפכים, יכולת הטיפול בהם במט"ש והשבת הקולחין לחקלאות. לדוגמה, הזרמת שפכים המכילים ריכוזים גבוהים של מלחים (כלוריד

ונתרן) עלולה להביא לאי עמידה של המט"ש בתקנות הקולחין ולפגיעה ביכולת השבת הקולחין לחקלאות, בשל פגיעה אפשרית בגידולים, בקרקע ובמי התהום, הנובעת מריכוז גבוה של מרכיבים אלה במי ההשקיה.

2. שפכים חריגים - שפכים המכילים מרכיבים הניתנים לטיפול במט"ש,

ולטיפול כאמור, עלות נוספת לעומת שפכים סניטריים. המרכיבים הנכללים בשפכים אלה הם: COD, TSS, חנקן וזרחן. מרכיבים אלה מגדילים את העומס על המט"ש ומעלים את העלות הנדרשת להבאת הקולחין לאיכות המותרת להשקיה על פי תקנות הקולחין. עלות זאת "מתגלגלת" כיום על כלל התושבים המחוברים למט"ש, על ידי תעריף הביוב האחד למשקי הבית והמפעלים.

עומסים אלה באים לידי ביטוי בעלויות טיפול נוספות שיש למט"ש לצורך עמידה בתקנות הקולחין

הכללים מאפשרים להזרים שפכים החורגים, באחד או יותר, מארבעת המרכיבים כאמור, אולם מעל ריכוז של 2,000 מג"ל COD, 1,000 מג"ל TSS, 100 מג"ל חנקן ו-30 מג"ל זרחן, נדרש לקבל אישור מהתאגיד או מהמועצה האזורית להזרמת השפכים למערכת הביוב. בכך יכול המפעל (או הרפת במקרה זה, אם או כאשר הכללים יחולו על רפתות) להימנע מטיפול קדם יקר בחצרו ולשלם את עלות הטיפול הנוספת בשפכיו הניתנים לטיפול במט"ש.

עלות זו נקבעת על ידי נוסחה המחשבת, בעבור כל מרכיב חורג, את עלות ההרחקה שלו במט"ש על פי ריכוזו בשפכי המפעל, ריכוזו בשפכים הנכנסים למט"ש ובקולחים היוצאים מהמט"ש ועל פי ספיקות השפכים במט"ש (איור 2).

באתר רשות המים ישנו גיליון אקסל המאפשר הזנת כל הפרמטרים המוזכרים לעיל וקבלת עלות הזרמת השפכים החריגים למט"ש נבחר. על ידי כך, יכול כל מנהל רפת אשר אפיין את שפכיו כראוי, בהנחה שקיבל אישורים מתאימים לכך, לדעת מה העלות שבה יישא בהזרמת שפכים אלו לביוב, או לחילופין, לבחון את הכדאיות הכלכלית של טיפול מקדים בשפכיו במתקן טיפול עצמאי בהשוואה לעלות הטיפול במט"ש.

איור 2. מרכיבי הנוסחה על פיה מחושבת העלות הנוספת לטיפול בשפכים חריגים של מפעל במט"ש

$$P_x = \frac{C_x - C_{in}}{C_{in} - C_{out}} \times \left[\frac{(0.65 \times P_{factor} \times 0.31) + 0.007 \times C_{factor} \times 15}{365 \times Q_{diffTP}} \times 0.85 \right] \times f + \frac{0.095 \times 0.5 \times (0.05 \times Q_{diffTP}^{0.68} \times 10^6) \times INV_{factor} \times 0.85}{365 \times Q_{diffTP}} + (5.19 \times Q_{diffTP}^{-0.26}) \times 0.85 \times INV_{factor} + 0.002 \times C_{factor} \times 150$$

איכות שפכי הרפתות

אחת הבעיות במציאת פתרון נכון לשפכי הרפתות היא העובדה כי נתוני איכות השפכים, המצויים כיום בדינו, הנם מוגבלים ובעלי שונות גבוהה

נתוני השפכים בפועל

איכות להזרמה לביוב עירוני לפי כללי תאגיד מים וביוב תוספת שנייה	קולחי המט"ש	שפכי המט"ש	שפכי הרפת	קווס"ש למ"ק	צריכת אנרגיה סגולית
		0.65			
		15,000	30	מ"ק ליום	ספיקת שפכים
800	40	1,000	4,500	מג"ל	צריכת חמצן כימית (COD)
400	10	400	1,300	מג"ל	כלל חוזקים מרחפים (TSS)
50	20	80	900	מג"ל	חנקן קילדל
15	5	20	100	מג"ל	זרחן כ-P

חישוב מרכיבי עלות כולות במזהם בש"מ"ק ממוצע של שפכי הרפת

המרכיב	צריכת חמצן כימית (COD)	כלל חוזקים מרחפים (TSS)	חנקן קילדל	זרחן כ-P	עלות כוללת למפעל בש"מ"ק שפכים ממוצע	עלות נוספת על הביוב
סה"כ למט"ש באיכות שלישונית	2.415	1.420	1.783	0.436	6.05	←
סה"כ למט"ש באיכות שניונית	1.96	1.15	1.45	0.35	4.92	←

סיכום

הרפתות מזרימות שפכים באיכויות אשר עלולות לגרום לעומסים גדולים על המט"ש, בעיקר באזורים שבהם ישנו ריכוז של מספר רב של רפתות. עומסים אלה באים לידי ביטוי בעלויות טיפול נוספות שיש למט"ש לצורך עמידה בתקנות הקולחין. צוות בין-משרדי בוחן את המרכיבים האלה וייקבע תעריף זמני לשפכי רפתות וכן אסדרה קבועה לנושא שפכים אלה. ישנם פערי מידע לגבי איכויות השפכים המוזרמים למערכת הביוב, בעיקר בפרמטרים של מלחים ומתכות. יש להשלים פערים אלה בהקדם, על ידי סקר שפכים מהימן, על מנת שניתן יהיה לקבל החלטות על הייעוד ואופן הטיפול הנכון בשפכי הרפתות. ■

מאוד הנובעת, ככל הנראה, מהאופן ומהמועד שבו נלקחו הדגימות (טבלה 1). איכות השפכים תלויה בממשק העבודה ברפת, בגודל הרפת, בעונת הדיגום, באופן הדיגום ובמועד הדיגום, ביחס למועדי החליבה והצינון. שונות זו בין הדגימות השונות באה לידי ביטוי הן במרכיבים הניתנים להרחקה במט"ש והן במרכיבי המליחות, שמקובל לחשוב, כי הם מהווים מרכיב דומיננטי בשפכי רפתות, אולם על פי התוצאות הנמצאות בדינו, ייתכן וזה אינו המצב בפועל. היות ואין לנו כיום נתונים מהימנים דיים, המבוססים על סקר מייצג של איכות השפכים, ישנו קושי למצוא פתרון מיטבי לשפכים אלה, אשר ייקח בחשבון הן את צרכי משק המים והן את ייחודיותו של משק החלב. על מנת, שניתן יהיה לקבל החלטה מושכלת בעניין שפכי הרפתות, ישנו צורך מידי לקבל מידע מהימן על איכויות השפכים המוזרמים למערכת הביוב.

טבלה 1. איכות שפכי הרפתות המוזרמים למערכת הביוב, על פי הנתונים הנמצאים בדינו

פרמטר	ערך נמוך (מג"ל)	ערך גבוה (מג"ל)	ערכים אופייניים על פי הנתונים הנמצאים בדינו (מג"ל)
COD	1,000	<10,000	4,600
TSS	500	5,000	2,000
כלוריד	200	1,000	350
נתרן	150	1,000	290
חנקן	300	900	450
זרחן	80	150	90



גילעד אוסטרובסקי - ראש תחום פסולת ומחזור, אדם טבע ודין
gilado@adamteva.org.il

טיפול בפרש בעלי חיים על פי עקרונות הקיימות

אנחנו מברכים על כוונת המשרד למנוע מטרדים ומפגעים סביבתיים שנגרמים מפרש בעלי חיים ועל היוזמה להסדיר תחום זה. יחד עם זאת, אנחנו סבורים שיש לעשות זאת מבלי לפגוע בתועלות סביבתיות רבות הטמונות בשימוש החקלאי בפרש בעלי חיים, תוך שמירת האיזון החשוב בין משק החי לבין השטחים הפתוחים

עמדת עמותת "אדם טבע ודין"

1. פסולת מזינה חקלאות ומאפשרת את קיומה

הקשר בין פסולת אורגנית לחקלאות ולשמירה על שטחים פתוחים הוא אחד מהביטויים היפים של הקיימות. פסולת אורגנית מסוגים שונים מזינה את הקרקע ומעשירה אותה ותומכת בקיומה של חקלאות מקומית, ואילו החקלאות מצדה, מהווה מרחב חוץ עירוני רחב ידיים, המשמש כקולטן של הפסולת הנוצרת במרחב הבנוי. כך, נוצר קשר הדדי חיובי: שימוש חקלאי בפסולת האורגנית מסייע לחקלאות וזו בתורה מספקת פתרון בר קיימא לטיפול בפסולת.

נוצר קשר הדדי חיובי: שימוש חקלאי בפסולת האורגנית מסייע לחקלאות וזו בתורה מספקת פתרון בר קיימא לטיפול בפסולת

יישום נרחב של פרש בעלי חיים בקרקעות חקלאיות תומך גם בשימור קרקע, בחיסכון במים ותורם לעלייה ביבול. לפיכך, הבנת קשרי הגומלין בין פסולת לחקלאות וחתימה לביסוס הקשר הזה ולפיתוחו, הוא עקרון חשוב במדיניות הטיפול בפסולת. הפרום האורגני, שיזמה אדם טבע ודין ובו השתתפו, בין היתר, אנשי המשרד להגנת הסביבה ומשרד החקלאות, דן באריכות בסוגיות אלה וניתח את התועלות והבעיות הסביבתיות הכרוכות בשימוש בפסולת ובקומפוסט. **המסמך המסכם של הפרום האורגני מצביע על כך שהתועלות עולות, באופן מובהק, על הבעיות שעוללות להיגרם משימוש חקלאי בפסולת אורגנית!**

2. הבחנה בין מטרד לבעיה סביבתית

התקנות המוצעות על ידי המשרד להגנת הסביבה נולדו מתוך הצורך לטפל במטרדי ריח ומטרדי זבובים, הנגרמים כתוצאה מהטיפול בפסולת ופיזור הזבל והקומפוסט בשדה. צורך זה הוא בר תוקף, אולם נדרשת כאן הבחנה חשובה בין מטרדים סביבתיים, לבין בעיות סביבתיות

יסודיות. המטרדים הסביבתיים, אף שיכולים להיות חמורים ומטרידים, השפעתם היא מקומית ובדרך כלל בת חלוף, כאשר הם מטופלים כהלכה. לעומתם, בעיות סביבתיות כגון זיהום מים וזיהום קרקע הן ארוכות טווח ותיקונן יכול לארוך שנים, כאשר לעתים, הנזק איננו בר תיקון. המטרה, במקרה שלפנינו, היא למצוא טיפול יעיל למטרדי הריח והזבובים מבלי לפגוע במגוון תועלות סביבתיות הנובעות מהשימוש החקלאי בזבל בעלי חיים. אמצעי הטיפול צריכים להתאים לעצמת הבעיה, תוך הכרת השונות הקיימת באזורי הארץ השונים. יש לתת את הדעת על כך שגם אתרי הקומפוסט עצמם מהווים מקור למטרדי ריח ולכן יש חשיבות רבה במיפוי המקורות והאזורים הקולטים, בהבנת היקף בעיית הריח והזבובים ובחירת כלים שיתנו מענה ממוקד במקומות הנדרשים. התקנות המוצעות מתעלמות מההבחנה הזו ומהפגיעה הצפויה בחקלאות ובשימור הקרקע.

3. בעיות באיסור על שימוש בפרש לא מטופל

עיקרן של התקנות המוצעות הוא איסור על פיזור פרש שלא עבר קומפוסטציה במתקן טיפול, אנחנו סבורים שהחלת האיסור תגרור נזק בכמה מישורים:

- 1) צמצום השטחים החקלאיים המקבלים זבל יגרום להגברה של יצירת סחף ודלדול קרקע, בעיקר בשטחים שוליים שבהם כה נחוץ לשמור על ממשק מגן. יש להדגיש ששימור הקרקע הוא מטרה חשובה ויסודית במדיניות החקלאית ולכן יש למצוא דרכים להרחבת השטחים המטופלים בזבל ולא לצמצמם.
- 2) צמצום השימוש בפרש וצמצום השטחים החקלאיים שבהם משתמשים בזבל עלול לגרום גם לפחיתה ביבול החקלאי וכן להשפעות שליליות נוספות, ישירות ועקיפות, שיגרמו כתוצאה מכך.
- 3) חיוב גורף של טיפול בפרש ברמת בשלות 5, איננו נכון מבחינה אגרונומית והוא יגרום לאובדן של יסודות הזנה חשובים ובכך, להפחתת התרומה של הפרש לקרקע ולחקלאות.
- 4) הגברת פליטות גזי חממה כתוצאה מהגברת השינוע ותהליכי הטיפול וכן כתוצאה מפחיתה ביסודות הזנה שתביא להגברת השימוש בדשן כימי.



גלעד מרצה בכנס הסביבה בבית דגן



פיזור זבל רפת ולול בשדות מעשיר את הקרקע

הטיפול הנכון צריך להתמקד במוקדי יצירת המטרדים והמפגעים: במקום גידולם של בעלי החיים, באתרי הטיפול, ובשדות, בתקופת פיזור הזבל או הקומפוסט (ויש להזכיר שגם פיזור קומפוסט בשל עלול לגרום לפליטת ריח במשך מספר ימים). הדרך המוצעת לעשות כן היא לקבוע כללים ברורים ולפקח באופן קפדני על קיומם. הדברים יפים לטיפול בזבובים שמצריך טיפול מדויק במוקדי העירום וכן בנקיטת אמצעים לצמצום משמעותי של עצמת הריח.

המטרה במקרה שלפנינו היא למצוא טיפול יעיל למטרדי הריח והזבובים מבלי לפגוע במגוון תועלות סביבתיות הנובעות מהשימוש החקלאי בזבל בעלי חיים

לסיכום

אנחנו סבורים שמתן מענה לבעיית הריח והזבובים, צריך להיעשות מתוך ראייה רחבה והתחשבות בכלל התועלות והבעיות הסביבתיות. תפיסה זו מובילה לכך שפתרון הבעיה נעוץ בהפעלת אמצעים וכלים שלא יפגעו באפשרות לבצע טיפול מקומי בפרש ולפזר פרש באופן מבוקר. אימוץ גישה שכזו תביא לצמצום המטרדים ולא תפגע בתועלות הסביבתיות הגלומות בפרש. ■

גלעד אוסטרובסקי

2 על תאר שני בתכנון ובמדיניות סביבתית באוניברסיטה העברית. עומד בראש תחום פסולת ומחזור בעמותת 'אדם טבע ודין', עוסק בקידום מדיניות בת קיימא בתחומי הצריכה וניהול הפסולת. מרצה בנושאי הקיימות, מלמד במכללת עמק יזרעאל ומקדיש זמן לעבודה 'מלמטה' עם קהילות ואנשים החותרים לשינוי סביבתי וחברתי. ■

4. האמנם שימוש בזבל גולמי מהווה סיכון בריאותי לציבור

בדברי ההסבר לתקנות המוצעות נכתב שהשימוש בפרש לא מטופל מהווה סיכון בריאותי לציבור, בגלל גורמי המחלה המצויים בפרש לא מטופל. נראה לנו שאמירה זו היא מרחיקת לכת ואיננה מבוססת דיה. הנושא הבריאותי נדון אף הוא בפורום האורגני והמידע שהוצג מלמד, שלא מוכרות מחלות מקצוע אצל חקלאים העוסקים בטיפול ובפיזור פסולת אורגנית וקומפוסט. משמע, הסיכון לתחלואה מגורמי מחלה המצויים בזבל איננו כה גבוה בהכרח. בנוסף, לסיכון הבריאותי שעלול להיגרם כתוצאה מזיהום גידולים שדושנו בזבל, יש לנתח את הסיכון על פי סוג הגידול, משטר הגידול וכמובן, לאור התקנים והחוקים הקיימים התקפים בנושא זה.

5. יש לאפשר טיפול מקומי ושימוש מבוקר בזבל שלא הגיע לדרגת בשלות מרבית

על פי תפיסת הקיימות, הטיפול המקומי הוא בעל ערך רב, משום שהוא מאפשר הפעלת אמצעים פשוטים וזולים יותר. הוא מצמצם שינוע ומאפשר לנצל ביעילות יתרונות מקומיים המתאימים לקנה מידה קטן ובינוני. בכל האמור בזבל רפתות, הטיפול המקומי מאפשר זיבול של שטחים חקלאיים בקרבת מקום ובכך גלומה תועלת סביבתית, הן בערכים הגבוהים של יסודות ההזנה והן בצמצום מרחקי ההובלה. אולם, התקנות המוצעות אוסרות על יצרן הפרש לטפל בו באופן מקומי, לרבות איסור על ממשק קלטור זבל חצרות.

אנחנו סבורים שיש מקום להקפיד הקפדה יתרה על הטיפול המקומי ולוודא שתושבי המקום ועובדי אורח, אינם נפגעים ממטרדים סביבתיים, אולם יש לאפשרו. כידוע, שיטת הקלטור מצריכה פעולות המשך של פינוי הזבל מהחצר, עירומו להמשך הבשלה, ולאחר מכן פיזורו בשדה. על פי הניסיון הנצבר, נראה שלשיטת הקלטור יתרונות מובהקים והיא בעלת תועלת סביבתית וכלכלית, במקומות שבהם היא מיושמת בהקפדה.

6. הטיפול בזבובים ובמפגעי ריח

כפי שנאמר בפתח, אין להקל ראש בצורך לטפל במטרדים העלולים להיגרם משימוש בזבל פרות בשטחים חקלאיים, אולם יש לעשות זאת באופן ממוקד ויעיל ומבלי לפגוע בתועלות הנובעות מהשימוש בפרש בחקלאות.



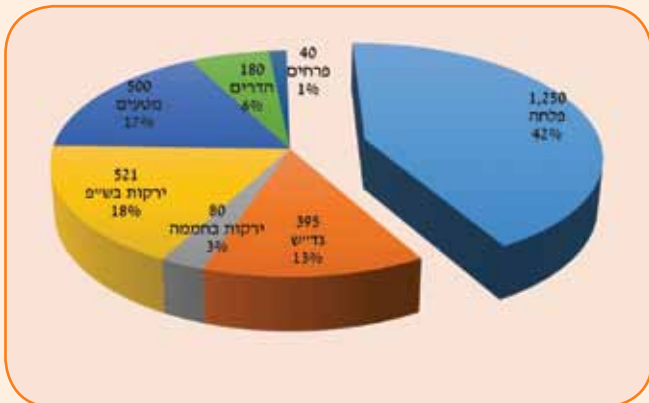
אשר איזנקוט - מנהל תחום שירות שדה, שה"מ
azasher@gmail.com

זבל רפת כמשאב מרכזי לקיום חקלאות בת קיימא

זבל הרפת מהווה מקור מרכזי לקיום החקלאות בישראל ובמיוחד בשטחי הפלחה והגד"ש, הן לדישון מינרלי של הקרקע והן לטיוב ולייצוב מבנה הקרקע. זבל הרפת לאחר טיפול בסיסי, כמו קלטור או אחר, יכול להיות מיטבי לשמור על האזמות שלנו ולהחזיר לקרקע את המינרלים שכל-כך נחוצים לה

מבנה הקרקע המשמש כחומר מלכד. הפגיעה ביציבות הקרקע באה לידי ביטוי בהאצה של סחף הקרקע, במיוחד בקרקעות שבלאו הכי, שטחיות באזורים הגבעיים ובמדורנות.

איור 1. התפלגות שטחי החקלאות לפי ענפים



טבלה 1. מאזן מינרלים בגידולי פלחה (שנתיים חיטה ושנה שלישית בקיה)

K	P	N	
ק"ג לד'	ק"ג לד'	ק"ג לד'	
10	1.8	12.5	צריכת מינרלים בחיטה (500 ק"ג גרגירים)
0	1.1	9	דישון מקובל בחיטה לשנה
14.4	2.2	0	צריכת מינרלים בבקיה (600 ק"ג שחת) ק"ג לד'
0	1.1	0	דישון מקובל בבקיה לשנה ק"ג לד'
-34.4	-2.5	-7	מאזן מינרלים למחזור תלת שנתי (שנ-תיים חיטה ושנה שלישית בקיה) ק"ג לד'
-573	-42	-117	מאזן מינרלים למשך 50 שנה ק"ג לד'

רקע

כ-20% מהקרקע בישראל מוגדרת כראויה לחקלאות, כ-4.4 מיליון דונם. לפי הלמ"ס, רק כ-3 מיליון דונם מנוצלים בפועל לייצור צמחי. כ-50% מהשטח החקלאי בבעל (42% גידולי פלחה וכ-8% מטעים בעיקר כרמי זית) ו-50% בהשקיה (שלחין), 23% מטעים והדרים, 21% ירקות ו-13% גד"ש - איור 1.

בד"כ, רוב הביומסה המיוצרת בגידול אקסטנסיבי (פלחה וגד"ש) נמכרת ומורחקת מהשדה, בעוד שבמטעים ובירקות, רק הפרי מורחק מהשדה ושאר חלקי הצמח נותרים בשדה. יחד עם הביומסה או הפרי מסולקים מהשדה גם כל המינרלים שנקלטו ע"י הפרי, או כלל הביומסה היוצאת מהשדה. כמות המינרלים (חומרי הזנה) המורחקת עם הביומסה בגידולי פלחה וגד"ש היא, לאין שיעור, יותר גבוהה מאשר הכמות הנכנסת לשדה בצורת דשן, בעוד שהפעור במאזן המינרלים בגידולים היותר אינטנסיביים יותר קטן, אם בכלל.

כמות המינרלים (חומרי הזנה) המורחקת עם הביומסה בגידולי פלחה וגד"ש היא, לאין שיעור, יותר גבוהה מאשר הכמות הנכנסת לשדה בצורת דשן

הדישון בגידולים אקסטנסיביים מתבסס על אספקה חלקית בדישון והיתרה מאספקה טבעית של הקרקע (תלוי בפוריות הקרקע). מקובל לדשן בגידולים אקסטנסיביים בחנקן ובזרחן, בעוד שמרכיבים אחרים, ולא פחות חיוניים, כמו אשלגן, מתבססים על המאגר הטבעי הקיים בקרקע, שהוא כמובן מוגבל. ההרחקה של אשלגן ע"י הביומסה, בממוצע של 50 שנות גידולי פלחה, יכול להגיע ליותר מחצי טונה לדונם - טבלה 1.

עיבודי קרקע עוקבים, בכל שנה, מעודד את הפירוק של החומר האורגני (הומוס) הטבעי בקרקע. התרומה של חומר האורגני בקרקע באה לידי ביטוי הן בפוריות הקרקע וליכולת אספקת מינרלים לצמח והן בשיפור יציבות



התפתחות צמחי שיבולת שועל בקרקע לא פורייה עם וללא זיבול ודישון מלא בכל השטח



שדה פלחה בהרי מנשה לאחר סופת גשם

מטרות יישום פסולת אורגנית

1. תחליף לדישון מינרלי.
2. טיוב וייצוב מבנה הקרקע.

היצע וביקוש של פסולת אורגנית

פיזור פסולת אורגנית הוא אמצעי עתיק ומוכר לטיוב קרקע. הכמות והתדירות של יישום פסולת אורגנית לא תמיד ברורה ותלויה, בראש וראשונה, במקור ובאיכות של הפסולת, לממשק החקלאי, ולמגוון הגידולים. האיכות של פסולת אורגנית תלויה, כאמור, במקור וכמובן בטיפול בחומר. תהליכי הקומפוסטציה של חומר האורגני משפרים את הטקסטורה של החומר, זמינות של החנקן בטווח הקצר משתפרת. מאידך, הקומפוסטציה לא משנה מהותית את ריכוז המינרלים בחומר הגלם, למעט פגיעה בתכולת החנקן כתוצאה מהתנדפות.

בד"כ, הביקוש לחומר אורגני נקבע לפי תכולת החנקן בחומר האורגני, אבל בגלל גורמים רבים, לא ניתן לקבוע בוודאות את כמות החנקן הזמינה וגם לא את קצב השחרור. לכן ובצדק, החקלאים בד"כ, מתעלמים מהתרומה של החנקן בחומר האורגני, למרות ההשקעה הגדולה ביישום של פסולת אורגנית בקרקע. מאידך, ניתן להעריך את התרומה של זרחן ואשלגן בפסולת האורגנית לפי המקור, ולכמת את התרומה הכלכלית של יישום

פסולת אורגנית בחקלאות.

יישום של פסולת אורגנית על בסיס זרחן והשלמה בדשן מינרלי (אשלגן וחנקן) של שאר מרכיבי הדישון הוא הכלכלי והמעשי ביותר. ההיצע של פסולות אורגניות בישראל, חקלאי ותעשייתי (אין עדיין הערכה בדוקה לכמות הפסולת מהסקטור העירוני), נמוכה יותר מאשר הביקוש, ומהווה רק 58% מהביקוש - טבלה 2.

הקומפוסטציה לא משנה מהותית את ריכוז המינרלים בחומר הגלם, למעט פגיעה בתכולת החנקן כתוצאה מהתנדפות

איכות פסולת האורגנית

יישום פסולת אורגנית בחקלאות נתקל, לרוע מזלנו, גם בתופעות שליליות שחשוב להימנע מהם, כגון הפצת ריח זבובים, וכן הפצת מחלות הומניות (זואונוטיים). לכן, איכות הפסולת ליישום תלויה בסוג הגידול, ממשק גידול, ומרחק מיישוב או משטחים ציבוריים אחרים. איכות הפסולת ליישום חקלאי תלויה כאמור בממשק, לעתוי היישום

טבלה 2. היצע וביקוש של פסולת אורגנית על בסיס של תחליף לדישון זרחני

מקור הזבל	דונם x1000	זבל - טון/שנה פסולת לענף x100*	היצע זבל - x1000 טון/שנה**	אחוז השטח המנוצל	סה"כ היצע לפי ענפים בדונם x1000***
זבל בקר/קומפוסט	2,966	2,484	645	26.0	770
זבל בקר לאחר ביוגז	2,966	8,941	215	2.4	71
זבל עופות	2,966	1,290	315	24.4	724
קומפוסט א. ערים	2,966	4,471	0	0.0	0
קומפוסט בוצה	2,966	1,863	35	1.9	55
בוצה סוג א' (אנאירובי)	2,966	1,676	38.5	2.3	68
זבל צאן	2,966	3,726	43	1.2	34
זבל חזירים (swine)	2,966	11,177	43	0.4	11
סה"כ			1,334	58.5	1,735

וליעוד התוצרת. כאשר בגידולים, לא למאכל טרי, תלוי במרחק מיישוב
בלבד וניתן ליישם גם זבלים מטופלים, בעוד שאיכות הפסולת לגידולי
מאכל טרי (מפוסטר או ללא פסטור) תלויה בעיקר בסוג הגידול ובממשק
- טבלה 3.

טבלה 3. איכות הפסולת לפיזור ביחס לממשק ולסוג הגידול

גידולים ^(א)	משך גידול משתילה לקטיף בימים ^(ב)	חסמים אגרוטכניים	זבל מפוסטר, קומפוסט דגה 3-5, בוצה סוג א ^(ג)	זבל ^(ד)
חסה	45	-	+	-
כרוב	90	-	+	-
כרובית	110	-	+	-
עגבניות	70	הדליה + חיפוי קרקע בפלסטיק	+	+
עגבניות	70	ללא חיפוי	+	-
פלפל	90	הדליה + חיפוי קרקע בפלסטיק	+	+
פלפל	90	ללא חיפוי קרקע בפלסטיק	+	+
פלפל חממה		-	+	
עגבניות חממה		-	+	
תות שדה	60	-	+	-
שומר	70	-	+	-
נשירים ^(ה)	120<			
זיבול בסתיו	+	+		
נשירים	60<			
פיזור אביבי	+	-		
אבוקדו/מנגו/הדרים	90<	זיבול באביב	+	+
מנגו/הדרים	120<			
זיבול בסתיו	+	+		
גידולי תעשייה	60<	מבושל	+	+

(א) אם מסיבה כלשהי לא צוין גידול בשמו - יש להתייחס אליו כאל הגידול הקרוב אליו ביותר מבחינת אופיו, צורת גידולו והמגע האפשרי שלו עם הזבל.

(ב) הקומפוסט בכל הגידולים החד שנתיים מפוזר ומוצנע בקרקע לפני זריעה/שתילה.

(ג) דרגת הבשלות של הקומפוסט לפי תקן קומפוסט 801. ריכוז הפתוגניים ההומניים בפסולת האורגנית המטופלת לפי תקנות המים (מניעת זיהום מים) שימוש בבוצה וסילוקה (התשס"ד - 2004).

(ד) זבל שעבר טיפול כלשהוא ברפת, (ייבוש, קלטור או קומפוסטציה חלקית) או הפיכה בשדה לפני יישום.

(ה) אסור לאסוף פרי מהקרקע לשיווק טרי למעט לתעשייה.

* אסור ליישם בחקלאות זבל מלול שהושמד עקב מחלות.

הפתרון האקולוגי לפרש הפרות פיזור זבל הרפת ישירות בשדות

יוסי מלול - משק הבקר והחלב
yossi@icba.co.il



נושא זבל הרפת ותוצרי הלוואי שלה עולה לכותרות מחדש, בעקבות דרישות תקינה מחמירות של המשרד להגנת הסביבה. עלויות הטיפול בזבל לסוגיהן, הולכות ועולות ויש חשיבות במציאת פתרונות פשוטים וזולים במשק החקלאי המעורב.

לפני כשנה, פרסמנו את הפגישה עם **איתן אביבי**, רכז הגד"ש של עין חרוד איחוד, כדי ללמוד את אופן השימוש שלו בזבל ותפיסת העולם המקצועית שיש בה מנצחים בלבד

לבעלי החיים יש כ-1,000 דונם לתחמיץ ולשחת דגן ועוד 500 ד' תלתן - שחת קטנית.

- גידולים אורגניים - יש 200 דונם חוחובה ובגד"ש יש 100 דונם שמיועדים לגידולים אורגניים. לצערנו, אנחנו בתקופת שפל בשוק האורגני כי הביקושים קטנים וחסרים גידולים מתאימים.

תפיסת העולם הכוללת - העולם כולו אינו יכול להתקיים על משק אורגני לחלוטין אבל יש חשיבות להתרגל לעקרונות וגם לתקנות בנושא, כגון: הפחתה בריסוסים ובדשנים, וכן בחומרי הדברה ובהתערבות חיצונית אחרת. כל החקלאות הולכת בכיוון הזה - מצמצמים לנו את השימוש בחומרי הדברה, העולם דורש הפחתה ולשם הולכת כל החקלאות ובראשה, החקלאות האורגנית.

התקשורת עם הרפת

הרפת בעין חרוד מייצרת קרוב ל-4 מיליון ליטר חלב בשנה וזקוקה להרבה מספוא גס להזנה. מאז ומתמיד, התקשורת בין הגד"ש לבין ענפי החי הייתה טובה וכל אספקת המזונות הגיעה משדות הקיבוץ.

"מערכת היחסים ביני לבין **ינאי**, מנהל הרפת, טובה מאוד. יש לי הבנה ודיבור מתמיד שהתחילו עם **נמרוד**, המנהל הקודם, שעבר לרפת מרום הגלבע.

אני מקבל את הצרכים והמזונות הנחוצים ומתארגן לאספקה מלאה. לפעמים אני לא יכול לספק הכול, אבל אני משתדל מאוד והרפת קונה מאתנו את כל צרכיה.

המחיר נקבע במשותף ומגיעים לעמק השווה, תחילה לפי טבלת האיכות

גד"ש עין חרוד איחוד - גדול וגם מצליח

איתן מנהל את ענף הגד"ש, בהצלחה רבה, מעל לעשר שנים וכל שנה היא אתגר חדש ומלא הפתעות. "הפלחה וגידולי השלחין הם ענפים מאוחדים ויש בהם כ-10,000 דונם לכל הגידולים. הגד"ש מגוון וכל שנה מקבלים החלטות חדשות, על פי מחזור הזרעים והכדאיות הכלכלית. בוחרים את הגידולים ובתוכם גידולי פלחה וירקות לשוק ולתעשייה.

הזבל כשלעצמו, יש לו ערך מוסף גבוה ואני מוסיף גם דשנים לפי הצורך, אבל אחיזת המים טובה יותר וזה משפיע על הגידול באופן מובהק - רואים את החיות של הגידול

- ירקות: בצל, שום, אבטיח ללא גרעינים, אבטיח מללי לגרעינים - זהו גידול מטייב לדגניים שבאים אחריו והוא מעשיר את הקרקע בחנקן.
- הגד"ש נחשבים למגדלי גזר גדולים, עד 600 דונם לשנה, שמיועדים למפעלי הגזר הגדולים. הגידול נעשה כולו על ידי הגד"ש ואילו האיסוף מתבצע על ידי המפעלים בעזרת מכונות מתועשות.
- גידולי התעשייה - תירס, שעועית ועגבניות לתעשיית התרופות (עבור מפעל ליקורד), חוחובה לקוסמטיקה. הכותנה מושפעת מאוד מהמחירים בעולם וכיום זרענו 180 דונם כדי לשמור על "יד חמה".
- תבלינים - כוסברה, שמיר, פטרוזיליה, פפריקה.
- מספוא - מגדלים חיטה לגרעינים ולתחמיץ וגם תלתן בשטחי הבעל.



זבל מרפתות הסביבה מובל לשטח ומעובד לפני פיזור והצנעה

איך אתם מבצעים את התהליך?

בתקופה זו של השנה, השלמנו את העברת כל הזבל מהרפתות בסביבה אל השדות. הזבל מועבר כפי שהוא ואנחנו מבצעים בו הפיכה אחת ועד שלוש הפיכות עם שופל בשטח. הזבל מעובד כי הוא עבר קלטור, אך לא סיים את תהליך הקומפוסטציה.

יכול החיטה עלה מ-300 ק"ג ל-500 ק"ג לדונם, בשטח מיעוט משקעים וזו הוכחה טובה לחשיבות השימוש בזבל

ההפיכה מתבצעת בשדה אחרי עונת הגשמים בהבנה עם אנשי הסביבה - הפיכה, פיזור והצנעה בשדה. לזבל הרפת אנחנו מוסיפים גם זבל לול, בשדות מסוימים, והופכים את שני הסוגים לפני הפיזור, בעוד שבועות

באקסל של ש"מ ובהמשך המחיר נקבע בין דף כחול לדף ירוק ופרס-קנס על האיכות - הכול בהסכמה ובהבנה. הבעלים של שנינו הם זהים ויש חשיבות להשאיר את כל התרומה בבית ולא להעביר אותה דרך סוחרים וספקי משנה. הרפתנים קובעים את הכול, כולל זנים, מועדי הקציר, אמצעי ההובלה.

שימוש בזבל הרפת

כאמירה גורפת - כל השטחים של עין חרוד נמצאים בממשק של קומפוסט זבל מטופל - שטחי הבעל והשלחין גם יחד. בשטחי הבעל עובדים בשיטת ממשק של אפס עיבוד, שיטה שדוגלת בשימור הקרקע - אי פליחה מצמצמת את הידלדלות הקרקע ואנחנו מוסיפים זבל רפת מעובד בשיעור של 4 מ"ק לדונם, אחת לחמש שנים. בסך הכול מדובר על כ-4,000 מ"ק בשנה לגידולי הבעל. בשטחי השלחין מפזרים זבל מעובד או קומפוסט, אחת לחמש שנים ומדובר בכמויות גדולות של זבל רפת לשדות."



גידול מעורב של שחת בקיה עם תלתן שאיתן מחדיר לסל הגידולים



משטח אחסון הזבל ברפת



איתן אביבי ליד ערמות הזבל שקיבל מ"קומפוסט העמקים"

יבול החיטה עלה מ-300 ק"ג ל-500 ק"ג לדונם, בשטח מיעוט משקעים וזו הוכחה טובה לחשיבות השימוש בזבל.

תתייחס לכמה נושאים שעולים עם אנשי גז"ש וסביבה

- קומפוסט חבל אותו דבר - אין עדיפות לשימוש בקומפוסט, מבחינת המחיר והגמישות ועדיף לעבוד בזבל מעובד. אנחנו במגבלות רווחיות והזבל מהאתר יקר מאוד ולא כלכלי. המגדלים יכולים להוריד עלויות ולקבל אותן תוצאות.
- הזבל לא בא במקום דשנים כימיים - לוקחים בדיקות קרקע ובמהלך הגידול מוסיפים כימיים, כי קשה להוסיף זבל באמצע הגידול.
- עשבייה - לא מאמין בהגדלת כמות העשבים. הפרות שלנו אוכלות את מה שאנחנו מגדלים בשדה ואנחנו עובדים כמעט בממשק סגור - הפרה מפרישה את מה שגדל בשדה ולא מעבר לכך. אין תוספת עשבייה אחרת ממה שמקובל כרגיל בשדות. זה גם מה שמופיע במחקרים שנעשו בנושא.
- נוחות - זו עבודה כמו כל עבודה אחרת בשדה. בחרנו במקצוע חקלאי וצריך לעשות את העבודה בדיוק, כמו שאר העבודות המקובלות בענף.

מהו המסר שלך לרפתנים?

- שהזבל יהיה יבש ככל האפשר, מקולטר, שיספח את השתן שקשה לטפל בו במטש"ים.
- הסככה המרחבית, שאין בה זבל נוזלי כלל, היא הכי טובה בשבילנו - זבל מקולטר ויבש עם שתנן, מפורר וללא ריח - זה אידיאלי לפיזור בשדות.
- באזור שלנו רוב המשקים משתמשים בזבל שברפת והם צרכנים גדולים ומרוצים. ■

אחדים, לאחר גמר פינוי השדות מהקש. בהסכמה עם מתקן הקומפוסט האזורי, אנחנו מקבלים את עודפי הזבל הרפת שלהם ומפזרים אותו ישירות בשדות.

ערכי הזבל ושתן הפרות

השתן הנוזלי של הפרות (השתנן) הוא בעל ערך גבוה מאוד של חנקן וחשוב שיישמר כנוזל. זבל הפרות מוסיף לשדות חומרים מזינים כמו חנקן, זרחן, אשלגן (N-P-K). זה משנה את המרקם של הקרקע ומשפר את הספיחה של המים.

סככה המרחבית, שאין בה זבל נוזלי כלל, היא הכי טובה בשבילנו - זבל מקולטר ויבש עם שתנן, מפורר וללא ריח - זה אידיאלי לפיזור בשדות

הזבל כשלעצמו, יש לו ערך מוסף גבוה ואני מוסיף גם דשנים לפי הצורך, אבל אחיזת המים טובה יותר וזה משפיע על הגידול באופן מובהק - רואים את החיות של הגידול.

יש נעלם גדול מה זה עושה בדיוק אבל אני רואה את החיוניות של הצמחים. דוגמה בשטחי הבעל - הגעת ליבש עם **אשר איזנקוט**, מדריך שה"מ. הראיתי לו את בדיקות הקרקע וראינו שהם במינימום - היה חסר בכל הרמות. אשר אמר לי אל תחשוב פעמיים, תעלה עם זבל. מזה 8 שנים שאנחנו עם הזבל, בממשק אי פליחה, ולאורך השנים הערכים עלו מאוד.



אברהם הברון - קיבוץ בארי
havron@beeri.org.il

הזבובים הם חלק מהבעיה

הזבובים הם חלק מהמטרידים ברפת שעל כולנו להבין, להכיר וגם להתמודד כדי למנוע את המטרד בעברנו וגם בעבור הסביבה שבה אנחנו חיים

זבובי הרפת

בִּעִיָּה חֲשׂוּבָה הַמְלוּוָה אֶת עֵנֶף הַרְפַּת הַנָּה הַנִּיגוּד הַקִּיִּים בְּרֵאִיִּת תּוֹצְרֵי הַקֶּצֶה - הַהִפְרָשׁוֹת (זַבֵּל וּשְׁתָּן), כְּתוֹצֵר לּוֹאֵי בַעַל עֵרֶךְ אוֹ כְּמֵטְרָד, שִׁישׁ לַהֲפֵטֵר מִמֶּנּוּ בְּכָל מַחִיר. הָאֵם נֹכֵס אוֹ נִטְלָ??

הַנִּיגוּד הוֹצֵג בְּצוּרָה בּוֹלֵטֵת בְּיוֹם הָעֵיּוֹן רֶב-הַמִּשְׁתַּתְּפִּים, שֶׁנֶּעְרֵךְ לְאַחֲרֹנָה בְּחִסּוֹת מִשְׂרָד הַחֻקְלָאוֹת וּמוֹעֶצַת הַחֵלֶב בְּבֵית דָּגָן. מוֹל הַטְּעֻנוֹת בְּדַבֵּר זִיָּהוּם, רִיחוֹת וּמֵטְרָדֵי זְבוּבִים, הוֹצֵג הַצּוֹרֵךְ לְהַחֲזִיר לְקִרְקַע אֶת מָה שֶׁנִּלְקַח מִמֶּנָּה (קִּיִּימוֹת!) וְכִמּוּבָן, הַהִיבֵט הַכִּלְכִּלִּי וְהַמִּמְשָׁקִי שֶׁל הַסִּילּוֹק - אוֹ הַשִּׁימוּשׁ.

אֵךְ כְּאֹמֵר - אֵעֻסֹק כְּאֵן בְּזְבוּבִים. זְבוּבֵי הַרְפַּת הָעִיקָרִיִּים הֵנָּה זְבוּב הַבֵּית (*Muscadomestica*) וְזְבוּב הָאוּרוּוָה (אוֹ הַשּׁוֹק) (*Stomoxis calcitrans*). עַל אֵף הַדְּמִיוֹן הַחִיצוֹנִי בִּינֵיהֶם, זְבוּב הָאוּרוּוָה הֵנּוּ מִיֵּן עוֹקֵץ, מוֹצֵץ דָּם שֶׁעֵקִיצָתוֹ כּוֹאֵבֵת, וְאֵילוֹ זְבוּב הַבֵּית הֵנּוּ "רֶק" מְזֵהֵם וּמֵטְרִיד. שְׁנֵי הַמִּינִים הֵנָּה מַעֲבִירֵי מַחֲלוֹת שׁוֹנוֹת, לְאָדָם וּלְבָקָר. תְּנֵאֵי הַהִתְפַּתְּחוֹת וְשִׁיטוֹת הַהֲדַבְרָה דּוֹמוֹת לְגַבֵּי שְׁנֵי הַמִּינִים, וְאֵם כִּי אוֹכְלוֹסִיּוֹת זְבוּב הַבֵּית הֵנּוּ הַדּוּמִינָנְטִיּוֹת בְּרִפְתוֹתֵינוּ, נִתְיַחֵס כְּאֵן לְשְׁנֵיהֶם כְּ"הַזְבוּבִים" וּלְמַלְחַמְתָּנוּ בָּהֶם.

כְּנ"ל, מֵרַבְצִים שֶׁלֹּא טוֹפְלוּ וְכֵן מְלוֹנוֹת וְתֵאֵי הָעֵגְלוֹת הַרְכוּת, בּוֹרוֹת הַפְּרָדָה וְשִׁפְכֵיהֶם, מֵרְכֵז הַמְזוֹן וְשֵׁאֲרִיּוֹת מְזוֹן שֶׁנִּרְטְבוּ, וְאוֹלֵי פְּגָרִים אֶקְרָאִיִּים אוֹ אֲשֵׁפָה שֶׁלֹּא סוֹלְקוּ - הַרְשִׁימָה מְסוּיֵמֵת וְקִצְרָה לְמַדִּי.

בְּאֲתָרִים אֵלֶּה מְשִׁלְּמִים הַזְבוּבִים אֶת מַחְזוֹר חִיֵּיהֶם - בִּיצָה, רִימָה, גּוֹלֵם, בּוֹגֵר תּוֹךְ 8 יָמִים בְּקִיץ הַיִּשְׂרָאֵלִי. הֵם עֲשׂוּיִים לְהַקִּים 25-30 דּוֹרוֹת בְּשָׁנָה, כְּאִשֶׁר כָּל נִקְבָה תְּטִיל בִּ-2-3 תְּטוּלוֹת עַד 500 בִּיצִים וְיֹתֵר. מִכֵּאֵן, שֶׁבִּשְׁלֵב הַזֶּה טְמוּן הַמִּפְתָּח לְהַצְלָחָה - אוֹ לְכִישְׁלוֹן - בְּהַדְּבַרֵּת הַזְבוּבִים, וְהַמִּפְתָּח נִגְזֵר מְכַלֵּל 8 הַיָּמִים כְּנ"ל. אֶת הַזְבוּל לְשִׁימוּשׁ חֻקְלָאִי מִיָּדֵי יֵשׁ, אִם כֵּן, לְפָזֵר וְלַהֲצִנִּיעַ תּוֹךְ פְּרָק זְמָן זֶה, אוֹ לְבַצֵּעַ בוֹ אֶת הַתְּהַלִּיכִים הַמוֹקְדָמִים שֶׁל הַקוּמְפוּסְטִיצִיָּה: הַפִּיכָה וְאוּוֹרוֹר לְפַחּוֹת אַחַת לְשָׁבוּעַ, בְּרִפְתָּ אוֹ בְּשָׂדָה, עַד לְמוֹעֵד הַפִּיזוֹר אוֹ לְהַשְׁלֵמַת תְּהַלִּיךְ הַקוּמְפוּסְטִיצִיָּה, שֶׁאֵז אֵינוֹ מֵתֵאֵים עוֹד לְהַטְלָה וְלַהֲתַפְתְּחוֹת הַרִימוֹת.

מִצְעֵי הַטְּלָה אַחֲרֵים שֶׁהוֹזְכְּרוּ נִיתָן, לְעֵתִים, לְשֵׁלֵב בְּעֵרְמַת הַקוּמְפוּסֵט הַקִּיִּימָת, לְסַלֵּק לְהַטְמָנָה אוֹ לְטַפֵּל בָּהֶם עַל יָדֵי יִבּוּשׁ, וְאֵם כָּל זֶה אֵינוֹ אֲפִשְׁרִי - לְטַפֵּל בְּחוֹמְרִים מְסוּג מִג"ח (מוֹנְעֵי גִיחַת חֻרְקִים - IGR), שֶׁאֵינָם מְסוּכְנִים לְבְנֵי הָאָדָם וּלְבַעֲלֵי חִיִּים, וְאֵינָם פּוֹגְעִים בְּאוֹיְבֵיהֶם הַטְּבַעִיִּים שֶׁל הַזְבוּבִים (לְהֵלֵךְ). וְהַעִיקֵר - לְגַלוֹת וּלְפַעוֹל בְּזִמְנָן!

מִן הָרֵאוּי כִּי בְּכָל רִפְתָּ יִיֻקְבַע חֶבֶר צוּוֹת שְׁעִיקֵר תִּפְקִידוֹ בְּמַלְחָמָה הַזֹּאת

מִן הָרֵאוּי כִּי בְּכָל רִפְתָּ יִיֻקְבַע חֶבֶר צוּוֹת שְׁעִיקֵר תִּפְקִידוֹ בְּמַלְחָמָה הַזֹּאת. שְׁהָרִי בְּעֵבֻדַת הַרְפַּת יִשְׁנָה תְּמִיד קְדִימוֹת לְנוֹשְׂאֵי הַחֲלִיבָה, הַטִּיפּוֹל הוּוֹטְרִינָרִי, הַהַזְנָה, הַטִּיפּוֹל בִּיוֹנְקִיָּה וּבְעֵגְלוֹת, בְּצִיד הַמְכֻנִּי וּבְשֵׁלֵל הַתְּקֵלוֹת הַצְּפוּיּוֹת וְהַבְּלֵתִי צְפוּיּוֹת מְדִי יוֹם.

הַדְּבָרָה מְשׁוֹלֵבֵת

הַתּוֹרָה הַשְּׁלֵטֵת כְּיוֹם בְּלוֹחָמָה בְּמִזְקִים - הַדְּבָרָה מְשׁוֹלֵבֵת - מְשֻׁלֵּבֵת בְּצוּרָה מוֹשְׁכֵלֵת אֶת כָּל הָאֲמֻצְעִים הַמוֹכְרִים כִּנְגַד מִזִּיק מְסוּיֵם וּמוֹשֵׂא הַנּוֹזֵק. רֵאשִׁיתָהּ בְּנִיטוֹר: גִּילּוּי מְקוֹרֵם וְאֲתָרֵי הַתְּרַבּוֹתֵם שֶׁל הַזְבוּבִים. בְּמִקְרָה שֶׁלָּנוּ זוֹהִי הַחֲזִית הָעִיקָרִית. הַזְבוּבִים מְתַרְבִּים אֵךְ וְרַק בְּחוֹמֵר אוֹרְגָנִי מְרַקִּיב. לֹא רְקוּב, לֹא יֵבֵשׁ וְלֹא רְטוּב מְדִי. לְמַעַן הַדִּיּוֹק בְּתַחוּם שְׁבִין 40% לְבִין 80% רְטִיבוֹת. אֲתָרִים כְּאֵלֶּה מְצוּיִים לְרֹב בְּסִבִּיבָה הַחֻקְלָאִית אֵךְ הֵם נִיתְנִים לְזִיָּהוּי: בְּרִפְתָּ, אֵלֶּה עֵרְמוֹת זַבֵּל אוֹ מֵאֲצֻרוֹת בְּרִטִיבוֹת מֵתֵאִימָה

כְּמוֹכֵן, קִיִּימַת בְּעִיִּת הַזְבוּבִים ה"סִבִּיבֵתִיִּים": בְּהִיּוֹתֵם מְעוֹפְפִים טוֹבִים, הַזְבוּבִים מְתַפְשְׁטִים כְּדִי מֵאוֹת מְטָרִים וְאֵף קִילוֹמֵטְרִים מִמְקוֹרוֹת הַדְּגִירָה. זְבוּבִים נִמְשָׁכִים לְרִפְתָּ לֹא רַק לְצִרְכֵי רִבִּיָּה כְּנ"ל, אֲלֵא גַם, כְּמִקּוֹר מְזוֹן לְבוֹגְרִים וּבְרִפְתָּ שׁוֹלְחָנָם עֵרוֹךְ: זְבוּב הָאוּרוּוָה עוֹקֵץ וְנִיזוֹן מִדָּם הָעֵגְלוֹת, הַפְּרוֹת וְהַרְפַּתָּנִים, וְאֵילוֹ זְבוּב הַבֵּית הַבוֹגֵר, כְּ"אוֹכֵל כָּל", מֵתִיִּשֵׁב עַל גּוֹפֵם וְעַל מְזוֹנָם שֶׁל בַּעֲלֵי הַחִיִּים וְשֶׁלָּנוּ, וְכֵן עַל הַשְּׁאֲרִיּוֹת, הַפְּסוּלוֹת וְהַאֲשֵׁפָה וּמַעֲדִיף בְּמִיּוֹחַד אֶת סִבִּיבַת הָעֵגְלוֹת הַיּוֹנְקוֹת וְהַפְּרָשׁוֹתֵיהֶן.

הוֹפְעַת הַזְבוּבִים הַבוֹגְרִים, שֶׁרַק הֵם הֵנָּה גּוֹרְמֵי הַנּוֹזֵק, מַעֲדִיָּה עַל כִּישְׁלוֹן הַמֵּאֲמָצִים שֶׁהוֹזְכְּרוּ. כְּעַתָּה נִיתָן עוֹד לְהִלְחֵם בָּהֶם בְּעִזְרַת מַלְכוּדוֹת שׁוֹנוֹת, אוֹ עַל יָדֵי פִּתְיוֹנוֹת רְעִילִים הַמְמוֹקְמִים בְּאֲתָרִים נְקוּדָתִיִּים מֵתֵאִימִים, שֶׁבָּהֶם מְתַרְכְּזִים הַזְבוּבִים. אֵךְ זֶהוּ כְּבֵר קָרֵב נְסִיגָה...

הַדְּבָרָה בִּיּוֹלוֹגִית

לְצַעֲרֵי, אֵינִי אֵינִי אִישׁ בְּשׁוֹרָה בְּנוֹשֵׂא הַהֲדַבְרָה הַבִּיּוֹלוֹגִית. רְבִים הֵם מִינֵי הָאוֹיְבִים הַטְּבַעִיִּים שֶׁל הַזְבוּבִים, וּפְעוּלָתָם אֲכֵן מְתַרְכְּזָת בְּאֲתָרֵי הַדְּגִירָה. הַחֲשׁוּבִים שֶׁבָּהֶם הֵם מִינֵי צְרַעוֹת טְפִילּוֹת, חִיפּוּשִׁיּוֹת טוֹרְפוֹת, אֶקְרִיּוֹת,

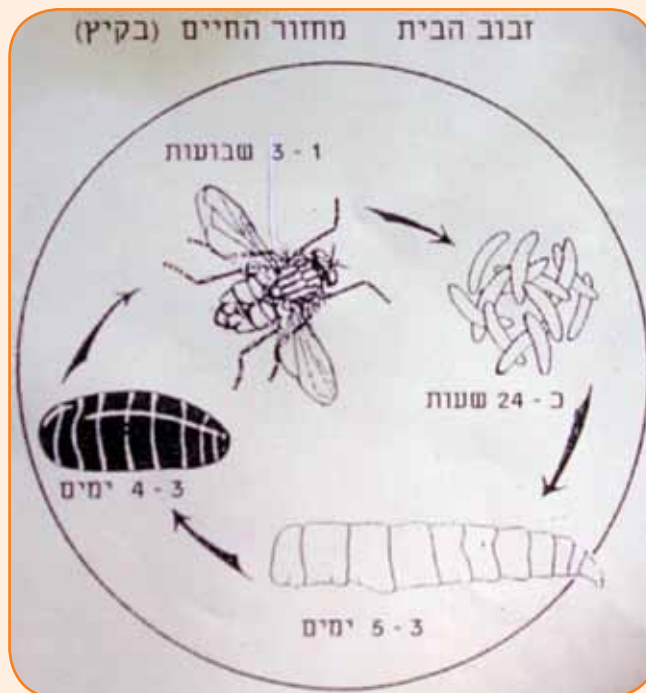
הביולוגית על ידי ייבוא מינים יותר יעילים או על ידי תגבור אוכלוסיות המינים המקומיים, על ידי גידול מעבדתי ופיזור המוני באתרים, לא הניבו עדיין תוצאות מעודדות. אף על פי כן, מתוך גישה של "העיקר לא להפריע", מומלץ לטפל באתרי דגירה עקשניים בחומרי מג"ח ולא בקוטלי חרקים חריפים.

הקומפוסטציה

תהליך זה הופך זבל טרי, וכן פסולת אורגנית לחה לדשן חקלאי מעולה ומבוקש. התהליך מתקיים הודות לפעילותם של מיקרואורגניזמים שונים מעולם הבקטריות, הפטריות ויצורים חד-תאיים אחרים, בנוכחות אוויר ולחות מתאימה. הטיפול העיקרי מתבטא בהפיכת הערמות באמצעות ציוד מכני מתאים, פעם או פעמיים בשבוע. בטיפול מתאים, נוצרת בערמה טמפרטורה עד 70-65 מ"צ, המעקרת את התוצר מגורמי מחלות צמחים, זרעי עשבי בר ולענייננו - מביצי הזבובים, הרימות והגלמים. התהליך כרוך, מלבד הקטנת הנפח בהפסדים מסוימים של חומר אורגני (בצורת פחמן דו-חמצני...) ושל דשן חנקני הנפלט גם הוא לאטמוספירה. בניגוד לזבל הטרי, ניתן הקומפוסט המוכן להחסנה ממושכת ללא טיפול נוסף, ניתן לפזרו במועד המתאים ביותר לגידול שלו נועד, ואינו מהווה עוד מקור למפגעים סביבתיים כגון ריחות וזבובים. שקלול נאות של שיקולים אגרוטכניים, כלכליים ותברואתיים יכתוב את הנוהל בכל מקרה.

לסיכום

- יש לקבוע אחראי לנושא.
- לאתר ולנטרל את אתרי הרבייה.
- להילחם בבוגרים על ידי מלכודות ופיתיונות.
- להימנע מריסוסים מיותרים בתכשירים רעילים. ■



נמלים, עכבישים ועוד. אלה אינם נפגעים מתכשירי המג"ח שהוזכרו, מאחר והם פעילים בשלב הבוגר, לאחר שהשלימו את כל שלבי הנשל. מינים מועילים אלה אכן נמצאו במחקרים שנערכו כמעט בכל האתרים המתאימים (רפתות, לולים, אתרי קומפוסט ואשפה), וחסרונם הנו "רק" בכך, שהודות למספר צאצאיהם הקטן, ומשך הדור הממושך של מינים אלה, הרי שקצב הריבוי שלהם נופל לאין שיעור מזה של הזבובים בתנאים דומים (ראו לעיל) והשפעתם שולית בלבד. מאמצי החוקרים לשפר את ההדברה



הילל מלכה - המחלקה לבקר, שה"מ משרד החקלאות
hilmal@shaham.moag.gov.il

שפכי מכון חליבה וזבל

תמונת מצב וכווני התמודדות

הילל מלכה, מזרין שה"מ באזור העמקים, מתמחה במגוון נושאים בענף הרפת. אחת המומחיות שלו היא נושאי הסביבה של הרפת ובשנים האחרונות הוא מפתח רעיונות רבים ומלווה מחקרים שונים למציאת פתרונות לבעיות הסביבה ברפת. הילל מביא בפנינו מספר פתרונות אפשריים להתמודדות עם הבעיה ברפת שונות

רקע

במסגרת הרפורמה הסביבתית ברפת החלב, המבוססת על הסכמות של כל בעלי העניין, הוגדרה מתכונת הטיפול והשימוש בזבל מחד, ומתכונת הטיפול בשפכי הרפת, מאידך. לאחרונה חל שינוי בכללי תאגידי מים וביוב בנושא שפכי תעשייה, שבהם נכללים כעת שפכי רפת, המשליכים על המשך ממשק הטיפול בשפכי הרפת. בנוסף, נושא הטיפול והשימוש החקלאי בזבל בעלי חיים בכלל, וזבל רפת בפרט, נמצא על שולחן הדיונים המקצועי הבין-משרדי (משרד החקלאות והמשרד להגנת הסביבה).

מטרתו העיקרית של מאמר זה היא לפרוס בפניכם תמונת מצב עדכנית ולהציג מספר פתרונות אפשריים. אציין כי נעשית עבודה מאומצת ע"י כל בעלי המקצוע והעניין, למציאת פתרונות ישימים לתנאים המשתנים (טכנולוגיים, ממשקיים).

- הטלת חובות שונים, בכל הנוגע לטיהור שפכים, על יצרני שפכים ומפעילי מתקני טיפול בשפכים.
- שקיפות ופרסום של פעילות התאגיד ותוצאות הבדיקה.
- חשיפה לתביעות ייצוגיות בגין אי עמידה בהוראות החוק.
- כללי תאגידי מים וביוב בנושא שפכי תעשייה (בכללם גם שפכי רפת) קובעים מספר כללים לחישוב עלויות הטיפול בשפכים המוזרמים למט"ש:
- **"שפכים מותרים"** - איכותם עד לערך טור ב' בטבלה: לא נדרש תשלום נוסף.
- **"שפכים חריגים"** - איכותם מעל הערכים בטור ב' אך קטן מטור ג' בטבלה: הזרמתם למט"ש מותנית בתשלום נוסף, בהתאם לנוסחת החישוב.
- **"שפכים אסורים"** - חורגים באחד מהפרמטריים הנוספים שהוכנסו לכללים (הזרמתם גוררת תשלום נוסף וכבד).

כתוצאה מהחלת כללים אלו, ייאלצו בעלי הרפתות לשלם סכומי עתק למט"שים בעבור הטיפול בשפכיהם

תקנות השפכים החדשות

תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התש"ע - 2010, או בכינויים "תקנות ענבר", תוקנו כדי להגן על בריאות הציבור, למנוע זיהום מקורות מים משפכים ומי קולחין, לאפשר ניצול חוזר של מי קולחין כמקור מים, להגן על הסביבה, לרבות על מערכות אקולוגיות והמגוון הביולוגי, הקרקע וגידולים חקלאיים.

עיקרי התקנות (איכות שפכים במט"ש):

- הבטחת איכות הקולחים המטוהרים במתקני הטיפול בשפכים (טיהור ברמה שלישונית).
- טיהור שפכים בהתאם לערכים מחמירים (כ-37 פרמטרים שונים).

טור א' מרכיב	טור ב' ריכוז - מיליגרם לליטר	טור ג' ריכוז - מיליגרם לליטר
כלל מוצקים מרחפים (TSS)	400	1,000
צריכת חמצן כימית (COD)	800	2,000
חנקן קילדל	50	100
זרחן כ-P	15	30

יישום החוקים והתקנות של כללי תאגידי מים וביוב (שפכי תעשייה) מחייב את הרפתות לעמידה בתקנים במוצא הרפת, ללא אפשרות למהילה בשפכי היישוב שבו היא ממוקמת. כתוצאה מהחלת כללים אלו, ייאלצו בעלי הרפתות לשלם סכומי עתק למט"שים בעבור הטיפול בשפכיהם.

אז מה עושים?

- מחפשים פתרונות אמתיים ולא הרפתקאות. אנו נמצאים בזמן שבו חוסר הוודאות גדול מאוד ולכן מומלץ להמתין בביצועי הפתרונות



חצר נקיה שנשטפת בקלות עם מים ממוחזרים

בכמות גדולה של מים, אשר חלק גדול מהם ניגר וזורם לביוב. לכן בתקופה זו צריכת המים במכון החליבה ובחצר ההמתנה, כמעט מוכפלת. מכאן, שצמצום השימוש במים בזמן הצינון, מבלי לפגוע ביעילותו, הנו נושא חשוב למחקר.

כך לדוגמה, בעבודה שביצענו: **"מציאת חלופות למערכת צינון אופטימלית ברפת"** (שותפים לעבודה: **מוטי פלדלייט וזאב יחיאלי** - ארגון עובדי המים, **דובי סגל** - נטפים, **אמיר שפירא וזאב שרף** - רפת עין הנציב) נבדקה יעילות הצינון של מערכת המטרה עם מתזים "כתומים" (הנפוצים מאוד ברפתות), לעומת מערכת המטרה המבוססת על מתזי קונוע.

בחצר ההמתנה של רפת עין הנציב (275 X 11 מ"ר) היו מותקנים כ-78 מתזים "כתומים" בספיקה של 800 ליטר לשעה. מתזים אלה מאופיינים בפיזור מים לוקה (הם יוצרים "פטרייה" של מים אשר מרכזה נשאר כמעט יבש) ולכן היה צורך ליצור חפיפות גדולות בין המתזים. במקביל למערכת הקיימת, הקמנו מערכת נוספת שבה השתמשנו ב-14 מתזי קונוע בעלי ספיקה גבוהה (1,000 ליטר לש'), המופעלים בלחץ נמוך (1.1 - 1.4 אטמ'). מתזים אלה יוצרים טיפה גדולה שלא נישאת ברוח, אלא מגיעה לגב הפרה ומרטיבה אותה, והם בעלי קוטר הרטבה גדול.

המעבר ממערכת של 78 מתזים למערכת של 14 מתזים בלבד, הוביל לצמצום משמעותי בצריכת המים שהגיע לכ-40%. העבודה תסוכם וכל התוצאות תוצגנה בכנס הקרוב, אולם כבר עכשיו, ניתן לומר, כי הצלחנו לחסוך במים מבלי לפגוע באיכות הצינון.



גריפת הזבל מחצר ההמתנה למארה בקצה

- ובמקביל, כדאי לבדוק פתרונות, להתעניין ולחפש.
- מקטינים בצורה דרסטית את כמות השפכים שבהם יש לטפל. זאת ע"י שימוש מופחת במים במכון החליבה ובחצר המתנה בפרט.
- בודקים דרך פעולה מתאימה. בנקודה זו יש שתי אסכולות מרכזיות - האחת דוגלת בטיפול מקדים בשפכים ולאחר מכן, הזרמתם למט"ש להמשך טיפול, ואילו השנייה גורסת, כי לעולם שפכי הרפת יהיו מטרד למט"ש, והחמרת הדרישות מצדם רק תעלה, ולכן יש להתנתק מהמט"ש ולטפל בשפכים בתחומי הרפת.

כיצד ניתן להקטין את כמות השפכים?

- שטיפת חצר ההמתנה במים גורמת לשימוש רב במים נקיים והופכת אותם לתשטיפים מכבידים. ישנן מספר פעולות שניתן לבצע על מנת לצמצם בצורה משמעותית את כמות המים:
- ניתן לגרוף את הזבל בתום חליבת הבוקר (פעם ביום) בעזרת גורפים ידניים או מכניים. מעבר לחיסכון במים, פעולה זו מורידה באופן משמעותי את העומס האורגני בשפכים (COD) ואת כלל המוצקים המרחפים (TSS).
 - ניתן ואף מומלץ, לאגור את מי שטיפת מכון החליבה במכל איסוף ובמידת הצורך, להשתמש בהם לשימוש חוזר.
 - בחודשי הקיץ, חצר ההמתנה הנה מקום הצינון העיקרי ברפת שבה מצננים את הפרות. הצינון מצריך הרטבה מלאה של הפרה ושימוש



פיזור שפכים בניסוי האיזוי בשדה אליהו



מתזים שחוסכים הרבה מים בצינון יעיל



משטח עבודה חשוף לעבודה בימי הקיץ

הרפת אשר קונה מזון, מייצרת שלושה מוצרים: חלב, בשר ודשן. הדשן (פרש), בדומה לחלב ולבשר, מאופיין בחיי מדף קצרים ולכן יש לטפל בו במקצועיות רבה. הדשן מופרש מהפרה בצורתו הגולמית והרטובה (כ-15% ח"י) ולכן יש לייבש ולייצב אותו, שאם לא כך, הוא הופך למטרד של ריח חזובים.

מתקני טיפול בזבל ושפכים:

מתקני קומפוסט יכולים להוות פתרון טוב לטיפול כולל ומערכתי בכלל זבלי בע"ח של המשק (רפת ולול). מתקן הקומפוסט הפועל בצמוד לרפת מונע שינוע של זבל רטוב - פעולה הכרוכה בעלויות גבוהות וגורמת לזיהום סביבתי. זאת ועוד, הצמדת המתקן לרפת משאירה את הטיפול בזבל ובשפכים בתחומי הרפת, אשר ממילא מייצרת ריחות דומים. המתקן קולט את כל הזבל מהרפת ומהלול, אוגר את שפכי הרפת בלוגנה או במתקן ייעודי לכך, ומחזיר את השפכים להרטבת הערמות (לצורך טיוב והאצת התהליך המיקרוביאלי) בחודשי הקיץ או באופן רציף לאורך כל השנה (תלוי במתקן). כך ניתן להיפטר מכל השפכים מחד, ומאיידך לטייב את התוצר שהוא קומפוסט או זבל מעובד ברמה גבוהה, אשר עבר תהליך של חימום וייצוב. קיימים מספר מתקנים מעניינים הפועלים בישראל.

1. מתקן ברפת מעון כרמל.
2. מתקן קומפוסטציה אינטנסיבי רציף באוורור מאולץ - המתקן הקוריאני.
3. מתקן קומפוסטציה אינטנסיבי ניח באוורור מאולץ - מחקר חלוץ המתבצע בגינוסר.
4. מתקן טיפול בזבל המשלב שטח מקורה ושטח פתוח, ומאפשר אחסון תחת גג בחודשי החורף ועבודה, לצורך ייבוש, במשטח פתוח בחודשי הקיץ (מתקן כזה מצוי במדרך עוז - ירחב בהמשך).

הניסוי בשדה אליהו: יצירת משטחי זבל

בשנת 2011-2012 בצענו ניסוי ברפת הרדוף: "הרטבת מרבצים על ידי זבל נוזלי לצורך הקטנת נפח השפכים היוצאים מהרפת" (שותפים לעבודה: מאורי רוזן ז"ל - שה"מ, מוטי פדלייט וזאב יחיאלי - ארגון עובדי המים, יורם קלגוד - הרדוף רפת וחקלאות). בעבודה זו בחנו אפשרות של הצנעת נוזלים במרבץ הפרות על מנת להקטין את כמות הנוזלים היוצאים מהרפת למערכת הביוב (הקטנת כמות השופכין לליטר חלב). מדובר בנוזלים המתקבלים מחצר המתנה וממכון החליבה בחודשי הקיץ והחורף. העבודה



קלטור הזבל בגובה נמוך לאיזוי מרבי - שדה אליהו

אסכולת הטיפול בשפכים והזרמתם למט"ש

ישנם מספר מתקנים מעניינים ומסקרנים, שנמצאים בכמה רפתות. חלקם כבר פועלים וחלקם נמצאים עדיין בשלבי שונים של מחקר:

- מתקן כפר חרוב/מתקן נפתלי.
- אגנים ירוקים (מתפקדים ברפת רמת דוד, מעגן מיכאל והרדוף).
- מחקר חלוץ (פיילוט) למתקן אשר מטפל בשפכי רפתות המבוסס על טיפול באמצעות ננומרוכבים, המחקר יצא לדרך בימים אלו ממש. לשני המתקנים האחרונים יוחדו כתבות נפרדות במוסף.

לעולם שפכי הרפת יהוו מטרד למט"ש, והחמרת הדרישות מצדם רק תעלה, ולכן יש להתנתק מהמט"ש ולטפל בשפכים בתחומי הרפת

אסכולת הניתוק מהמט"ש: טיפול בזבל ובשפכים בתחומי הרפת ויצירת "רפת בועה".

החזון של גישה זו הוא יצירת "רפת בועה" - רפת אשר מטפלת בכל תוצרי הלואי בשטחה ואינה מעמיסה על המערכת האזורית. לפי חזון זה, הפלחה מגדלת את המספוא (שחתות, תחמיצים וקש) בעבור הרפת, הפרות אוכלות את המזון, מייצרות חלב ובשר, ומפרישות דשן החוזר חזרה לשדות הפלחה והשלחין.



תאים לאחסון זבל מוצק בחורף



גג שקוף מעל לבורות נטושים במרכז מזון

פתיחת גג מעל לעמודים הפנימיים.

מתקן טיפול בזבל המשלב שטח מקורה ושטח פתוח

בכל רפת, כחלק מתכנית הרפת, יש להקצות שטח לטיפול בזבל, כשם שמקצים מקום לסככות, למכון חליבה, למרכז מזון וכו'. בשטח זה ייעשה הטיפול בזבל ואם ניתן, גם בשפכים – זאת ע"פ הפתרון שבחר המשק.

אתר מדרך עוז – מוצע לבחון אתר שדומה לזה שבמדרך עוז, אתר לטיפול בזבל המשלב שטח מקורה (לחודשי החורף) ושטח פתוח (לחודשי הקיץ).

אתר זה מורכב משני מוקדים עיקריים:

1. חלק מקורה (מומלץ קרוי ניילון, כמו בחממות) אשר יהיה בנוי ממספר תאים שבהם יתבצעו אגירה, מיצוק ואחסון של זבל המדרכים הרטוב (מתקן דומה קיים ברפת במזרע).
2. משטח תפעולי גדול ופתוח שעליו ניתן לייבש ולעבד את הזבל בחודשי הקיץ, ולפזר את שפכי מכון החליבה ואת זבל המדרכים הרטוב באמצעות מכלית. בסוף הקיץ, חלק מהזבל היבש ייאצר בתאי האחסון הייעודיים לצורך מיצוק/ריפוד ושאר הזבל יפוזר בשדות לצורך דישון.

ברפת הרדוף קיים קשר הדוק בין הגד"ש לרפת ולא רק, מעצם העובדה שיש להם אותו מנהל, אלא מתוך תפיסה אקולוגית רחבה

לסיכום

ברצוני להאיר נקודה חשובה, שלדעתי עשויה להיות המפתח למציאת פתרונות לטיפול בזבל בתחומי המשק. ברפת הרדוף קיים קשר הדוק בין הגד"ש לרפת ולא רק, מעצם העובדה שיש להם אותו מנהל, אלא מתוך תפיסה אקולוגית רחבה, שלפיה הדשן המיוצר ברפת חייב למצוא את דרכו חזרה לשדות.

כך רפת הרדוף, עסוקה בפיתוח גישות חדשניות בממשק הטיפול בזבל ומשתפת פעולה עם חוקרים ומדריכים, אשר בודקים וחוקרים רעיונות חדשניים. ניתן לומר, כי רפת הרדוף, הנה רפת מובילה בתחום הפיכת הרפת לרפת ירוקה (רפת בועה) אשר מטפלת בכל תוצרי הלוואי בשטחה.

חשוב לזכור, כי יעודה של הפרה הראשונה אשר הגיעה לארצנו, אי שם בתחילת המאה ה-20, היה דישון השדות. ■



רפת הרדוף – הסכה של סככה כוללת למרחבית ואבוסים באמבטיות

סוכמה והוצגה בכנס מדעי הבקר 2012.

פיזור נוזלים במרבץ, כפי שהתבצע בניסוי בהרדוף לא תפס במשקים אחרים, ממגוון של סיבות. לכן לקחנו את הרעיון וביצענו ניסוי המשך בשדה אליהו: **"פיזור שפכי רפת בחודשי הקיץ על גבי מצע זבל, מחוץ לסככת הרביצה, לצורך הקטנת כמות השפכים וטיוב הזבל"** (שותפים לעבודה: **סטיבן רוזן** – שה"מ, **מוטי פלדלייט** – ארגון עובדי המים, **תומא עבוד ועדו סמילנסקי** – המשרד להגנת הסביבה, **הראל קאופמן** – רפת שדה אליהו). העבודה בוצעה בחודשי קיץ 2013 (יוני – ספטמבר).

במהלך הניסוי יצרנו משטח זבל, צמוד לרפת, בגודל של 60X100 (שישה דונם) ובעומק של 20 ס"מ. על גבי משטח זה פיזרנו את כל שפכי מכון החליבה ואת כל הזבל מדרכים הרטוב באמצעות מכלית בנפח של 8 קוב. כל החומר נותב לבור אגירה אחד וממנו נשאב, פוזר וקולטר. ערכנו בדיקות רבות: כמויות פיזור, בדיקות קרקע, בדיקות שפכים, בדיקות זבל, מעקב אחר שעות עבודה ועלויות תפעול. העבודה תסוכם וכל התוצאות יוצגו בכנס הקרוב, אולם ניתן להציג כבר מספר תוצאות ראשוניות:

- הניסוי נמשך כארבעה חודשים (יוני – ספטמבר).
 - במהלך הניסוי פוזרו כ-6,500 קוב שפכים וזבל מדרכים בריכוז של 8% ח"י.
 - **בתקופה זו, רפת שדה אליהו לא הפנתה למט"ש אפילו ליטר אחד של שפכים.**
 - בתום הניסוי פונו כ-1,500 קוב זבל שעבר תהליך (זבל באיכות טובה).
 - לאורך כל הניסוי לא היו מטרדי זבובים – מטרדי ריח היו רק בזמן הפיזור ולזמן קצר מאוד.
 - במהלך הניסוי הושקעה עבודה רבה (כ-4 שעות עבודה ליום).
 - **בעבודה זו הוכחנו כי ניתן לאדות כמות גדולה של שפכים בעזרת אנרגיית השמש.**
- רפתות אשר קיימת אצלם חצר קיצית יכולים ליישם את הפתרון שהוצג בניסוי.

סככה מרחבית כחוסכת עבודה וכאב ראש של טיפול בזבל

המודל של הסככה המרחבית, דגם רפת נטופה, שתופס אחיזה גוברת בבניית הסככות החדשות, עושה עבודה מעולה בהיבט הסביבתי ומומלץ על ידי אנשי הסביבה. אין בטונים כלל וכל המרבץ הוא זבל מקולטר והתוצאות בזווית הסביבתית – מעולות. להקפיד על סככה ארוכה וצרה ורצוי עם

פתרון הבועה כל תוצרי הלוואי באתר אחד

נחמיה פלק - רפת מעון כרמל
nf@refetmc.com

ערוך על ידי יוסי מלול, מתוך עבודת גמר של נחמיה פלק, מנהל הרפת במעון כרמל, בקורס מנהלי רפת שהתקיים בפקולטה לחקלאות 2011 שותפים לעבודה: המנחה - ד"ר חורחה טרצ'יסקי, פקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית. רכזי המשקים - זודי אלדר ודדי בלאו. יועץ הקומפוסט - משה ברונר. מנהל אתר הקומפוסט - רון צוראל.

ברפת מעון כרמל בחרנו בפתרון קצה של מתקן קומפוסט מקומי - פתרון הבועה, כלומר, כל תוצרי הלוואי של הרפת מטופלים במקום אחד, פועל לשביעות רצוננו. הרפת היום יותר נקייה ומסודרת, עקב שיפור מצב התברואה וטיפול הולם ועיל בפסולת המיוצרת במשקי מעון-כרמל. כל זאת ללא הפסדים כלכליים כלל

הפרשות אלה מכילות חומרים שונים ובהם: חנקן, מלחים, חומר אורגני ופתוגניים העלולים לזהם את הסביבה. פוטנציאל הזיהום בחומר אורגני (העומס האורגני) של פרה חולבת אחת לזה של 20 בני אדם (השוואת ערכי צח"ב של כמות הפרשה יומית). עדר הבקר בארץ מהווה פוטנציאל זיהום זהה לשפכים של כ-4 מיליון בני אדם הניגרים לכל עבר ומחלחלים לאדמה.

בשנת 1999, החליטה מדינת ישראל על רפורמה בענף הרפת, שכוללת את הטיפול במפגעי הזבל (זבובים, מטרדי ריח, ומניעת זיהום מקורות המים) שצוינו לעיל, כדי לשמור על הסביבה. הדרישות מכוונות לאזור הרפת כולו כולל: "מכון חליבה, חצרות רביצה, שבילי האבסה, מרכז מזון, שטח לאצירה או טיפול בזבל, משטחים לשיטפת ציוד, מתקנים לטיפול/סילוק השפכים. המגמה הכללית היא לקיים ברפת את עקרון ה"בועה", כלומר, מי גשם נקיים לא חודרים אליה ומים מזוהמים לא יוצאים או מחלחלים ממנה, בצורה בלתי מבוקרת" (מתוך חוברת "רפורמה בענף החלב", 2001).

טבלה 1. ייצור פרש רפתות ארצי

ייצור פרש רפתות (אלפי מ"ק)		
אזור	מספר פרות	ייצור זבל ע"י פרות
גליל גולן	11,000	154
גליל המערבי	10,000	140
עמקים	35,000	490
מרכז	17,000	238
השפלה וההר	20,000	280
נגב	25,000	350
ערבה	2,000	28
סה"כ	120,000	1,680

תוצרי הלוואי של הרפת

מכסת חלב הבקר השנתית בישראל בשנת 2010, הייתה מעל 1,300 מליון ליטר. לצורך ייצור מכסה זו, נדרשות כ-120,000 פרות כאשר כ-60% מהפרות נמצאות ברפתות שיתופיות (כ-161 רפתות) והיתר ברפתות משפחתיות. מלבד ייצור החלב, כל רפת מייצרת פרש (זבל) בכמות גדולה (14 מ"ק לשנה לפרה). ברמה ארצית מדובר במעל 1,600 אלף מ"ק וזאת ללא הזבל שנוצר מהעגלות הנלוות (טבלה 1).



הרפת ומתקן הקומפוסט במבט על



רצוי להגדיל את נפח הברכה



מראה כללי של המתקן

אישור מיוחד להשאיר חצרות פתוחות בחורף, בשל העובדה כי מי התהום עמוקים מאד ואין חשש לחלחול של מים מזוהמים למי התהום. אולם, ריחוקה של הרפת מאזורים מיושבים ומשטחים חקלאיים מהווה חיסרון, כי אין אפשרות לפזר את הזבל בשדות. בנוסף, הרפת ממוקמת באזור יו"ש, דבר המקשה על קבלנים (לפינוי זבל) להגיע ולפנות את הזבל בעקבות כך, בחרה הרפת בפתרון מושלם – מעגל סגור, לכל סוגי הזבלים שתוארו לעיל, וזאת באמצעות הפיכת הזבלים לקומפוסט ומכירתו. פתרון זה נותן מענה גם לשאר המטרדים במשק החקלאי: זבל לולים וגזם מטעים, המהווים חומרי גלם בתהליך הקומפוסטציה.

חשיבות תהליך הקומפוסטציה, כיום, הוא לא רק בשל הערך הכלכלי שיש לקומפוסט בחקלאות, אלא גם לשם שמירה על איכות הסביבה

בעבודה זו אתאר מהו תהליך הקומפוסטציה, כיצד מיישמים אותו, וכיצד הרפת שלנו תכננה ובנתה את אתר הקומפוסטציה כדי שיינתן מענה לדרישות המשרד להגנת הסביבה ובנוסף לכך, הפעלת האתר תהיה ריווחית, או לכל הפחות תכסה את ההוצאות השוטפות של פתרון הקצה לזבל.

תהליך הקומפוסטציה

מקור המילה

מקור המילה קומפוסט הוא בלטינית **compositum**, ומשמעה היסודי הוא: הרכבה, חיבור, ערבוב.

ב-6 ביוני 2011, אישרה הוועדה למונחי איכות הסביבה של האקדמיה ללשון העברית, בשיתוף מכון התקנים הישראלי, את מילון איכות הסביבה ובו התרגום הרשמי של קומפוסט ל-"דשונת". המילה רבובית, המשמשת לעתים לציון קומפוסט, מתייחסת למונח הומוס.

בתרבות העברית, נזכר הרעיון של זיבול אורגני כבר במקרא, שבו נעשה שימוש במילה "דומן" (שמשמעותה זבל או צואה) כדי לתאר את השפעתן של גופות הקבורות באדמה. המונח נזכר לראשונה בהקשר לגופתה הרקובה

סוגי הזבלים הנוצרים ברפת הדורשים טיפול

1. שפכים הנוצרים בעיקר במכון החליבה ובחצר ההמתנה (נוזלי).
2. זבל מדרכים – נוצר במקום שבו עומדות הפרות ואוכלות (מוצק-רטוב)
3. זבל מרביצים – נוצר במקום שבו רובצות הפרות בשטח מקורה (מוצק – בדרך כלל יבש ברובו)
4. זבל חצרות – שטח מרביץ שאינו מקורה (מוצק-יבש) הגדרה: "פתרון קצה" משמעותו: היעד הסופי (קצה) שאליו מסולקים השפכים והזבל הנוצרים ברפת.

פתרונות קצה הקיימים היום בישראל לזבל הנוזלי

1. שאיבה ופיזור בשדות (ללא טיפול).
2. ברכות אידי (בתחילת הרפורמה היה הפתרון המועדף ע"י המשרד לאיכות הסביבה)
3. טיפול במתקן ביוגז.
4. התחברות למתקן טיהור שפכים אזורי או מקומי (מט"ש).

פתרונות קצה הקיימים לשלשת סוגי המוצקים

1. ערבובם ברפת עם חומרים ממצקים למצב שאפשר לפזר אותם בחלקות חקלאיות ללא טיפול נוסף.
2. לפנותם לאתר קומפוסטציה, ולאחר עיבוד החומר, להעבירו לשימושים חקלאיים שונים.
3. שיטת הרדוף – פיזור זבל המדרכים במרביץ הפרות וקלטור יומיומי, עד שהתוצר המתקבל דומה לקומפוסט.
4. טיפול במתקן ביוגז אנארובי (כמו המתקן לטיפול בבוצות חקלאיות – מטב"ח שפועל בעמק חפר), ללא צורך במיצוק.

הגדרת הבעיה ברפת מעון כרמל

רפת מעון-כרמל הנמצאת בדרום מזרח הר חברון, הוקמה בשנת 1995 כשותפות לשני המושבים מעון וכרמל. הרפת בעלת מכסה של כ-6 מיליון ליטר חלב, חיפשה פתרון קצה שיתאים לתנאים הייחודיים לה – אזור יבש וגבוה, המאופיין במיעוט גשמים (230 מ"מ ממוצע שנתי). כמות משקעים נמוכה מהווה יתרון, כאשר מעט גשמים היורדים לחצרות הפתוחות ונהפכים לשפכים. חשוב להדגיש כי רפת מעון כרמל קיבלה



ברכות שיקוע השפכים - המים מספיק מסוננים לעבור בטפטף



השופל מסדר את הערמות

אורגני מוצק מתפרק ומתרחש בו שחרור זמני של חומרים פיטוטוקסים, כך שבסופו של דבר מתקבל חומר אורגני מיוצב. אמנם פירוק חומר אורגני, כלומר ריקבון, יתרחש גם באופן טבעי ללא התערבות האדם, אך ההבדל הוא שתהליך הקומפוסטציה נעשה בתנאים מבוקרים ובהתערבות האדם, לשם קבלת תנאים מיטביים לתהליך ותכונות הקומפוסט הרצויות, בהתאם לדרישות.

השלבים השונים בתהליך ההדשנה

א. השלב המזופילי - מתרחש במהלך 24-48 השעות הראשונות. טמפרטורת הקומפוסט עולה ל-40-50 מעלות, שאז מתפרקים הסוכרים ושאר החומרים האורגניים קלי הפירוק בקומפוסט. בסוף שלב זה מכיל הקומפוסט מיקרואורגניזמים תרמופיליים בלבד, המסוגלים לשרוד בתנאי חום קיצוניים.

ב. השלב התרמופילי - הטמפרטורה עולה ל-40-80 מעלות והוא עשוי להמשך חודשים, אולם על ידי ניהול נכון של שלב זה, התהליך יתרחש במשך שבועיים-שלושה בלבד, שבמהלכם, ערמת הקומפוסט עוברת מספר הפיכות, כדי שכל חלקי הקומפוסט יחשפו לטמפרטורה הגבוהה. בשלב התרמופילי מתרחש פירוק חומרים קשי-פירוק כמו תאית. המיקרואורגניזמים התרמופיליים, הזרעים והנבגים בקומפוסט מושמדים.

ג. שלב ההבשלה - קצב הפירוק יורד והטמפרטורה אף היא יורדת בהדרגה. בשלב זה, מתחילות גם להיווצר בקומפוסט אוכלוסיות מיקרואורגניזמים חדשות ובנוסף, החומר האורגני שהתפרק עובר פילמור. לאחר תהליך הקומפוסטציה התוצר המתקבל הוא קומפוסט נקי מפתוגניים ומריחות רעים.

קיימות שלוש שיטות הדשנה

- 1. השיטה הפתוחה** - השיטה הנפוצה יותר, שבה מציבים את הקומפוסט באוויר הפתוח, בערמות שגובהן עד 2 מטרים וחתך הרוחב שלהן אינו גבוה מ-2 מטרים. כדי שכל המצע יתאוויר, הופכים את הערמות בתדירות גבוהה (שיטת רפת מעון כרמל).
- 2. השיטה הסגורה** - מניעים את הקומפוסט דרך ריאקטורים בתהליך הנמשך בין 7-12 ימים ובסופו הקומפוסט מונח שוב בערמות להמשך

של איזבל:

וַיֵּלְכוּ לְקַבְרָה וְלֹא-מָצְאוּ בָּהּ פִּי אִם-הִגְלַגְלַת וְהִרְגָּלִים וְכַפּוֹת הַיָּדַיִם. וַיָּשׁוּבוּ וַיִּגְדִּיּוּ לוֹ, וַיֹּאמְרוּ דָּבָר-יְהוָה הוּא אֲשֶׁר דָּבַר בְּיַד-עֲבָדָיו אֱלִיָּהוּ הַתְּשֻׁבִי, לֵאמֹר בְּחֶלֶק יִזְרְעֵאל יֵאָכְלוּ הַכְּלָבִים אֶת-בָּשָׂר אִיזָבֵל. וְהָיְתָה נִבְלַת אִיזָבֵל כְּדָמֶן עַל-פְּנֵי הַשָּׂדֶה בְּחֶלֶק יִזְרְעֵאל, אֲשֶׁר לֹא-יֵאמְרוּ זֹאת אִיזָבֵל.

מלכים ב', ט' ל"ה-ל"ז

בחזונו של ירמיהו הנביא על גורלם של מנהיגי ישראל שחטאו לה', מובא תיאור קשה על חילול גופותיהם: "...לֹא יֵאָסְפוּ וְלֹא יִקְבְּרוּ לְדָמֶן עַל-פְּנֵי הָאֲדָמָה יְהוּ" (ירמיהו ח', ב') בהמשך נבואתו הוא מנבא עתיד דומה לעם כולו: "... וְנִפְלְאָה נִבְלַת הָאָדָם כְּדָמֶן עַל-פְּנֵי הַשָּׂדֶה וְכַעֲמִיר מֵאֲחֵרֵי הַקָּצֵר וְאֵין מֵאֶסֶף." (ירמיהו ט', כ"א) כמוכן, בספר תהילים ישנה התייחסות לגופותיהם של אויבי ישראל: "וַיִּשְׁמְדוּ בְּעֵין-דָּאָר, הָיוּ דָמֶן לְאֲדָמָה." (תהילים פ"ג, י"א)

דשנות (בלעז: **קומפוסט**) היא דשן אורגני עשיר, שנוצר מחומר צמחי שהתפרק ואפשר להחזירו לקרקע ולטייב אותה. כל הפירות, הירקות והצמחים, יירקבו בסופו של דבר, אך כדי להחיש את התהליך ולמנוע ריקבון בלתי מבוקר, הפסולת האורגנית מפורקת על ידי מיקרואורגניזמים בנוכחות אוויר (פירוק אירובי). כאשר הקומפוסט מוכן, הוא מכיל כ-60%-70% חומר אורגני, הנקרא גם "הומוס", שמפרה את האדמה. חומר אורגני המגיע למטמנות מהווה מפגע סביבתי חמור: פירוק אנאירובי (ללא אוויר) של חומר אורגני יוצר את גז המתאן (CH_4) שהוא מהגרועים שבגזי החממה הגורמים להתחממות כדור הארץ. תסחיפי אשפה המכילים חומר אורגני מהווים, אף הם, מקור גדול לזיהום הקרקע ולזיהום מי תהום. לעומת זאת, חומר אורגני שהפך לקומפוסט, הנו דשן טבעי אשר מפחית את הצורך בדשנים כימיים מזהמים ועשוי לשפר את התכונות הפיזיקליות של הקרקע (מבנה הקרקע ויציבותה, אחיזת המים, תנועת המים ואוורור) שחשיבותן גדולה ביותר לצמחים.

תהליך ההדשנה

הדשנה (בלעז: **קומפוסטציה**) היא תהליך שבו חומרים אורגניים - שמקורם מהחי או מהצומח - עוברים פירוק בתנאים מבוקרים. פירוק החומר נעשה על ידי תהליך חמצון ביולוגי בתהליך תרמופילי ממושך שבמהלכו חומר



היפוך הערמות



מתקן היפוך נייד - רצוי מתקן סלף

קיים מגוון גדול של קומפוסטים בעלי הרכב כימי וביולוגי שונה, הן מבחינת השונות במקור חומרי הגלם, והן במידת הבשלתו וגם מבחינת השיטה שבה התבצע תהליך הקומפוסטציה. מגוון זה מאפשר התאמת כל קומפוסט לצרכים החקלאיים השונים.

הוחלט על פתרון כולל ומלא לכל נושא השפכים והפסולת ברפת ובמשק, בהתאם לדרישות המשרד להגנת הסביבה, אשר ייתן מענה חיובי ומועיל לכלל המשק החקלאי, וזאת מבלי לערב גורמים חיצוניים או פתרונות אזוריים יקרים

תרומת הקומפוסט לשמירה על איכות הסביבה

חשיבות תהליך הקומפוסטציה, כיום, הוא לא רק בשל הערך הכלכלי שיש לקומפוסט בחקלאות, אלא גם לשם שמירה על איכות הסביבה. הגידול באוכלוסייה, העלייה ברמת החיים והשינוי בדפוסי ההתנהגות, הגדילו באופן משמעותי את כמויות הפסולת שהחברה המודרנית מייצרת בבית, בתעשייה ובחקלאות. כיום השיטה המרכזית לטיפול בפסולת עירונית ותעשייתית היא הטמנה, אך שטחי אתרי ההטמנה הולכים וגדלים וחיבים למצוא פתרון נוסף לטיפול בפסולת. חומר אורגני מהווה מעל 50% ממשקל הפסולת הממוצעת למשפחה, אך במהלך ההדשנה קטנה כמות החומר לכמחצית ולכן הדשנה היא אחת מהפתרונות הטובים ביותר, והיא היעילה ביותר לטווח הארוך. בנוסף, ההדשנה מונעת מטרדים נגרמים מאשפה טרייה כגון ריחות רעים ומקור לדגירת חרקים ומזהמים בקומפוסט הביתי, כמו גם, בקומפוסט התעשייתי.

למדינת ישראל יש עניין מיוחד בהדשנה היות שקרקעות הארץ מאופיינות ברמה נמוכה של חומר אורגני ("הומוס"). מחקר ופיתוח של תהליך הקומפוסטציה וביסוס שיווק הקומפוסט עשוי להביא לשיפור בתוצרת החקלאית ובמקביל יעזור לשמירה על איכות הסביבה.

התהליך. יתרון השיטה הסגורה הוא שהיא מאפשרת יותר בקרה על תנאי היווצרות הקומפוסט, כך מושגים תנאי האופטימום ותהליך הקומפוסטציה מהיר יותר.

3. **תולעים** - פירוק שאריות מזון באופן מהיר על ידי שימוש בתולעי אדמה, שיטה זו ידועה בשם "זורמי-קומפוסט". התולעים אוכלות מוצרים אורגניים שונים ולאחר תהליך העיכול נוצר קומפוסט עשיר ויעיל במיוחד. הפירוק נעשה על ידי התולעים במכל המופרד מהקרקע ובשל כך ניתן להשתמש בשיטה זו גם ללא גינה. לשיטה זו יתרון גדול במקומות שבהם ההדשנה מתבצעת באזור עירוני או בשטח מגורים צפוף.

חומרי גלם

חומרי הגלם של הקומפוסט שונים ומגוונים. מקורות החומר האורגני העיקריים המשמשים היום בתהליכי הדשנה הם:

- פסולת חקלאית כמו הפרשות בעלי חיים, רקבוביות עלים, קליפות עצים.
- פסולת תעשייתית אורגנית הנוצרת, בעיקר מתעשיית הנייר והמזון כמו נסורת, שעם, גפת ענבים.
- פסולת עירונית: גזם עצים, שאריות מזון, פסולת ביתית מופרדת ובוצת שפכים.
- כל חומר טבעי שהגיע מגוף חי - אדם, חיה או צמח - עשוי לשפר את הקומפוסט: שאריות פירות וירקות, דגנים, קטניות, קליפות ביצים, שיער, ואפילו דם ושתן.

יתרונות הקומפוסט

תרומת הקומפוסט לחקלאות

הקומפוסט מחומרי גלם שונים מסייע לשיפור תכונות קרקע חקלאית ומשמש מצע גידול מנותק. תוספת קומפוסט עשויה לשפר את אחיזת המים ותנועתם בקרקע ואת האוורור, הקטנת הצפיפות הגושית, שמירה על רמת בסיסיות/חומציות מתאימה (pH), ובעקיפין תורם אף להקטנת ריכוז המלחים בקרקע. הקומפוסט מוסיף גם יסודות הזנה לגידול: תרכובות אורגניות, תרכובות מינרליות ואוכלוסייה מיקרוביאלית בקרקע, תוספת שיכולה להביא לשיפור בכמות היבול. יתרון חקלאי נוסף וחשוב של הקומפוסט הוא דיכוי מחלות קרקע שונות בצמחים.



פיזור התשטיפים על הערמה



צנרת הסכטוף על גלגלות בקצה

ברפת ובמשק, בהתאם לדרישות המשרד להגנת הסביבה, אשר ייתן מענה חיובי ומועיל לכלל המשק החקלאי, וזאת מבלי לערב גורמים חיצוניים או פתרונות אזוריים יקרים. כך הגענו להחלטה על ייצור קומפוסט בתוך הרפת עצמה. המתקן הנו יחידה עצמאית עם זיקה לרפת, נחנך והתחיל לעבוד בדצמבר 2006.

ברפת קיימים שלושה סוגי זבלים: שפכי מכון חליבה וחרצר ההמתנה, זבל מדרכים (נוזלי), זבל חצרות ומרביצים (יבש ומוצק) בנוסף, למשקים כרמל ומעון ישנם לולים המייצרים זבל עוף וכרמים המייצרים גזם שזקוקים לטיפול. כדי לייצר קומפוסט איכותי מהמרכיבים הנ"ל, היה צריך לתכנן ממשק טיפול ושינוע.

תיאור המתקן

1. לשפכי מכון החליבה, נבנה מאגר בעל קיבולת של כ-2,200 מ"ק. הכמות חושבה על פי כמות המים הנצרכת במכון החליבה ומי הגשמים המתווספים בחורף.
2. לטיפול זבל המדרכים, נבנו מאצרות בקצה הסככות.
3. לזבל המוצק נבנה משטח אספלט בגודל של כ-6 דונם הצמוד למאגר. גודל השטח חושב על פי כמות הזבל השנתית הנוצרת ברפת. על משטח זה, מרכזים גם את זבל המדרכים, ועליו מבצעים את כל תהליך הקומפוסטציה. סך השטח שהוקצה למתקן הקומפוסט כ-10 דונם ברוטו.

השקעות

- המשטח והמאגר עלו כ-1.7 מיליון ₪.
- שופל ישן הועבר למתקן ללא חיוב.
- טרקטור גורר ומהפך זבל - 0.3 מיליון ₪.
- במתקן יש כיום שני מהפכים נגררים שאחד הוא לגיבוי במקרי תקלות.

עבודה

במתקן עובד חבר מושב כרמל כארבעה ימים בשבוע, הוא מטפל בכל נושא הזבל ברפת ומכיין את הערמות, מסדר את הוואלים, מבצע היפוך 2-3 פעמים בשבוע, משקה את הערמות ועוד.

הסיכונים בהכנת הקומפוסט

א. גורמים מעכבים - בשימוש לא נכון, עלול הקומפוסט להכיל גם גורמים המעכבים את גדילת הצמח. תופעה שכיחה הנה השימוש בקומפוסט לא בשל, עם יחס פחמן/חנקן גבוה. במקרים אלה, יישום הקומפוסט בסמוך למועד הזריעה או השתילה של צמחים עלולה לגרום למחסור בחנקן לצמחים.

ב. מתכות כבדות - בקומפוסטים המיוצרים מחומרי גלם שמקורם בתעשייה או בבוצת שפכים, הכרחי לבדוק את ריכוז המתכות הכבדות שבו - מתכות אלה הן יסודות מקבוצת מתכות המעבר, אשר חלקן חיוניות להתפתחות הצמח אך רק במינון נמוך. כאשר ריכוז המתכות עולה מעל למינון הראוי הן הופכות לרעילות לרקמות החיות.

שפכי מכון החליבה, הזבל הנוזלי והמוצק מתרכזים באתר הקומפוסטציה של הרפת. יחד עם זבל העוף, הגזם וההיפוכים התדירים, נוצר לאחר חודש וחצי, קומפוסט אורגני מעולה, שנמכר לחקלאים

ג. גורמי מחלות - חשוב לבדוק את הימצאותם של חומרים פיטוטוקסיים אחרים או חומרים רעילים לאדם בקומפוסט. בקומפוסט עלולים להימצא גם גורמי מחלות קרקע או מיקרואורגניזמים המסוכנים לאדם אשר לא הושמדו בתהליך הקומפוסטציה, או שהתפתחו כחלק מהאוכלוסייה החדשה בקומפוסט לאחר הבשלתו. כדי להימנע מבעיות אלו נקבע תקן לקומפוסט, הניתן למתקנים אורגניים על ידי השירותים להגנת הצומח.

קומפוסטציה ברפת מעון כרמל

בעקבות החלטת המדינה על הרפורמה בענף הרפת הכוללת טיפול במפגעים שהרפת מייצרת, הוקם צוות חשיבה ברפת מעון כרמל כדי לבחון פתרונות מתאימים. הפתרון הראשון שנבחן היה ברכות אידוי לשפכי מכון החליבה ופינוי הזבל המוצק על ידי קבלנים. לאחר חשיבה נוספת ולאור הנתונים שהוצגו במבוא, הוחלט על פתרון כולל ומלא לכל נושא השפכים והפסולת

לקחים ותובנות

נחמיה פלק מנהל את הרפת המשותפת מאז הקמתה, הוא ליווה את ההתלבטויות בפתרון בעיית תוצרי הלוואי והיה שותף פעיל בקבלת החלופה המעודפת. גם כיום, יותר משבע שנים של הפעלת המתקן, הוא משוכנע שזה הפתרון הנכון לרפת מעון כרמל.

לנחמיה יש כמה לקחים ותובנות מניסיונו:

1. להגדיל את מאגר השפכים שייתן ביטחון לקליטת כל שפכי הרפת, כולל מי הגשמים שזורמים על משטח הקומפוסט.
2. במקום מהפך נגרר נחמיה שואף לרכוש מהפך רוכן, כמו במתקנים המסחריים וכך מנצל את כל השטח.
3. אין צורך בביטון המשטח, אספלט מספק עם עבודה זהירה של השופל בשטח.
4. בקיץ השימוש במים גדול יותר מכניסת מי השפכים, על אף הצינונים לפרות. בחורף יש פחות שימוש במים וגם זרימת מי גשמים על משטחי הזבל ולכן יש לאגור אותם לקיץ. השאיפה שבסוף הקיץ, המאגר יהיה ריק.
5. זהו פתרון מיטבי שמאוזן כלכלית ואין הוצאה על טיפול בזבל ובשפכי הרפת, הוצאה שמגיעה למאות אלפי ₪ ברפתות דומות. המתקן מטפל גם בפסולות אחרות של המשק החקלאי המעורב, כמו זבל לול, גזם ופסולות אורגניות אחרות.
6. חשוב לבנות את המתקן מחוץ ליישוב למנוע תקלות של ריחות אפשריים.
7. יותר קל להקים מתקן כזה במקום עם מיעוט משקעים (אצלנו 230 מ"מ בממוצע) אחרת צריך להשקיע במאגר יותר גדול. ■

סינון המים לפני הגעתם לשלוחות הטפטוף. עם ההיפוך מתקבל חתך ערמה בעל רטיבות באחידות גבוהה מאד. שלוחות הטפטוף מותקנות ע"ג גלגלות שנבנו במיוחד לשם כך. ההשקיות מתבצעות בהתאם לקצב ההתייבשות של הערמות. עם ירידת הטמפרטורה בערמות, מפסיקים את ההשקיות ומבצעים לפחות שני היפוכים נוספים ללא השקיה. עם סיום ההיפוכים במהפך, מבצעים היפוך נוסף שלפני שיוק ועורמים את הקומפוסט על המשטח לתקופה של מספר שבועות להבשלה.

מטרדי ריח חזובים

המתקן ממוקם קרוב לרפת אך רחוק מכל יישוב, כולל משקי הבעלים. הוא אינו גורם לבעיה סביבתית של מטרדי ריח חזובים. תהליך ההדשנה מונע דגירה של חזובים והריחות שיוצאים מהמתקן הם ריחות קומפוסט נסבלים. המתקן עובד בכל ימות השנה ומאושר על ידי המשרד להגנת הסביבה.

בקרת איכות

בקרת האיכות מתייחסת למספר מדדים:

1. **בקרת איכות חומרי הגלם** – הכוללת הרחקת עצמים זרים מהזבל עצמו, הקפדה על מקור זבל העופות והגזם ובדיקת איכות השפכים במעבדה מוסמכת, שבה מתבצעת אנליזה של תכולת מלחים, חומרי הזנה, חומר



מתקבל קומפוסט מעולה ואיכותי

תהליך הייצור

1. שפכי מכון החליבה עוברים בשלושה בורות שיקוע ומשם לתחנת שאיבה המעבירה את השפכים, בעלי ריכוז מוצקים מרחפים מופחת, למאגר באמצעות קו סניקה. לפני הכניסה למאגר יש עוד שלושה בורות שיקוע קטנים יותר המפרידים חלק מהמוצקים שנותרו.
2. זבל המדרכים נגרף, מדי יום, למאצרות מבטון הנמצאות בקצה הסככות. במאצרות ממצקים את זבל המדרכים על ידי ערבוב עם זבל עוף ביחס של כ-15% (נפח) ובגזם כ-10% אשר סופח את הנוזלים ומסייע במיצוק. בהמשך, אחת לחודש לערך, מפנים באמצעות משאית את הזבל שהתמצק למשטח הקומפוסט.
3. זבל החצרות היבש והמרבצים מפונה פעמיים בשנה למשטח הקומפוסט.

בניית ערמות הקומפוסט

ערמות הקומפוסט נבנות על משטח בגודל של כ-6 דונם אשר מנוקז ע"י שיפועים מתאימים אל המאגר. המשטח מחולק ל-3 חלקים: מרכז המשטח משמש כמחסן לזבל החצרות והסככות (כפי שצוין בסעיף 3) ושני צדי המשטח משמשים לבניית ערמות הקומפוסט. בניית הערמות נעשית כך שזבל הסככות והחצרות והזבל שהיה במאצרות (כפי שצוין בסעיף 2) מעורבבים ביחס של 50:50. בצורה זו מתקבל חומר גלם לערמות באופן אחיד יחסי במהלך השנה.

היפוך הערמות

את ערמות הקומפוסט הופכים באמצעות כלי ייעודי – מהפך קומפוסט נגרר. הכלי מיועד להפוך ערמות ברוחב של כ-2 מטרים ובגובה של כ-1.5 מטר. לאחר בניית הערמות וההשקיה הראשונה, מתבצעת הפיכה ראשונה. לאחר הפיכה זו, הופכים את הערמות פעמיים-שלוש בשבוע. סה"כ הערמות מהופכות 9-12 פעמים בהתאם לקצב התהליך, המושפע בעיקר מתנאי מזג האוויר.

השקיית הערמות

כאמור, את ערמות הקומפוסט משקים בשפכי הרפת ובתשטיפים. השקיית הערמות מתבצעת ע"י שלוחות טפטוף המונחות בראש הערמות. השקייה זו מאפשרת אחידות פיזור המים בצורה מיטבית, ומינימום סתימות בשל

אורגני ומתכות.

2. **בקרת תהליך הייצור** – הכוללת מעקב אחר התפתחות התהליך. בעזרת מד טמפרטורה ומדידת רטיבות (על ידי דגימה וייבוש בתנור למדידת ח"י) בודקים את תהליך התקדמות הקומפוסטציה עד לסימום.
3. **בקרת איכות המוצר הסופי** – הכוללת אחוז רטיבות, אחוז חומר אורגני ופחמן, ריכוז יסודות הזנה: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן ומגנזיום. כמוכך, נבדקים המוליכות החשמלית וריכוז כלוריד. לפחות פעם בשנה, נבדק הקומפוסט למעקב אחר הימצאותם של שאריות חומרי הדברה וכן כדי לאתר מחלות.

שיווק הקומפוסט

כל הקומפוסט משווק לחקלאים, על-פי הזמנה מראש ומשמש לזיבול גידולי שדה כמו תפוז, אגוז וליזבול מטעי הנשירים. לפני שנתיים, קיבל הקומפוסט תו תקן אורגני מחברת IQC (מכון לבקרת איכות).

מאזן כלכלי לשנת 2013

הכנסות

מכירת קומפוסט (6,200 מ"ק)	403,000 ש"ח
השכרת ציוד	37,000 ש"ח
סה"כ	440,000 ש"ח

הוצאות

אחזקת מערכת וכלים	170,000 ש"ח
חומרי גלם (זבל עוף, גזם)	104,000 ש"ח
הובלות פנימיות	12,000 ש"ח
סולר	50,000 ש"ח
עבודה וייעוץ	92,000 ש"ח
בדיקות ושונות	6,000 ש"ח
סה"כ	434,000 ש"ח
יתרה	6,000 ש"ח

סיכום ומסקנות

שפכי מכון החליבה, הזבל הנוזלי והמוצק מתרכזים באתר הקומפוסטציה של הרפת. יחד עם זבל העוף, הגזם וההיפוכים התדירים, נוצר לאחר חודש וחצי, קומפוסט אורגני מעולה, שנמכר לחקלאים.

הנקודה המרכזית בכל התהליך היא אידוי מי השפכים ללא צורך קדם טיפול בהם. כדי שהתהליך יתבצע בהצלחה, מאזן המים במאגר בקיץ צריך להיות

נחמיה פלק



נולדתי בקיבוץ שדה אליהו. אבי ז"ל הידוע בכינויו "רחים", היה ממקימי הרפת של הקיבוץ וגם שני אחיי, המבוגרים ממני, עבדו בה. כשהשתחררתי מצה"ל מינו אותי כאחראי על גידול הרודוס, בעבור העגלות, ומשם הגעתי לרפת. לאחר שלש שנים יצאתי ללימודי מוזיקה וכשחזרתי, שילבתי עבודה במוזיקה (יום בשבוע) וברפת.

לאחר שנה, ביקשו שאכנס לניהול. לאחר שבע שנות ריכוז הרפת, עברנו למושב כרמל עם חמישה ילדים, לעזור להקים רפת משותפת למשקים השיתופיים מעון וכרמל בדרום הר חברון. בכרמל נולדו עוד שני ילדים ב"ה וכיום יש גם חמישה נכדים, כן ירבו. ■

שלילי – כלומר, יותר מים יוצאים להשקיית הקומפוסט מאשר נכנסים אליו. על המאגר להיות ריק בתחילת החורף, כיוון שמאזן המים הנו חיובי – כלומר, המים שנכנסים למאגר רבים מאלה היוצאים להשקיית הקומפוסט.

פתרון הקצה לבעיית איכות הסביבה ברפת מעוון – כרמל הינו ייחודי בארץ. הרפת מנצלת בצורה מיטבית את תנאי האקלים באזור ואת חומרי הגלם הזמינים. פתרון זה אינו מתאים בהכרח לכל מקום כיוון שהתנאים משתנים ממקום אחד למשנהו.

פתרון הבועה – כלומר, שכל תוצרי הלוואי ברפת מטופלים במקום אחד, פועל לשביעות רצוננו וגם אם אינו משאיר רווח או שהוא מזערי, הרי שלרפת אין הוצאות בגין טיפול בזבל (ראה מאזן). בנוסף, אתר הקומפוסט מספק מקום עבודה נוסף, במשרה מלאה, באזור שבו אין די מקומות עבודה. בשנים האחרונות, יש התפתחות בחקלאות האורגנית ואתר הקומפוסט שלנו בהחלט משתלב ומשרת את החקלאים המעוניינים בקומפוסט אורגני.

הרפת היום יותר נקייה ומסודרת, בעוד שלפני הקמת האתר ותפעולו היינו תלויים בגורמים חיצוניים, שלא תמיד נענו לצורכי הרפת בזמן ובמקום המתאים. מצב התברואה (זבובים ועוד מרעין בישין) השתפר מכיוון שההפיכות התכופות של הקומפוסט, אינן מאפשרות התפתחות גורמים מזיקים. ■

"קומפוסט העמקים" האומנם פתרון לרפת הישראלית?

יוסי מלול בשיחה עם יוסי בגון - מרכז חקלאי העמק

יוסי בגון משמש כרכז התארגנות הרפת בעמק יזרעאל ובתפקידו הוא משמש בהתנדבות, גם כמנכ"ל מתקן הקומפוסט האזורי - "קומפוסט העמקים". אחרי כתשע שנות ניסיון ובמבחן התוצאה, המסקנה היא שהמתקן האזורי אינו עונה על צורכי הרפתנים ואינו יכול להסתפק רק בזבל הרפת. כדי להתקיים כלכלית, הוא חייב להתרחב לכוונים נוספים שגם ישלמו בעבור קליטה וטיפול בפסולות האורגניות

הקומפוסטציה - טכנולוגיה פשוטה, ידועה ומוכחת, זולה יחסית בהקמה ובתפעול. יש ביקוש למוצר הסופי וניתן לטפל בסוגים שונים של זבלים. אפשרי להקמה במספר אתרים, בשלבים ותחת ניהול אחיד ושימוש משותף בכלים. לא סותר, בשלב מאוחר יותר, אפשרות להקמת מתקן לייצור ביוגז.

נבדקו עלויות השקעה ועלויות תפעול שוטפות:

- ייעול תהליך הטיפול המרוכז בזבל במסגרת האזורית, בהשוואה לטיפול ברפת הבודדת.
- חיסכון בהשקעה במתקני אגירה לזבל ברפתות.
- מניעת מטרדים סביבתיים של ערמות זבל בסמוך ליישובים.
- מרחקי הובלה, עלות הובלה ועלות השקעה ותפעול במתקן מרכזי.
- אספקת קומפוסט באיכות משובחת ובמחיר נוח לחקלאות הצמחית במרחב העמק.

המסקנה הייתה שבחלופה האזורית יש: העלות הנמוכה ביותר לרפתן, סיכון כלכלי נמוך, סיכון טכנולוגי נמוך, חלופה המתאימה לטיפול בכמויות זבל גדולות.

ההקמה הייתה מתוכננת בשלבים (אתר אחד הבנוי בשטח של כ-85 דונם

אתה מלווה את כל הפרויקט הזה מראשיתו, מה היה התהליך והציפיות של היוזמים והמקימים?

בתקופת הרפורמה בענף, לאחר שהרפתנים הפנימו את דרישות המשרד להגנת הסביבה, האומרות שכל רפת חייבת להציג פתרון קצה מקומי או אזורי לטיפול בזבל, נעשה במרחבי ארבע המועצות האזוריות בסביבה, סקר אומדן לכמויות זבל בע"ח, סקר שטחים והצגת חלופות אפשריות לפתרון קצה אזורי.

הבחירה הטבעית שעליה החלטנו לבסוף, היא הקומפוסטציה - טכנולוגיה פשוטה, ידועה ומוכחת, זולה יחסית בהקמה ובתפעול. יש ביקוש למוצר הסופי וניתן לטפל בסוגים שונים של זבלים

נבחנו שלוש חלופות טכנולוגיות אפשריות לפתרון הקצה: קומפוסטציה, ביוגז ו-N-VIRO. הבחירה הטבעית שעליה החלטנו לבסוף, היא



משאיות הובלה מעבירות זבל מהרפתות



מתקן קומפוסט בשדות עין חרוד איחוד

מתוך 4 אתרים פוטנציאליים).
החיסרון - התעסקות הרפתן במיצוק ובהעמסה.

היכן נמצא האתר ומי הבעלים שלו?

הוקמה אגודה חדשה בשם "קומפוסט העמקים" כשבעליה כ-12 קיבוצים ורפתות משותפות. המשקים העבירו לטובת האגודה החדשה את יתרת הזכות למענק בגין המאצרות שלא בנו ברפורמה. האתר הוקם בשנת 2005, סמוך לקיבוץ עין חרוד א' ומתוכנן לעבד כ-150 אלף קוב זבל.



היפוך הערמות להשגת קומפוסט מיטבי

בעבר, הירידה בכמויות חייבה אותנו להוריד מחיר לרפתנים ולהעלות לחקלאים.

הגד"שניקים "לא מסכימים" לשלם את המחיר הראוי בגין הקומפוסט ומעדיפים חלופות פחות איכותיות ויותר זולות.

בסופו של דבר, בתנאי הסחר של היום, אין זכות קיום לאתר הקומפוסט שעוסק רק בזבל רפת.

האלטרנטיבות היום הן או לסגור, כמו כמה אתרים שכבר סגרו, או להגדיל את הכמויות מפסולות אורגניות אחרות ובתנאי שהאתר יעמוד בתנאי המשרד להגנת הסביבה ויהיה ידידותי לסביבה.

מה המנהל רוצה מכך ?

מנהל מקרקעי ישראל תבע את עין חרוד איחוד ואל"צ (קומפוסט העמקים) לשלם כ-3 מיליון ש"ח דמי היוון כי לטענתם, זהו עסק לכל דבר ואינם מוכנים להכיר באתר כפעילות חקלאית, שאין בגינה צורך לשלם למנהל דמי היוון. באם המנהל לא יסווג את האתר כפעילות חקלאית - לא תהיה לנו בררה אלא לסגור.

מה אתם מתכננים במציאות החדשה?

אנו מעוניינים להשאיר את האתר לקבוצת הרפתנים שצריכה אותו באמת והם גם ישלמו על הקליטה והטיפול בזבל ובמקביל, אנחנו במגע עם למיזם חדש עם שותפים, להסב את האתר גם לקליטת פסולות נוספות ולהגדלת הכנסות.

מה המסקנות וההמלצות שלך לנוכח הניסיון באתר קומפוסט אזורי?

המקום של זבל הרפת הוא בשדות של המשקים. אך כולנו מחויבים לסביבה. על הרפתנים מוטלת האחריות להקפיד על ההתחשבות בסביבה ולא לפזר זבל בסמוך ליישוב או לדרכים ראשיות שמשיקות למבני מגורים.

יש למצק היטב את הזבל, בדרכים שונות, כולל יבוש מדורג ורק לאחר מכן להוביל אותו לשדות. חלופה זו עולה כסף (בניית מאצרות ומחסני זבל) אך אפשרית.

חשוב שכל אחד ימצא את החלופה המתאימה לו, רפתנים מצד אחד והאתר מהצד השני.

צריך גם לזכור שאנו יוצרים הרבה פסולות, מעבר לפרש הרפת, והאתר יכול לתת את הפתרון לכל אלה ולהעשיר את הקרקע בחומר אורגני זול. ■

הטיפול בזבל נעשה בשיטת הקומפוסטציה בערמות פתוחות על משטח אספלט, עם ברכה לקליטת תשטיפים, ותוך עמידה בדרישות המשרד להגנת הסביבה ובאופן שלא יגרום לריחות ולמטרדים סביבתיים אחרים. ואכן, המתקן עומד בכל אלה.

משך תשע השנים באתר עברנו מספר שינויים:

- כמויות זבל - גדלנו בהדרגה בכמות והיום אנו מעבדים למעלה מ-100 אלף קוב זבל בקר ועוד כ-30% נוספים זבל עוף, המשמש למיצוק ולשיפור האיכות.
- כמות הזבל לפרת "תקן" (10,000 ליטר חלב) שווה לכ-12 קוב או כ-10 טון לשנה.
- המחיר לחבר כ-3 אג' לליטר חלב שהם כ-30 ש"ח לטון, או כ-300 ש"ח לפרת תקן.
- איננו דורשים מהרפתנים להביא לאתר את כל כמות הזבל המיוצרת ברפת ומשאירים מקום פנוי גם לקליטת פסולות אחרות (באישור השירותים הווטרנריים והמשרד להגנת הסביבה). קיימת מחויבות לקלוט את כל הזבל המיוצר ברפתות שיש להם הסכם אתנו.
- קיימות באזור מספר חלופות לטיוב שטחים: זבל גולמי, דשן כימי, כפתיות, זבל מטופל, קומפוסט מבוצת מטש"ם, קומפוסט מאשפה עירונית. כל שטח וכל גידול בכל אזור גאוגרפי, צריכים איכות שונה של זבל המותאמת לדרישות הגידול והתחרות קשה.

ובסופו של דבר מדוע המחיר לרפתן גבוה?

1. מחיר ההובלה עלה בצורה משמעותית בשנים האחרונות.
 2. זבל המדרכים הוא עיקר הזבל המגיע לאתר. הרפתנים ככלל, לא יודעים למצקו, מובילים חצאי משאיות בנפח ולאחר מכן, יש צורך להוסיף לתהליך עוד כ-50% חומרי מיצוק שעולים כסף. זבל המדרכים קשה לטיפול מזבל הסככות שאינו מגיע לאתר ובדרך כלל מוצא את דרכו ישירות לשדות או לידיהם של קבלנים זריזים.
 3. גובה הפחת הנורמטיבי בתהליך העשייה וההבשלה עומד על כ-50%.
 4. השקעה גבוהה בהקמת האתר והתאמתו לדרישות המשרד להגנת הסביבה, כולל רכישת כלים ייעודיים. בעבר לא היה צורך בכל זה ולאיתרים הפיראטיים יש היום "פטור" מכל אלה ומולם אנו מושווים.
 5. הון חוזר, שכר דירה, ארנונה והיטל השבחה מול המנהל.
 6. מחיר מכירה שהולך ויורד כתוצאה מכניסת חלופות אחרות לשוק.
- מספר הרפתות שמעבירות זבל לאתר הולך ומצטמצם, הרפתנים מוצאים דרכים להעביר אותו לשדותיהם או לאחרים ונשארנו עם זבל מדרכים קשה לטיפול ובעייתי.

שפכים וזבל כאחד המתקן הקוריאני

חיים אילת - בית שאן
יהודה שפרכר - אדריכל
h_eilat@hotmail.com

המתקן הקוריאני באחת החזירות בעיבלין שליז שפרעם, מלהיב מאוד בתצפית של רפתן. מעין בור תחמיץ עם כיסוי גג, מערכת נעה על מסילות וחילזון חופר בבור ומוציא קומפוסט. נראה יפה, אך נחוץ ניסוי מבוקר ברכת מסחרית כדי ללמוד על אופן ההפעלה בזבל בקר

מייעל ומשפר את התהליכים בחומר המטופל. החברה ממשיכה לפתח את המערכות, כיום הגובה התפעולי המקסימלי הוא 4 מטר, קיימת אופציה שכל המערכות ניתנות לשליטה ולבקרה מרחוק, ועוד. מערכת ה-JS2000 מותקנת במבנה מתחת לסככה, כך שהיא מותאמת לדרישות של המשרד להגנת הסביבה. לחברה ניסיון גם בטיפול ובניקוי האוויר במתקנים סגורים.

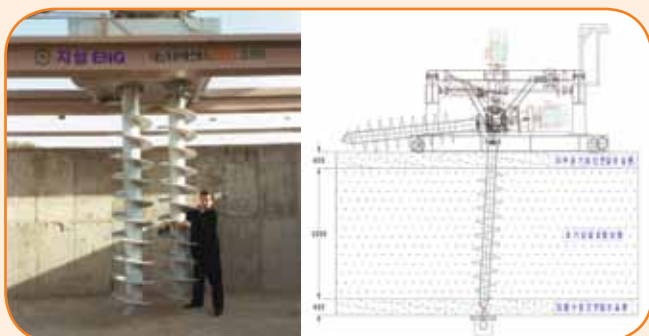
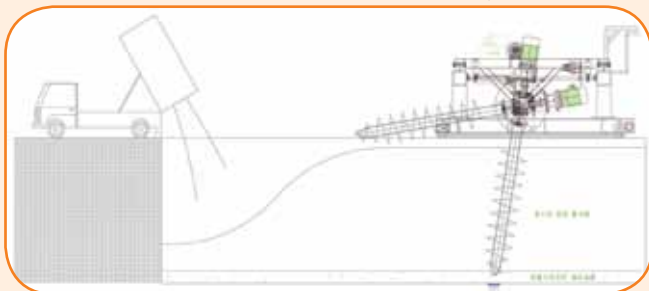
ה-JS2000 מהווה שינוי בתפיסה של שוק ייצור הקומפוסט המוכר והשמרני, המתקן נותן פתרון יעיל ונקודתי והכי חשוב ללא מפגע של ריחות, זבובים ויתושים.

איך נולד המתקן?

המתקן פותח ע"י חברה קוריאנית (Jeesung Engineering Ltd.), הופך חומרים אורגניים שונים לקומפוסט לחקלאות ולשוק הציבורי והפרטי. כיום יש יותר מ-150 מתקנים ברחבי קוריאה, במלזיה ובישראל. במתקנים מטופלים חומרים שונים, כגון זבל חזירים, זבל עופות, פסולת אורגנית מאשפה עירונית, מבוצות וכד'.

המידות הנוחות לעבודה הנם של 70 מטר אורך ו-12 מטר רוחב - נכנס לקונטיינר של 12 מטר אורך ומקל על השינוע בייבוא

העבודה של המתקן



למערכת מספר אלמנטים ייחודיים אשר לגביהם יש לחברה פטנטים רשומים. לדוגמה, החדרת אוויר בזמן הערבול דרך החילזון - דבר שמאוד



מערכת פתוחה בקוריאה - מבט על

מדובר במתקן קטן יחסית, קומפקטי בתוך מבנה סגור, שהומצא ע"י חקלאי מדרום קוריאה, שייעד אותו למחזור זבל של חזירים. אבל כאמור, המתקן ממחזר כל זבל אורגני (זבל פרות, עופות, חזירים וגם בוצות) ואף מנקה את הפסולת מן הזבל, כגון שקיות פלסטיק וחבלים.

בקוריאה פועלים מעל 150 מתקנים כאלה בהצלחה רבה בתחומים שונים, במלזיה ישנם שני מתקנים שמטפלים כל אחד ב-50 טון זבל עופות ביום, ובארץ כאמור, מתקן אשר מטפל ב-45 מ"ק זבל נוזלי חזירייה.

המתקן יכול לקבל לטיפול זבל במצבי צבירה שונים (יבש, רטוב ואף נוזלי), הקומפוסט מיוצר בתהליך אוטומטי בבקרה מלאה. חשוב לציין, שהמתקן לא מייצר מוצרי לוואי שדורשים טיפול נוסף, כגון תשטיפים ובוצות!



החילוץ שמערבל את התוצרים בשילוב החדרת אוויר

מחזור הזבל נעשה בשלושה שלבים:

שלב ראשון קבלת הזבל, ערבובו בתאית במקרה הצורך, ויצירת תנאים נחוצים לתהליך קומפוסטציה.

שלב שני ייצוב הקומפוסט, במשך כ-30 יום, המתקן הופך את הזבל לפחות פעם ביום, תוך החדרת אוויר, ניקוז התשטיפים ואידוי עודפי הרטיבות.

שלב אחרון ייבוש הקומפוסט והפיכתו למוצר. קיימת טכנולוגיה המדלגת על שלב הייבוש ומאפשרת פיזור בשדה ישירות מהברכה.



המערכת עובדת על שורות של כמטר לכל אורך הבור והזבל נדחף קדימה עד לקומפוסט

מאפייני מתקן JS2000

- מתקן קומפקטי - דורש שטח קטן יחסית למתקנים אחרים מסוגו.
- המידות הנוחות לעבודה הנם של 70 מטר אורך ו-12 מטר רוחב - נכנס לקונטיינר של 12 מטר אורך ומקל על השינוע בייבוא.
- כמות מי השפכים יכולה להגיע לכ-50 טון ליום ובתוספת של כ-15-20 טון זבל רטוב ויבש.
- מתאים לרפת בגודל של כ-700 פרות, מעל לכך ייתכן וצריך מתקן נוסף.
- מייצר קומפוסט באיכות גבוהה המתאים לתקן הישראלי: ת"י 801.
- זמן עיבוד קצר - עד 30 יום.
- אין חומרי לוואי הדורשים פינוי.
- מע' ידידותית לסביבה - פותרת בעיות ריח וחרקים.
- אין עלויות הובלה והטמנה.
- מערכת זולה לתפעול ואחזקה: מתקן אוטומטי, אין צורך במפעיל צמוד.
- עלויות הפעלה נמוכות, הספק חשמל דרוש - 85 Kw, למשך 5 שעות ביום ניתן להתאים לגודל "יצרן הפסולת": יכול לשרת "יצרן" בודד או מספר יצרנים קרובים.
- החזר השקעה מהיר.
- המתקן נבחן תפעולית בארץ - עובד משנת 2006.
- שירות ותפעול מחברה בעלת ניסיון וידע בהפעלה ובתחזוקת המערכת.

המתקן הוצג לגופים השונים הקשורים בנושא (המשרד לאיכות הסביבה, משרד הבריאות) והתקבל בחיוב.

פוטנציאל שוק

שוק הקומפוסט למכירה, הנו שוק בעלייה עצומה, מתאים מאוד למוצרי ירקות ופירות המגודלים על מצע ללא הדברה - זהו הטרנד הכי חם היום בשוק המזון.

התמורה המתקבלת בעבור הטיפול בזבל בע"ח הוא הבסיס העסקי, בהתחשב במאמצים שהמדינה משקיעה בהסדרת נושא הטיפול בזבל בע"ח.

תאור התהליך

JS2000 פועל על עיקרון של הפיכה ועיבוד יומי של הזבל באמצעות חילוץ מיוחד והחדרת אוויר דרך החילוץ לתוך הזבל. המתקן מתאים למחזור כל זבל אורגני (חקלאי).



מראה כללי של המתקן בעבודה



בעת סיור - רוני ליטבק, חיים אילת והלל מלכה



ברכת האגירה של השפכים לקראת פיזור על הזבל לשני הבורות

החילוץ (בחלק מהמתקנים יש שני חלזונות), יכול לקבל הטיה ומעביר את הזבל קדימה, כך שבסוף התהליך החומר שנכנס למתקן באזור הקבלה, נמצא כמוצר מטופל בסוף הבור. כל התהליכים הם מבוקרים ואוטומטיים.

המתקן מאפשר לחקלאיים להקטין גם את כמות התשטיפים שהוא מפנה לביוב, ואף כמעט, להתנתק ממערכת הביוב הכללית תוך ניצול כל התשטיפים אשר מכילים חומרים החיוניים למחזור בחקלאות. התשטיפים מפוזרים מעל לבור בעזרת משאבה שמחוברת לגשר העילי ושואבת מתוך תעלה שלאורך הבור.

מתחת לבור יש מערכת ניקוז תשטיפים, שמתנקזים לנקודה מרכזית, משם ניתן להחזירם למתקן לתעלת האורך. אותה מערכת צינורות מנוצלת להתקנת מערכת אוורור רצפתית.

יתרונו הגדול של המתקן שהוא סגור לגשם, למתקן אין גם בעיה של ריח!! בנוסף, המתקן מאוד ידידותי לסביבה, ללא רעש, ללא זבובים, קטן וניתן לשלבו בקלות בנוף.

עלויות הפעלה

ההוצאות הכרוכות בהפעלת המתקן הם אנרגיה, מנועים חשמליים שצורכים כ-70 קילוואט שעה על כל מערכתיו, עובד בחצי משרה וחומר גלם, בצורת גזם, שעלותו הכי גבוהה היום עומדת על כ-5 ₪ לקוב גזם בברכת המפעל.

ליווי לתקופה של 3 שנים ע"י הנציגות הישראלית, לצורכי הפעלה, הדרכה, פתרון בעיות.

תקופה זו יכולה להתקצר לפי דרישתכם ולאחר שהגעתם למסקנה שמספיקה שנה של ליווי. ■

כעיקרון, מורכב המתקן מבור בצורת מלבן בגובה 3.5 מ', רוחב 11 מ' ובאורך 100 מ'. ביכולתו למחזר ולאחסן כמות אדירה של זבל. בתהליך הקומפוסטציה מתקבלת הקטנת נפח עד - 40% מהנפח הראשוני, כך שמתקן בנפח פיזי של 40,000 מ"ק יכול לקלוט לטיפול ואחסון, עד כ-55,000 מ"ק זבל גולמי שנתי.

המתקן יכול לקבל לטיפול זבל במצבי צבירה שונים (יבש, רטוב ואף נוזלי), הקומפוסט מיוצר בתהליך אוטומטי בבקרה מלאה. חשוב לציין, שהמתקן לא מייצר מוצרי לוואי שדורשים טיפול נוסף, כגון תשטיפים ובוצות!

החילוץ מעלה את הזבל למעלה, הופך אותו ובמקביל חותך אותו, וכך הוא עושה לאורך כל המלבן, כשהוא מחובר לגשר עילי שנע לאורך הבור. בעזרת מפוח המחובר לחלזון מחזירים אוויר לתוך הזבל. האוויר נחוץ לתהליך אבל גם מאפשר פינוי של עודפי הלחות.

מי אנחנו?

יהודה שפרכר - אדריכל שמתכנן מעל ל-30 שנה פרויקטים חקלאיים בארץ ובעולם. כפתרון לטיפול בשפכי חזירות, הביא לארץ מקוריאה את המתקן שפועל היום בעיבלין כבר כ-8 שנים. שפרכר אדריכלים בשיתוף חיים אילת מייצגים את החברה בארץ לטיפול בחומרים אורגניים/ בבוצות והפיכתם לקומפוסט.

חיים אילת - יזם בעל רקע וניסיון בהפעלת מתקני קומפוסט. תקופה ארוכה מפעיל את המתקן בעיבלין ושם טיפל בבוצות שונות וגם זבל עופות ממטילות. בשיתוף עם שפרכר אדריכלים, פועל לקידום הקמת מתקנים נוספים - כפתרון ייחודי לטיפול בזבל בע"ח ובוצות. ■



צחי גרטלר - חברת אקו-אנרגיה ישראל
tzachi@itb.co.il

מתקני עיכול אנאירוביים טיפול בפרש רפתות

מתקני טיפול אנאירוביים אזוריים, עושים עבודה טובה ואיכותית בפתרון בעיות זבל מזרחים של מאות רפתות בשלושה אזורים בארץ. זהו מתקן ביוגז שמיצר גם חשמל ומהווה סגירת מעגל אקולוגית וברת קיימא. כמובן, שיש לעניין גם עלות ולעתים גם תקלות בשירות, אך ככלל, זוהי תשובה ראויה לבעיה של תוצר לוואי ברפת

כללי

מתקני עיכול אנאירוביים משמשים זה שנים רבות כפתרון הקצה המועדף במדינות אירופה המערבית לטיפול בפסולת אורגנית, ככלל, ופסולת ממשק החי בפרט.

הדרישה הגוברת לאנרגיה והירידה בניצול מקורות אנרגיה מתכלים, מעודדת לבחון שימוש בפסולת זו לייצור אנרגיה, בטכנולוגיה אשר תייצר גם תוצרת דישונית.

מתקני עיכול אנאירוביים ממחזרים פסולת ממקורות עירוניים, ביתיים, תעשייתיים וחקלאיים לייצור אנרגיה, על ידי תסיסה של הפסולת האורגנית בתנאים אנאירוביים ומאפשרת שימוש בתוצרת הנוזלית והמוצקה מהריאקטור הביולוגי כתשומות חקלאיות.

מתקן העיכול האנאירובי ומשק הרפת בישראל

עד לפני זמן לא רב, ענף הבקר לחלב זוהה כענף המזהם ביותר מבין ענפי החקלאות.

עיקר הזיהום נגרם מזרימה ומחלחול בלתי מבוקרים של תשטיפים הנובעים מהזבל ומפעילות הרפת. דרישות איכות סביבה מחמירות, במקביל לתהליכים נוספים, גרמו למשק הרפת בארץ לעבור תהפוכות רבות בעשור האחרון. במסגרת הרפורמה במשק החלב אוחדו רפתות ונעשו שיפורים רבים ברפתות, כך שהן מתאימות למצב שבו ניתן לאסוף את הפרש ברפת באופן מסודר ולהעבירו למתקן טיפול.

מתקן הטיפול האנאירובי משרת לקוחות אשר מבקשים למצוא פתרון בר קיימא, חסכוני ואמין לפרש המיוצר ברפת. מתקן הטיפול האנאירובי מתאים את צורת האיסוף מן הרפת לממשק הקיים ברפת - בין אם מדובר בממשק רטוב או בממשק יבש, רפת עם תאי רביצה, טפחות או כל שיטת גידול אחרת.

מערכת האיסוף של המתקן פועלת לאורך כל עונות השנה, בכך נמנעים

מתקן הטיפול האנאירובי מתאים את צורת האיסוף מן הרפת לממשק הקיים ברפת - בין אם מדובר בממשק רטוב או בממשק יבש, רפת עם תאי רביצה, טפחות או כל שיטת גידול אחרת



מתקן הביוגז האזורי - המטב"ח בעמק חפר

התאמת הטכנולוגיה לאקלים החם בישראל נעשה ע"י אקו-אנרגיה ישראל בע"מ בהצלחה.

ההיסטוריה של מתקנים אלו בארץ קצרה ביותר, אך רגולציה משופרת בנוגע למחיר החשמל המיוצר מביוגז, כמו גם, שירות אמין ותדיר מול רפתות רבות, הביא לכך שכיום למעלה מ-30% מסך הפרות החולבות בישראל התקשרו עם "אקו אנרגיה ישראל" לטיפול בפרש וכך, כבר כיום, מתקני עיכול אנאירוביים מרכזיים מהווים פתרון קצה מרכזי לפרש הרפתות.



מכלים סגורים לביצוע כל התהליכים שסופם ביוגז לחשמל



סככת הקליטה של שפכי הרפת בזרם למתקן

- בפיזור הדשן בסיום התהליך.
- בישראל, בניגוד לאירופה, לא ניתן להשתמש בתחמיץ או בגידולי אנרגיה לייצור חשמל.
- סף הכדאיות להקמת מתקן הנו מעל 10,000 חולבות.
- תהליך הטיפול באנאירובי איננו מתאים לטיפול בפרש המרבצים (זבל מקולטר).

תהליך הטיפול בפרש במתקן עיכול אנאירובי מונע פליטה של גזי חממה ברפתות ובלולים ומייצר אנרגיה מתחדשת המהווה תחליף לשרפת פחם, דלק וגז טבעי

טכנולוגיית העיכול האנאירובי

- מתקני עיכול אנאירובי משלבים מענה לבעיות הסביבתיות אשר יוצרת פסולת אורגנית, תוך ייצור אנרגיה חלופית לדלקים הפוסילים (Fossil fuel).
- טכנולוגיית העיכול האנאירובי מיושמת בכל העולם ומהווה נדבך חשוב בהפחתת התלות במקורות אנרגיה לא מתחדשים.
- בטכנולוגיה זו, מפרקת מערכת של חיידקים חומרים אורגניים מורכבים לחומרים פחות מורכבים וזאת בתהליך בן שלושה שלבים.
- בשלב **ההידרוליזה** מולקולות מומסות עוברות הידרוליזה לתרכובות בסיסיות.
- בשלב **האציטודני** תרכובות אורגניות מסיסות מתפרקות לחומצות שומניות נדיפות.
- בשלב האחרון, שלב **המתנווני**, חיידקים מתנווניים יוצרים את גז המתאן.

פעילות המתקן כולה הנה בשיטה של מערכת סגורה המתחילה באיסוף הפרש ברפתות על ידי מכליות/משאיות ייעודיות, אשר מעבירות את הפרש לטיפול במתקן.

הפרש מוכנס לטיפול במתקן דרך מכל קבלה. ממכל זה עוברת הפסולת דרך מערכת של מחליפי חום אל מכלי הפסטור. במסגרת תהליך הפסטור מושמדים חיידקים פתוגניים (מחוללי מחלה) ומופחתים התנאים

מטרדי ריח וזבובים באזור הרפת וכן נמנע חלחול מזהמים ונגירה בלתי מבוקרת של זבל ותשטיפים לסביבה.

היתרונות בטיפול בפרש רפתות במתקן מרכזי

פרש פרות מטופל ידוע בעולם כחומר דישון מעולה ואולם פרש פרות בלתי מטופל עלול, בתנאים מסוימים, לגרום לנזקים סביבתיים ארוכי טווח. מתקן טיפול אנאירובי צריך לשלב בין היתרונות הדישוניים של פרש הפרות, לבין נטרול הסכנות הסביבתיות העלולות להיגרם מפרש בלתי מטופל.

יתרונות סביבתיים עיקריים:

- השמדת פתוגנים (מחוללי מחלה) ע"י פסטור.
- הפחתת דרמתיות של רמת הצח"ב ע"י עיכול אנאירובי.
- הפחתת מטרדי ריח וזבובים בדשן האורגני המטופל, המפוזר בשדות.
- בקרה על אגירה עתוי ואפיון הפיזור כתחליף דשן כימי.

יתרונותיו הסביבתיים של הטיפול האנאירובי חייבים להתבצע עם יתרונות משמעותיים לממשק הפעילות:

- תדירות איסוף גבוהה (קיימות רפתות בהם מבצע איסוף 2-3 פעמים ביום) וזאת כתלות בממשק ברפת, גודל בור איסוף הפרש ועוד.
- פתרון אמין, בטכנולוגיה מוכחת וברת קיימא, לבעיית פרש הרפתות במושבים ובקיבוצים. הפחתת מטרדי הריח והזבובים ברפתות וביישובים.
- המתקן מחויב לאיסוף הפרש לאורך כל עונות השנה, בתדירות גבוהה, ללא תלות בתנאי מזג אוויר ובתיאום עם הרפתן.
- ההתקשרות עם המתקן אפשרית לרפתות בכל סוגי הממשקים - לחברה ניסיון עם איסוף "יבש" במשאיות וכן עם איסוף "רטוב" עם מכליות, מבורות איסוף או מטפחות, מרפתות סככה כוללת או מרפתות תאי רביצה.

חסרונות:

- עלויות ההקמה של מתקן עיכול אנאירובי הן גבוהות וקיים יתרון משמעותי לגודל.
- עלויות תפעול של המתקן הן גבוהות - על כן קיים יתרון משמעותי לגודל.
- לצורך תפעול המתקן יש לרכוש יכולות טכניות גבוהות ויש צורך בצידוד חלפי להבטחת רציפות השירות.
- הקמה והפעלה של מתקן עיכול אנאירובי אינו מפחית מהצורך לעסוק



מתקן הביוגז בגולן בתהליך הבנייה



ייצור החשמל במתקן התחיל ב-2007 ונחנך על ידי השר גדעון עזרא

(המורכב בעיקר ממתאן ומפחמן דו חמצני) ומתועל לגנרטור ייעודי לצורך הפקת חשמל וחום. תהליך הטיפול בפרש במתקן עיכול אנאירובי מונע פליטה של גזי חממה ברפתות ובלולים ומייצר אנרגיה מתחדשת המהווה תחליף לשרפת פחם, דלק וגז טבעי.

תהליך הטיפול מפחית את מטרדי הריח והזבובים ברפתות, ביישובים וכמובן, בדשן המפוזר בשדות לאחר הטיפול.

ייצור דשן אורגני

ידוע, שאת הפרות הראשונות הביאו ארצה בעיקר, בשל הזבל לדישון השדות.

באופן דומה, טכנולוגיית העיכול האנאירובי נוצרה בכדי, לייצור דשן נוזלי מפרש נוזלי או נוזלי למחצה וזאת בדיוק כמו, שמתקני הקומפוסט נוצרו בכדי לייצר דשן מפרש מוצק.

במתקנים רבים באירופה מוכרים דשן נוזלי ממתקני טיפול אנאירובי כפי

להתפתחות מזיקים (זבובים ויתושים). ממכלי הפסטור מועבר הפרש למעכל אנאירובי ושווה בו כשלושה שבועות. התהליך במעכל הנו תהליך אנאירובי מזופילי ובמסגרתו מפרקות בקטריות את השרשראות המולקולריות המרכיבות את הפסולת ומפחיתות את מרכיבי הזיהום: זיהום ביולוגי וריח.

בסיום התהליך מועבר הביוגז אשר נוצר בעיכול האנאירובי לגנרטורים לייצור חשמל.

הביומסה המטופלת מופרדת באופן מכני לדשן אורגני בתצורה מוצקה או נוזלית.

תוצרי הטיפול במתקן עיכול אנאירובי הינם:

- **מי תסנין** - דשן נוזלי אשר משמש כחלק ממערך דישון כולל של שדות חקלאיים.
- **דשן יבש** - משמש לדישון שדות חקלאיים בתצורה מוצקה או כחומר רפד ברפתות.
- **ביוגז** - התוצר של תסיסת פרש הרפתות במכלי העיכול הנו ביוגז



בור אגירה וצינור שאיבה ברפת גבעת חיים מאוחד

שמוכרים בארץ קומפוסט.

בשנתיים האחרונות נעשה שיפור רב בשיטות הפיזור של הדשן הנוזלי תוך התקרבות (אולי לא מספיקה) לדרישות החקלאים ל"חקלאות מדייקת", הוכנסו מערכי GPS וציוד חדשני. כל חקלאי הגד"ש שהתנסו בדשן הנוזלי היוצא ממתקני הטיפול האנאירובי, יודעים להעריך את איכויותיו.

היבטי הטיפול במתקן טיפול אנאירובי מרכזי

- המתקן נותן מענה לטיפול במגוון סוגים של פסולת אורגנית - בנוסף לפרש הפרות, ניתן לטפל במתקן גם בפרש לולים ומדגרות, פסולת בתי בד ויקבים וכן בפסולת אורגנית ביתית.
- פינויי הפרש בתדירות גבוהה, לאורך כל עונות השנה, ללא תלות בתנאי מזג אוויר, תורמת להפחתה ניכרת במטרדי ריח חזובים בקיבוצים ובמושבים.
- פעילות המתקן מונעת זיהום של מקורות מים ותורמת להפחתת ריכוז חנקות במי התהום, על ידי ריכוז הטיפול בו במתחם אחד ומניעת פיזור בלתי מבוקר של פרש בע"ח.
- תהליך הטיפול מונע מטרדי ריח ברפתות, במתקן ובדשן המפוזר, התהליך משמיד מחוללי מחלה (פתוגנים) ומונע פליטת גזי חממה מזיקים.
- הביוגז המופק בתהליך הטיפול הנו מקור לאנרגיה ירוקה מתחדשת - מדובר, הלכה למעשה, בהפיכת מטרד למשאב (אנרגיה מתחדשת).
- תוצרי המתקן משמשים כתחליף לדשן כימי.

רשימת הפרויקטים של החברה אשר כבר עובדים או נמצאים בשלבי תכנון

מתקדמים

1. אקו-אנרגיה גולן - נמצא ליד רפת מיצר בגולן, הוקם בשנת 2010 ומפיק עד 2 מג"ש, מטפל בפרש רפתות ולולים.
2. מטב"ח עמק חפר - הוקם לפני כ-7 שנים, מפיק עד 4 מג"ש, מטפל בפרש רפתות ובקרוב גם בפסולת אורגנית ביתית.
3. אקו-אנרגיה באר טוביה ליד תימורים - החל לאחזרונה לעבוד ולטפל בפרש רפתות מתוכנן להפיק כ-2 מג"ש בשלב הראשון.

סיכום

מתקני טיפול אנאירוביים מרכזיים הנם פתרון אמין, בר קיימא, חסכוני והמתאים ביותר לרפתן, אשר מעוניין שלא לעסוק עם נושא הפרש ברפת שלו.

תדירות האיסוף הגבוהה וזאת, ללא תלות בעונות השנה, במזג אוויר או בתנאי שוק הדשנים הכימיים, מביאים לכך, שפתרון זה הנו פתרון אמין. לחברה ניסיון של למעלה מעשור בפינויי של פרש רפתות מממשקים שונים (יבש ורטוב) ומפתרונות אצירה שונים (בורות איסוף, מאצרות, טפחות ועוד). כמו בכל פתרון חדשני, אין עבודה ללא תקלות ואולם, בניגוד לשנים הראשונות של פעילות המתקן בעמק חפר, אשר היה הראשון בארץ, ניתן לומר שמחד, איכות השירות, ברוב רובן של הרפתות היא גבוהה ומאידך, שיתוף הפעולה והתועלות הדישוניות של צרכני הדשן עלתה מדרגה ומתבצעת לשביעות רצון מנהלי התארגנויות הגד"ש. ■

נייר עמדה מטעם מערך בריאות העופות בשו"ט בנושא: שימוש בזבל עופות גולמי (לא מטופל) בפיזור בשדות

ד"ר ש. פרק - רופא וטרינרי ראשי לבריאות העוף
ד"ר א. ענבר - מנהל מרחב דרום לבריאות העוף

2 ישיבת הוועדה האחרונה שהתקיימה באולם הכנסים בתאריך 1.1.14. במתכונת סיכום, הועלו מספר רעיונות ופרקטיקות נפוצות (במידה זו או אחרת), לגבי שימוש בזבל בקר גולמי בפיזור בשדות והצנעתו תוך זמן קצוב.

בין היתר, ניתן היה להבין מפי כמה דוברים, כי ההתייחסות לזבל עופות תואם לזה של פרש בקר. ולא כך הוא הדבר!

בכדי להסיר כל ספק, עמדת מערך בריאות העופות בשו"ט מתנגדת, חד משמעית, לפיזור או לאצירה של פרש עופות מכל סוג ומקור - ללא טיפול מוקדם - בשטחים פתוחים.

פרש עופות מהווה חומר בעל פוטנציאל שלילי ביותר מבחינת יכולתו לגרום התפרצויות של מחלות עופות ומחלות זואוונטיות. אין משמעות למרחקים מלולים או מבני אדם, במובן זה, שהזבל המונח בשדה מהווה מנחת לציפורים מקומיות ובעיקר, לציפורים נודדות העוברות מעלינו פעמיים בשנה, במספרים של מיליוני פרטים. פעמים רבות מגיעות ציפורים ממדינות שכנות ואף רחוקות יותר, שבהן קיימות

מחלות מדבקות זואוונטיות כגון ניו קאסל, שפעת עופות וסלמונלה. ציפורים אלה מגיעות בשלב כלשהו ללולים מאוכלסים בעופות. הדבר "מבטל" את יתרון המרחק בין משקי עופות שנדרש מלולים בעת אישורם.

פיזור הזבל בשטחים פתוחים, ללא טיפול מוקדם מהווה פרצה ענקית בבטיחות הביולוגית הלאומית.

מערך העופות משוכנע, שהטיפול הנכון בזבל עופות, אמור להיות טרמי או משולב בטכנולוגיות אחרות שיעקרו אותו ממרכיביו הנפיצים (נגיפים, חיידקים, שאריות כימיות וכו').

הטיפול בפרש עופות יכול להתבצע גם במסגרת טיפול בפגרים, משולב בטכנולוגיות הקיימות.

לסיכום

זבל לולים לא מטופל, בשטחים פתוחים, מהווה סיכון משמעותי לענף הלול בכלל ולאדם בפרט. ■



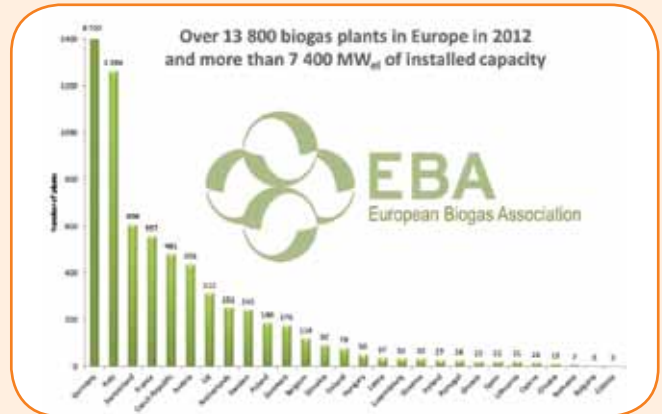
שגיא שני - חברת סולר פארם
sagi@solarfarm.co.il

טכנולוגיית עיכול אנאירובי (ביוגז) ברפת החלב בישראל

שוק הביוגז בעולם

בשנת 2012 נרשמו מעל 13,800 מתקני ביוגז פעילים באירופה, בהספק מותקן של מעל 7,400 מגה-וואט. מרבית המתקנים הוקמו בגרמניה.

איור 1. נתונים מאיגוד הביוגז האירופאי-EBA

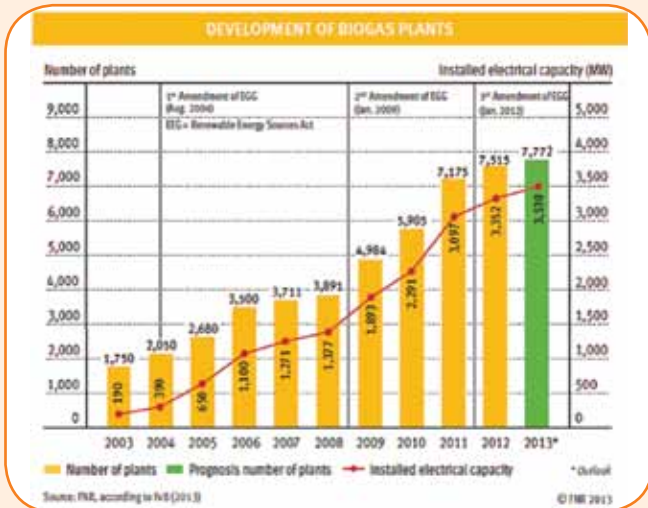


מקורן של 66% מכלל האנרגיות המתחדשות בגרמניה מיוצר בטכנולוגיית ביו-מאסה לסוגיה השונים.

בתרשים ניתן לראות את הדומיננטיות של טכנולוגיות הביו-מאסה בהשוואה לטכנולוגיות אחרות כגון סולרי, רוח והידרו - 11% מיוצר בטכנולוגיות סולריות (פוטו-ולטאית וטרמו-סולר), 14.7% מיוצר בטכנולוגיות רוח, 6.8% בטכנולוגיית הידרו.

בניגוד לטכנולוגיות סולריות ורוח אשר אפקטיביות, רק חלק קטן יחסית משעות השנה, טכנולוגיות סולריות כ-1,600 שעות ייצור אפקטיביות בשנה, טכנולוגיות רוח כ-3,000 שעות ייצור אפקטיביות בשנה, מתקנים בטכנולוגיות ביוגז פועלים בצורה אפקטיבית ורציפה מעל 93% מהזמן, כ-8,200 שעות לשנה, בדומה לתחנות כוח המבוססות אנרגיות שאינן מתחדשות.

איור 3. התפתחות שוק הביוגז בגרמניה 2013

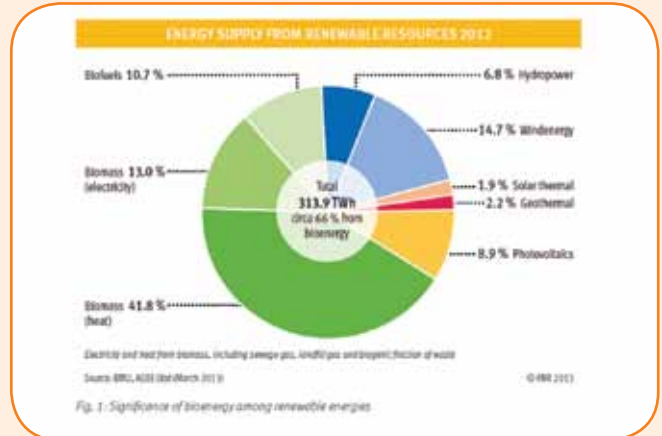


ניתן לראות כי מרבית המתקנים נבנו במהלך העשור האחרון. ממוצע ההספק של מתקני הביוגז בגרמניה נמוך מ-500 קילוואט, כלומר, מרבית המתקנים הם קטנים, מקומיים, ומשרתים את המגזר החקלאי בסביבתם. למודל המתקנים הקטנים והמקומיים יתרונות רבים, בהשוואה למתקנים גדולים ומרכזיים, אשר מרכזים אליהם כמויות גדולות של פסולת אורגנית, ממרחקים גדולים, במיוחד כאשר מדובר על פרש פרות המורכב בעיקרו מנוזלים.

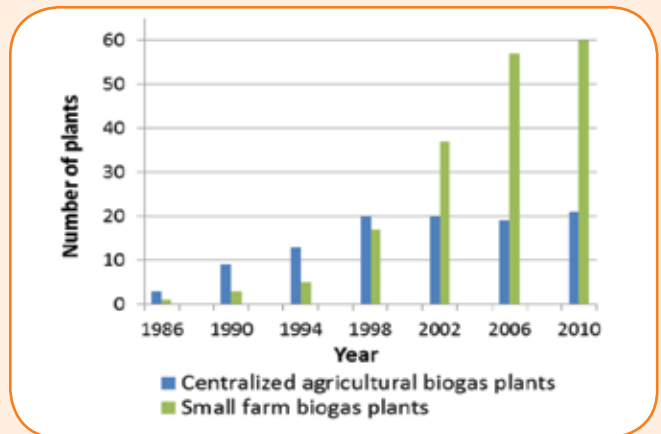
בישראל ישנם כשניים שלושה מתקני ביוגז מרכזיים, הפעילים במגזר החקלאי בלבד.

הרשות לשירותים ציבוריים חשמל, בתאום עם המשרד להגנת הסביבה, פרסמה הסדרה בהיקף של 160 מגה-וואט, בתוקף עד שנת 2017, לייצור חשמל בטכנולוגיית עיכול אנאירובי (ביוגז). מכסה זו מאפשרת להקים עשרות מתקני ביוגז בהספקים שונים, במגזרים - החקלאי, פסולת עירונית, מתקני טיפול בשפכים וכדומה.

איור 2. התפלגות ייצור האנרגיות המתחדשות בלבד, בגרמניה, בשנת 2012



איור 4. מעבר ממתקנים גדולים לקטנים, דנמרק



מתקן ביוגז מקומי

- שבהם נוצר חומר הגלם שממנו הוכנו דשנים אלו.
- ייצור חשמל המוזן ישירות לרשת החשמל, בתמורה לתעריף קבוע של כ-64 אגורות לקילוואט לשעה, שמובטח ל-20 שנה, בהתאם להסדרה של הרשות לשירותים ציבוריים חשמל, לייצור חשמל בטכנולוגיית עיכול אנאירובי (ביוגז). הרווחים הנובעים ממכירת החשמל, מגיעים ישירות לבעלי הקרקע והרפתות, במקום לממן עלויות הובלה וטיפול באתרים מרכזיים.
- שימוש בחום שיורי המתקבל בחינם ואשר מוקצה לצורכי טיפול בתוצרי הלוואי של מתקן הביוגז (Digested). למעשה, המתקן מטפל בכל פרש הפרות המיוצר ברפת ומיתר את הצורך של הרפתן להשקיע משאבים כלשהם המיועדים לטיפול בפרש הפרות. הטיפול המקומי במתקן הביוגז מבטל את ההשפעות השליליות של פרש הפרות על הסביבה החקלאית הקרובה.

מתקן הביוגז יוצר אפשרות עתידית להרחבתו באמצעות ייצור ביוגז ומכירתו ישירות לרשת הגז הטבעי הארצית.

טיפול בכל תוצרי הלוואי ממתקן הביוגז באמצעות חום שיורי

אחד החסרונות העיקריים של מתקני העיכול האנאירובי הסטנדרטיים (ביוגז) הפועלים בפרמנטציה רטובה, כנהוג בדרך כלל במגזר החקלאי, הוא תוצר הלוואי המתקבל בסוף תהליך העיכול האנאירובי (Digested), אשר מתקבל בתצורה נוזלית, כלומר, בכ-10% מוצקים בלבד, ולכן השימוש בו כדשן מהווה אתגר טכני, כלכלי וסביבתי.

בדומה למצב בישראל, במקומות רבים בעולם קיימות מגבלות מחמירות בנוגע לשימוש בתוצרי לוואי אלו (Digested). בכדי להתמודד עם מגבלות אלו פותחו מספר פתרונות מסחריים לטיפול בשפכי מתקן הביוגז, ביניהם פתרונות המבוססים על שימוש בחום השיורי המתקבל מפעילות הגנרטור, בכדי לאדות או לייבש נוזלים אלו ולהפוך אותם לדשן מוצק המתאים לשימושים חקלאיים.

ישנן מספר אלטרנטיבות מסורתיות, ללא שימוש בחום, לטיפול בתוצרי הלוואי אשר כוללות פיזורו כדשן נוזלי בשדות חקלאיים, תחת מגבלות רבות, או שימוש במערכות סטנדרטיות לטיפול בשפכים (מטשי"ם), כמקובל בטיפול בשפכי צורות הצינון ומכון החליבה כיום.

במיזמים שאותם אנחנו מפתחים, בחרנו להשתמש בטכנולוגיה אשר מייבשת את כל מי הנטל (Digested), הופכת אותם לדשן מוצק ובכך להימנע

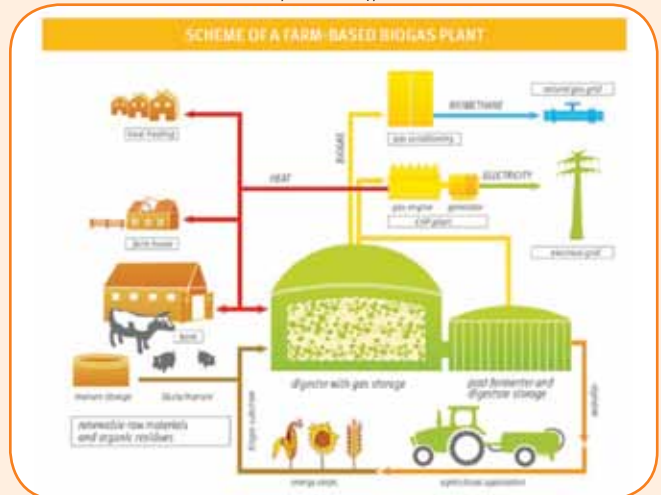
שינוי המגמה בדנמרק, ממודל של מתקני ביוגז גדולים ומרכזיים במגזר החקלאי, אשר היו מקובלים בשנות השמונים והתשעים במאה הקודמת, למודל של מתקני ביוגז מקומיים, קטנים וצמודי משק, במגזר החקלאי החל משנות האלפיים.

להערכתנו, שילוב של מתקני ביוגז מקומיים וקטנים, לצד מתקנים מרכזיים וגדולים, יסיעו לרפתות החלב בישראל להתמודד עם האתגרים הסביבתיים העומדים בפניהן בשנים הקרובות.

שילוב מתקני ביוגז קטנים ומקומיים ברפתות החלב בישראל

מתקני הביוגז משתלבים בצורה טבעית בפעילות החקלאית בסביבת הרפת ובשוק האנרגיה הארצי.

איור 5. סכמת העבודה של מתקן ביוגז מקומי



- יתרונות מודל מתקני הביוגז המקומיים והקטנים, צמודי הרפת
- טיפול מקומי ומידי בפסולת בעלי החיים. ללא צורך בשינוע למתקני טיפול מרכזיים ותשלום בעבור הטיפול, הנגזר מעלויות הובלה גבוהות אל המתקן המרכזי ועלויות הקשורות בהתמודדות עם ריכוז פסולת בעלי חיים, שמגיע משטחים נרחבים לאתר מרכזי אחד.
- ייצור דשנים לשימושים חקלאיים מקומיים, ללא צורך בקניית ובהובלת הדשנים ממפעלי דשנים מרכזיים, בחזרה אל המשקים החקלאיים,



הדשן המוצק אשר מתקבל ממתקן ייבוש הבוצה - יבש וכמעט ללא ריחות

מעלה את צריכת החשמל העצמית של מתקן הביוגז. חשוב לציין, שמתקן הייבוש צורך חשמל, בכמות קטנה מאד, ביחס לצריכת החום שלו. במקרה של מתקן ייבוש צמוד מתקן ביוגז, צריכת חשמל זו, מחושבת כחלק מהצריכה העצמית של כל מתקן הביוגז, הכולל את כל רכיבי מתקן הביוגז השונים וביניהם משאבות, מערבלים, מפרדת מוצקים, מפוחים, מערכות בקרה וכדומה. צריכת החשמל של מתקן הייבוש ממומנת על ידי ההכנסות ממכירת החשמל ממתקן הביוגז, כך שעלויות הטיפול בתוצרי הלוואי אינן ממונות על ידי הרפתן.

אפשרויות טיפול בשפכים נוספים כגון מי צינון ומי מחלוב

כמות אנרגיית החום הזמינה ממתקני הביוגז מאפשרת למתקן הייבוש הנ"ל להתמודד עם ייבוש כל תוצרי הלוואי של מתקן הביוגז עצמו, ללא תוספת נזולים נוספים כגון מי צינון ומי מכון, אולם קיימות אפשרויות להוסיף מקורות אנרגיה חיצוניים, מעבר לפרש הפרות, אשר יאפשרו למתקן הייבוש להתמודד עם נזולים אלו.

אחת מאפשרויות אלו היא טיפול במי חצרות הצינון ומי המחלוב, באמצעות שימוש בתוספת פסולת אורגנית יבשה ועשירה באנרגיה, דוגמת זבל עופות.

במקרה של תהליך עיכול אנאירובי בפרמנטציה רטובה, התהליך האופטימלי מתרחש באחוז חומר יבש של 8% עד 12%. לכן, ככל שהפסולת האורגנית בכניסה למתקן הביוגז יבשה יותר, כך ניתן למחזר יותר נזולים המתקבלים בסוף תהליך העיכול האנאירובי (Digested), לצורך דילול החומר האורגני היבש הנכנס לתחילת התהליך, במגבלות של הצטברות חנקנים וחומרים אחרים בתהליך, אשר עשויים להשפיע לרעה על תהליך העיכול האנאירובי עצמו.

אחת מהפסולות האורגניות העונה על דרישות אחוזי החומר היבש ופוטנציאל האנרגיה, אשר נפוצה מאד במגזר החקלאי בארץ, היא זבל עופות. ניתן ואף רצוי להוסיף זבל עופות למתקן ביוגז צמוד רפת, המבוסס בעיקרו על פרש פרות, במגבלות מסוימות, הקשורות בין השאר בכמויות



מתקן ייבוש ואיזו מי התסנין (מי הנטל) הצמוד למתקן הביוגז

מהצורך לטפל בשפכים נזולים כלשהם. למתקן הייבוש מספר יתרונות על פתרונות סטנדרטיים לטיפול בשפכים, הוא אינו צורך כמעט שטח (מבנה יביל בגודל של מכולה), הוא אינו צורך תוספות של חומרים כימיים כלשהם ומרבית האנרגיה שהוא צורך מגיעה בתצורת חום שיורי מיחידת הגנרטור, אשר בדרך כלל, במיוחד בישראל החמה, אין לו שימוש אטרקטיבי אחר ואלמלא שימוש זה, החום היה משתחרר לסביבה דרך מערכות הקירור של הגנרטור, אשר הפעלתם הייתה

חברת סולארפארם בע"מ

- החברה עוסקת בייזום, פיתוח, הקמה ומימון מתקנים לייצור אנרגיות מתחדשות.
- בשנים 2008 עד 2013 החברה יזמה ופיתחה, עד למעמד רישיון ייצור וסגירה פיננסית, מספר רב של פרויקטים סולאריים קרקעיים בישראל, יחד עם חברת EDF-EN, במסגרת ההסדרה של הרשות לשירותים ציבוריים חשמל, לייצור חשמל בטכנולוגיה פוטוולטאית.
- בשנת 2013 החברה החלה ביזום ופיתוח של מספר פרויקטים במגזר החקלאי בארץ, במסגרת ההסדרה לייצור חשמל בטכנולוגיית עיכול אנאירובי (ביוגז).
- רו"ח BDO זיו האפט.
- עו"ד שיבולת, צוות איכות הסביבה, קלינטק ושינוי אקלים.
- בעלת הון עצמי המיועד להשקעה במיזמי ביוגז בישראל ומגובה משקיעים פרטיים. ■

יישום הפרויקט בשטח

הפנינו מספר שאלות לשגיא על היבטים שונים בתפוקות ובכלכליות של הפרויקט

מהו גודל השטח הנחוץ לבנייה הכוללת של המתקן?

מתקן צמוד רפת ממוצע, ידרוש דונם אחד עד שניים בנוי ועוד מספר דונמים לשטחי תפעול ואחסון. סה"כ בין 3 ל-6 דונם, תלוי בממשק אספקת הזבל אל האתר ובמטטר פינוי הדשן מהאתר.

האם אפשר לדבר על עלויות, כלכליות הפרויקט, ואופן התקשרות?

מצורף קובץ המציג את עיקרי תכנית עסקית, להמחשה בלבד, למתקן צמוד רפת בהספק של כ-400 קילוואט (BP400KW).

עלות הקמה מתקן 400 kw	
תזרים שנתי	9200
הכנסה שנה 8200* 400	2116
הוצאות תחזוקה ותפעול	865
החזר הלואה והוצאות מימון (15.6% שנה, 80% מינוף)	816
רווח לפני מס	435
הון עצמי	1840
תשואה על ההון לפני מס	24%

אנחנו, בד"כ, מעדיפים לעבוד במודל של שותפות עם בעלי הקרקע והרפת, בעיקר מפני שמדובר על מתקן המצריך עבודות תפעול יומיות, הקשורות בקשר הדוק למערך הטיפול בזבל המתבצעת ברפת ולכן רצוי שלרפתנים יהיה עניין בהכנסות וברווחים הנובעים מהצלחת המתקן. להערכתנו, תעריף של 64 אגורות לקילוואט/שעה, אשר פורסם על ידי הרשות לשירותים ציבוריים חשמל, מאפשר הקמת מתקנים לכלייה החל מהספק של כ-400 קילוואט. מתקן בהספק כזה יצרוך כמויות פסולת אורגנית המיוצרות, למשל, על ידי רפתות עם מכסת חלב כוללת של כעשרה מיליון ליטר ועוד חוות לולי פטם של כעשרה דונם.

אנחנו העברנו בעבר את המלצותינו לרשויות השונות בארץ, המבוססות על הניסיון במדינות מערב אירופה, לקביעת תעריפים מדורגים בגובה שונה למתקנים קטנים אשר יאפשרו הקמת מתקנים צמודי רפת המיועדים לטפל בפרש הרפתות, גם ברפתות בינוניות בעלות מכסת חלב של כ-3 מיליון ליטר.

איזה דרישות יש לרשויות בנושא ?

בכדי להקים את המתקן יש להמציא רישיון ייצור חשמל מהרשות לשירותים ציבוריים חשמל והיתר בנייה מוועדות התכנון הרלבנטיות אשר בד"כ ידרשו אישורים מרשויות רבות, הכוללות בין השאר את משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה, משרד הבריאות, כיבוי אש, רשות המים, רמ"י ועוד.

מה עושים עם המוצקים שיוצאים - מה הערכים שלהם?

המוצקים שיוצאים ממתקן הייבוש הם דשן מטופל המתאים לשימושים חקלאיים שונים. איכות הדשנים תלויה במשתנים רבים הכוללים, בין השאר, את סוגי החומרים האורגניים המוזנים למתקן, סוג תהליך העיכול האנאירובי, זמן השהייה במכלי העיכול, שיטות הפרדת וייבוש המוצקים בסוף התהליך.

האם המתקן יכול להשתמש רק בזבל רפת, כולל רביצה וגם מאצרות?

כן, המתקן יכול לעבוד על בסיס זבל רפתות בלבד, ללא כל תוספות של חומרים אחרים.

אם ננסה לפרט, המתקן יכול לקלוט זבל מכל סוגי ממשק הטיפול בזבל הקיימים ברפתות בארץ והמצריכות פינוי, הכוללים בין השאר, מאצרות, תאי רביצה, חצרות ופלינג. ככל שהזבל המוזן למתקן יהיה טרי יותר, כך ניתן יהיה להפיק ממנו יותר ביוגז.

לשם המחשה, פרש אשר מוזן למתקן הביוגז בשאיבה אוטומטית, ישירות מבורות איסוף בקצה חצר, בתצורת תאי רביצה, ייצר הרבה יותר ביוגז מאשר זבל אשר נאסף אחת למספר חודשים ממרכז חצר רגילה אשר קולטרה במהלך החודשים האלו. ■

של נזלים ביום, שאותם לא צריך לשלוח לצורך טיפול במט"ש מרכזי או מקומי. במקרה הצורך, זבל העופות נרכש על ידי מתקן הביוגז במחירי השוק ומחושב כחלק מההוצאות התפעול והתחזוקה השנתיות של מתקן הביוגז. צריכת אנרגיית החום של מתקני יבוש הבוצה המסחריים כיום, מאפשרים להם לטפל רק בתוצרי הלוואי של מתקן הביוגז עצמו ובמגבלות שפורטו לעיל. בימים אלו אנחנו בוחנים מספר טכנולוגיות טיפול בנזלים מבוססות חום, שבהן צריכת אנרגיית החום והחשמל נמוכות בהרבה מאלו של מתקן הייבוש הנ"ל. טכנולוגיות מנצלות את אנרגיית החום בצורה יעילה בהרבה, תוך ביצוע אידוי נזלים המבוסס על הפרשי חום והפרשי לחץ מדורגים במספר מחזורי אידוי ועיבוי.

בעתיד הקרוב אנו מקווים שניתן יהיה ליישם פתרונות מסחריים המבוססים על טכנולוגיות אלו, אשר יאפשרו טיפול בכל תוצרי הלוואי ממתקני הביוגז בתוספת שפכים ממכון החליבה וחרצות הצינון, ללא צורך בהוספת פסולות אורגניות יבשות ממקורות חיצוניים. ■

האמונה המצויות בזבל העופות, ובכך, למעשה, לאפשר הזרמת שפכים נוספים מחצרות הצינון וממכון החליבה אל מתקן הביוגז, לצורך דילול זבל העופות, וזאת מבלי לפגוע ביכולתו של מתקן הייבוש לייבש את כל תוצרי הלוואי הנזלים ממתקן הביוגז לתצורת דשן מוצק.

רמות החומר היבש בזבל העופות מגיעות לכ-60% וכמות הביוגז הניתן להפיק מכל טון זבל עופות, גבוהה עד פי חמש מכמות הביוגז שאותה ניתן להפיק מכל טון של פרש פרות, בהתאם לרמות החומר היבש שבהן מתקבל פרש הפרות, לכן על כל טון תוספת של זבל עופות, ניתן יהיה להוסיף עד כשלושה מטרים מעוקבים של נזלים מחצרות צינון וממכון חליבה, לצורך דילול זבל העופות.

לשם המחשה, במקרה שבו נוסף למתקן מבוסס פרש פרות כ-2,000 טון לשנה של זבל עוף, כמות המיוצרת למשל בחוות לולי פטם קיבוצית גדולה בשטח של כעשרה דונמים, נוכל להוסיף עד כ-6,000 מטרים מעוקבים של שפכים מחצרות הצינון ומכון החליבה, שהם עד כ-16 מטרים מעוקבים

ביוגז מקומי משולב מחלבה ורפת ביטבתה שבערבה

יוסי מלול - משק הבקר והחלב
yossi@icba.co.il



ההתחלה הייתה מבטיחה ומלאת חזון - להקים מתקן ביוגז מקומי שישלב את תוצרי הלוואי של מחלבת יטבתה וגם של הרפת המקומית הגדלה. בהדרגה התברר, שתשטיפי הרפת לא עומדים בזרישות משרד הבריאות והרפת פרשה מהמיזם המשותף. המתקן ממשיך לעבוד בשביל המחלבה וגם מפיק ביוגז לקיטור וחוסך כסף רב ובעיות סביבה למחלבה הדרומית בישראל

מערכת לחקלאות ולתעשייה כאחד

מתקן הביוגז השחור, ממוקם במרכז השטח שבין המחלבה והרפת ומעיד על החזון של ייצור גז מתוצרי לוואי של המגזר החקלאי והתעשייתי כאחד. והנה, קלטנו ידיעה שהרפת כבר לא בפנים והתשטיפים שלה עוברים למערכת ברכות החמצון שנמצאת על הכוונת של הרשויות. הזמנתי את **חי צומברג**, מנהל הרפת המשותפת - **חלב ערבה**, להצטרף אליי, לשמוע וללמוד, מדוע הרפת כבר לא יכולה להשתמש במתקן, שנועד ממש בשבילה.

המתקן נועד לרפת ולמחלבה - טרנד ירוק שבו יש גז שיחמם דודים, יעשה קיטור ויחסוך במזוט יקר ומזהם

ברקע שלי, פגישה קודמת שקיימתי, ממש לאחרונה, ברפת גבעת חיים מאוחד, ואורנה חברתנו, מנהלת הרפת, סיפרה על המאמצים הגדולים של הרפת להצטרף למתקן הביוגז במפעל המיצים בקיבוץ - **פריגת** וללא

הצלחה - בגלל העומס של תשטיפי הרפת.

ירון וינברג, מהנדס במחלבה, שמח להכיר לנו את המתקן ואת המורכבות של העבודה עם תשטיפי הרפת במיזם המשותף. ירון עלה כילד מקייפטאון ומ-1969 הוא גדל והתחנך ביטבתה וכיום הוא חבר ותיק בקיבוץ השיתופי לעילא. כמהנדס מכונות במחלבה, לקח עליו את הנושא בלי היכרות מוקדמת, ועם הרבה למידה מרתקת בתחום.

מדוע הלכתם לכוון של מתקן ביוגז לטיפול בתוצרי הלוואי של המחלבה - סוכרים ושומנים כאחד בתוך כמעט 100% נוזלים?

כל השנים המחלבה העבירה את התשטיפים, עם אלו של הקיבוץ, למערכת אזורית - ברכות החמצון.

זה החזיק מעמד עד 1995 ולאורך הזמן, משרד הבריאות לחץ על המחלבה וביקשו פתרון אחר כי השפכים מרוכזים מדי ולא מתאימים לשימוש משני. רצו שנעשה ביוגז ולא התלהבנו.

בשלב הבא עשינו פיילוט עם אוניברסיטת בן גוריון שהחליטו להקים



ירון וחי, מנהל הרפת, בחצר המתקן



מתקן הביוגז שנראה למרחוק



מעקב מתמיד אחר התהליך לאתר תקלות בהקדם



הביגז עובר למתקן ומשם למחלבה לייצור קיטור

מדוע, אם כן, נפרדתם משפכי הרפת?

המתקן הוקם והושק ב-2005. חצי שנה ראשונה בלי הרפת, עשינו בדיקות והספק התחייב לטפל בערכים של התשטיפים ממכון החליבה. לבסוף, המתקן עבר שיפוץ, כולם אישרו ונתנו היתרים להפעלה, כולל הרפת בפנים.

שמנו לב שה-TSS זו דרישה דרקונית ורוב המפעלים לא מדברים על פחות מ-1,000 וכיום הדרישה היא ל-750. בגדול יש מתאם בין ה-TSS לבין העכירות והתקנות מחמירות.

שמנו לב שה-TSS זו דרישה דרקונית ורוב המפעלים לא מדברים על פחות מ-1,000 וכיום הדרישה היא ל-750. בגדול יש מתאם בין ה-TSS לבין העכירות והתקנות מחמירות

המתקן האנאירובי ולא יודע לפרק את התאית, קשה לסלק את ההפרשות בסינון מכני וזה לא מתפרק.

ניסינו הרבה, השקענו הרבה כסף בפתרונות פיזיים שונים ותמיד ה-TSS נשאר גבוה, ה-BOD מעולה - 100, את השומנים הריאקטור מפרק.

במתקן האזורי ברכה מאווררת ולכאורה, זה היה מספק באיכויות והמחלבה לקחה אחריות על המתקן האזורי.

כך זה נמשך כעשר שנים, עד 2005, וזה סיפק את כולם באופן חלקי ה-TSS היה הבעיה המרכזית.

מה הן הדרישות הבסיסיות של משרד הבריאות ממתקן קדם, שתפקידו לשפר את איכויות השפכים לפני הזרמתם למט"ש האזורי או לברכות קדם השקיה?

לקראת 2003 החליטו אצלנו, לאחר הרבה התלבטויות, להקים מתקן קדם שיטפל בשפכי המחלבה. המתקן נועד לרפת ולמחלבה - טרנד ירוק שבו יש גז שיחמם דודים, יעשה קיטור ויחסוך במזוט יקר ומזהם. המטרה להביא את שפכי המחלבה לרמה סניטרית שיש בה ארבעה פרמטרים מחייבים:

- BOD - להוריד מ-3,500 ל-500.
- TSS - להגיע ל-500.
- שומנים - 200
- PH - בין 6 ל-9.

פינונו לכל מיני חברות ודרך נטפים חברנו לחברת "טכנולוגיות", שחולשים על המתקנים בחברות המזון - "טבעול" בלוחמי הגטאות, היו שנה לפנינו ועשינו "העתק-הדבק" - רפת ומחלבה במתקן אחד.



חי צומברג ממרומי המתקן משקיף גם על הרפת המושקעת



כשיש אש במבער שבקצה התורן סימן שיש תקלה במתקן - כל החברים מעירים

איך המתקן מסייע למחלבה ומה הערכים המקצועיים והכלכליים שלו?

במחלבה, המתקן מפרק את העומס הביולוגי - סוכרים ושומנים שמגיעים ממש בתוך מים. עוברים למכל של 3,500 מ"ק, 6 ימים זמן שהייה ויש ביצה תעשייתית. כל ליטר שנכנס יוצא אחרי שישה ימים. יש מאסה של בקטריות משני סוגים ויוצא ביוגז מתאן 70% והשאר CO_2 .

700 מ"ק שפכים ביממה עוברים דרך המתקן ומשם אחרי כל הטיפול זורמים למתקן האזורי. מאז שהרפת יצאה כל הדרישות מולאו והמים הולכים להשקיה.

מקבלים 140 טון דלק בשנה בערך של כחצי מיליון שש שהם כ-10%-13% מהוצאות הדלק של המחלבה והגז הולך לייצור קיטור וזה הכי יעיל - לא מייצרים חשמל.

המתקן עלה כחמישה מיליון שש במחירי ההקמה וההחזר הכולל של ההשקעה בתוך כעשר שנים. ■

בנינו מפרדה רוטטת ברפת, הקמנו ברכת שיקוע מבטון באתר המתקן והכול לא הצליח לספק את כל הדרישות.

בסוף לא הייתה בררה ונאצלנו להיפירד, כי לא הצלחנו לשפר ולהגיע לתוצאות, פעם אחר פעם.

הרפת הזרימה כ-60-120 מ"ק ליממה וה-TSS נשאר גבוה מאוד. זה בעיקר קשור לאוכל של הפרות - הסיבים של השחת והקש מרחפים וקשים להפרדה מוחלטת.

המים הגיעו בהתחלה בלי טיפול ראשוני ואחר כך, דרך המפרדה זה פתר את המוצקים הגסים, אבל לא את ה-TSS.

כדי לא לסבך את המחלבה נפרדנו מהרפת ובצער רב.

מה שעזר לנו לקבל את החלטת הפרדה, הם הדיבורים על הקמת מתקן אזורי שיקלוט הכול ויפתור את הבעיה לטווח הארוך.

ביוגז ברפת קדם

יוסי מלול - משק הבקר והחלב
yossi@icba.co.il



כל רפת עם הצרכים והפתרונות המיוחדים שלה וחשוב להכיר את המאפיינים כדי לזהות את אופי הפתרון. כך הדבר ברפת קדם במשואות יצחק ושם מעדיפים את פתרון הביוגז שנותן תועלות בתחומי זבל הרפת והלול - שותפות מעניינת בין היזם לבין אנשי המקום

בשנת 2010 הצטרפה הרפת השלישית - רפת קטיף, שפונתה מרצועת עזה, הרפת המשולשת שינתה את שמה לרפת קדם ויש בה 9.4 מיליון ליטר מכסה, עם ייצור של כ-10 מיליון ליטר. ברפת יש כ-870 פרות והן נחלבות במכון חליבה קרוסלה על מים, הכי ישן בארץ, שנוסד עוד ב-1988. הסככות החדשות שנבנו הן סככות כוללות ומשקל תאי הרביצה ירד לכרבע מכלל שיכון הפרות. חלב הבד"צ הולך לתנובה רחובות. את המזון לרפת הם מקבלים ממרכז המזון הגדול של משואות בכניסה למושב. ברפת עובדים כ-17 משרות מלאות שמהם שלושה חברים ממשואות, אחד ממשמר דוד ושלושה מקטיף, השאר זמניים ועובדים זרים.

פתרון הקצה המעודכן

המחוז הדרומי של המשרד להגנת הסביבה, העמיד בפני הרפת דרישה חד משמעית, להפסיק עם פיזור הזבל הנוזלי וההמלצה שלהם ולעבור למתקן הביוגז האזורי בתימורים, כאשר ייפתח. הזבל המוצק הולך כיום למתקן קומפוסט אזורי עם עלות לא קטנה. סך העלות הכוללת לטיפול בזבל הייתה ב-2013 כ-300 אלף ₪. ההצעה שקיבלו מהמתקן בתימורים היא תשלום בעבור הזבל מהבורות לפי פרה נורמטיבית ועוד תשלום נוסף לכל טון זבל מדרכים נוזלי, בגין ההובלה המיוחדת. זבל המדרכים בקיץ רטוב במיוחד בגלל הצינון הרב שמבצעים באבוס. מי השפכים של הרפת עוברים כיום הפרדת מוצקים ומתקן שהייה של כ-30 יום ועוברים לברכות המושב. לרפת יש שתי חצרות צינון שעובדות מלא בקיץ, בנוסף לצינון בחצר ההמתנה.

יצור חשמל על ידי שימוש בזבל רפת, מתקן ביוגז, קיים בשני אזורים בארץ - בעמק חפר וברמת הגולן, ולאחרונה גם האתר השלישי בתימורים בדרום. המתקנים מיועדים לעשרות ואף למאות רפתות. עד היום אין מתקן ביוגז ברפת בודדת, כפי שאכן קיים במדינות רבות באירופה ובעיקר בגרמניה. החלוץ לפני המחנה תהיה כנראה, רפת קדם שמשותפת למשמר דוד, רפת קטיף והמושב השיתופי משואות יצחק, שעומדים בפני חתימת חוזה עם חברה להקמת מתקן ביוגז בהספק של כ-400 קילוואט חשמל לרשת הארצית.



בני קינ מנהל הרפת הוותיק

הוצג ניתוח כלכלי שמראה שמתקן 400 קילוואט מביא תמורה מהחשמל שמכסה את כל ההוצאות ואף משאירה רווחים, בזכות המחיר המובטח בהסדרת החשמל

רפת מימד ופתרון הקצה

תחילת התהליך ברפורמה של שנות האלפיים שבה נוצרה שותפות של משואות עם משמר דוד ונקראה רפת מימד. ברפורמה השתלבה הרפת באופנה של בניית תאי רביצה לשיכון פרות שחוסכים במקום והרפת אף השתתפה בפיילוט של איכות הסביבה. פתרון הקצה היה מתקן טיפול אינטנסיבי בבוצה של הזבל הנוזלי. הפיילוט נכשל לחלוטין ובמקום לקבל BOD 200 קיבלו עד BOD 2,000. הרפת קיבלה אולטימטום לשיפור התוצאות וכך, אישרו לה לפזר את הזבל בשדות המשק בסביבה. בסוף הרפורמה, בשנת 2005, הרפת הסבה מענקים ובנתה מערך מיוחד שכלל ברכת אגירה של 4,000 מ"ק ל-120 יום לתקופת החורף ונקנתה עגלה של 15 מ"ק לפיזור הזבל בשדות. מנהל הרפת הוא בני קינ שנוגד וגדל בקיבוץ עלומים ומזה 16 שנים משמש כמנהל הרפת. בני מלווה את כל תהפוכות הדרישות של הסביבה והצורך של הרפתנים להשקיע מיליונים כדי לטפל בזבל.



רפת קדם - קטיף, משמר דוד ומשואות יצחק

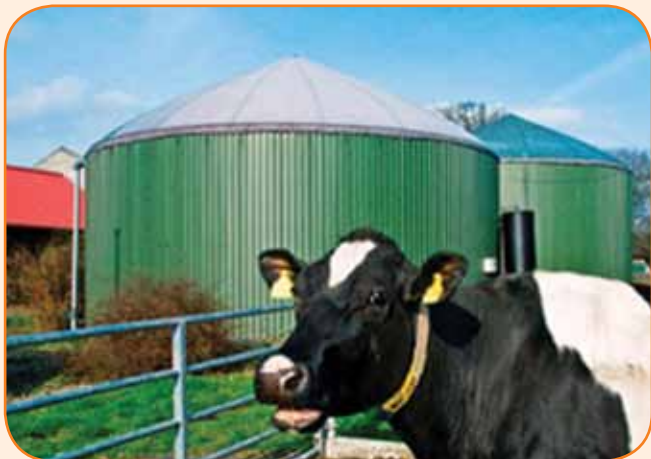


ברכות האגירה לפני פינוי

מלאה של החברה ועד העברה של כל הבעלות למשק ולרפת. סוכם שתוקם חברה משותפת שבה יהיו שותפים הרפת, משואות יצחק כבעלת הקרקע והיזם, חברת סולרפארם. הרפת היא שמפעילה את המתקן ואחראית להביא את התוצרים לרפת.

סוכם שתוקם חברה משותפת שבה יהיו שותפים הרפת, משואות יצחק כבעלת הקרקע והיזם, חברת סולרפארם. הרפת היא שמפעילה את המתקן ואחראית להביא את התוצרים לרפת

נמצאים לפני חתימת חוזה ולאחריו מתחיל תהליך של תכנון, השגת אישורים ובנייה. האופטימיסטים מעריכים שכל התהליך ייקח כשנתיים, מהם חצי שנה לעבודות ההקמה. השפכים של מכון החליבה וחצרות הצינור אינם בתהליך בשלב הראשון ואם נצטרך, יהיה פתרון חדש ואחר ואולי צריך לעבור לשימוש בדרגנטים ללא מלחים - בינתיים אין פתרון מלא לבעיית השפכים. **איחולי הצלחה לרפת קדם ואנחנו סקרנים לראות כיצד זה עובד ברפת בודדת.** ■



מתקן ביוגז בגרמניה שכמוהו יהיה גם בישראל



צוות הרפת מורכב ברובו מחברי המשקים

בימים אלה נכנס לפעולה המט"ש של המועצה האזורית שפיר ובינתיים משלמים מחיר רגיל עד סוף השנה. מה יקרה מראשית 2015 אין איש יודע.

פריקט הביוגז

העלויות הגבוהות של הטיפול בזבל חייבו מחשבה חדשה - או מתקן ביוגז אזורי או מתקן ביוגז עצמאי, לרפת המשולשת וללול הגדול של המושב. השאלה המרכזית שהם שאלו את חברת סולרפארם של **שני שני** הייתה מה עושים עם מי התסנין שהם תוצר לוואי של מתקן הביוגז, שיוצר בעיות לא קלות למתקן האזורי.

שגיא הודיע שאכן יש פתרון והוא שימוש בחום שנפלט בתהליך ייצור החשמל לצורך ייבוש המים. הוצג ניתוח כלכלי שמראה שמתקן 400 קילוואט מביא תמורה מהחשמל שמכסה את כל ההוצאות ואף משאירה רווחים, בזכות המחיר המובטח בהסדרת החשמל, למכסה של 130 מגוואט, בתשלום של 65 אג' לכל קילוואט שמועבר לרשת החשמל הארצית. אם נוסיף את החיסכון לרפת בגין עלות הטיפול, אזי המתקן המשולב אכן כלכלי וכדאי.

"נסענו לגרמניה, ביקרנו במספר מתקנים, ראינו שעובדים יפה עם זבל ותחמיץ תירס. הסבסוד כל כך גבוה שכדאי לגדל במיוחד גידולים אנרגטיים שמהווים כ-50% מכלל החומר האורגני למתקן. ראינו גם מתקן של 250 קילוואט רק על זבל נוזלי ומוצק של תאי רביצה עם טפחות. בגרמניה יש כ-7,000 מתקנים כאלה וכבר הפסיקו לבנות חדשים כי אין מה לעשות עם התוצרים שלהם.

החומר נכנס למתקן במצב נוזלי וגם יוצא נוזלי. התוצרים הם חשמל וחום. הרעיון הוא לקחת את החום של המתקנים בישראל ואתו לייבש את הנוזלים". השטח הנדרש למתקן במשואות כשלושה דונם ואולי צריך גם שטחים לאגירת זבל לול ואחרים. זבל הרפת מוזן בכל יום כי ככל שהוא בחוץ הוא מאבד גז מתאן.

אנשי המחוז של הסביבה מרוצים מכך שכל תוצרי הלוואי יבשים בלי נוזלים. החומר עבר טיפול ובעת תקלה ניתן לפזר. ככלל, עדיף לייבש מאשר לאגור, להוביל ולפזר.

המתווה המשותף

העלות של המתקן כ-10 מיליון ₪ שמהם מתקבלים 80% הלוואה נון-רקורס. חברת סולרפארם, הציעה מגוון אפשרויות להפעלת המתקן החל מבעלות



אמתי אבנון - א.א. מהנדסים
aaeng@netvision.net.il

טיפול בשפכים באמצעות Constructed Wetlands

אחת הדרכים היעילות לטיפול קדם בשפכי הרפת היא "האגנים הירוקים", שלאחר הקצאת הקרקע והשקעה ראשונית, צמחי הקנה עושים את העבודה בטיהור המים והעברתם באיכות גבוהה למט"ש האזורי. מובא בפניכם מאמר מקצועי וקצר של אמתי אבנון (שהיה בעברו מהנדס מבני רפת בהתאחדות מגדלי בקר) וכן סיור במעגן מיכאל וברמת דוד

דרישות הסביבה

במסגרתן נדרש שבמוצא של כל מערכת שפכי רפת יהיו קולחים באיכות שפכי רפתות מאופיינים בריכוזים גבוהים של זיהומים אורגניים למיניהם וכן בערכים גבוהים של BOD_5 ו- COD ומוצקים מרחפים. הדרישות העדכניות של המשרד להגנת הסביבה, מכוונות להביא את הרפת למצב של בועה שתהיה מבודדת מהסביבה, בעיקר בכל הקשור במניעת נגר תשטיפים אל הסביבה החיצונית.

לאחר הקמה והרצה, המערכת אינה דורשת אחזקה, אין הוצאות על אנרגיה וחומרים, ואין חשש מתקלות בתפקוד האגן. איכויות הקולחים המתקבלים הן גבוהות ביותר, ובאירופה הם אפילו מאושרים להזרמה לנחלים

יצרני שפכים בכלל ובעלי רפתות בפרט, אינם אמונים על הפעלה של מתקני טיהור שפכים. מתבקשת שיטה לטיפול בשפכים אשר אינה תלויה בתחזוקה ובתפעול של המשתמשים. השיטה המוצגת להלן - אגנים ירוקים, הנה שיטת טיפול יעילה העונה לדרישות הנ"ל. אגנים ירוקים ידועים באנגלית בשמות **Constructed Wetlands** או **Root-zone filter**.

כמוכן ובמיוחד, תוקנו לאחרונה תקנות במסגרת כללי תאגידי מים וביוב ("שפכי מפעלים המוזרמים למערכת הביוב, תשע"א-2011"), אשר



איכות המים לפני ואחרי המתקן



מראה כללי של האגנים הירוקים

עקרונות שיטת האגנים הירוקים

Constructed Wetland הנו פתרון אקולוגי לטיפול בשפכים - השיטה מנצלת צמחי בר מקומיים, דרכם מוזרמים השפכים באופן רציף אל גוף קרקע חדור בית שורשים של צמחי קנה. השורשים בנויים בצורת צינורות חלולים המאפשרים חדירת חמצן למערכת ומאפשרים מוליכות הידראולית לשפכים המטופלים.

טיהור השפכים מתבצע בעזרת שלושה מנגנונים:

פיזיקלי - שיקוע, סינון, ספיחה ונידוף.

כימי - שיקוע כימי, ספיחה, ראקציות הידרוליזה, חימצון ותגובות פוטוכימיקליות.

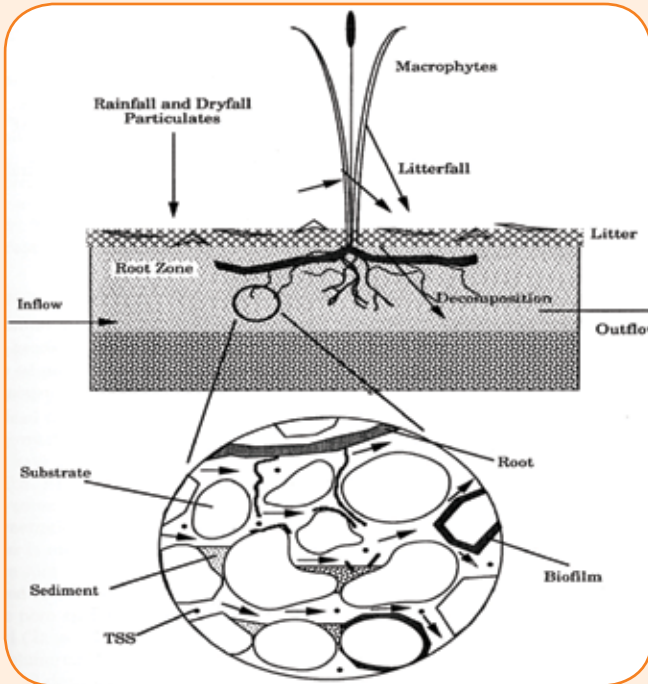
ביולוגי - חילוף חומרים בקטריאלי, חילוף חומרים ע"י צמחים, ספיחה ע"י צמחים ונבילה טבעית.

פירוק החומרים האורגניים מתרחש ע"י פעילות מיקרוביאלית משולבת - תנאים אירוביים ואנאירוביים. הפעילות המיקרוביאלית מוגברת באזור השורשים ומאפשרת פירוק מואץ ויעיל.

תכולת מיקרואורגניזמים אופיינית ממוצעת לגרם אחד של קרקע הנה **Protozoa, 104*10 Alga, 104*40 Fungi, 107*60 Bacteria 15*108** החנקן שבשפכים משתחרר אל האטמוספירה בתהליכי ניטריפיקציה/דניטריפיקציה ואילו הזרחן נקשר לחלקיקי הקרקע/מצע.

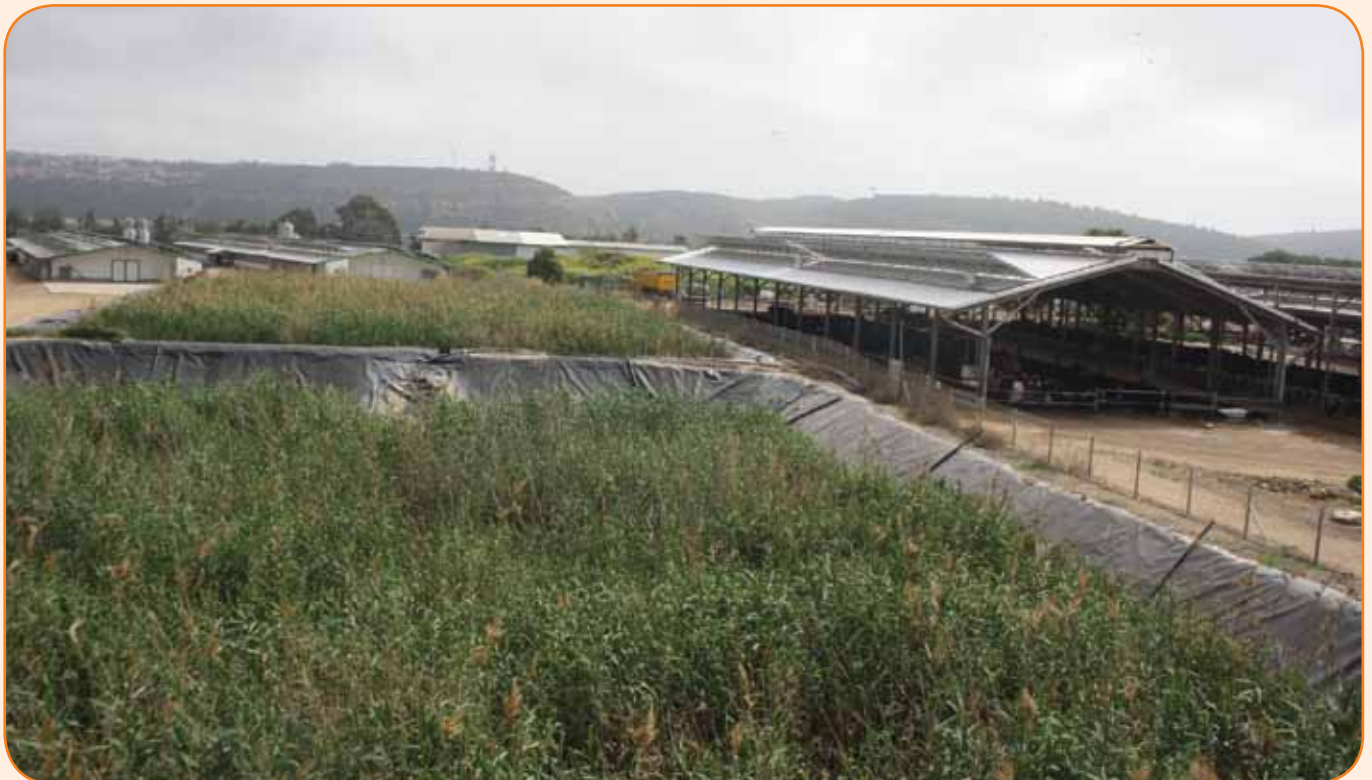
עלויות אחזקה וסכנת מטרדים

לאחר הקמה והרצה, המערכת אינה דורשת אחזקה, אין הוצאות על אנרגיה וחומרים, ואין חשש מתקלות בתפקוד האגן. איכויות הקולחים המתקבלים הנן גבוהות ביותר, ובאירופה הם אפילו מאושרים להזרמה לנחלים.



מבט אל בית השורשים

ב-**constructed Wetlands** אין בעיית ריחות דוחים, כיוון שגזים המשתחררים מתהליכים אנאירוביים נספחים לחלקיקי חרסית וקולואיידים שבקרקע, שהנם בעלי כושר ספיחה גבוה. כמוכן, אין בעיה של דגירת יתושים כיוון שזרימת השפכים מתבצעת מתחת לפני הקרקע. פני הקרקע העליונים יבשים. ■



אגנים ירוקים במעגן מיכאל, משקיפים אל הכרמל

אגנים ירוקים במעגן מיכאל פתרון אפשרי לנושא השפכים

יוסי מלול - משק הבקר והחלב
yossi@icba.co.il



מהניסיון שנצבר ברפת מעגן מיכאל, אפשר להמליץ על בדיקת פתרון האגנים הירוקים (הוולטלנדס), כחלופה אפשרית לטיפול בשפכי הרפת המקובלים. מעבר לגודל השטח וההשקעה, הפתרון עובד בעלויות וברמת תחזוקה נמוכה

הזרעות ומייצרים יותר חלב בקיץ. כמעט כל הסככות ברפת מרחביות ותיקות (משנות ה-70) עם שני אבוסים וללא מדרכים. יש חיסכון גדול בעבודה ובעלויות. לא מפעילים מאוררים במהלך היום כי העלויות גבוהות מאוד, 1.25 ₪ לקילואטר, ועושים זאת בלילה שבו המחיר יורד ל-40 אג'. מקלטרים פעם ביום ואת הזבל שליד האבוס בסככה, מוציאים פעמיים בשנה, באפריל ובספטמבר. בעבר קיבלו תמורה בעבור הזבל ואילו כיום, הרפת, על חשבונה, מפזרת את הזבל המעובד (שעבר קלטור) בשדות הקיבוץ. כ-2,000 מ"ק בעלות של 25 ₪ למ"ק, מפונים מהרפת לאחר קציר התחמיץ, מפוזרים בשטחים ומוצנעים מיד. זבל מדרכים - ברפת יש שתי סככות לעגלות, הזבל ממוצק על משטח בטון וכל הנוזלים יורדים ל"וולטלנדס".

הפתרון למי השפכים

נדב רז נמצא בענף שנים רבות, נולד וגדל בקבוצת גבע, רפתן מנוסה מאוד, חבר במועצת ההתאחדות, ניהל את האגף החקלאי במעגן מיכאל, יו"ר רפת צבאים ויש לו אפשרות להשוות בין פתרונות אפשריים.

2 רפת מעגן מיכאל הצטרפו לפיילוט סביבה בתקופת הרפורמה ובה נבנו אגנים ירוקים לטיפול בשפכי הרפת. חלפו מעל ל-11 שנה והמתקן עדיין עובד לשביעות רצון הרפתנים ומבצע את העבודה הצנועה שהוטלה עליו. נפגשתי עם **נדב רז** שניהל את הפרויקט ועם **טל יצחקי** המנהל הנוכחי של הרפת. טל הגיע לרפת מקיבוץ מרחביה בינואר 1996, כבמב"ח אחרי צבא ומאז

ברפת יש שטיפת עטינים לפני החליבה, הם מאוד מרוצים מהשיטה על אף ההמלצות המקצועיות, הפרות מגיעות נקיות לחליבה במכון הקרוסלה המשוכלל ונחלבות בצורה טובה ומהירה

הוא ברפת, עשה את כל העבודות, התקדם לכל התפקידים ומזה שנתיים הוא מנהל את הרפת המיוחדת. מכסת הרפת כ-3.3 מיליון ליטר עם ייצור של כ-11% חלב עודף. מזיזים



רפת יפהייה עם סולרי על כל הגנות



טל יצחקי ונדב רז - לוחצים על פיתוח הרפת



הכנת התשתית בברכה



בבניית האגנים ב-2004



מפרדה שלא עובדת קשה

כל המים עוברים בתעלה מאספת שמגיעים לבור איסוף עם מפרדה ואחרי ההפרדה נסנקים השפכים לווטלנדס.



חצר המתנה עם שטיפת עטינים

האגנים הירוקים - הווטלנדס, אוגמים את כל שפכי הרפת הלא סניטריים (שהולכים בביוב הכללי).

ברפת יש שטיפת עטינים לפני החליבה, הם מאוד מרוצים מהשיטה על אף ההמלצות המקצועיות, הפרות מגיעות נקיות לחליבה במכון הקרוסלה המשוכלל ונחלבות בצורה טובה ומהירה. המים זולים יחסית כי הם מים מליחים ולא מי שתייה.

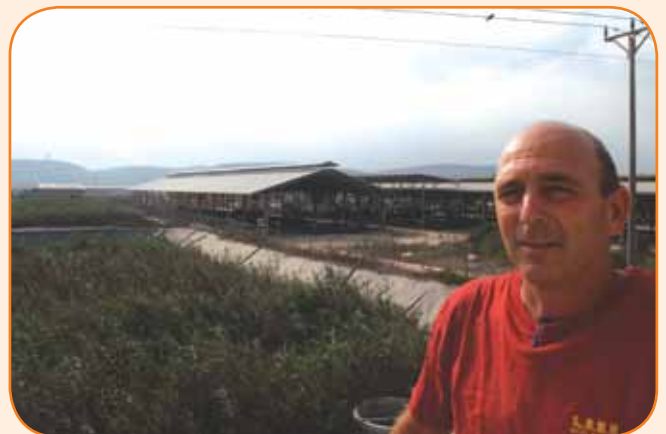
בנוסף, יש מי צינון בקיץ, שטיפת חצרות, מרכז המזון, וקצת מדרכים - הכול מחובר לווטלנדס שממוקם בנקודה הנמוכה.

אחרי כל התהליך, המים מתנקזים לקצה הווטלנדס ועוברים הכלרה כנגד פתוגנים ומשם לברכה מרכזית, לשימוש ברכות הדגים בערכים המתאימים

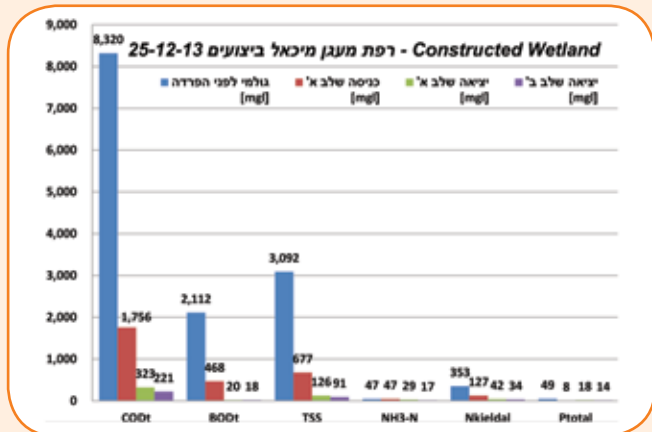
קיימות שתי ברכות שמפעילות שני שלבים:

בראשונה יש חמישה שדות הצפה שמופעלים ידנית. המים יוצאים כמו במזרקות ובכל פעם לשדה אחר, לבית הגידול של קנים, על מצע שהוכן מראש וכולל אדמת חרסית מקומית, גזם וחצץ באחוזים מסוימים. המוליכות ההידראולית של המים בעייתית והחומר מחלחל לאט וזה גורם להצטברות ולדגירת יתושים בקיץ.

בברכה השנייה יש שוחה מרכזית שאליה מנוקזים המים ובבית השורשים של הקנים נעשית כל העבודה. שלושה צינורות, משורשים ומחוררים, יוצאים משוחה מרכזית והשפכים מתפזרים אחרי סינון מתחת לפני הקרקע. אחרי כל התהליך, המים מתנקזים לקצה הווטלנדס ועוברים הכלרה כנגד



נדב ליד הקנים הגדלים - 2009



גרף התוצאות המרשים של עבודת המערכת



שני אגנים בשטח יקר במרכז הרפת

לקחים

- "הפתרון הזה, משולב ובהתאמות מסוימות, יכול להתאים לרפתות רבות, כי הוא עושה את העבודה בעלויות שוטפות נמוכות מאוד.
- להקפיד על המצע כדי לוודא חלחול ראוי שלא יצטברו שפכים עיליים.
 - הייתי משנה את המצע - יותר עומק ופחות שטח.
 - להקפיד שהמפרדה תסנן כמה שיותר טוב כדי שהחלקיקים יהיו יותר קטנים.

בדרישות החדשות של אנשי הסביבה - בעיית המלחים והזרחות, התשובה לא פשוטה - שמנו ברזל כלוריד וחומרים נוספים שסופחים מתכות כבדות, יש פילטרים אקטיביים שמתמודדים עם הבעיה.

בשורה התחתונה, לטיפול בנושא שפכי הרפת הרגילים, אני ממליץ לבחון את נושא הוולנדס, עם הלקחים המתבקשים והדרישות של שטח וגובה השקעה ראשונית."

פתוגנים ומשם לברכה מרכזית, לשימוש ברכות הדגים בערכים המתאימים. אנחנו ערים לצרכים הציבוריים ולכן פועלים שתברואן יגיע בכל 10 ימים ויפזר חומר כנגד דגירת יתושים.

שולחים בדיקות תקופתיות כדי להבטיח שהמערכת פועלת טוב. התוצאות המתקבלות טובות מאוד והערכים שנבדקים יורדים בצורה מרשימה.

יתרונות השיטה - הוולנדס מציל אותנו ברפת, כי הוא לוקח מי שפכים שאין להם פתרון וממחזר אותם לשימוש מועיל. נוח בתפעול, העלויות השוטפות נמוכות מאוד, המראה אסטטי יחסית, אפשר להביא לערכים שניתן להשקות עם המים.

החסרונות - תופס שטח יקר במרכז הרפת והמשק, שימוש רק במים נקיים יחסית, שרובם הם מי שטיפת עטינים "יורים בתותח על זבוב" - המערכת בנויה ל-200 מ"ק ליום ומשתמשים רק בכ-45 עד 100 מ"ק, מוליכות הידראולית נמוכה.

שקט סביבתי ברמת דוד

פתרון האגנים עובד טוב ברפת

יוסי מלול - משק הבקר והחלב
yossi@icba.co.il



רפת רמת דוד בנתה, כבר ברפורמה, מערכת כוללת לטיפול בתוצרי הלוואי ברפת. פתרון הקצה לשפכי הרפת - הווסלנדס, מבצע את העבודה לשביעות רצון כולם

- מפרדה - עם מערכת איסוף מבוטנת.
 - ווטלנדס - לקליטת כל שפכי ההפרדה.
 - משטח מבוטן עם קירות - שמיועד לקלוט את הזבל החצי יבש.
- הזבל הרטוב, ממוצק ונשלח לאתר הקומפוסט האזורי ואילו בקיץ הזבל מפוזר בשדות הקיבוץ. יש משטח גדול שבו אוגרים את הזבל הכללי והוא מטופל כהלכה.
- ענף הגד"ש משותף לשלושה קיבוצים - שריד, גבת ורמת דוד. שיתוף הפעולה עם הרפתנים מעולה וכך יש תאום טוב לשימוש בזבל מקולטר לדישון השדות.
- כל הנגר מהחצרות שעדיין פתוחות, כולל הגשם בחורף, יחד עם שפכי מכוני החליבה וחצר הצינון המרווחת, זורמים למפרדה רוטטת טובה ומשם הם נסנקים לאגנים הירוקים.

האגנים הירוקים

האגנים נבנו ב-2006 - שתי ברכות זהות בגודל של כ-750 מ"ר כל אחת, שיש בהן כניסה של מים אחרי מפרדה, הונחו שלושה צינורות מחוררים והם מפזרים את המים בין כל הצמחים. המערכת עובדת היטב כבר שמונה שנים. הבדיקות שנעשות, לפני ואחרי,

2 גשם חזק של אמצע מרץ, הצטרפתי לסיור של ד"ר תומא עבוד מהמשרד להגנת הסביבה, לסיור היכרות עם האגנים הירוקים - הווסלנדס, ברפת רמת דוד. לסיור הצטרפו גם המתכנן, **אמתי אבנון** וצוות רפת העמק, שבוחנים את הנושא.

רפת רמת דוד נמצאת במרכז עמק יזרעאל בשכנות ליישובים רבים וגם לבסיסי צבא, יש בה כ-320 חולבות על מכסה של 3.4 מיליון ליטר. עובדים בה כשמונה עובדים שמהם שלושה חברי קיבוץ, שני צעירים אחרי צבא וגם שלושה בדואים ותיקים ומנוסים מבית זרזיר השכנה.

הניהול מתחלק בין מרקו האב שעובד ברפת מאז 1981 ובנו בועז הצעיר שסיים קורס הנדסאי רפת ברופין. מרקו עוסק בנושאי החוץ ואילו בועז מנהל את הפעילות השוטפת ברפת. אומרים ששניהם "יקים" מאוד בעבודה והתוצאות שלהם מרשימות מאוד.

הבנייה ברפורמה הייתה רחבה ולא צפופה, החצרות הפתוחות נסגרו, גגות נפתחים נבנו. הפרות מרגישות נוח מאוד ברפת וגם הסומטיים נמוכים מאוד.

הרפת והסביבה ברמת דוד

ברפורמה נבנו שלושה מרכיבים לפתרון הקצה:



מרכיבי פתרון הקצה - מפרדה ומשטח אצירה ומיצוק



מרקו ובעוז, אב ובנו, מתחלקים בהנאת הובלת הרפת



חצר טיפולים מזוגמת שעוד נדבר בה



צינורות הזנת המים לצמחייה

מראות שהתוצאות טובות מאוד והמים מוזרמים, בסוף התהליך, למט"ש הקרוב שנקרא "מט"ש זרזיר" (כי הם הראשונים שהצטרפו אליו). ברפת הותקן שעון שמודד את המים בכניסה למכון החליבה ויש הפרדה מוחלטת בין המים לשקתות. על 75% מהמים שנמדדו, משלמים אגרת ביוב למועצה בגובה של 5.5 ש"ח למ"ק ויש מגעים להקטנת התשלום בגין טיפול הקדם שמקטין את עלויות הטיפול במט"ש.

מרקו מרוצה מאוד מעבודה הוולנדס: "כמעט ואין תחזוקה והעלויות נמוכות מאוד, בנינו שתי ברכות במקום שלוש שאמתי אבנון תכנן, מטעמי חיסכון, ולכן בקרוב נרצה לנקות ברכה אחת שקרובה להתמלא. אין יתושים וברחשים, אין תלונות מהסביבה והאגנים קרובים מאוד לשטחי מגורים, אני מרסס בעיקר נגד עשבייה סביב הברכות." ■



אגנים קרובים למגורים וללא מטרדים

השפעת קלטור זבל בקר על שרידות של א. קולי - ניסוי מעבדה

יאירה חן, צביקה וינברג, סולנג' ברנשטיין, ריקי פינטו, שלמה סלע - המחלקה לאיכות ובטיחות מזון, מנהל המחקר החקלאי ג'ורג' סאקאטש - המח' לביוטכנולוגיה יישומית, האוניברסיטה הטכנולוגית של בודפשט, הונגריה
מפרסומי מנהל המחקר החקלאי מספר 673/13. המאמר עבר ביקורת מדעית

קלטור עמוק יומי של זבל הסככות ברפתות מייצר מרבץ יבש ואוורירי שמשפר את רווחת בעלי החיים, ניקיון הפרות ומביא לירידה בשכיחות דלקות עטין קליניות. מטרת המחקר הנוכחי היו לקבוע את השפעת הקלטור על שרידות של א. קולי בזבל ואת הגורמים המשפיעים על משך השרידות

מבוא

זבל בקר מתקבל מהפרשות של בעלי החיים בתוספת חומרים סופגי נוזלים, כגון קש, והוא מהווה את המרבץ לפרות. פרה בוגרת מייצרת כ-80 ק"ג זבל ביום ולכן, בעולם ובארץ, מצטברות כמויות ענקיות של זבל. הזבל עלול להוות מטרד סביבתי של ריחות, מוקד לזבובים ותשטיפים מזבל רטוב עלולים לזהם מי תהום. אך זבל בקר, גם יכול להוות משאב בהיותו חומר גלם לדישון. בנוסף, זבל בקר מהווה מקור של מיקרואורגניזמים שונים כגון א. קולי וסלמונלה, אשר מופרשים ע"י בעלי החיים וחלק מהזנים שלהם הם פתוגניים לבעלי החיים ולאדם. למשל, זני א. קולי פתוגניים הם אחד הגורמים החשובים לדלקות עטין.

הרעיון לקלטור יומי עמוק של זבל הסככות תוך הוספת זבל רטוב ממדרכי האבוסים התחיל ברפת של קיבוץ הרדוף בניהולו של **יום קלורד**. ממשק זה החליף את הממשק הישן שבו זבל המדרכים הרטוב נאצר בברכות מיוחדות מקורות בקצה הרפת, וללא קלטור של זבל הסככות, עד שכל המסה הוצאה לקומפוסטציה. כיום, מדרכי האבוסים ברפת הרדוף בוטלו ובמקומם הושמו מכלי האבסה במרכז הסככות, מה שחוסך את העברת הזבל הרטוב ממדרכי

תמונה 1. זבל מקולטר (מימין) וזבל בלתי מקולטר (משמאל) מהניסוי בדליים

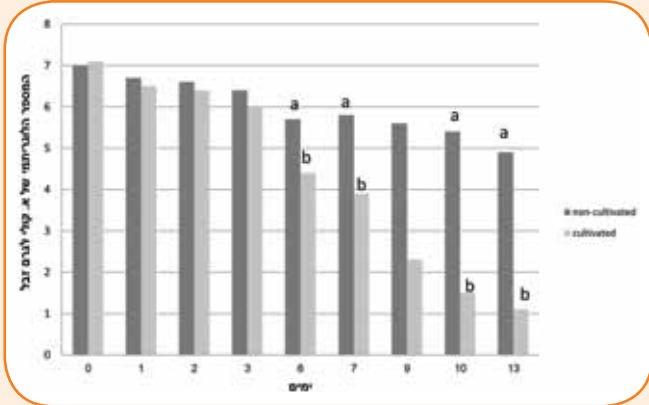


האבוסים לסככות. לאחר מספר חודשי קלטור מתקבל מרבץ יבש ואוורירי. לטענת היזמים, מרבץ כזה משפר את רווחת הפרות, את ניקיון ואת בריאותן (פרידמן, 2008).

בניסוי שנערך ברפת נצר סירני נערכה השוואה בין סככה מקולטרת לבלתי מקולטרת (Menis et al 2011). תוצאות הניסוי אוששו את טענת יוזמי שיטת הקלטור: בסככה המקולטרת התקבל זבל יבש יותר בהשוואה לזה שבסככה הבלתי מקולטרת ותכולת החומר היבש הגיעה ל-60% ויותר, בעוד שבסככת הביקורת התכולה נותרה בסביבות 45%. הבדל זה היה מובהק ($p < 0.01$). הטמפרטורה בזבל המקולטר הייתה יותר גבוהה מאשר בזבל הבלתי מקולטר (בממוצע 33 לעומת 26 מ"צ, בהתאמה) אך לא עלתה באף נקודת דגימה מעל ל-40 מ"צ. ספירות הקוליפורמים והסטרפטוקוקים היו יותר נמוכות בזבל המקולטר. הפרות בסככה המקולטרת היו יותר נקיות בהשוואה לאחיותיהן בסככת הביקורת; 41 מקרים של דלקת עטין קלינית התגלו בפרות שבסככה המקולטרת בהשוואה ל-70 מקרים בסככה הבלתי מקולטרת ($p < 0.01$). ברוב המקרים הגורם למחלה היה זן פתוגני של א. קולי.

ה-א. קולי הטבעיים היו $\log_{10}=2.5$, $\log_{10}=4.0$, בתחילת הניסוי ובסופו, בהתאמה.

איור 1. מספרי הא. קולי המסומן במחזור האילוח הרביעי בתוספת זבל מדרכים (בניסוי הדליים)



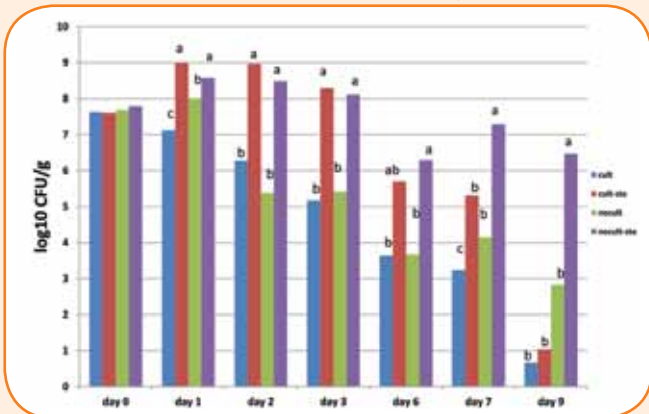
אותיות שונות המלוות צמד עמודות של כל מועד דגימה מבטאות הבדלים מובהקים ($P<0.05$)

תוצאות המחקר מצביעות על כך שקלטור יומי עמוק של זבל הסככות שמעורבב עם הפרשות רטובות מביא למרקם אוורירי ויבש של הזבל. השרידות של א. קולי (ואולי גם של פתוגניים אחרים) בזבל המקולטר, נמוכה וקצרה יותר מאשר בזבל בלתי מקולטר

סיכום הניסוי בצנצנות

איור 2. מתאר את מספרי ה-א. קולי המסומן בזבל מהטיפולים השונים בניסוי השני במחזור האילוח הראשון. מספרי ה-א. קולי בזבל המקולטר ירדו קצת יותר מהר בהשוואה לזבל הבלתי מקולטר. אולם בזבל המקולטר והמעוקר מספרי ה-א. קולי היו גבוהים בהשוואה לאלו שבזבל המקולטר הבלתי מעוקר ודמו לאלה שבזבל הבלתי מקולטר. תוצאות דומות התקבלו גם בניסוי הראשון בצנצנות. במחזור האילוח השני, כבר לא היה הבדל בין זבל מקולטר מעוקר וזבל מקולטר בלתי מעוקר.

איור 2. מספרי הא. קולי בניסוי הראשון בצנצנות



אותיות שונות המלוות עמודות של כל מועד דגימה מבטאות הבדלים מובהקים ($P<0.05$)
CULT = מקולטר, NOCULT = בלתי מקולטר, STE = מעוקר

מטרות הניסויים שנערכו במעבדתנו היו לקבוע את השפעת הקלטור על שרידות של א. קולי בזבל ואת הגורמים המשפיעים על שרידותו בזבל המקולטר.

חומרים ושיטות

ניסוי בדליים

הניסוי נערך ב-12 דליים בנפח 10 ליטר ובכל דלי היו כ-8 ק"ג זבל בקר. הזבל במחצית מהדליים קולטר כל יום (למעט סופי שבוע) במשך כחודש וחצי במקלטור ידנית קטנה עד לקבלת המרקם האופייני. לאחר תקופה זו זבל מ-3 דליים מכל סוג (מקולטר/לא מקולטר) אולחו בזן של א. קולי שבודד מהזבל. לזן זה הוחדר פלסמיד בשיטת האלקטרו פורזה שמקודד בחלבון זוהר ירוק (GFP) ובעמידות לאנטיביוטיקה קנמיצין. בנוסף, הזן המהונדס עבר סלקציה לעמידות לסטרפטומיצין. עקומת גידול של הזן המהונדס דמו לאלה של הזן המקורי. האילוח היה ברמה של כמיליון חיידקים לגרם זבל (על בסיס משקל רטוב). שלושה דליים שהכילו זבל מקולטר או לא מקולטר ואשר לא אולחו שימשו כביקורת. הניסוי כלל 5 מחזורי אילוח שנמשכו כשבועיים כל אחד ובתחילת כל מחזור כזה התבצע אילוח כנ"ל. בשני המחזורים האחרונים, הוספו לדליים זבל מדרכים רטוב, כדי לחקות יותר טוב את ממשק הרדוף.

ניסויים בצנצנות

שני ניסויים דומים נערכו ב-12 צנצנות זכוכית בנפח 1.5 ליטר שהכילו 1 ק"ג זבל. הטיפולים כללו זבל מקולטר ולא מקולטר כנ"ל. שלוש צנצנות מכל סוג זבל עברו עיקורים חוזרים באוטוקלב למשך שעה ב-121 מ"צ בשלושה ימים עוקבים. העיקור נועד לחסל בזבל מיקרואורגניזמים שעשויים לעכב א. קולי, כולל נגים שעמידים מאוד לחום. לאחר העיקור, הזבל מכל הצנצנות אולח עם הזן המסומן כנ"ל. הניסוי הראשון בצנצנות כלל מחזור אילוח בודד ואילו הניסוי השני כלל שני מחזורי אילוח ללא עיקור חוזר ביניהם. התוצאות עברו מבחן סטטיסטי כנ"ל.

בידוד מיקרואורגניזמים מהזבל ובדיקת כשרם לעכב את זן הא. קולי הזוהר

דגימות זבל מהניסוי השני בצנצנות וכן מרפתות של בית דגן, נצר סירני, בארות יצחק והרדוף נשלחו למעבדה באוניברסיטה הטכנולוגית של בודפסט בהונגריה, למעבדתו של ד"ר ג'ורג' סאקאטש (Szakaes), לצורך בידוד ובדיקת פעילות של אקטינומיציטים ופטריות כנגד זן ה-א. קולי. הפעילות נבדקה על מצעים מיוחדים.

תוצאות

סיכום הניסוי בדליים

תמונה 1. מתארת זבל בלתי מקולטר ומקולטר מהדליים. הזבל הבלתי מקולטר היה כהה, רטוב ודחוס בעוד שהזבל המקולטר היה בהיר, יבש, מפורר ואוורירי. בתחילת הניסוי תכולת החומר היבש בזבל הייתה כ-52% ולאחר 18 ימי קלטור היא הגיעה ל-65% בהשוואה ל-50% בזבל הבלתי מקולטר. ערכי ה-pH של הזבל היו בסביבות 9.0 בשני הטיפולים. איור 1. מתאר את השינויים במספרי ה-א. קולי המסומן בזבל המקולטר והבלתי מקולטר באחד ממחזורי האילוח. בכל מחזורי האילוח מספרי ה-א. קולי בזבל המקולטר ירדו יותר מהר ואף ירדו אל מתחת לסף המדידה, מאשר בזבל הבלתי מקולטר. תוצאות אלה היו מובהקות. בזבל שלא אולח מספרי

לחום של מק"א כאלה. לכן ציפינו לקבל שרידות טובה של ה-א. קולי המסומן גם בזבל מקולטר מעוקר, כמו בזבל בלתי מקולטר. וזאת מכיוון שבזבל המעוקר המק"א שאנטגוניסטים ל-א. קולי אמורים להעלם. ואכן, תוצאות כאלה התקבלו בניסוי הראשון בצנצנות ובמחזור האילוח הראשון של הניסוי השני בצנצנות. כיוון שלא נערך עיקור נוסף בין מחזורי האילוח ב-א. קולי מסומן, הרי שבמחזור השני כנראה התפתחו גם בזבל המקולטר אשר עוקר לפני המחזור הראשון, מק"א שמעכבים א. קולי. ואכן, בשלב זה (מחזור האילוח השני) הזבל המקולטר המעוקר התכסה בחלקו בשכבת עובש לבנה ומספרי ה-א. קולי המסומן ששרדו, היו נמוכים בהשוואה לזבל בלתי מקולטר. אנחנו מודעים לכך שעיקור מביא למגוון שינויים בזבל שיכולים היו להשפיע על התוצאות; כך למשל, התקבלו ערכים גבוהים יותר של חנקן נדיף בהשוואה לזבל שלא עוקר. אך העיקור, היה הדרך המעשית היחידה לבדוק את נושא המק"א שעשויים לעכב א. קולי בזבל מקולטר. יכולתן של פטריות שבודדו מדוגמאות של זבל מקולטר לעכב א. קולי מחזק את האפשרות הזאת. בעתיד ניתן יהיה לבחון את האפשרות להשתמש בפטריות כאלה כטיפול בזבל, שיפחית את שכחות דלקות העטין ברפת.

מסקנות

תוצאות המחקר מצביעות על כך שקלטור יומי עמוק של זבל הסככות שמעורבב עם הפרשות רטובות מביא למרקם אוורירי ויבש של הזבל. השרידות של א. קולי (ואולי גם של פתוגניים אחרים) בזבל המקולטר, נמוכה וקצרה יותר מאשר בזבל בלתי מקולטר. הסיבות לכך יכולות להיות היובש של הזבל המקולטר, אך גם התפתחות של פטריות שמעכבות א. קולי.

הבעת תודה - המחקר מומן ע"י המועצה לחלב.

תודותינו לצוותי רפתות בית דגן, נצר סירני והרדוף על שיתוף הפעולה. ■

עשרה תבדידי פטריות מסך 55 תבדידים שבודדו מזבל מקולטר עכבו את זן ה-א. קולי המסומן, בעוד שאף תבדיד של אקטינומיצטים מסך 31 תבדידים שבודדו לא גרמו לעיכוב.

דין

ממשק הרדוף לקלטור יומי עמוק של זבל הסככות וערבוב עם הזבל הרטוב פותח כדי לשפר את רווחת הפרות, לחסוך את הצורך במאצרה לזבל מדרכים רטוב ואת הצורך לשנע את הזבל למפעל קומפוסט. מפתחי הממשק, ובראשם **יום קלגוד**, גם טענו לירידה בשכחות דלקות עטין בסככות המקולטרות. מטרת המחקר שבוצע הייתה לבסס טענות אלה בכלים מחקריים. הקלטור גורם לחימום מסוים של הזבל, אך הוא אינו עובר תהליך קומפוסטציה מלא, התוצאות בניסוי בנצר סירני הצביעו על כך שהזבל המקולטר מתייבש ונוצר בו מרקם אוורירי, מה שמביא לפרות עם ציוני ניקיון גבוהים יותר ולירידה בשכחות דלקות עטין קליניות. הניסוי בדליים הוכיח שזן א. קולי, שבודד מהזבל, שרד פחות זמן בזבל המקולטר בהשוואה לזבל בלתי מקולטר. בתחילה תוצאות אלה יוחסו לתנאי היובש והאווריריות שמתפתחים בזבל המקולטר ואשר מעכבים את ה-א. קולי. אולם עמיתנו מהונגריה, **ד"ר ג'ורג' סאקאטש**, העלה את האפשרות שבזבל המקולטר מתפתחים מיקרואורגניזמים (מק"א) אשר מעכבים א. קולי ואולי אף חידקים פתוגניים נוספים. בספרות אין מידע רב אודות אינטראקציות מיקרוביאליות כאלה בזבל בקר; אך חוקרים העלו אפשרות כזאת. על קבוצות מיקרוביולוגיות שיכולות לעכב חידקים בזבל בקר נימנים אקטינומיצטים, קבוצת חידקים שחלקם יוצרים מושבות דומות למושבות של פטריות ואשר עשויים לייצר חומרים אנטיביוטיים, וכן פטריות שגם הן מייצרות חומרים כאלה. לשם כך, נערך הניסוי בצנצנות שבו חלק מהזבל עבר תהליך עיקור מסיבי, במטרה לחסל גם נבגים עמידים



הלל מלכה - המחלקה לבקר, שה"מ משרד החקלאות
hilmal@shaham.moag.gov.il



דני פלוזה - יועץ בתחום טיפול בפסולת
שותפים לניסוי: יותם קפלן, יוסי רז - רפת גינוסר

ניזוף שפכי מכון החליבה

באמצעות מתקן קומפוסטציה אינטנסיבי באורור מאולץ

קרן המחקר של מועצת החלב פועלת לביצוע ניסויים מגוונים לבחינת הזרכים האפשריות לניזוף שפכי הרפת ולא להעבירם למתקני המט"ש ובכך, להקל הרפתות והמט"שים לעמוד בדרישות הגבוהות לאיכות המים. דני פלוזה יחד עם הלל מלכה משה"מ, סיימו שנה ראשונה של ניסוי בניזוף שפכים ברפת גינוסר והתוצאות הראשונות מעודדות למדי - המחקר ימשך גם בשנתיים הקרובות

הוא בניית ערמת קומפוסט על מערכת אורור וביצוע התהליך ללא היפוכים. המתקן הוקם בתוך בור תחמיץ, בנוי בטון, באורך 21 מטר וברוחב 5.2 מטר. המערכת הניסיונית כוללת: מערכת אורור מאולץ, מערכת הזרמת שפכים ומערכת מדידת טמפרטורה. האוויר מזרם ע"י מפוח צנטריפוגלי (7.5 קו"ט) דרך שני צינורות פלסטיק, בקוטר 110 מ"מ, המונחים לאורך רצפת המתקן. הצנרת מחוררת בחורים בקוטר 8 מ"מ בצמדים כל 20 ס"מ. המפוח מופעל באמצעות טיימר.

שפכי הרפת בגינוסר כוללים את שפכי מכון החליבה וחצר ההמתנה ובנוסף, את המקטע הנוזלי המתקבל במפרדה המכנית שקולטת את זבל המדרכים. כל השפכים מנוקזים לבור תפעולי, שממנו נשאבים ומובלים בצינור ראשי לתחנת שאיבה וממנה השפכים נשאבים ל"מט"ש לבנים". לצורך הניסוי, הותקנה הסתעפות צדדית בקוטר 160 מ"מ על גבי הצינור הראשי, שממנה מתבצעת הזנת השפכים לניסוי.



מפוח וספחה

רקע

הטיפול בשפכי הרפתות קשה מאד, שפכים אלה גורמים לבעיות רבות במטש"ים ובמאגרי השקיה שאליהם הם מגיעים ולעתים, אף מונעים את השימוש בקולחים להשקיה. גם לאחר השלמת הרפורמה בענף החלב, נתקלות רוב הרפתות בארץ בקשיים למצוא פתרון סביר לטיפול בשפכיהן, וגם אם מדובר בפתרון קצה שאושר במסגרת הרפורמה. כיום, לא קיים פתרון ישים וכלכלי לטיפול קדם, שיביא את שפכי הרפת לעמידה בתקן הנדרש להזרמה לרשת הביוב, ולא נמצאה היתכנות לאף שיטה, מבין אלו שנבחנו במהלך יישום הרפורמה. יישום החוקים והתקנות של כללי תאגידי מים וביוב (שפכי מפעלים) מחייב את הרפתות לעמידה בתקנים במוצא הרפת, ללא אפשרות למהילה בשפכי היישוב שבו היא ממוקמת.

כיום, לא קיים פתרון ישים וכלכלי לטיפול קדם שיביא את שפכי הרפת לעמידה בתקן הנדרש להזרמה לרשת הביוב, ולא נמצאה היתכנות לאף שיטה, מבין אלו שנבחנו במהלך יישום הרפורמה

כתוצאה מהחלת כללים אלו, ייאלצו בעלי הרפתות לשלם סכומים דמיוניים למט"שים, בעבור הטיפול בשפכיהם.

במצב כזה, ברור שכל הפחתה בנפח השפכים היוצא ממערכת הרפת, תקטין במידה ניכרת, את הנזק הסביבתי ואת עלויות הטיפול בשפכים אלה.

מתקן הניסוי

מתקן קומפוסט ניסיוני, המבוסס על שיטת הקומפוסטציה המכונה "ערמה סטטית מאווררת" (aerated static pile), הוצב ברפת גינוסר. עקרון השיטה



ראש מים להזרמת השפכים

1. אוויר טרי מחליף את האוויר בנקבוביות של התערובת. במהלך פירוק ביולוגי אינטנסיבי, רמת החמצן באוויר בנקבוביות, יורדת וכתוצאה יורד קצב הפירוק. החלפה באוויר טרי, בריכוז חמצן גבוה, מאפשרת שמירה על קצב פירוק גבוה.

בשיטת הקומפוסטציה שנבחנה, לאוויר המסופק באמצעות מערכת האוורור המאולץ, יש תפקיד מרכזי בתפקוד המערכת

2. במעבר דרך הקומפוסט, האוויר שהוא קר ויבש יחסית, מתחמם וסופג לחות עד לרוויה. התהליך גורם להסעת מים בצורת אדים מן הערמה והחוצה. כמות המים המסולקת בדרך זו היא משמעותית. לדוגמה, אוויר שנכנס בטמפרטורה של 25 מעלות ובלחות יחסית 40%, יוצא מהקומפוסט בטמפרטורה של 65 מעלות ובלחות יחסית 99%, נושא בכל 1 מ"ק כמות של 0.23 ק"ג מים. ספיקת המפוח היא כ-2,300 מ"ק לשעה ומכאן, שבמהלך שעת עבודת מפוח, הערמה יכולה לנדף (תאורטית) כמות של כ-529 ק"ג מים.



מילוי התא ובניית הערמה



צינורות אוורור

שיטות וחומרים

נערכו שני מחזורי ניסוי: מחזור מס' 1 החל בחודש יולי ונמשך 4 שבועות, מחזור מס' 2 החל בחודש אוקטובר ונמשך 7 שבועות. בכל מחזור, המתקן מולא בתערובת של חומרי הגלם, ששהתה בו לכל אורך תקופת הניסוי. מערכת האוורור הופעלה לכל אורך תקופת הניסוי. מערכת הזרמת השפכים הופעלה לתקופה קצובה ברוב ימי הניסוי, על מנת לפזר על פני ערמת הקומפוסט את כמות השפכים הנדרשת. בתום מחזור הניסוי, הקומפוסט הוצא מתוך המתקן והוצב להבשלה על משטח אספלט בחצר הרפת. למדידת טמפרטורת הקומפוסט, הותקנה מערכת סנסורים ורישום אוטומטי, הכוללת 6 סנסורים נעוצים בצמידים, אחד בעומק 50 ס"מ ואחד בעומק 1 מטר, ובקר, המשדר לשרת מרכזי, כך שניתן לקבל נתונים באופן מקוון. רישום הנתונים בשרת מתבצע כממוצע שעותי לכל סנסור. המערכת הופעלה רק החל מאמצע מחזור ניסוי מס' 1, ולפני כן נמדדו הטמפרטורות ידנית ע"י מדחום עם דקר.

בשני הניסיונות הוכנסה למתקן הקומפוסט תערובת שהורכבה משלושה חומרי גלם, ביחסים נפחיים שווים: זבל רפת ממאצרות, זבל עופות מלולי פטם וגזם מרוסק. הכמות הכוללת הייתה כ-200 מ"ק תערובת בכל ניסוי. ערבוב החומרים, הכנת התערובת והכנסתה למתקן בוצעו באמצעות שופל. המתקן מולא לגובה ממוצע של כ-2 מטר. במחזור מס' 1 הוזרמו לתערובת בשעת המילוי שפכים, בכמות של כ-18 מ"ק.

הזרמת השפכים על פני הערמה התבצעה דרך ממטרות שהוצבו מעל הערמה, מהסוג המשמש לצינון בחצרות המטרה, בעלות פיזור קוני. בניסוי מס' 1 הוצבו 9 ממטרות, ובניסוי מס' 2 הותקנו 26 ממטרות. הצבת הממטרות מעל פני ערמת הקומפוסט הייתה בחלוקה אחידה, ככל הניתן. הזרמת השפכים התבצעה במהלך 2-4 שעות בכל יום, כאשר ביתרת הזמן, השפכים הוזרמו בקו הראשי למט"ש. בניסוי מס' 1 הוערכה כמות השפכים היומית שהוזרמה למתקן הקומפוסט על סמך מדידת המונה הראשי של מוצא השפכים. בניסוי מס' 2 הותקן מד ספיקה שמדד ישירות את הכמות המוזרמת למתקן הקומפוסט.

הוצאות ומסקנות

בשיטת הקומפוסטציה שנבחנה, לאוויר המסופק באמצעות מערכת האוורור המאולץ, יש תפקיד מרכזי בתפקוד המערכת. האוויר מזרם דרך הצנרת המחוררת, נע כלפי מעלה דרך הקומפוסט, ובמעברו גורם לשלוש השפעות:



החזת שפכים על ערמת הקומפוסט



חיישני טמפרטורה בערמת הקומפוסט

2. אטימה של נקבוביות המלאות באוויר. שתי התופעות הללו מקשות על תהליך הנידוף. ככל שהטמפרטורה יורדת, כך יורדת כמות המים המסולקים בתנועת האוויר. אטימה של הנקבוביות עוצרת את מעבר האוויר ומונעת נידוף. לכן תוספת המים חייבת להיות במידה הנכונה, כדי לאפשר את המשך התהליך. המטרה היא להגיע לאיזון נכון בין הפעלת המפוח במשטר הנכון מבחינת זמני הפעלה והפסקה, לבין כמות המים היומית המסופקת. במחזורי הניסוי הבאים יילמדו המנגנונים הנדרשים להגעה לאיזון הרצוי.

כמוכן, במחזורי הניסוי הבאים תיבחן ההשפעה של שינויים בהרכב התערובת על כושר הנידוף. ■

3. האוויר הטרי קולט חום מתוך הקומפוסט, בעיקר ע"י אדי המים. התהליך גורם לירידת טמפרטורה.

חשוב, אם כן, לאזן בין שלושת התהליכים הללו כדי להגיע לאופטימיזציה של המערכת. על פי חישובים, הזמן הנדרש להחליף את האוויר בחללים של התערובת הוא כשתי דקות, ולכן הפעלת המפוח בוצעה לפרקי זמן כאלו. ההשהיה בין ההפעלות נועדה כדי למנוע קירור הערמה באוויר עודף, וגם לחסוך בחשמל.

הוספת מים לערמה גורמת להשפעות הבאות:

1. קירור הערמה - המים המוספים הם בטמפרטורה נמוכה יותר מהקומפוסט.



ג'ורא ריטבו - החוג למדעי הסביבה, המכללה האקדמית תל חי
rytwo@telhai.ac.il
הילל מלכה - המחלקה לבקר, שה"מ משרד החקלאות
hilmal@shaham.moag.gov.il

פיילוט לשפכי רפתות המבוסס על טיפול באמצעות ננומרוכבים

ליאור אבידן, תום קניג, רועי לביא, מנשה לוי - המעבדה לכימיה פיזיקלית סביבתית, מיגל - מכון למחקר מדעי בגליל, קריית שמונה

שפכים רבים בתעשיות הקשורות לחקלאות, וביניהם שפכי רפתות, לרוב אינם מטופלים כראוי ועלולים ליצור מפגע סביבתי חמור. בדיקה שכללה 12 רפתות בארץ, מצאה שהן מייצרות 40-380 ליטר מים מזוהמים ליום לפרה, המכילים עומס אורגני גדול פי 20-50 משפכים ביתיים. הווה אומר שרפת ממוצעת של 300 פרות מייצרת 50-60 מ"ק ליממה של מים מזוהמים ביותר, אשר מתקני טיפול שפכים מתקשים לטפל בהם

פוחח על ידי המעבדה לכימיה פיזיקלית סביבתית במיגל (מכון למחקר מדעי בגליל), אשר הנו מכון מחקר יישומי, הפועל בתחומי הביוטכנולוגיה, התזונה, מדעי הסביבה, מדעי המחשב והחקלאות, ממוקם בקריית שמונה, ופועל בשיתוף פעולה הדוק עם המכללה האקדמית תל חי. במיגל, שהוקם בשנת 1979, מועסקים כ-60 מדענים בעלי תואר דוקטור, מתוך צוות של למעלה מ-150 חוקרים, מהנדסים, ותלמידים לתארים מתקדמים, שלומדים במסגרת מסלולי התואר השני בתל חי או באוניברסיטאות אחרות בארץ (הטכניון, האוניברסיטה עברית, אוניברסיטת בר אילן, אוניברסיטת תל אביב ועוד).

פיתוח הטכנולוגיה החל ב-2011, והיא מיושמת כבר שנתיים בהצלחה במתקן פיילוט ממומן על ידי הקהילה האירופית לטיפול בשפכי בתי בד ויקבים (www.misstow.eu - Misstow).

הטיפולים המקובלים להורדת מוצקים מרחפים (TSS) מורכבים משני שלבים: **קואולציה** - שבו מוסף חומר שמנטרל את מטען החלקיקים, ו**פלוקולציה** - שבו מוסף חומר נוסף המלכד חלקיקים ביחד לחלקיק גדול. לאחר שני השלבים הללו, מתבצע עוד תהליך הפרדה בסינון, שיקוע, הצפה או התקן דומה. מגרעות טיפולים אלו:

1. אין התייחסות לנושא הצפיפות של מזהמים אורגניים, הדומה מאוד לזו של מים.
2. יש צורך בשני מכלים שונים.
3. הזמן שלוקח התהליך הוא יחסית ארוך (1-6 שעות), מה שמביא לכך שמכלי טיפול ההמשך (שיקוע, למשל) חייבים להיות בנפח גדול מאוד, לאגור את השפכים שמצטברים.

ננומרוכבים

הטיפול בננומרוכבים מבצע את שני השלבים בעת ובעונה אחת. תרחיף

מה הבעיה בשפכי הרפת?

המדדים שמשמשים לבחון את מידת זיהום המים בחומר אורגני הם "צריכת חמצן ביוכימית" (צח"ב-BOD) ו"צריכת חמצן כימית" (צח"כ-COD). השני, לרוב מהווה מדד מהיר ואמין יותר לבדיקה. פרמטר נוסף המהווה גורם מגביל לפינוי השפכים הוא, סך המוצקים המרחפים (TSS). אף שמייחסים חשיבות מאוד גדולה לצח"כ, הורדת כמות המוצקים המרחפים, חשובה ואף הכרחית, לצורך המשך טיפול יעיל במתקן טיפול השפכים. כללי תאגידי המים לשפכי תעשייה קובעים ש-COD > 800 mg/L ו/או TSS > 400 mg/L נחשב כבר ל"שפכים חורגים". עלייה מעל 2,000 mg/L ב-COD, או מעל 1,000 mg/L ב-TSS, מהווה כבר למעשה "שפכים אסורים". באותו סקר של שפכי רפת שהוזכר קודם, נמצאו ערכים של COD > 10,000 mg/L, TSS > 4,000 mg/L.

המתקן הוקם במימון קרן המחקר של מועצת החלב וקרן המחקר של שה"מ (משרד החקלאות), ובסיועם של קולחי גליל עליון וקיבוץ כפר בלום

פתרונות אפשריים לבעיה

לנוכח רגולציה גוברת בתחום שפכי הרפתות בארץ, נעשים בשנים האחרונות מאמצים רבים לאיתור פתרון טכנו-כלכלי מתאים. בין הטכנולוגיות הנבחנות, קיימות שיטות הפרדה פיזיקו-כימיות שונות, לעתים, בשילוב עם טיפול ביולוגי.

טיפול בשפכים באמצעות ננומרוכבים לשם הורדת מוצקים מרחפים,

תוך כדי המחקר פותחה מתודה שמאפשרת קביעה אמינה ומדויקת של סוג המשקע (קואגולוקולנט) הדרוש והמינון שלו, המוגנת אף בפטנט. איור 2. מראה הוספת 2.5 מ"ל לליטר של תרחיף המכיל 5% ננומרוכבים. המספרים באיור מתארים את היחס בין הפולימר למינרל. ניתן לראות שננומרוכבים עם 240 מ"ג פולימר לגרם חרסית נותן, במינון הנבדק, תוצאת הצללה מצוינת, בזמן שהורדה או עלייה ביחס פולימר/חרסית פוגמת בתוצאה. לשם קביעת הסוג והמנה האופטימליים, מתבצעת מדידת מטען של תרחיף השפכים באמצעות מכשיר מסוג **Streaming current detector**. התאמת הטיפול והמינון מתבצעת על סמך שקלול של מנת הקואגולוקולנט הדרושה לנטרל את המטען הנמדד.

השימוש בננומרוכבים מאפשר לקבל ירידה של שני סדרי גודל בעכירות וב-TSS, בטיפול אחד, תוך 1-2 דקות. אך יתרון נוסף בטיפול הוא יצירת חלקיקים ("פלוקים") מספיק גדולים ויציבים, כך שניתן להפרידם באמצעות סינון יחסית גס (למשל 0.212 מ"מ). בבדיקות שנערכו מול קואגולנטים ופולקולנטים מסחריים בטיפול בשפכי רפת, התברר שאמנם כל הטיפולים מצליחים להצליח את השפכים לפני הפרדה, אם ממתנינים מספר שעות (אף שהננומרוכבים עושים זאת מיד!). אך בניסיון לסנן את השפכים, הפלוקים בטיפולים המסחריים המקובלים מתרסקים ועוברים את המסנן, והטיפול נכשל.

כפי שניתן לראות בטבלה המצורפת, למעשה רק הטיפול באמצעות ננומרוכבים מצליח להניב תוצאות מעולות לאחר סינון, של הורדת עכירות ו-TSS בצורה כמעט מושלמת. בדוגמה הספציפית המוצגת בטבלה, אף הורדת ה-COD כמעט מוחלטת. טבלה 1. מראה שאף הערכת העלות של הטיפול דומה לטיפולים אחרים, אך עם הבדל עצום ביעילות.

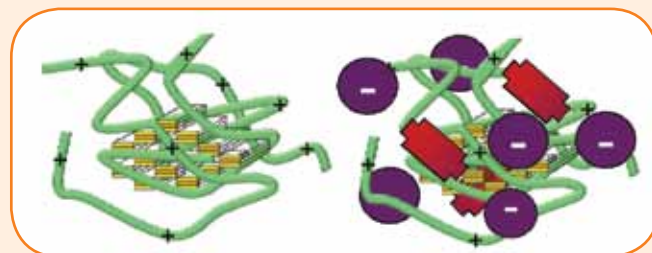
ראוי להדגיש, שמידת הצלחה בהורדת ה-COD תלויה מאוד בכמות החומר האורגני החלקיקי לעומת המומס: בשפכי רפתות הורדה זו נעה בין 95% 70% בשפכי יקבים (לצורך השוואה), שבהם כמות החומר האורגני המומס גדולה יותר, הורדת ה-COD היא רק 10%-30% אף שהצללה מצוינת.

טבלה 1. שפכי רפת מטופלים בננומרוכבים (NC16Z) לעומת טיפולים מסחריים כמו אלום (9) או קואגולנט מסחרי (FL45). ניתן לראות עכירות לפני סינון ועכירות, TSS, ו-COD לאחר סינון ברשת של 0.212 מ"מ. השורה השנייה מראה תוצאות סינון ללא הוספת חומרים

	לאחר סינון בנפה 0.212 מ"מ לפני סינון				
	אמדן מחיר €/מ ³	עכירות (NTU)	עכירות (NTU)	TSS (mg/l)	COD (mg/l)
גולמי לא מסונן		2200		4480	5463
גולמי מסונן			1510	2900	1520
NC16Z 2.5%, 16 ml/L	1.36	11	10	73	60
Alum 40%, 2 ml/L	1.00	19	1480	3630	1790
FL45- PD 40%, 0.6 ml/L	1.73	44	807	3230	1160

ננומרוכבים מוסף בכמויות ובעלויות דומות לאלו שבטיפולים הרגילים, אך ההוספה מתרחשת במכל יחיד (במקום בשניים) ופרק זמן של שניות (במקום דקות או שעות). התוצאות המתקבלות הן סילוק, כמעט מוחלט, של מוצקים מרחפים במים ממקורות שונים, וכך מתאפשר המשך טיפול יעיל יותר. במהלך פיתוח פתרון זה בוצעו בדיקות במגוון סוגי שפכים קשים (בתי בד, יקבים, רפתות, מחלבות, הצללת מים עם תכולת אצות גבוהה, ועוד). בכל המחקרים הללו הוכחה, הלכה למעשה, היכולת להוריד את העכירות ואת הכמות המוצקים המרחפים בשני סדרי גודל ואף יותר. במקביל הוגשו שבעה פטנטים בנושא.

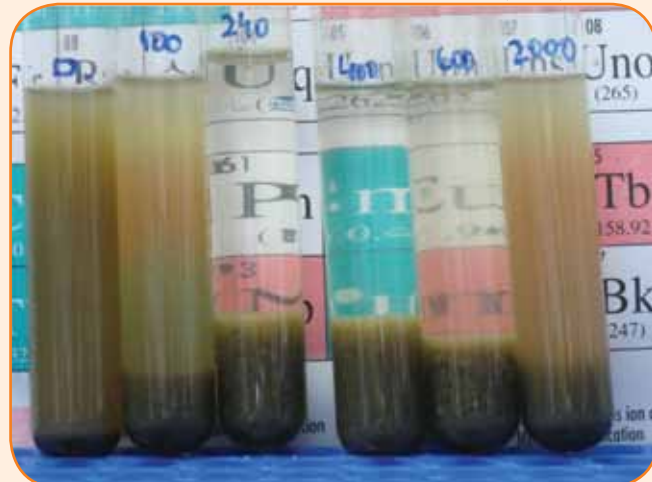
איור 1: איור של ננומרוכב על בסיס מינרל חרסית ושרשראות פולימרים טעונים. האיור משמאל מראה את החלקיק עצמו, והאיור מימין ממחיש ננומרוכב שקשר אליו חלקיקים מרחפים מהשפכים



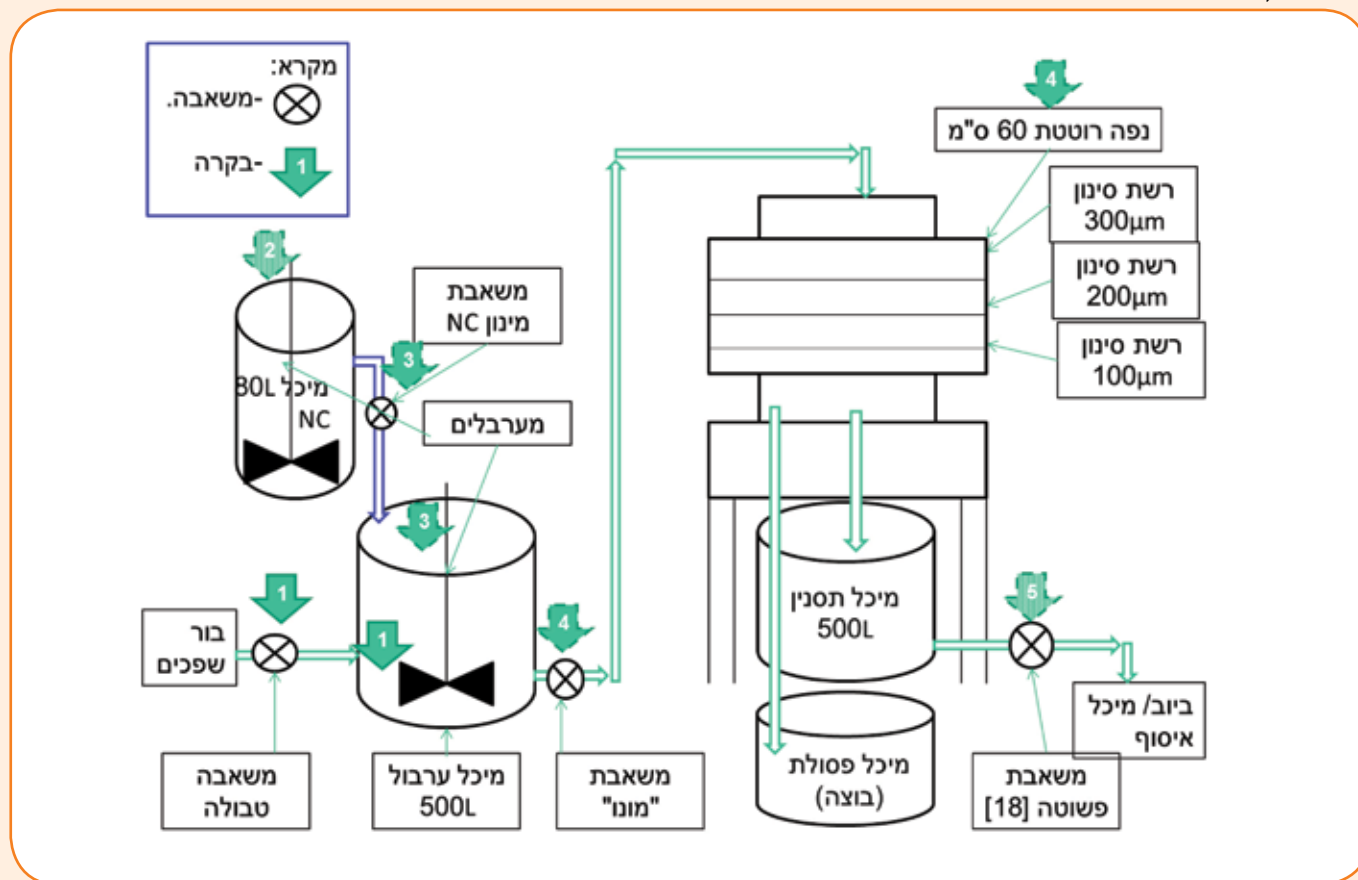
עקרון הפעולה מתבסס על השימוש בננומרוכבים (nanocomposites), המהווים שילוב של מינרלי חרסית עם פולימרים (איור 1). השימוש בתרחיף של חלקיקים אלו מאפשר להתגבר על שלוש תופעות שונות במקביל:

- המטענים של זנבות הפולימר נקשרים למטענים שבחלקיקים המרחפים (קולואידיים) שבשפכים ומנטרלים אותם, וכך מתבטלים כוחות הדחייה בין קולואידיים שנמצאים בתרחיף בשפכים
- הרבה קולואידיים מתחברים במקביל לחלקיק "ננומרוכב" אחד, עם "זנבות" של פולימרים. כך נוצר חלקיק גדול המצליח להתגבר על כוחות החיכוך ההידרודינמי המפריעים לו לנוע בתרחיף (איור 1, מימין).
- החלקיק המינרלי הצפוף יותר מהווה "עוגן הפרדה" בעל צפיפות גבוהה פי 3 מצפיפותם של חלקיקים קולואידיים אורגניים.

איור 2. הדגמה של טיפול בשפכי רפת. ניתן לראות את הטיפול האופטימלי באמצעות ננומרוכבים המבוססים על 240 מ"ג פולימר לגרם חרסית (הסבר נוסף בטקסט)



איור 3: תרשים המתקן: משמאל (למטה) מכל הטיפול עם המערבל. מעליו מכל תרחיף הננומרוכבים. מימין הנפה ומתחתיה מכל איסוף השפכים לאחר הפרדתם. החיצים מראים את התקני הניטור והבקרה: 1. משאבה טבולה בבור השפכים מקבלת מזרימה שפכים למכל הטיפול (2) מערבול במכל הננומרוכבים. מפעילה את המערבל ושומרת על תרחיף הומוגני. (3) משאבת הננומרוכבים מזריקה מנה מבוקרת, תוך ערבול מכל הטיפול. (4) משאבת ריקון מכל הטיפול, מופעלת כדקה אחרי שהזרקת הננומרוכבים מסתיימת. (5) מצוף מהפעיל משאבה לריקון המכל מתחת לנפה והעברת השפכים ללא TSS להמשך צנרת הביוב



איור 4: צילום של מתקן הפיילוט: משמאל (מקדימה) מכל הטיפול ובראשו מערבול. מאחוריו מכלי הננומרוכבים. מימין הנפה ומתחתיה מכל איסוף השפכים לאחר הפרדתם. משמאל לשולחן עליו עומדת הנפה - ניתן לראות את המשאבה שמעבירה ממכל הטיפול לראש הנפה



מתקן הפיילוט

על בסיס פיתוח זה הוקם בתחילת 2014 מתקן פיילוט אשר מטפל בשפכי רפת כפר בלום. המתקן (ראה איורים 3, 4) מבוסס על מכל עם ערבול שאילו מוזרק תרחיף הננומרוכבים במינון הדרוש. לאחר כדקה, השפכים עם הפלוקים מועברים במשאבה לנפה רוטטת. הבוצה מופרדת למכל צדדי, ומפונה ביחד עם שאר מוצקי הרפת, בזמן שהשפכים המטופלים מוזרמים למערכת השפכים של היישוב.

המתקן הוקם במימון קרן המחקר של מועצת החלב וקרן המחקר של שה"מ (משרד החקלאות), ובסיועם של קולחי גליל עליון וקיבוץ כפר בלום, אשר בנוסף, העמיד לרשות הניסוי מתקנים וכוח אדם. המתקן נמצא בהליכי בחינה ראשוניים, ומטפל כרגע בכ-0.5-1.0 מ"ק ליום. התוצאות מבטיחות מאוד, ותוך מספר שבועות ייכנס לפעילות אוטומטית באמצעות בקרה ממוחשבת ויגיע, אם הכול התנהל כשורה, לכ-6-8 מ"ק ליום.

מתקן הפיילוט, במידה ויסתבר שהוא מצליח להביא את השפכים לרמה הרצויה מבחינת TSS ואף מבחינת COD, יוכל לשמש דוגמה למתקנים דומים וגדולים יותר שיטפלו במלוא התפוקה היומית של רפת ממוצעת. ■