



האגודה הישראלית למדעי הקרקע

ספר תקצירים של הכנס השנתי

28 לאוקטובר 2024

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, רחובות



וועדה מארגנת- גיל אשל, רביד רוזנצווייג, נמרוד שוורץ ונטלי תורן

הכנס יתקיים בשפה העברית

תכנית הכנס (אודיטוריום כהן)

8:30-9:00		התכנסות
9:00-9:10		דברי פתיחה וברכות
9:10-10:50		מושב 1
9:10-9:30	שמוליק פרידמן	אפקט Wien במערכות קולואידליות: שזיטה חדשה לאפיון הרעילות הביולוגית של קרקע מזוהמת במתכות כבדות
9:30-9:50	נדב בקין	תעלומת קיבוע הפחמן בקרקעות מדבריות
9:50-10:10	מיכאל בוריסובר	Does a Humic Model Disintegrate Upon Dilution? A Molecular Dynamics Simulation
10:10-10:30	גיא לוי	Optical properties of water-extractable organic matter from soil respond to changes in irrigation water quality
10:30-10:50	אילן בן-נח	שימוש במודלי רשת לקביעת סטטיסטיקת זרימה ופרמטרים הידראוליים בזרימה יציבה בתווך לא רווי
10:50-11:10		הפסקת קפה
11:10-12:50		מושב 2
11:10-11:30	לטם רובינס	שינוי תכונות החול לאורך חופי ישראל בתקופות קדומות לפיתוח שיטות חקלאיות לניצול מי התהום הזמינים
11:30-11:50	סתיו שרף	Sodic soil remediation and its effects on soil properties and crop performance in an olive grove
11:50-12:10	אלנתן גולן	מנגנונים כימיים, פיזיולוגיים ומיקרוביאליים על פני שטח העלה המאפשרים קליטת זרחן מסופות אבק דרך העלים
12:10-12:30	דויד ילין	כמה חרסית וסילט יש בקרקעות החקלאיות בישראל, והמשמעות לאצירת פחמן
12:30-12:50	סוניה אלטיזצר	Impact of Natural and Synthetic Polymers on Soil Stability: Insights from SIP and Chemical Analysis
12:50-13:00		פוסטרים - הצגות בזק
13:00-14:00		ארוחת צהריים + פוסטרים
14:00-14:45		אספת אגודה ופרס מוקדי
14:45-15:00		הפסקה
15:00-16:40		מושב 3
15:00-15:20	אביתר בן מרדכי	השפעת יישום קומפוסט וביוצאר על קליטת מזהמים אורגנים שמקורם בהשקיה בקולחים
15:20-15:40	אסף ישראלי	תהליך חישובי למיפוי מרקם-קרקע באמצעות מוליכות חשמלית נדמית ECa
15:40-16:00	נמרוד קנר	Polysaccharide-Coated Apatite Formulations: Enhanced Plant P-Uptake and Reduced Environmental Migration
16:00-16:20	נתיב רוטברט	השפעת ממשק הדישון החנקני על היבול ואיכות פירות מגו שלי לאחר קטיף
16:20-16:40	מתנאל ביטון	זיהוי אינדיקציות ראשוניות של התפרקות פולימרים לאחר תהליך קומפוסטציה באמצעות ספקטרוסקופית FTIR

פוסטרים

1	דויד ילין	עידוד המינרליזציה בקרקע מזובלת – האם היא תוצאה של ההרכב הכימי או הביולוגי של הזבלים?
2	פיודור קוט	Carbonate and concomitant microaggregation in irrigated soil of Israel
3	תמר לביא	בחינת יעילות מנגנונים מבוססי טבע לשחרור זרחן שארייתי מקרקעות
4	לאה אורן	The interplay between porous medium structure and bacterial biofilms: A microfluidic study

מושב 1

9:10-10:50

אפקט Wien במערכות קולואידליות: שיטה חדשה לאפיון הרעילות הביולוגית של קרקע מזוהמת במתכות כבדות

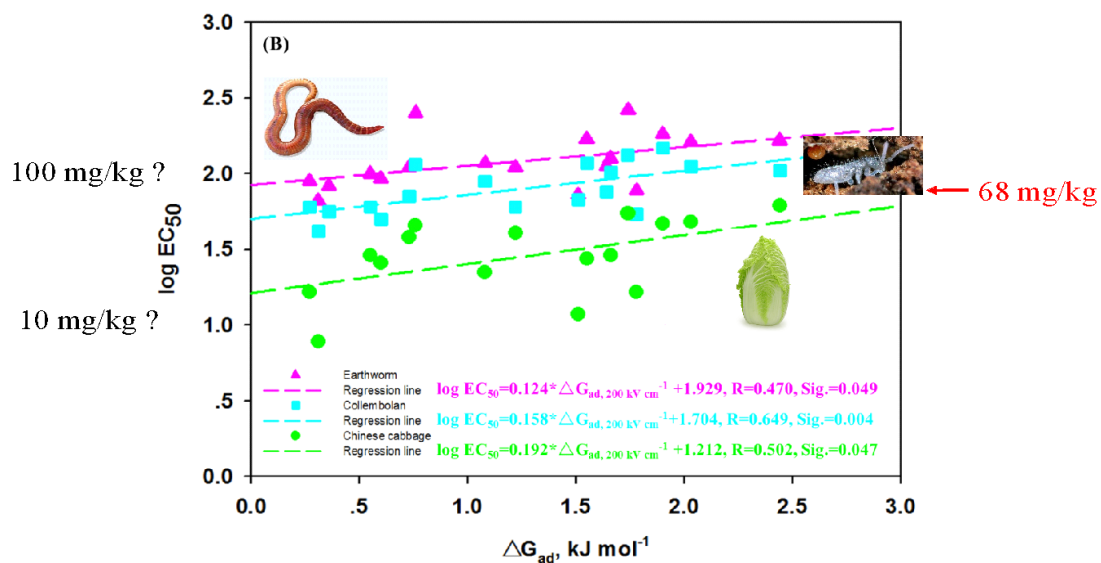
צ'נג-באו לי¹ יו-ג'ון וואנג¹ ושמוליק פרידמן²

1. המכון למדעי הקרקע של האקדמיה הסינית למדעים, ננג'ינג, סין
2. המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני (vwsfried@agri.gov.il)

לפני כ-25 שנים פותחה שיטה לאפיון האינטראקציה בין חלקיקי קרקע טעונים במטען חשמלי שלילי (חלקיקים טעונים בכלל) לקטיונים (יונים טעונים במטען נגדי) על ידי מדידה של אפקט Wien - העלייה במוליכות החשמלית עם העלייה בעצמת השדה החשמלי. השיטה מבוססת על מדידה רגעית של המוליכות החשמלית של תרחיפים מהולים הנחשפים לשדות חשמליים חזקים בעצמה של 10^6 עד 10^7 וולט/מ'. שדות אלו דומים בעצמתם לשדה האלקטרוסטטי המקומי הקיים סביב חלקיקי הקרקע הטעונים ולכן הם מסוגלים "לקרוע" את הקטיונים הספוחים מעל חלקיקי הקרקע. "שחרור" הקטיונים לתמיסה גורם לעליה במוליכות החשמלית, אותה אנו מודדים, ובמובן זה השינוי של המוליכות החשמלית עם עצמת השדה החשמלי מאפיין את עצמת הקשירה של הקטיונים הטעונים במטען נגדי לחלקיקים.

בהרצאה היום נחזור בקצרה על עקרונות שיטת המדידה ונדגים את יישומה להערכת הרעילות הביולוגית של קדמיום לתולעת אדמה, קפץ-זנבאים וכרוב סיני בקרקעות שונות. התקבל מתאם טוב בין אנרגיית ספיחת הקדמיום לבין ריכוז מחצית האפקטיביות (EC_{50}) של היצורים הביולוגיים (באיור למטה).

Wang, Y.J., Fan, T.T., Cui, P.X., Sun, Q., Zhou, D.M., Li, C.B., Wang G.Q., Lin, Y.S., Zhang, S.T., Yang, X.P., Zhao, F.J., and Friedman, S.P. (2020). Binding and adsorption energy of Cd in soils and its environmental implication for Cd bioavailability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 84:472–482. doi.org/10.1002/saj2.20034.

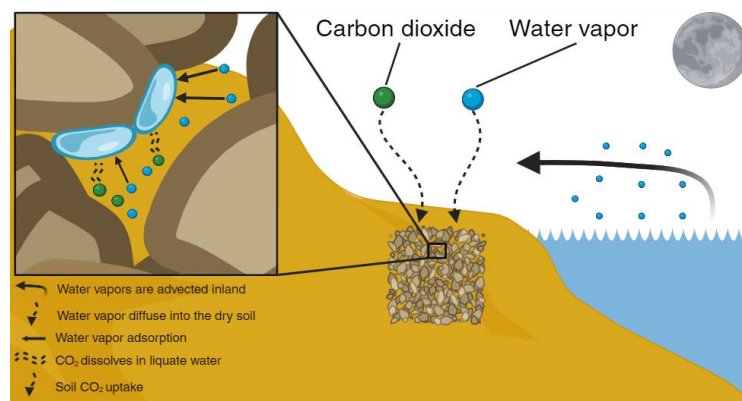


תעלומת קיבוע הפחמן בקרקעות מדבריות

נדב בקין¹, דיליה קול² ונורית אגם¹

1. המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב. (bekin@post.bgu.ac.il)
2. המחלקה למדעי הסביבה, גאואינפורמטיקה ותכנון ערים, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

פליטה של פחמן דו-חמצני (פד"ח) מהקרקע מיוחסת לפעילות המטבולית של מיקרואורגניזמים בקרקע והיא מרכיב עיקרי במחזור הפחמן הגלובלי אך נחשבת זניחה באזורים צחיחים, במיוחד כאשר הקרקע יבשה. פרדיגמה זו מאתגרת בשנים האחרונות ע"י מחקרים שמדווחים על קיבוע לילי ופליטה יומית של פד"ח בקרקעות יבשות במדבר. ההסבר הנפוץ לתופעה זו הוא שמי הקרקע משמשים ממס לפד"ח הנמצא בנקבובי הקרקע, מורידים את ריכוזו ובכך יוצרים מפל ריכוזים בין האטמוספירה לקרקע. התוצאה היא קיבוע פד"ח אטמוספרי בקרקע והמסת גיר על ידי חומצה פחמתית חלשה הנוצרת כאשר פד"ח מומס במים. כאשר הקרקע מתחממת בבוקר, מי הקרקע מתאדים ופד"ח נפלט חזרה לאטמוספירה. השערה זו היא שנויה במחלוקת מכיוון שתופעת הקיבוע הלילי מתרחשת גם כאשר הקרקע על פניו יבשה לחלוטין ובהעדר מקור מים להניע את התהליך. בקיץ 2022 יצאנו לקמפיין מדידות במדבר סהרה, דרום מערב מרוקו, כדי לחקור את הדינמיקה של חילופי פד"ח ואדי מים בין הקרקע לאטמוספירה. גילינו שאדי מים שמוסעים מאות ק"מ לעומק המדבר מהאוקיינוס האטלנטי, נספחים לשכבה העליונה של הקרקע ומעלים את תכולת הרטיבות הנפחית בקרקע באחוזים בודדים. מדידות מקבילות של שטפי פד"ח (נמדדות באמצעות תאי שטף) הראו שקיבוע פד"ח התרחש במהלך הלילה, בהתאמה לספיחת המים מהאטמוספירה. מדידות סימולטניות של שטפי אדי מים ופד"ח באתר נוסף הראו שאיכות הקורלציה בין שני השטפים תלויה בתכונות הקרקע. בסך הכל, מחזור הפד"ח היומי היה בלתי מאוזן (קיבוע נטו של 0.08 גרם פחמן למ"ר ליום) מה שמעיד על כך שהקרקע פעלה כמבלע לפחמן אטמוספרי. מחקרים שהתבצעו בשנים האחרונות במספר מדבריות ברחבי העולם מאשרים שקרקעות באזורים צחיחים מהוות מבלע לפחמן אטמוספרי גם בסקלת זמן עונתית ורב שנתית. מדובר במבלע קטן והתהליכים שמאפשרים אותו עדיין לא ברורים דיים, אך התרחשותו באזורים צחיחים שמהווים 26% מסך השטח היבשתי בכדה"א, מעידה כי אזורים אלו עשויים לשחק תפקיד יותר משמעותי במאזן הפחמן הגלובלי מכפי שנהוג לחשוב.



Does a Humic Model Disintegrate Upon Dilution? A Molecular Dynamics Simulation

Mikhail Borisover¹, Edgar Galicia-Andres², Drazen Petrov², Chris Oostenbrink²

1. *Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, The Volcani Center, Agricultural Research Organization, Rishon LeZion, Israel, vwmichel@volcani.agri.gov.il*
2. *Institute of Molecular Modeling and Simulation, Department of Material Sciences and Process Engineering, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU), Austria*

Molecular simulations play an important part in understanding the structure of natural organic matter and humic substances (HS) as its part and modeling their physico-chemical characteristics due to the possibility of performing machine experiments. This work examines how stable HS could be upon the dilution in water, if they would be considered to represent aggregates of small molecules. In this way, one may probe the widespread vision of HS as "supramolecular structures" formed of small molecules instead of representing large molecular entities. The HS models were developed using Vienna Soil Organic Matter Modeller, for a sample resembling a C13 NMR-derived carbon type composition of the standard Leonardite humic acid. The models were built by varying the molecular size, amount of water and the counter cation (Na^+ vs Ca^{2+}), while keeping the chemical composition identical, to link low-hydrated HS systems with aqueous solutions in the concentration range of environmental significance. Molecular dynamics simulations have been performed for 100 ns at constant temperature (300 K) and pressure (1 bar), thus allowing monitoring of the size and number of HS aggregates, and the concentrations of HS atoms in the vicinity of HS molecules and at different distances. The simulations demonstrated that HS aggregates disintegrate upon the dilution, the process occurring essentially more easily in the presence of Na^+ however taking place also with Ca^{2+} . The strong interactions within the HS aggregates remain at the level of dimers of small molecules revealing a high stability against dilution. The modeling suggests that the aggregation of HS occurs in a step-wise mode rather than cooperatively, whereas the presence of Na^+ as a balancing counter ion is a strong disintegrating factor. Linked with the experimental data on the apparent molecular size and mass of Leonardite HA, the simulation results indicate also that large-size HS molecules undergoing step-wise aggregation should be taken into account in considering HS properties in aqueous solutions.

Optical properties of water-extractable organic matter from soil respond to changes in irrigation water quality

Guy Levy¹, Asher Bar-Tal¹, Marcos Lado², Mikhail Borisover¹

1. *Inst. of Soil, Water and Environmental Sciences, Agricultural Research Organization (ARO)*
(vwguy@volcani.agri.gov.il)
2. *University A Coruna, Spain*

Treated wastewater (TWW) irrigation may harm soil and agricultural production. Adverse effects of TWW irrigation may be mitigated by changing irrigation water quality (e.g., fresh water, FW), or management (e.g., a lower frequency irrigation [LFI] with TWW). Our objective was to assess the influence of the mitigation treatments on soil and water-extractable organic matter (SOM and WEOM, respectively). A study was conducted in an avocado orchard irrigated from 2009 with secondary TWW. Four parallel treatments were applied for six years (2016-2021), involving irrigation with (1) FW, (2) a 1:1 FW-TWW mix, (3) TWW at LFI, and (4) TWW irrigation as control. Soil samples from three depths were characterized for organic and inorganic carbon, nitrogen, and by mid-infrared spectra decomposed into components using nonnegative matrix factorization. Aqueous extracts of the samples were characterized for dissolved organic carbon (DOC), inorganic carbon and nitrogen concentrations, absorbance at 254 nm (Abs_{254}), and excitation-emission matrices of fluorescence decomposed into components using parallel factor analysis. Abs_{254} and fluorescence of humic-like components in the soil extracts were the most consistently responding attributes to irrigation water quality. Irrigation with FW and 1:1 FW-TWW mix led to decreases in concentrations of aromatic and humic-like constituents in the soil extracts compared with TWW irrigation. Changing soil irrigation management had no or little impact on those attributes compared with the control TWW irrigation. Results of the study support use of optical properties related to the concentrations of UV-absorbing and light-emitting constituents in soil extracts, rather than the whole DOC concentration, as sensitive descriptors suitable for evaluating soil response in different agricultural scenarios.

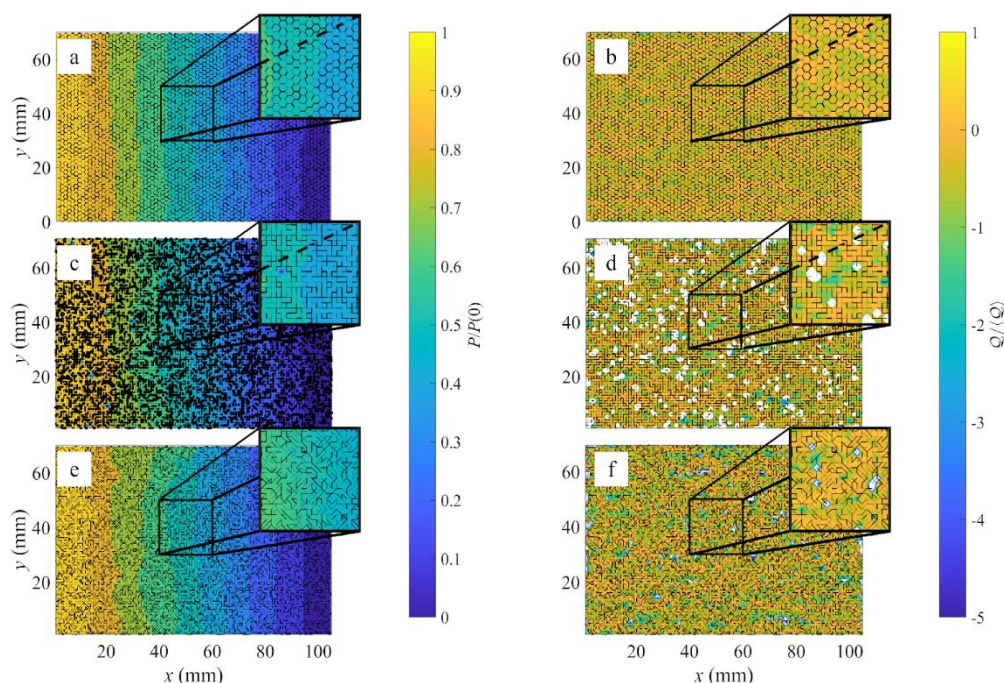
שימוש במודלי רשת לקביעת סטטיסטיקת זרימה ופרמרים הידראוליים בזרימה יציבה בתווך לא רווי

אילן בן-נח¹

1. מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני, בית דגן (ilanb@volcani.agri.gov.il)

תיאור זרימה דרך תווך נקבובי כמקבילה למעבר זרם חשמלי ברשת של מוליכים מהווה פשרה בין הפשטת היתר של המדיה כצורר צינורות קפילאריים לבין התיאור (הבלתי ניתן להשגה והיקר חישובית) של הגאומטריה המדויקת של מורפולוגית הנקבובים. מודלים אלו משמשים באופן שכיח להערכת מאפייני זרימה של פאזה בודדת.

מאפייני זרימה שונים ותכונות הידראוליות של התווך הינן בעלות חשיבות ליישומים שונים. לדוגמא, תנועת מומסים תלויה במידה רבה בפירוס מהירויות הזרימה בתווך ולא רק במוליכות. אולם, יכולות המודל להעריך את המאפיינים השונים תלויה במידה רבה בכמות המידע הנתון על המערכת, באמצעות מודלים בדרגות מורכבות שונה על יכולת החיזוי של התכונות ההידראוליות וסטטיסטיקות הזרימה. איור 1 מציג את פירוס הלחצים (שמאל) והזרימה (ימין) במודלי רשת בדרגת מורכבות שונה (מלמעלה למטה: רשת רגולרית, מדוללת, ואקראית). מצאנו שניתן להעריך את ההתנגדות של התווך לזרימת הנוזל לפי התכונות הסטוכסטיות הכלליות של המדיה (גודל וקישוריות). עם זאת, כדי להסביר תופעות מורכבות יותר, כגון הסעת מומסים, יש צורך במידע מפורט על המיקום המרחבי של הפאזות השונות.



מושב 2

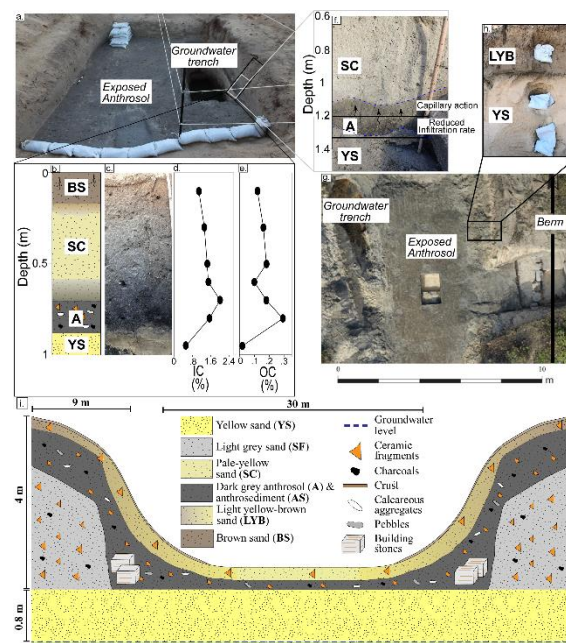
11:10-12:50

שינוי תכונות החול לאורך חופי ישראל בתקופות קדומות לפיתוח שיטות חקלאיות לניצול מי התהום הזמינים

לטם רובינס¹, יואל רסקין¹, שרה פריאנטה¹, אלה גרונ², נעמי פורת³, רויטל בוקמן⁴, אדם אוסטרובסקי⁵, ואיתמר טקסל⁶

1. המחלקה לתכנון, קיימות וסביבה, אוניברסיטת בר-אילן (lotemrobins@gmail.com)
2. המעבדה למיקרו-מורפולוגיה סביבתית, המחלקה לציוויליזציות ימיות, אוניברסיטת חיפה
3. המכון הגאולוגי לישראל, ירושלים
4. המחלקה ללימודים גיאומיניים, בית הספר למדעי הים, אוניברסיטת חיפה
5. המחלקה למחקר ארכיאולוגי, רשות העתיקות, ירושלים

לאורך חופי הים התיכון החוליים, התגלו שרידים של שלוש מערכות חקלאיות מתקופת האיסלאם הקדום מסוג שקע-סוללה בחולות קיסריה, פלמחים וזיקים. מערכות השקע-סוללה מאופיינות בשינוי במורפולוגיה ובתכונות הקרקע המקורית בכדי לאפשר חקלאות באזורים החוליים. השינויים המורפולוגיים כללו מערך של סוללות מוגבהות על צירים של צפון-דרום ומזרח-מערב, כאשר בין הסוללות אזורים נמוכים אשר מפלסם נקבע ביחס לגובה מי התהום. השינויים המינרולוגיים ותוספים שונים לסדימנט השתנו בהתאם ליחידות הסדימנטריות השונות: א. חול אפרפר עם תוספי אשפה מקומית שמטרתו העיקרית להגביה את הסוללות. ב. אנתרוסול הנוצר באמצעות ערבוב של תוצרי כבשן ואפר דק גרגר, יחד עם אשפה מקומית וחול במטרה להוריד את קצב החידור ולהגדיל את תאחיזת המים בתוך השקעים. ג. אנתרוסדימנט, דומה מאד לאנתרוסול בתכונותיו, אלא שהונח על גבי הסוללות. ד. חול אפרפר בהיר בעובי של 1 מ' על גבי האנתרוסול בשקעים, המאפיין בעמודת פחמן אנאורגני הגדלה עם העומק (2-1.08%). על פני היחידה הזו נמצאה יחידה חולית כהה, עם ריכוזי חומר אורגני של 0.2% אשר אנו מעריכים כי עליה גידלו את הייבול. לסיכום, שינויי הנוף והקרקע ביחס למערכת הטבעית הקדמה למערכות השקע-סוללה מעידים כי השטח עובד במטרה לעמוד בפני מספר אתגרים הניצבים בפני חקלאות חולית וחופית: א. ייצוב החול מפני סחף ברוח. ב. הפחתת חידור המים והגדלת תאחיזת המים. ג. מניעה של נתז מלח והמלחה של מי התהום במהלך סופות חורף. ההשקעה המרובה באזורים אלו נבעה ככל הנראה מהצורך להתאים את אזור האקלים הים התיכוני לגידולים טרופיים, באמצעות מי תהום זמינים בעונת הקיץ היבשה.



Sodic soil remediation and its effects on soil properties and crop performance in an olive grove

Stav Sharf^{1,2} (stavsherf@gmail.com), Arnon Dag², Guy Levy²

1. Faculty of Agriculture Food and Environment, Hebrew University of Jerusalem
2. Agricultural Research Organization (ARO)

Use brackish water for irrigation is widespread in arid and semi-arid regions, yet it may degrade soil structure, stability, and hydraulic properties due to high levels of sodicity and salinity. Soil remediation may be achieved through replacement of adsorbed Na ions by divalent Ca ions originating from Ca-containing amendments or from dissolution of soil calcite (CaCO_3). This study aims to assess the effectiveness, of soil amendments to mitigate sodicity problem in olive groves. The experiment, in a randomized block design tested two types of amendments: winter application of Gypsum (tilled and untilled) and Polysulfate, and summer application of CaCl_2 , MgCl_2 , and H_2SO_4 via drip irrigation. Salinity and sodium adsorption ratio (SAR) were measured in saturated soil paste extracts, while tree growth, stem water potential, yield, and oil content were also evaluated. Gypsum, Polysulphate, CaCl_2 , and MgCl_2 effectively reduced SAR below the threshold of 5 in the 0-30 cm layer, with CaCl_2 and MgCl_2 also being effective in deeper layers. None of the treatments resulted in EC values harmful to olives. Gypsum treatment showed a trend of increased yield compared to the control, likely due to improved soil properties and enhanced root development, which directly impact tree productivity.



מנגנונים כימיים, פיזיולוגיים ומיקרוביאליים על פני שטח העלה המאפשרים קליטת זרחן מסופות אבק דרך העלים

אלנתן גולן³¹, אבנר גרוס² נורית אגם³, רן אראל¹

1. מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני, מרכז מחקר גילת (elnatangolan2@gmail.com)

2. אוניברסיטת בן גוריון, המחלקה לגיאוגרפיה סביבתית

3. בית הספר הבינלאומי ללימודי מדבר, אוניברסיטת בן גוריון, קמפוס שדה בוקר

מספר מחקרים בשנים האחרונות הוכיחו את תרומתן של סופות אבק להזנת צמחים הנמצאים במסלולי תנועת האבק. האבק מהמדבריות, הנישא למרחקים עצומים ועובר בין יבשות ומעל האוקיינוסים, נוחת על הקרקע ועל העלווה של הצמחים ומעשיר אותם במינרלים רבים ובתוכם: ברזל, סידן, זרחן ועוד. קליטת הזרחן מחלקיקי האבק דרך העלווה הוכחה בניסויים קודמים במעבדתנו בצמחי חימצה וחיטה שגודלו בתנאי מחסור לזרחן והואבקו ידנית באבקה עשירה בזרחן. התוצאות מעידות שהצמחים שגדלו במסלולי תנועת האבק פיתחו מנגנונים לקליטת מינרלים בלתי מסיסים מהאבק. זיהוי, איפיון ורתימה של מנגנונים אלו הם ליבת המחקר הנוכחי.

בשנים הראשונות של המחקר גידלנו כ-10 זנים שונים של חימצה הכוללים זני בר וזני תרבות וכן כ-50 קווי אינטרוגרסיה של חיטה, תוצרי הכלאה בין זן חיטת הבר (Zavitan) לזן חיטת דורום עלית (Svevo). הצמחים דושנו עלוותית באבן זרחן טחונה כמקור זרחן יחיד והבדלים מובהקים התגלו בין הזנים והקווים השונים ביכולתם לקלוט זרחן מהאבקה שיושמה על גבי העלים. כך זנים מסוימים הראו עלייה במשקל הצמח של כ-60% לעומת זנים שדווקא הגיבו בירידה של כ-20%. בנוסף, הבדלים מובהקים בתכונות הכימיות על גבי העלה הראו שזני החימצה שהגיבו בצורה חיובית לאבק, הם בעלי צפיפות טריכומות גבוהה יותר, מפרישים יותר חומצות אורגניות אל פני שטח העלה, וכן מחמיצים את פני שטח העלה יותר מאחרים ומצליחים לאחוז אבק בצורה טובה יותר. גם בקווי החיטה שהגיבו חיובית לאבק נראתה עלייה בהפרשת החומצות האורגניות והסוכרים וכן נצפה הבדל באוכלוסיות החיידקים שנבחנו מתשטיפי עלי החיטה. לאחר גידול ובידוד של כלל האוכלוסיות, נמצא שעל גבי העלים של קווי החיטה המגיבים חיובית לאבק, ישנה עלייה בנוכחות של חיידקים ממוססי זרחן (PSB- phosphate solubilizing bacteria) בתנאי הרעבה לזרחן לעומת צמחים שלא הורעבו לזרחן. הימצאות של PSB על גבי העלים והעלייה בנוכחותם בתנאי הרעבה לזרחן מעידה על קשר סימביוטי אפשרי בין חיידקים מועילים אלו ליכולת הצמח לקלוט זרחן בלתי מסיס הנוחת על גבי העלים (אבק). תוצאות מחקר זה מלמדות על התנאים המאפשרים קליטה עלוותית של זרחן ממקור בלתי מסיס ועשויות להאיץ פיתוח אסטרטגיות הזנה חדשניות ולסייע ביישום מדויק יותר של דישון עלוותי.

כמה חרסית וסילט יש בקרקעות החקלאיות בישראל, והמשמעות לאצירת פחמן

דוד ילין¹, וויליאם מללוה^{1,2}, דן יקיר³ וז'זה גרינצוויג²

1. מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני (yalin@volcani.agri.gov.il)

2. האוניברסיטה העברית בירושלים

3. מכון וייצמן למדע

כיום קיימת פעילות נרחבת לנסות ולמצוא פתרונות ללכידה של פחמן אטמוספרי כחלק מהמאבק בשינויי אקלים בעולם. פתרון מוצע אחד הוא אצירת פחמן כחומר אורגני בקרקע, פתרון זה נראה מבטיח מאחר ולהגדלת תכולת החומר האורגני בקרקע קיימות גם יתרונות אגרונומיים רבים. אך על מנת להתוות מדיניות מושכלת בתחום הפחמן יש להעריך את פוטנציאל האצירה הקיים בשימוש בפתרון זה. עבודות רבות מהעולם וממצאים שלנו מישראל מראים כי קיבולת הקרקע לפחמן באסוציאציה למינרלים (Mineral associated organic carbon), מהווה חסם עליון לצבירת פחמן אורגני בקרקע. קיבולת זו נמצאת בקשר ישיר למינרולוגיה של הקרקע ולתכולת החרסית וסילט שבה.

בעבודה זו אנו חותרים להגיע להערכה ראשונית של הקיבולת הכללית של פחמן אורגני בקרקעות החקלאיות בישראל. לצורך כך הערכנו את הקיבולת הסגולית של הקרקעות האופייניות לישראל באמצעות נתונים שנאספו ביערות בישראל (48 גרם פחמן לק"ג חרסית+סילט). תכולת החרסית וסילט בקרקעות החקלאיות הוערכה מתוך נתונים גיאוגרפיים שמבוססים על סקר הקרקע של גיל ורוזנזפט (1955) בשילוב עם נתונים עדכניים של משרד החקלאות על שימושי קרקע. הנתונים חושבו עבור עומק של 20 ס"מ (עומק הקרקע המושפע ביותר מפעילויות חקלאיות) ועבור שימושי הקרקע הבאים: גידולי שדה (גד"ש, 1.83 מיליון דונם), מטעים (0.93 מיליון דונם) ורעייה (1.11 מיליון דונם). מהנתונים עולה כי קיבולת הפחמן האורגני הגדולה ביותר מצויה בקרקעות גד"ש (11.5 מיליון טון פחמן), ולאחריה בשטחי המרעה (7.6 מיליון טון פחמן) ואחרונה במטעים (6.0 מיליון טון פחמן). בעוד שבשטחי הגד"ש מצויה הקיבולת הגדולה ביותר במחוז העמקים (כ-40% מכלל הקיבולת) ואחריה בנגב (כ-32% מכלל הקיבולת), בשטחי המרעה והמטעים הקיבולת הגדולה ביותר מצויה בגליל-גולן ואחריה בעמקים. בתוך שטחי הגד"ש בנגב התרומה המשמעותית ביותר לקיבולת הקרקע מגיע מקרקעות בעלות מרקם שהוגדר "בינוני" מה שמבטא את כמות השטח הנרחבת שם. מבחינת מדיניות, יש להכיר בכך שסך הפוטנציאל המוערך כאן (92 מיליון טון שווה ערך פחמן דו-חמצני) מעט יותר גדול מכמות הפליטות השנתית בישראל (כ-80 מיליון טון שווה ערך פחמן דו-חמצני). יתר על כן, יתכן כי באתרי רעייה ביערות לדוגמה מרבית הקיבולת כבר מולאה. על כך ועל המורכבות של מילוי הקיבולת נפרט עוד בהרצאה. על אף התרומה המוגבלת המתוארת כאן של אצירת חומר אורגני למאזן הפחמן בישראל, יש להדגיש כי לאצירת חומר אורגני חשיבות מכרעת בשמירה על הסביבה החקלאית (במניעת תהליכי סחף ונגר לדוגמה) ולכן מתן אשראי פחמן כתמריץ לחקלאים לאצירת חומר אורגני יכולה להיות צעד חיובי לעתיד. העבודה הנוכחית מבוססת על אומדנים גסים וראשוניים בלבד, אנו מציעים כי עבודות נוספות דרושות על מנת להביא נתוני אמת על מצב הקרקע הנוכחי ועל קיבולת הקרקע המותאמת לקרקעות חקלאיות בישראל לצד שיטות אגרונומיות אפקטיביות למילוי קיבולת זו.

Impact of Natural and Synthetic Polymers on Soil Stability: Insights from SIP and Chemical Analysis

Sonya Altzitzer¹, Yael G Mishael¹, Nimrod Schwartz¹

1. Department of Soil and Water Sci. The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food, and Environment, The Hebrew University of Jerusalem (sonya.altzitzer@mail.huji.ac.il)

Mucilage, a plant-root polysaccharide, enhances soil by boosting microbial activity, water retention, and nutrient exchange, though its impact on soil stability is less understood. In contrast, the synthetic polymer polyacrylamide (PAM) is well-known for stabilizing soil, reducing erosion, and improving water infiltration. This study compares the effects of mucilage and PAM on soil stability using Spectral Induced Polarization (SIP) measurements and chemical analysis. Loess soil samples treated with mucilage, PAM, and untreated controls were analyzed on days 0 and 20, with microbial activity assessed via CO₂ emissions. SIP measurements revealed a 90% increase in in-phase conductivity (σ') after 20 days in mucilage-treated soils, compared to 40% in controls and 42% in PAM treatments. Since σ' is primarily governed by soil solution characteristics, this increase aligns with the chemical analysis, which showed a 130% rise in Ca²⁺ concentration in mucilage treatments, significantly higher than the 3% and 12% increases observed in control and PAM treatments. CO₂ emissions in mucilage treatments were twice as high after 3 days, coinciding with the initial rise in σ' . We propose that this enhanced microbial activity may cause local acidification, leading to increased calcite dissolution and the observed rise in σ' . Mucilage also caused a ~10% initial increase in quadrature conductivity (σ''), associated with surface polarization. However, σ'' declined after three days in mucilage treatments, likely due to changes in calcite surface polarization, whereas PAM σ'' remained stable throughout the experiment. Our findings underscore the sensitivity of SIP signatures to dynamic soil processes and suggest that further research is needed to explore the potential of mucilage in soil stabilization.

מושב 3

15:00-16:40

השפעת יישום קומפוסט וביוצ'אר על קליטת מזרחים אורגנים שמקורם בהשקיה בקולחים

גיא רוזנר¹, אביתר בן מרדכי¹, ורד מרדכי¹, יהושע מאור², ובני חפץ^{1,3}

1. הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים (evyatar.mordechay@mai.huji.ac.il)

2. Phytor LTD, ירושלים

3. מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני, בית דגן

שינויי אקלים, דלדול מקורות מים, וגידול האוכלוסייה המכתיב את הגדלת התפוקה החקלאית, הביאו לניצול יתר של מקורות מים שפירים. המחסור במים מאיים על ביטחון המזון (food security) העולמי, במיוחד באזורים צחיחים. קולחים (שפכים מטופלים) הפכו למקורות מים חלופיים המסוגלים להקל על מצוקת המים הגוברת. עם זאת, מחקרים רבים הצביעו על כך שמתקני טיפול בשפכים אינם מצליחים להסיר לחלוטין נוכחות של מזרחים אורגניים שונים, כמו תרופות, מוצרי טיפוח אישי, מעכבי קורוזיה ועוד. לכן, יישום חקלאי של קולחים להשקיה או קומפוסט בוצת שפכים כדשן חושף את הסביבה החקלאית למזרחים אלה, אשר עשויים להיקלט בצמח וכך לחשוף את האדם למזרחים שמקורם בשפכים.

מטרת המחקר הינה לבחון דרכים יעילות וזולות (cost-effective) להפחתת הקליטה של מזרחים אלה בצמחים, באמצעות יישום של קומפוסט בוצה וביוצ'אר (קומפוסט בוצה שעבר פירוליזה) בקרקע. תוספת של חומר אורגני (קומפוסט בוצה ו/ או ביוצ'אר) לקרקע תגדיל את מספר אתרי הספיחה בקרקע ובכך תקטין את הזמינות הביולוגית של המזרחים בשל תהליכי ספיחה.

בניסוי נבחנה קליטת מזרחים אורגניים בצמחי אלפלפה שגודלו במשך 180 ימים ונקצרו מספר פעמים. מקור המזרחים בניסוי היה השקיה בקולחים ו/או יישום קומפוסט בוצה בקרקע. נמצא כי בעוד קומפוסט בוצה יכול לשמש הן כמקור למזרחים והן כמבלע (כאשר משולב עם השקיה בקולחים), ביוצ'אר שימש בעיקר כמבלע משמעותי בשל שטח הפנים הסגולי הגדול שלו והכימיה של אתרי הספיחה. לדוגמה, הריכוז הממוצע של המזהם קרבמזפין (carbamazepine) בעלי האלפלפה היה הגבוה ביותר בצמחים שגודלו בקרקעות ללא יישום של תוסף אורגני והושקו בקולחים (ריכוז ממוצע של 15 ננוגרם לגרם עלים). לעומת זאת, בצמחים שגודלו בקרקעות אשר בהן יושם קומפוסט בוצה או ביוצ'אר, ריכוז הקרבמזפין בעלים ירד בכ-25% ו-80% בהתאמה. תוצאות אלה חזרו על עצמן לאורך הקצירים. ממצאי הניסוי מדגימים כי יישום של קומפוסט בוצה או ביוצ'אר מפחית משמעותית את קליטת המזרחים האורגניים בצמחים, בעקבות הירידה בזמינותם הביולוגית בקרקע, ובכך מפחית משמעותית את החשיפה של האדם למזרחים אלה.

תהליך חישובי למיפוי מרקם-קרקע באמצעות מוליכות חשמלית נדמית ECa

אסף ישראלי^{1,2}, עפר שיר^{1,3}, מיכאל (איגי) ליטאור^{1,4}

1. מיגל מכון למחקר מדעי יישומי בגליל, קרית שמונה
2. המחלקה לקרקע ומים, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, רחובות
3. החוג למדעי המחשב, הפקולטה למדעים, מכללת תל-חי
4. החוג למדעי המים, הפקולטה למדעים, מכללת תל-חי

מפה של מרקם הקרקע בקנה-מידה של שדה עשויה לספק נתונים מרחביים לניהול ממשק חקלאי בהיבטים של תכנון מערכות השקיה ושימור קרקע. במחקר זה פיתחנו סדרת חישובים ייעודית, בתהליך הנסמך על נתוני מוליכות חשמלית נדמית (ECa) לאומדן הפיזור המרחבי של סוג הטקסטורה בשדה חקלאי ברזולוציה של 1 מ'. התהליך כולל סקר ECa, עיבוד מקדים של המדידות ליצירת מסד-נתונים מרחבי, אלגוריתם ייעודי לתכנון מדגם-קרקע אופטימלי עם מינימום הכרחי של נקודות דגימה, פתרון בעיית למידה על תת-קבוצה של נקודות עם רמת-הוודאות הגבוהה ביותר, התאמת מודל סטטיסטי מרובה-משתנים, ולבסוף חיזוי של סוג הטקסטורה בכל החלקה (להלן גישת חיזוי P1). גודל המדגם המינימלי נקבע באמצעות שימוש במדדי אינפורמציה נבחרים להערכת האיכות של מדגמים בגודל משתנה, כך מתאפשרת בחירה מיועדת בהתאם לקריטריונים נוספים. מדידת התפלגות גודל-גרגר עם מכשיר Mastersizer ברזולוציה גבוהה (100 מחלקות-גודל) מאפשרת לזהות את הפרקציות עם המתאם הגבוה ביותר ל ECa, בעוד שמדד האנטרופיה D (Balanced Entropy) משמש לכימות רציף של ההתפלגות. בניסוי שדה בעמק החולה נמצא כי אלגוריתם הדגימה החדש הניב מדגם עם מתאם גבוה יותר בין מוליכות חשמלית לטקסטורה בהשוואה לשיטת הייחוס Grid-sampling, כאשר בעומק 50 ס"מ נמצא המתאם החזק ביותר עם רכיבי מרקם הקרקע. אלגוריתם Random Forest גרסיבי שימש להתאמת מודל למדד D עם מקדם-קביעה $R^2=0.99$, ואילו אלגוריתם מסווג (classifier) שימש לזיהוי סוג הטקסטורה מתוך רשימה מוגדרת ועל סמך מידע ECa (להלן גישת חיזוי P2), והציג דיוק של $Accuracy=0.99$. למרות רמת הוודאות הגבוהה של שתי השיטות, נצפו הבדלים מרחביים בחיזוי סוג הטקסטורה. ניתן לייחס זאת לשגיאה המובנית במעבר הכפול בין D לרכיבי מרקם הקרקע בגישת P1, ועל-כן להציע את גישת המסווג (P2) כמתאימה יותר לחיזוי מרקם הקרקע. החישובים מתבצעים בצורה חצי-אוטומטית בממשק משתמש אינטרנטי ייעודי שפותח בסביבת R-Shiny.

Polysaccharide-Coated Apatite Formulations: Enhanced Plant P-Uptake and Reduced Environmental Migration

Nimrod Kener¹, Yael G Mishael¹

1. Department of Soil and Water Sci. The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food, and Environment, The Hebrew University of Jerusalem (Omer.dan1@mail.huji.ac.il)

Phosphorus (P) is a macronutrient essential for global food security, yet the availability of P is increasingly threatened due to diminishing and declining quality of global P mining resources. The solubility of natural P minerals, such as apatite, is limited under most soil conditions, particularly in alkaline soils, making it insufficient to meet crop demands. To address this, P is commonly applied through fertilizers, but excessive P inputs in agroecosystems often lead to P migration into water bodies, causing undesirable eutrophication.

The primary goal of this study is to develop P fertilizers based on a natural P mineral (apatite) coated with a biodegradable polysaccharide (mucilage) to enhance P uptake by plants while minimizing environmental migration. The apatite-mucilage composite is synthesized and characterized, with its impact on soil microbial activity (CO₂ emissions) being a key focus. It is hypothesized that enhanced microbial activity will lead to increased P solubility. The results show that microbial activity of phosphorus solubilizing bacteria increases P-mineral dissolution from mucilage coated apatite significantly. Moreover, the biodegradable coating effectively stimulates bacterial activity, resulting in higher soil P availability, particularly in P-deprived soils. The formulation also demonstrates a 40-fold reduction in P leaching compared to a common commercial fertilizer. In greenhouse trials, tomato plants grown in soil treated with the developed formulation exhibit significantly higher leaf P content compared to those treated with apatite or a commercial fertilizer.

השפעת ממשק הדישון החנקני על היבול ואיכות פירות מנגו שלי לאחר קטיף

נתיב רוטברט¹, אייל נבו¹, יוחנן מרצבך¹, שי צעיד², נעם אלקן³, מרי דפני ילין⁴, וליאורה שאלתיאל⁴
הרפז⁴

1. מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה (nativ@gri.org.il)

2. שה"מ, משרד החקלאות

3. מנהל המחקר החקלאי, משרד החקלאות

4. מו"פ צפון, מיג"ל

בענף המנגו, יבול ואיכות פרי גבוהים הם המפתח להישרדות בשוק העולמי התחרותי ובתנאי האקלים של ישראל הם ניתנים להשגה רק במשטר השקיה ודישון מדויקים. על מנת להגיע ליבול גבוהה ואיכות מיטבית של פירות מנגו, יש להגדיר את תצורות יסודות הדישון והמים על ידי העץ לאורך העונה ואת התנאים המיטביים בבית השורשים שיאפשרו קליטת מים ויסודות הזנה על ידי הצמח בקצב הנדרש בשלבי הגידול השונים. לדישון החנקני של עצי מנגו השפעה גדולה על פרמטרים רבים של הצימוח הווגטטיבי של העץ, יעילות פוטוסינתזה וניצול המים, התמיינות קודקודי צימוח לפריחה, נשירת חנטים בשלב המוקדם של התפתחות הפירות ועל צבע קליפת הפירות. מחקר הזנה זה מבוצע במטע מנגו מזן "שלי" בחוקוק, וכבר נמצא בעונה השלישית (עם מבט לעתיד) ועשוי לסייע להגיע לגודל פרי ויבול מקסימלי תוך שמירה על איכות הפרי, הקטנת תשומות הדישון והימנעות מזיהום קרקע/מקורות מים בחומרי דשן (ניטראטים). נצפה הבדל מובהק בריכוז החנקן (NO_3^-) בקרקע לאחר שתי העונות הראשונות בין הטיפולים בשני עומקים 0-30 ו 30-60 ס"מ ובקשר ישיר לרמות החנקן שיושמו החל מאפס עד 20 יחידות שנתיות. האמון (NH_4^+) לעומת זאת, נשאר בריכוזים דומים בין הטיפולים למרות ההבדלים המשמעותיים בדישון כעבור שתי עונות. טיפול ההזנה אשר התבסס על דישון באמון בלבד, העלה את ריכוז החנקן בקרקע בהשוואה לטיפול שקיבל חנקה בלבד (הבדל לא מובהק סטטיסטית). יתכן שהזנה בחנקה מובילה לשטיפה משמעותית יותר של הדשן מתחת לבית השורשים ושתהליך הניטריפיקציה (בהזנה באמון) הוא גורם משמעותי לצבירה של חנקה בקרקע. בכדי לבחון את הקשר בין רמות החנקן בקרקע ליכולת הקליטה בפרי, נותח ריכוז החנקן הכללי בקרקע בעומק 0-30 ס"מ (שבו עיקר הצטברות החנקן בקרקע) בסתיו 2022 מול אחוז החנקן בפרי בקטיף 2023. התוצאה הייתה עקום פולינומיאלי במתאם גבוה ($R^2=0.88$) עם מקסימום בריכוז של 25 מ"ג/ק"ג N בקרקע שמעליו החלה אף ירידה קלה באחוז החנקן בפרי. אחוז החנקן בפרי ירד באופן מובהק החל מרמה של 12 עד ל 0 יחידות בשנה כאשר מ 12 יחידות ומעלה לא היה הבדל. אך, מחישוב של כמות החנקן שסולקה ע"י הפרי ב 2023 מהרקמות השונות (קליפה, ציפה וגרעין) בממוצע לא נמצא הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים השונים וזאת בגלל עליה ביבול ככל שסופק פחות חנקן. בקטיף 2023, ובתקופת הפריחה 2024 נצפתה קורלציה חזקה ($R^2 < 0.92$) במספר ענפים נגועים בבוטריוספריה (*Lasiodiplodia*) לעץ ככל שעולים ברמת החנקן, מגמה דומה נראתה במחלת הקימחון בעלים כפי שהוערכה ב-2023 ($R^2 < 0.83$) וכן בתקופת הפריחה ב-2024 ($R^2=0.954$). מגמה דומה הראתה שעם העליה ברמת החנקן כך יש עליה במספר כנימות אדומות (*Aonidiella aurantia*) לעלה ($R^2=0.7537$), ובשיעור הפרי הנקי שלא הכיל כלל כנימות ($R^2=0.9556$). בנוסף, נמצא הבדל ברגישות לריקבון לאחר קטיף בין רמות הדישון השונות. נמצא כי ככל שמעלים את רמת הדישון בחנקן כך איכות הפרי יורדת. בדישון חנקני ברמה גבוהה (20 ק"ג לשנה) נמצא ריבוי של ריקבון עוקץ הנגרם בעיקרו ע"י *Lasiodiplodia* וריקבון צד הנגרם בעיקרו ע"י *Alternaria alternata*, מינימום ריקבון עוקץ וצד נמצא בדישון של 5 יחידות חנקן לשנה. תוצאות דומות התקבלו בשנה הראשונה למחקר שם רמות הדישון החנקני של 5 ואפילו ללא דישון חנקני הראו פחות ריקבון מרמות הדישון הגבוהות, יש להניח כי בשנה הראשונה עדיין נשארו שאריות חנקן מהדישון המשקי שהיה נהוג במקום עד להתחלת הניסוי. בשנה השלישית למחקר נמצא כי איכות הפריחה הייתה הכי גבוהה בריכוז חנקן N5, בעוד

שבריו של N20 איכות הפריחה הייתה הכי נמוכה ($R^2=0.7769$). נתוני היבול בקטיפים של 2023 ו 2024 עדיין לא הראו פחיתה ביבול בטיפול 0 A (יחידות חנקן) ביחס לטיפולים B, C ו D כפי שציפינו לאור ניסוי הליזימטרים שקדם למחקר זה ולמעשה היה זה הטיפול בעל היבול הגבוה ביותר בקטיפ 2023. לסיכום, היתרונות באיכות הפריחה ועמידות גבוה יותר למחלות השפיעו על פוטנציאל היבול עד כה יותר מהמחסור בחנקן שהתפתח במשך שלוש עונות. מתוצאות המחקר הנוכחי ניתן לאשר כי קיימת עקומת רוויה ביבול וכי מעל רמה מסוימת של חנקן, אין תוספת יבול ואולי אף פגיעה כתוצאה מרגישות למחלות. בעוד שקיים אופטימום של דיזון חנקני המשפיע על איכות ורגישות שנמצא בין 5 ל-12 יחידות חנקן וכי ריכוז גבוה מידי של דיזון חנקני יכול לפגוע באיכות הפריחה, איכות הפרי ואף ברגישות מוגברת למחלות לפני ולאחר קטיפ.

זיהוי אינדיקציות ראשוניות של פירוק פולימרים בתהליך קומפוסטציה באמצעות ספקטרוסקופיית FTIR

מתנאל ביטון¹, מיכאל בוריסובר², יעל לאור³

1. מינהל המחקר החקלאי – מכון וולקני והאוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות, רחובות (matbit1991@gmail.com)

2. מינהל המחקר החקלאי – מכון וולקני, ראשון לציון

3. מינהל המחקר החקלאי – מכון וולקני, מרכז מחקר נווה יער

פסולת פלסטיק מהווה מזהם משמעותי של הסביבה, פוגעת בקרקעות ובמקורות מים טבעיים ומסכנת את בריאות בני האדם ובעלי החיים. בשל היציבות של רוב הפולימרים הפלסטיים, השפעתם הסביבתית יכולה להיות ממושכת. מאמצים לצמצם את ההשפעה הזו כוללים פיתוח שיטות יעילות להסרת פלסטיק ויצירת פלסטיקים מתכלים. הערכת קצב ההתכלות של פלסטיקים אלו דורשת ידע והבנה של התנהגותם בסביבות טבעיות שונות, כולל קרקעות, ובזמן חשיפה לקרינת UV. מכיוון שלפלסטיקים מתכלים שימושים רבים במוצרים ביתיים, יש חשיבות רבה להעריך את גורלם במערכות ניהול פסולת עירונית. התקנים העולמיים מתמקדים בהערכה של התכלות בתהליכי קומפוסטציה ביתיים ותעשייתיים, ומבחינת התכלות בתנאי מעבדה לפרקי זמן של חודשים. מבחנים ארוכים אלה מייצרים צווארי בקבוק בתהליך פיתוח פולימרים חדשים בתעשייה. לכן, יש משמעות גדולה לפיתוח מתודולוגיות שיוכלו לספק אינדיקציות ראשוניות של פירוק פלסטיק כבר בשלביו המוקדמים של תהליך הקומפוסטציה. השערת המחקר היא שספקטרוסקופיה אינפרא-אדום בטווחים בינוניים (mid-Fourier Transform Infrared Spectroscopy, mid-FTIR) בעלת רגישות מספקת לזיהוי שינויים כימיים כבר בשלבי הפירוק הראשוניים של תהליך הקומפוסטציה, גם בעומק הדגימות וגם בשכבות העליונות של הפלסטיק. מחקר זה מתבצע כחלק ממאגד Bioplast הנתמך על ידי רשות החדשנות, אשר שואף לפתח ולהטמיע פולימרים מתכלים על ידי חיבור בין אקדמיה לתעשייה. סדרת דוגמאות של פולימרים ממשפחות שונות שהתקבלו מחברי המאגד הוטמנו למספר שבועות בתוך שריולי קומפוסטציה עם אוורור מאולץ או במערכת ריאקטורים מעבדתית המדמה תהליך קומפוסטציה. לאחר הקומפוסטציה, הדוגמאות עברו הערכה ויזואלית ראשונית ואנליזת FTIR של פני השטח (השכבה העליונה של דוגמה, באמצעות ATR) וגם בעומק הדגימה (bulk transmission). בכנס נציג את פרוטוקול העבודה שגובש, השוואות בין ספקטרומים של חומרים לפני ואחרי קומפוסטציה ונדון בחשיבות השוואת שינויים ספקטראליים שנצפו בעומק של דוגמאות ובשכבות העליונות לכימות של אינדיקציות לפירוק.

פוסטרים

עידוד המינרליזציה בקרקע מזובלת – האם היא תוצאה של ההרכב הכימי או הביולוגי של הזבלים?

דוד ילין¹, אלון שביט², אנה בריז'קין¹ ומשה שנקר²

1. מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני (yalin@volcani.agri.gov.il)

2. האוניברסיטה העברית בירושלים

יעילות ניצול חומרי ההזנה מדשנים נמוכה במערכות חקלאיות, דבר שגורם לעלויות מיותרות לחקלאי, לבזבז חומרי גלם, בחלקם ממאגרים מוגבלים ובלתי מתחדשים, ולזליגת חומרי ההזנה הלא מנוצלים אל הסביבה שם הם עלולים להוות גורמי זיהום. בפסולות אורגניות המשמשות לזיבול ולטיוב קרקעות נמצא כי רק 30% מהחנקן מנוצל. כתוצאה מכך, קיימת מגמה הולכת וגדלה של ייצור ושימוש בתוספי קרקע שנועדו לשפר את זמינות חומרי ההזנה המיושמים בדשנים ובפסולות אורגניות. אחד הכיוונים המוצעים בספרות המדעית הוא הוספה של קבוצות חיידקים ואנזימים המסייעים במינרליזציה של חנקן וזרחן אורגניים. בעוד שמחקרים קודמים הראו השפעה ארוכת טווח (חודשים ושנים) של זבלים על אוכלוסיות המיקרואורגניזמים בקרקע, במחקר הנוכחי שאלנו האם אוכלוסיות החיידקים והרכב האנזימים המצוי בזבלי פרות ועופות הינם בעלי השפעה משמעותית על קצב המינרליזציה של החומר האורגני בטווח הקצר שלאחר היישום. לצורך כך הדגרנו קרקע חול חום-אדום משטח בור בבית דגן במשך 21 ימים עם הטיפול הבאים: זבל עופות, זבל פרות, הזבלים הנ"ל לאחר חיטוי באוטוקלאב, קרקע לא מדושנת (ביקורת) וקרקע שדושנה בתמיסת חנקן, זרחן ואשלגן מינרליים. במהלך ההדגרה עקבנו אחרי פעילות ארבעה אנזימים קטליטיים האחראים על תהליכי פירוק צלולוז, גלוקוז, כיטין, ומונואסטררים של זרחן ואחרי דינמיקת הזרחן והחנקן המסיסים. הקרקע המטופלת בזבל עופות הראתה פעילות אנזימטית מוגברת ביחס לשאר הטיפולים ממועד הרטבת הקרקע ועד לזמן שבוע. פעילות זו דעכה בהמשך ההדגרה. לעומת זאת, בקרקע שטופלה בזבל עופות מחוטא התחילה הפעילות האנזימטית בערכים נמוכים, דומים לקרקע הביקורת ולטיפול זבל הבקר, אולם הפעילות בטיפול זה עלתה במהירות וכבר לאחר ארבעה ימים השתוותה לזו שבטיפול זבל העופות שלא עבר חיטוי. הפעילות בקרקעות שטופלו בזבל פרות ובזבל פרות מחוטא לא נבדלה זו מזו ולא נבדלה באופן משמעותי ביחס לביקורת, ולגבי שלושת הטיפולים האלה לא נראתה מגמת שינוי לאורך הזמן לגבי פעילות מרבית האנזימים. יוצאת דופן הייתה פעילות האנזים פוספטאז בטיפול זבל הפרות, זבל הפרות המחוטא והביקורת, אשר עלתה עם הזמן, כך שגדלה מעבר לערכים שנמצאו בטיפול זבל העופות מהיום ה-15 ואילך. יתכן שאחד הגורמים למגמת עלייה זו הוא ריכוזי הפוספט הנמוכים בתמיסות הקרקע בטיפולים אלה, ביחס לטיפולים בזבל עופות. על פי הסבר זה ריכוז הפוספט הנמוך הוא הגורם לשחרור מוגבר של פוספטאז על ידי אוכלוסיות החיידקים בקרקע הדלה בזרחן. גם לגבי ריכוז החנקן המינרלי נמצאו בקרקעות שטופלו בזבל בקר ובביקורת ערכים נמוכים ביחס לאלה שטופלו בזבל עופות ובזבל עופות שעבר חיטוי. מגמה מעניינת שנצפתה היא פעילות מוקטנת של כלל האנזימים בקרקע שדושנה בדשן מינרלי, ויתכן כי זה מעיד על דיכוי המינרליזציה בתנאי עודף זרחן וחנקן. ההבדלים הקטנים יחסית בין הזבל המחוטא לזה שלא עבר חיטוי מעידים כנראה שלתוספת האנזימים עם הזבל חשיבות נמוכה בפירוק הזבל בקרקע לאורך זמן. נדרשת עוד עבודה להבנת ההשפעה של פעולת החיטוי באוטוקלאב על פעילות האנזימים, בנפרד מהשפעתו על האוכלוסייה המיקרוביאלית. הבנה טובה יותר של דינמיקת האנזימים הקטליטיים בקרקעות מזובלות תוכל לשפר את התחזיות של קצב המינרליזציה בקרקע ואת אומדני תרומת הזרחן והחנקן מהזבלים, כך שיוכלו לשמש את החקלאים להגדלת יעילות הדישון ולצמצום פליטות אל הסביבה.

Carbonate and concomitant microaggregation in irrigated soils of Israel

Galina V. Kharitonova¹, Fyodor Kot², Valeria O. Krutikova³

1. Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS, Khabarovsk, Russia
2. Department of Environmental, Water, and Agricultural Engineering, Technion–Israel Institute of Technology (fskot@technion.ac.il)
3. Institute for Tectonics and Geophysics, FEB RAS, Khabarovsk, Russia

Carbonates participate in soil aggregation and, therefore, influence the essential agrophysical properties of soil. Irrigation, using both freshwater (FW) and treated wastewater (TWW), can interfere with the soil carbonate system and affect (micro)aggregation. We undertook a micromorphological study on a series of characteristic Mediterranean soils irrigated with FW and TWW, emphasizing the effects of carbonate microaggregation. Methods of gross chemical analyses and scanning electron microscopy were applied. The results showed that irrigation—both with FW and TWW—had diverse impacts on the carbonate content and concomitant (micro)aggregation. In the soil plots irrigated with FW, and especially in the heavy-textured clayey Vertisol, there was a noticeable accumulation of pedogenic CaCO_3 in the form of calcite. The irrigating FW was the main source of HCO_3^- and $\text{Ca}^{+2}\text{Mg}^{+2}$, since the primary soil carbonates were found to be only slightly affected by the dissolution process. Irrigation with TWW, in contrast, resulted in the washing out of carbonates from the soil profile due to the action of dissolved organic matter (DOM). The same trends were determined in the light Red sandy loam (Hamra) soil. In the heavy-textured clayey Vertisol and Loessial arid brown soils irrigated with TWW, partial dissolution of primary crystalline carbonates was determined, with subsequent precipitation of metastable amorphous carbonates in the form of calcite micronodules up to 25 μm in size. Additionally, a specific toroid-shaped microform of CaCO_3 was detected, formed supposedly under the effect of DOM. According to the particle size and morphology, they can be assumed to be vaterite, a precursor of carbonate-forming systems. In general, the results obtained support the idea of a major role of (dissolved) organic matter in soil carbonate system function and carbonate (micro)aggregation. Changes in carbonate (micro)aggregation must affect the major physical and agrophysical properties of irrigated soils such as permeability and water-retention capacity. The observed formation of stable clay–calcite microaggregates, enlarged and agronomically optimal in size (20–250 μm), in the soils irrigated with FW would enhance the soil filtration capacity. This would be favourable for heavy-textured Vertisol and, as a tendency, for Loessial arid brown and Terra rossa soils. In contrast, irrigation with TWW would promote water-retention capacity and so, from an agronomical point of view, be preferable for light sandy soils.

בחינת יעילות מנגנונים מבוססי טבע לשחרור זרחן שארייתי מקרקעות

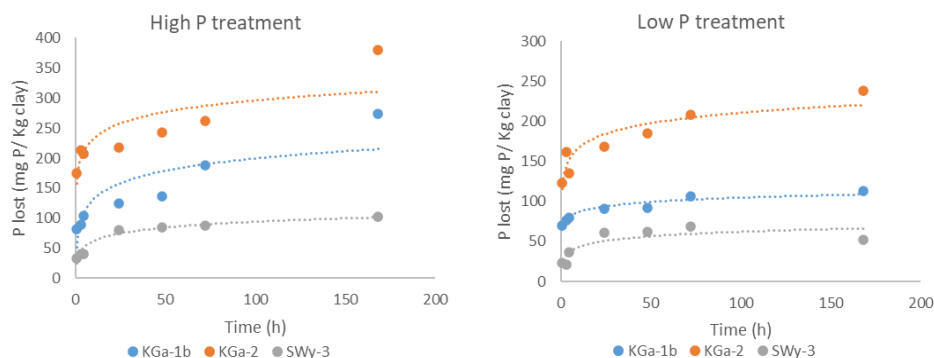
תמר לביא^{1,2}, דוד ילין² ועל מישאל¹

1. מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני, בית דגן (yalin@volcani.agri.gov.il)
2. הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית (yael.mishael@mail.huji.ac.il)

זרחן הוא אחד היסודות החיוניים לתפקודן של מערכות אקולוגיות וחקלאיות, בין היתר בזכות ההשפעה על הייצור הראשוני של צמחים ותפקודים מיקרוביאליים. זמינות הזרחן בקרקע מוגבלת מאוד, רק כ-6% מכלל הזרחן בקרקע זמין לצמחים. חוסר זמינות הזרחן והניידות המוגבלת שלו בקרקעות, מביאים לדישון יתר ולהצטברות זרחן עודף בתצורות שאינן זמינות לצמח בקרקעות. הזרחן העודף מהווה מפגע סביבתי ואקולוגי, המאיים בזיהום מקורות מים, איטרופיקציה ושינוי בתי גידול.

מחקרים קודמים שעסקו בשחרור זרחן בקרקעות חקלאיות על מנת להוריד את הצורך בדישון עודף, שמו דגש על המנגנונים הפיזיולוגיים המופעלים על ידי צמחים וחיידקים לשחרור הזרחן המקובע מהקרקע. בין היתר על ידי מבנה שורשים יעיל לקליטת זרחן, מיקוריזה להגדלת נפח הקרקע אליו מגיע הצמח או העלאת חומציות הקרקע שעשויה לסייע בשחרור הזרחן המקובע. אך עבודות אלה לרוב לא בחנו את יעילותם של מנגנונים אלה עצמם בקרקעות שונות ובהתאמה לצורות קיבוע מסוימות של זרחן.

במחקר זה ראשוני זה, בדקנו את יעילות מנגנון החמצת הקרקע המופעל על ידי שורשי הצמחים ואת השפעת סוג החרסית, על ספיחה של זרחן בקרקע. באמצעות ניסוי מבוקר במעבדה, על קאוליניט (KGa-1b ו-KGa-2) ומונטמורילוניט (SWy-3), בדקנו את קצב הספיחה והשחרור במועדים שונים למשך שבוע, תוך ניטור ובקרה על רמות החומציות. התרחיפים שהוכנו כללו שתי רמות זרחן (גבוהה ונמוכה). תוצאות המחקר הראו הבדלים בכמות הספיחה בין סוגי החרסיות, מונטמורילוניט ספחה פחות זרחן מקאוליניט. בנוסף, קאוליניט (KGa-1b) שהייתה בתנאים בסיסיים יותר (pH=8) ספחה פחות מקאוליניט (KGa-2) שהייתה בתנאים חומציים יותר (pH=5). תוצאות המחקר מדגימות שהחמצת קרקעות מסוימות עלולה לפגוע בזמינות הזרחן עבור צמחים. כדי למצוא פתרונות יעילים לשיפור זמינות הזרחן לגידולים, הצעד הבא יהיה לבחון את אסטרטגית ההחמצה ואסטרטגיות נוספות במערכות מורכבות יותר.



The interplay between porous medium structure and bacterial biofilms: A microfluidic study

Leah Oren¹, Elhanan Tzipilevich^{1,2}, Oshri Borgman^{1,2}

1. MIGAL – Galilee Research Institute, Kiryat Shmona (corresponding author: Oshri Borgman, oshrib@migal.org.il)
2. Tel Hai College, Upper Galilee

Enhancing plants' ability to deal with climate change consequences requires adopting new measures to improve soil viability. Using beneficial bacteria to enhance plant resilience is a promising approach. Understanding the interplay between bacterial biofilm and water flow is crucial to achieving sustainable positive effects. However, the impact of soil structure and various biofilm extracellular components on water flow is still largely unknown. Here, we study the effects of biofilm characteristics and porous medium structure on water retention during drainage. We use microfluidic porous medium devices with prescribed structures and inoculate them with a common soil bacterium, *Bacillus Velezensis*. We use a wild-type strain and a $\Delta tasA$ strain mutant in extracellular protein fibers formations. The model porous medium microfluidic devices are fabricated with PDMS and contain an array of circular pillars in a rectangular channel, representing the structure of the porous medium. The pillars are uniform or vary in radii to control the heterogeneity of the porous medium. After inoculating the porous medium, we inject nutrient broth into the microfluidic chip at a constant flow rate while monitoring biofilm development under a microscope in Brightfield mode. Preliminary results show biofilm accumulates in a heterogeneous porous medium in regions of narrower pore apertures. In contrast, biofilm accumulation is not preferential to specific areas in a homogeneous porous medium. Using the $\Delta tasA$ mutant resulted in reduced biofilm accumulation regardless of heterogeneity. In the next stage, we will perform drainage experiments to assess the simultaneous effect of structure and biofilm on water retention and distribution. The fundamental understanding gained from this study will help facilitate upscaled experiments that could indicate the preferred saturation conditions for increasing plant-available water content under different structural and biological soil features.