

# לתועלת האדם

האדם למד להכין יין, גבינות, לחם וגם להחמיץ מלפפונים על-ידי רתימת הטבע לתועלתו, כך גם בביוטכנולוגיה. התחום התפתח כך, שהודות להבנת התהליכים הביולוגיים ברמה המולקולרית ופיתוח טכנולוגיות הנדסיות חדשות, מתאפשר לנו להרחיב ולנצל את המיקרוביולוגיה לטיפול בפסולת, במים, בשפכים ובקרקעות מזוהמות

הטיפול בכוצת שפכים הידועים זה עשרות שנים. ייחודיות התהליך של חיץ אקולוגיה היא שניתן ליישם את הטכנולוגיה, לטיפול באשפה בלתי ממוינת במקור. המתקן משלב קליטה וטיפול יעילים בפסולת יחד עם השבת חומרים כגון מתכות, פלסטיק וכן ייצור אנרגיה נקייה. תהליך הטיפול בפסולת מוצקה, שפותח על-ידי החברה, מבוסס על תהליך ביולוגי מבוקר, המתחשב בתנאים המתאימים לשלבים השונים במהלך הטיפול הביולוגי.

כל שלב בתהליך הטיפול הביולוגי מתבצע בתנאים המתאימים, עובדה המביאה להגדלת קצב פירוק הפסולת במספר סדרי גודל. השלב הסופי בפירוק הביולוגי של הפסולת, השלב המתנוגני - יצירת גז המתאן, הוא תהליך מגביל קצב, הרוש את המירב בשמירה על תנאי ובקרת תהליך המתאימים. כתסיסה המתאנוגנית, התהליך הביולוגי האחרון כשרשרת פירוק הפסולת, נוצר הביורגז, המנוצל כיום בעולם כמקור אנרגיה יעיל ליצור קיטור.

בין יתרונות התהליך שפותח ניתן למנות את האפשרות ליצור אנרגיה חשמלית "ירוקה" תוך שימוש בביורגז, מיחזור אפקטיבי של חומרים בלתי פריקים, כגון פלסטיק, זכוכית ומתכת, הפחתה משמעותית ביצירת "אפקט החממה" כתוצאה מרתימת הביורגז ליצור אנרגיה, במקום שיחוררו לאוויר.

התהליך מנטרל גם מפגעי ריח ומונע יצירת מפגעים חזותיים. באמצעות התהליך גדל שיעור מיחזור הפסולת וניתן למחזר יותר מ-90% מהפסולת. המתקן הפועל כיום בארץ, הממוקם בתוך תחנת המעבר לפסולת בחיריה, קולט כמאה טונות אשפה עירונית גולמית מדי יום, המגיעה למתקן במשאיות.

## LDD - רותמים מיקרואורגניזמים לטיפול בקרקעות מזוהמות

חברת LDD טכנולוגיות עוסקת בתחום הטיפול בזיהום קרקע מים בחומרים רעילים. החברה פיתחה מיומנות מיוחדת בתחום הטיפול הביולוגי בזיהומים אורגניים קשי פירוק, באמצעות חיידקים ופטריית. שיטות אלו מהוות אלטרנטיבה ירידותית יותר לסכיבה מאשר השיטות הקונבנציונליות, שהן בעיקרן שיטות תרמיות ופיסיקו-כימיות.

בנוסף להיותו יותר ירידותי לסכיבה, הטיפול הביולוגי, כפי שנעשה בחברת LDD, הוא בדרך-כלל זול יותר מאשר הטיפול התרמי, או הפיסיקו-כימי.

איץ היעד הראשונה שבה פעלה החברה הייתה ספרד. ספרד הצטרפה לפני מספר שנים לשוק האירופי המשותף, ומחויבת להתחיל לטפל בקרקעות מזוהמות בהתאם לתקן האירופי. התקן אינו מאפשר יותר להטמין קרקעות מזוהמות במטמנות לפסולת גושית או ביתית, אלא בתנאים מחמירים מאוד, ומצד שני, מעורר מאד את נושא מיחזור הקרקעות המזוהמות בדרך של טיפול. כמקביל, התעשייה בספרד היא בהיקף גדול, האוכלוסייה בערים הגדולות גדלה ועלויות הקרקע כאתרים רבים עולה על ערך הקרקע ביקרים שבאזורי ישראל. בספרד, כמו במדינות ובערים אחרות באירופה, ישנה מגמה חזקה



ד"ר אופירה אילון

המערכות הביולוגיות (חיידקים, שמרים, אצות, פטריות, רקמות תאים, אנזימים וכו') צריכות לקיים את עצמן, הן צורכות פחמן וחומרים אחרים כמקור אנרגיה שממנו נבנה גופם. כל אותם מיקרואורגניזמים אוכלים, מתרבים ו...מתים. אולם, אנחנו יכולים לרתום מערכות אלה לתועלת האדם.

השוק הסביבתי העולמי כולל תשתיות חינוכיות הנדרשות לקיומו של האדם ולרווחתו, לרבות ייצור אנרגיה נקייה ואנרגיה מתחדשת, ניטור ובקרת זיהום אוויר, הפקת מים ואספקתם, טיהור שפכים וניצול תוצריהם, טיפול מתקדם בפסולת עירונית ומסוכנת ועוד.

השוק הסביבתי כולל גם טכנולוגיות המאפשרות שימוש בתהליכים לחומרי דיזון והרברה, ותהליכים לנוזלי קירור ודלקים המסוכנים לאדם או לסביבה. זהו שוק עתיר ידע המספק מערכות ניהול וטכנולוגיות לצמצום פליטת מזהמים ולהפחתת סיכונים, לניצול מושכל ויעיל של משאבים, לייעול תהליכי ייצור ולשיקום מערכות אקולוגיות.

אציין להלן את התחומים המובילים היום בשוק הביוטכנולוגיה הסביבתית וארגים מספר טכנולוגיות סביבתיות בכל תחום.

שינוי האקלים והתחממות כדור הארץ - בהקשר זה אציין את תחום האנרגיה החלופית (ביומסה להפקת אנרגיה, הפקת אנרגיה מתסיסה אנאירובית של פסולות).

הגנה על הקרקע - כגון טיפול ביולוגי בקרקעות מזוהמות, פיתוח תחליפים ביולוגיים לחיטוי הקרקע הקונבנציונלי שכיום נעשה עם מתיל ברומיד האסור השימוש עפ"י פרוטוקול מונטריאול, בגלל פגיעתו בשכבת האוזון. בנוסף, פיתוח ושימוש בשיטות אגרו-אקולוגיות לשימור קרקעות.

ייצור וצריכה בני-קיימא - לרבות טכנולוגיות לטיפול בפסולת (כולל פסולת מסוכנת), מיחזור והשבת משאבים, תהליכים, חומרי גלם ומוצרים 'נקיים' כולל כיו ונגרטרטכנולוגיות להשגת ייצור וצריכה בני קיימא.

מים - לרבות מערכות ביולוגיות לטיפול במים ובשפכים. במסגרת התערוכה הבינלאומית השלישית לטכנולוגיות סביבתיות שנערכה ביוני 2004 בתל-אביב, יזם מוסד ש. נאמן, יחד עם המישרד לאיכות הסביבה, יום עיון לקידום טכנולוגיות סביבתיות ישראליות. הסקירה המובאת להלן לקוחה מתוך מסמך שהוכן לקראת הכנס.

## חיץ אקולוגיה - רותמים חיידקים לטיפול בפסולת עירונית מוצקה

מומחי חברת חיץ אקולוגיה פיתחו שיטה חדשנית לטיפול בפסולת מוצקה המשלבת את מכלול הדרישות ממתקן המטפל בפסולת מוצקה. פיתוח התהליך החל ב-1997 והוא מתבסס על עקרונות



“שנים רבות מטופלים כל השפכים של גוש דן במתקן השפדין. הטיפול בשפכים הוא טיפול ביולוגי קונבנציונלי באמצעות בוצה משופעלת, ובאשר מתרחשת תקלה במתקני השפדין מיד יוצאות הכותרות באזהרה חמורה שאסור לרחוץ בים. חשוב לדעת כי מדי יום מוזרמת בוצת השפכים ממתקן הטיפול לים”

המוצר מותאם לצרכים השונים של טיפול במי שפכים במגורים השונים. במתקני טיפול בשפכים עירוניים ניתן להגדיל את הקיבולת של מתקנים קיימים באמצעות הגברת הפעילות הביולוגית, הקמה ותפעול מתקנים יציבים ופשוטים לתפעול, לטיהור שפכים ביישובים קטנים, וסילוק תרכובות חנקן.

במתקני טיפול בשפכים תעשייתיים ניתן לייעל את הטיפול בשפכים בעלי הרמה הגבוהה של חומרים פריקים ביולוגית. יישום תהליך AGAR כמתקן טיפול בשפכים משפר את ביצועי המתקן בעלות נמוכה יחסית להלופות הקיימות כיום.

באמצעות התהליך קיימת אפשרות לשרדג את איכות מי הקולחים ללא צורך בכניית אנגי אוורור חדשים, להגיע לחיסכון באנרגיה כתוצאה מעילות גבוהה בהעברת חמצן, לסלק ביעילות תרכובות חנקן, ולהפחית כמות ביומסה עודפת. ■

הכותבת היא מהנדסת מזון וביוטכנולוגיה ומשמשת כיום כמנהלת תחום איכות הסביבה במוסד ש. נאמן בטכניון



visualphotos. com

“השוק הסביבתי העולמי כולל תשתיות חיוניות הנדרשות לקיומו של האדם ולרווחתו, לרבות ייצור אנרגיה נקייה ואנרגיה מתחדשת, ניטור ובקרת זיהום אוויר, הפקת מים ואספקתם. זהו שוק עתיר ידע המספק מערכות ניהול וטכנולוגיות לצמצום פליטות מזהמים ולהפחתת סיכונים, לניצול מושכל ויעיל של משאבים, לייעול תהליכי ייצור ולשיקום מערכות אקולוגיות”

## החידקים בבוצת השפכים מפרקים את החומר האורגני בהם

“שלום קאקי, שלום פיפי, נתראה בים”, אומר נפתלי, בספר “סיר הסירים” מאת אלונה פרנקל, עת למד להשתמש בשירותים כמו גדול. אנחנו, לעומת זאת, לא ממש רוצים לפגוש את כל אלה כשאנו רוחצים בים. שנים רבות מטופלים כל השפכים של גוש דן במתקן טיפול השפד”. הטיפול בשפכים הוא טיפול ביולוגי קונבנציונלי באמצעות בוצה משופעלת, וכאשר מתרחשת תקלה במתקני השפד”ן מיד יוצאות הכותרות באזרה חמורה שאסור לרוחץ בים. חשוב לדעת, כי מדי יום מוזרמת בוצת השפכים ממתקן הטיפול לים. חשוב להסביר כאן עובדה חשובה. בוצת השפכים עצמה היא בעצם חידקים שאותם רתמנו כדי שיפרקו את החומר האורגני שבשפכים. הבעיה בסילוק בוצה זו לים היא, שמעבר לנוכחות החידקים, מוזרמים יחד איתה גם מתכות כבדות וחומרים מזהמים אחרים, שהגיעו עם השפכים למכון הטיפול. ע”י מניעה של כניסת חומרים אלה מלכתחילה למכון הטיפול, נוכל להפחית בצורה משמעותית את פוטנציאל הזיהום מהמכון.

של סגירת מפעלים בתוך התחום העירוני והעברתם לפריפריה. פעילות זו מהיכת ביצוע סקרים למציאת זיהום קרקע ומי תהום ולשיקום, לפני שהשטח משנה ייעור למגורים או למסחר. המשמעות היא, כי ספרד תצטרך ל”ייש קו” בשנים הקרובות עם יתר מדינות אירופה בנושא הטיפול בקרקעות מזהמות. הפרויקט הראשון להדגמת יכולת טיפול בזיהום במזוט שדלף מהמיכלית הטבועה “פרסטיג”, סלל את הדרך להרחבת קשרים בספרד ולהגדלת היכולת להתמודד על פרויקטים משמעותיים בתחום.

### אקוויז - רותמים חידקים לטיפול אינטנסיבי בשפכים

התהליך AGAR(tm) - Attached Growth Airlift Reactor, מבוסס על ביומסה (צבר חידקים) מקובעת, הניתן ליישום בשדרוג של מתקנים קיימים לטיפול במי תהליך או כטיפול אינטנסיבי במי שפכים בדרגת זיהום גבוהה, להקמת מתקני טיהור שפכים חדשים (שפכי בעלי חיים או שפכים תעשייתיים).

התהליך מבוסס על הגדלת כמות החידקים האקטיביים, הגורמת להגברת רמת הפעילות הביולוגית. הגברת רמת פעילות זו, מאפשרת הגדלת יכולת המערכת לסלק מרכיבים אורגניים ספציפיים, כמו תרכובות חנקן.