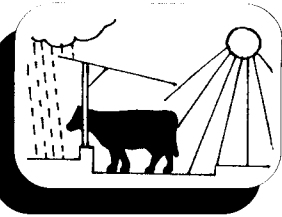


הרפת והסביבה



צמחים לטיהור הקרקע ממתכות כבדות

מתוך מאמרו של דר' Christian Bickert
Agrifuture, Spring 1999

חרדל, חמניות או צפצפות לצורך ספיגת מתכות כבדות, תרכובות אורגניות ואפילו מתכות רדיו־אקטיביות מתוך האדמה. חברה אחת (Phytotech) ניקתה אתר שקודם לכן שימש מפעל לייצור מצברים תוך שנתיים באמצעות גידול זנים מיוחדים של חרדל. למעשה, הגבעולים המיובשים של הצמח הכילו

תחת הכותרת הזאת הביא הרבעון האירופי הידוע מלפני כשלוש שנים כתבה העוסקת בבעיה מיוחדת דוקא לעולם התעשייתי המפותח, עולם בו הנוכחות של חומרים מזהמים – מתכות כבדות, תרכובות כימיות אורגניות קשות לפירוק – מהווה בעיה מחמירה חשובה. לא מדובר בקרקע חקלאית בלבד,

אלא גם ובמידה הרבה יותר גדולה באתרים תעשייתיים לשעבר מסוגים רבים: מכרות, מאגרי פסולת ומקומות שפעם שימשו תעשיות פעילות, בכלל. גם בישראל ניתן לסמן מקומות כאלה – ובעיקר לאחר שזיזו סו"ס את אותם מפעלים מזהמים מקרבם לישובים ועוד יותר מאזורים של מיתתהום שאמורים לשמש כמיי שתייה.

עד היום היה מקובל להעמיס ולהוביל אדמה מזוהמת כדי לשפכה רחוק מעין רואה (המדבר אצלנו). עתה ישנה אפשרות וסיכוי לטהר את האדמה המזוהמת במקום באמצעות צמחים מיוחדים המסוגלים לספוג חומרים מזהמים. אמנם, התהליך יותר ארוך והוא מטפל רק בשכבות האדמה העליונות, אך מאידך התהליך עם הצמחים הרבה יותר זול.

בינתיים צמחו בארה"ב מספר חברות שהתמחו בשימוש של גידול



לדונם/שנה. אולם, מאחר שהצמחים אינם מבחינים בין אבץ וברזל, באדמות עתירות ברזל ספיגת האבץ מוגבלת או אפסית. אותו דבר עשוי להיות נכון גם לגבי צמחים אחרים, באשר הספיגה של מתכות כבדות היא כללית ולא ספציפית, בדרך כלל.

חוקרים אמריקאים מנסים צמחים שהושבחו גנטית לצורך טיהור קרקע המזוהמת בכספית (Hg). כך באוניברסיטה של ג'ורג'יה, ארה"ב החדירו גן חידקי לצמחי Thale cress (*Arabidopsis thaliana*), לצפצפות צהובות וגם לטבק אשר מסייע לשינוי יוני כספית לכספית בסיסית על ידי הצמחים, אשר בשלב נוסף משחררים את החומר לאטמוספירה.



מין חמצוץ (Penny cress)

שיעור כה גבוה של עופרת, שהיה כדאי להתיק את החציר ולהפיק ממנו מתכת לשימוש חוזר. כמו כן, צמח החרדל עשוי לשמש לצורך ספיגת קדמיום (Cd), כרום (Cr), ניקל (Ni) ואפילו אורניום (U) מתוך הקרקע. נסיונות רשמיים בארה"ב הראו, שבאפר של זן חרדל שגודל באתר מזוהם בקליפורניה נמצא שיעור של עד 15% ניקל.

מתכות רדיו-אקטיביות כמו צזיום (Cs) וסטרונטיום (Sr) נספגות באופן יעיל על ידי זן מסוים של חמניות. נראה שבאירופה (ואולי עוד מקומות) השוק לזן כזה של חמניות מוגבל ביותר, כמו לאזור צ'רנוביל אחרי האסון שם. לעומת זאת, במקומות באירופה אפשר למצוא אתרים עם ריכוז אבץ (Zn) וקדמיום. מבין הצמחים המסוגלים לספוג שיעורים גבוהים במיוחד של אבץ נמצאים זנים אירופיים של Penny cress (*Thlaspi arvensis*), (מעין חמצוץ-הנחל, כך נדמה לי). בעוד ברוב הצמחים ריכוזי אבץ של 500 חל"מ גורמים נזק לעלים, החמצוץ האלפיני (*Thlaspi alpina*) לא הראה שום סימן של עיכוב צמיחה אפילו בריכוז פי 60 (= 30,000 חל"מ). מחקר של משרד החקלאות האמריקאי הראה צמחים אלה מסוגלים לספוג עד כדי 2.5% אבץ, כך שאם נוהגים שיטות גידול מתקדמות מניחים להפיק יבול של 500 ק"ג/ד' חומר המגיב כ-12.5 ק"ג אבץ

Useful links

- **Agricultural Research Service**
<http://bob.soils.wisc.edu/~barak/soils/science326/ages.htm>
- **University of Georgia**
<http://www.genetics.uga.edu/RBMSite/Abstracts.html#anchor40901557>
- **PhytoWorks Inc.**
<http://www.phytoworks.com>
- **Phytotech Inc.**
<http://www.phytotech.com/menu.htm>
- **D. Glass Associates**
<http://www.channel1.com/users/dglass/INFO/phytexec.htm>

עד פי חמישה, ועדיין גדל. עיקר היישום של השיטה נמצא בקשר לספיגה הביולוגית מתוך מי-תהום ורק כ-20% מזה נובעים מטיהור קרקעות מזוהמות במתכות כבדות.

הערת מערכת 'משק הבקר': המאמר המובא כאן מתכוון להפנות את תשומת הלב של האחראים לאיכות הסביבה לפתרונות יצירתיים נוספים לאלה שעד כה לא שמענו עליהם. לנוחיות כל מי שמתעניין בנושא, פה בצמוד מובאים קישורים לגופים ומוסדות העוסקים במה שנקרא בלעז phytoremediation. נשמח לפרסם תגובות והשגות בנושא זה ובדומים לו (מ.מ.).

גם צמחים של גידולים חקלאיים מסוגלים לספוג כמויות גדולות של מתכות כבדות מתוך האדמה. נסיונות באוניברסיטת הוהנהיים, גרמניה הראו שמחזור של תירס, שעורה ושבולת-שועל מסוגל לסנן אבק, קדמיום וכספית מתוך קרקע מזוהמת.

אמנם עדיין מוקדם לסכם באשר לאפשרויות וסיכויי השוק לאמצעים הצמחיים לטיהור קרקע. מכל מקום, בארה"ב מעריכים שכבר בשנת 1998 נפח השוק עבר את 20 המיליון דולר וקרוב לודאי סכום זה כבר גדל פי שלושה

'משק הבקר והחלב' מתעניין באיכות הסביבה (בין היתר)

שלמות האיזכור של הנושא במסגרת הפתרונות השונים לבעיה כאובה – טיהור מים – כאן בהמשך הטקסט המצומצם למדי.

בחברת מס' 247, דצמבר 1993 כבר הבאנו מידע על השימוש בצמח יקינתון-מים באגני שפכים במטרה של סינון ביולוגי, שלמען

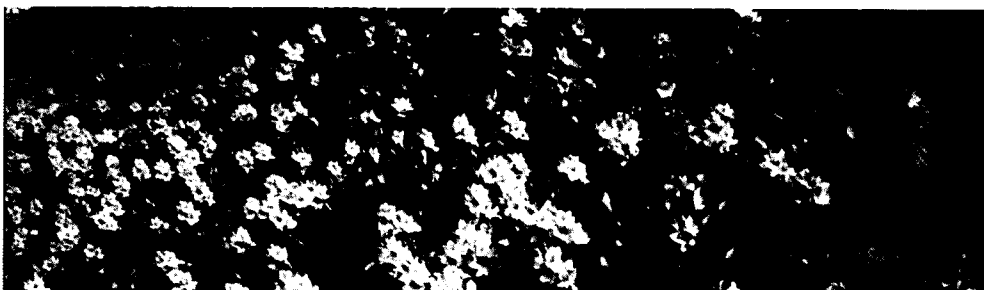
יקינתון-מים באגני שפכים – סינון ביולוגי

יוצא מן הכלל במונחים של ביו-מסה, כאשר הוא גדל במים חמים יחסית (30-20 מע"צ) עשירים בגורמים מזינים/מדשנים. בניסויים במדינת מיסיסיפי נמצאו יבולים של 60 ק"ג חומר יבש לדונם/ליום, בעוד שבסודן הגיעו לכמויות מעל ל-100 ק"ג ח"י/דונם/יום. הערכתם של חוקרים שונים היא, שיקינתון-המים מסוגל ל"סנן" את שאריות החנקן והזרחן מבריכה בגודל 10 דונם עבור יישוב של עד 800 בני-אדם.

המחקרים והניסויים שאפו לקבוע את סדרי הגודל של מספר מדדים בעלי השלכה מעשית על הגידול של יקינתון-המים בתור "מסננת ביולוגית".

בארצות שונות נערכו ניסויים בדבר הגידול של צמחי-מים מסויימים לצורך טיהור שפכים עירוניים ושל בע"ח, כאשר המטרה היא כפולה – גם טיהור השפכים מריכוזי יסודות אורגניים וכימיים, וגם ניצולם במשק החקלאי. מסתבר, שצמחי-המים הצפים מתאימים ביותר למטרת סילוק יסודות מדשנים/מזינים ממי-השפכים, משום צמיחתם המהירה ובגלל קלות האסיף שלהם מתוך אגני השפכים.

מבין הצמחים שנחקרו ביתר הרחבה נמצא יקינתון-המים (Water Hyacinth, Eichhornia crassipes). כפי שהוכח, לצמח זה פוטנציאל ייצור



הלאומי (האיטלקי) למחקר אנרגיה גרעינית.

המאמר הקצר הזה הובא בזמנו במסגרת טיפול אינטנסיבי בכל הנוגע לממשק זבל ושפכים (בחוברת 247 הנ"ל יותר מ-40 עמודים הוקדשו לנושא). בלחץ התקנות והצווים וההנחיות המחמירות בכל נושאי איכות הסביבה היה מעניין לדעת, מה נעשה בשטח הטיפול הטבעי (phytoremediation) בשפכים אצלנו. לא מספיק לאסוף את זבל בעלי-החיים ולערמו עד השמיים – אלא יש צורך ובעיקר מטעמים כלכליים להשתמש בזבל ושפכים חקלאיים וכמובן, גם עירוניים: דישון מבוקר ומותאם לכל סוג קרקע ולכל גידול ומטע הם רק כיוון אחד של פתרון, בעוד הפקת האנרגיה הגלומה בפסולת ובשפכים היא נכס כלכלי מציאותי בהחלט.

שאלה אחרונה להיום: נהוג לאסוף בקבוקי פלסטיק לצורך מיחזורם – ובטלוויזיה ראינו שזורקים אותם בחבילות מהודקות היטב באתר הלאומי רמת חובב, כי חברות המים המינרליים לא רוצות להתעסק עם זה. אז אולי אפשר למחזר את הבקבוקים ולייצור מהם יריעות ומשטחים פלסטיים גדולים לדיפון בריכות שיקוע, מאגרי שפכים ובריכות-חימצון וכדומה, כדי לסייע לשמידת מי-התהום. נשמח לשמוע מקרב קוראי בטאונו הערות ורעיונות יצירתיים נוספים ולפרסמם לטובת הכלל.

- שיעור הצמיחה של הגידול במי-שפכים מדוללים כפי שהם יוצאים ממתקן האיסוף;
- צפיפות הצמחים לצורך מירב פוטנציאל הטיהור;
- זמן השהייה המינימלי ביחס לכניסת השפכים לבריכה;
- הקטנת הגורמים המכבידים מבחינה אקולוגית ביציאת השפכים מן המסננת (כגון חנקן, זרחן, גפרית, pH, COD, טמפרטורה);
- פיתוח מערכת דינמית המתאימה למתקני שפכים שונים בשטח;
- שינויים בטמפרטורת המים בבריכה כתוצאה של אידיוי ואבדן נזלים דרך הצמחים. בניסויים שונים במקומות שונים בעולם הגיעו לתוצאות טובות לגבי יכולת הטיהור של שפכים באמצעות גידול יקינתון-המים, יבולים שנתיים של 20 טונה ח"י לדונם נחשבים לממוצא מקובל בניסויים. נדמה, שאין בעיות מיוחדות בגידול הזה. אולם, לא דווח על השימוש בגידול הצמחי האדיר – האם מתאים להזנת בעלי-חיים בכלל, ובקר בפרט? האם יכול להתהוות ריכוז שאריות של יסודות בלתי רצויים (מתכות כבדות) בצמחי היקינתון?
- מן הראוי להקדיש תשומת-לב לנושא ולחקור את האפשרויות הגלומות בו, הן לגבי טיהור השפכים, הן ביחס לאפשרות השימוש ביקינתון להאבסת בקר.
- רב הנתונים דלעיל נלקחו מפירסום של CNEN, המרכז



איים של יקינתון-מים צפים עם הזרם והרוח בלגונה של אבידג'ן, מבלי להפריע לאניות הגדולות – ולהפך.