



מוחמד סמארה

פוטנציאל השימוש בעקר* כתוסף לקרקע חקלאית

מוחמד סמארה (mohamed@agri.gov.il), אחמד נאסר / היחידה לציוד בין מכוני, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי / אורי מינגלרין, ורנין שואהנה / המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

ובחומר אורגני, גרמה זו להפחתה ברמת החנקן הזמין. נראה שכתוצאה מיחס פחמן/חנקן גבוה בעקר הצריכה הפעילות המיקרוביאלית המואצת ניצול חנקן זמין מצוי בקרקע. מכאן, שבעוד שהוספה מושכלת של עקר יכולה לשמש תחליף, חלקי לפחות, לדשני אשלגן וזרחן, הוספתו לקרקע עלולה לחייב דישון חנקני גבוה מזה שהיה נדרש ללא תוספת העקר.

מבוא

העקר הנוצר בבתי בד הינו נוזל שחור בעל ריח חריף וחומציות גבוהה. בהתאם, השימוש במוצר לואי זה מוגבל, גם משום שהוא מכיל חומרים אורגניים רעילים. השימוש העיקרי בעקר הוא כתוסף לקרקע חקלאית, אך ביכולתו לשמש כמינרל מתאים גם כתכשיר לעיקור קרקעות (1). כמות העקר שנוצרת מדי שנה בבתי בד בארץ נאמדת ב-165 אלף טון, כמות גדולה הגורמת לבעיית סילוק קשה. כתוצאה ממגבלות השימוש בו פיזור בתי בד רבים עד לאחרונה את העקר על קרקעות באופן לא מבוקר (1) או הזרימו חלק ניכר ממנו לוואדיות, נחלים, בורות או מערכות ביוב (2), גם כאן ללא בקרה. חדירת העקר למערכות הטיפול בשפכים פוגעת בתפקוד מפעלי הטיהור



התמונה מתוך מאמר מאת קבוצת המחקר של ד"ר יעל לאור, מרכז וולקני

ה תקציר

פקת שמן זית היא מהתעשיות המובילות בתחום ייצור השמנים בארץ ובאגן הים התיכון כולו. בתהליך הייצור המקובל בארץ ובשטחי הרשות הפלסטינית נוצרים בבית הבד, בנוסף לשמן, שתי פאזות של פסולת: עקר, פסולת נוזלית וגפת, פסולת מוצקה. הפסולת הנוזלית הינה תרחיף מימי שבו מומסים או מורחפים חומרים רבים לרבות חומצות שומן ופוליפנולים שעלולים לפגוע בפירות הקרקע. לעומת זאת מצויים בעקר גם אשלגן וזרחן, יסודות החיוניים להתפתחות הצמח. מטרת המחקר היו לאפיין ולכמת את ריכוזי הזרחן, החנקן והאשלגן המצויים בעקר, וכן לבדוק את ההשפעה שיש להוספת עקר לקרקעות באזורים שונים בארץ וברשות הפלסטינית על ריכוזם של יסודות אלה. בעוד שהוספת עקר העשירה את הקרקע באשלגן, בזרחן

בתמונה למעלה: מטע זיתים מסחרי ברביבים לאחר פיזור עקר בין שורות העצים * פסולת נוזלית של בתי בד

בת הקרקע העליונה, 0-5 ס"מ, שנבחרה משום שהכילה את כל העקר שיושם מיד, וזאת למרות האפשרות שמי השקיה או גשם לאחר היישום יכולים לגרום לתנועה כלפי מטה של מרכיבי עקר מסוימים. כמות העקר שהוספה לקרקע רביבים נאמדה בכ-12 מ"ק/ד' לשנה במשך ארבע שנים ולקרקעות נגבה וג' לת ניתנה תוספת חד פעמית של 7 מ"ק/ד' (9). כמות העקר השנתית שהוספה לקרקעות ברשות הפלסטינית כמו גם מס' פר שנות היישום אינם ידועים וההערכה היא שמדובר בכמויות גבוהות עד לרמה של 100-200 מ"ק/ד' מדי שנה. העקר שנבחן במחקר זה מקורו בגילת (טבלה 1). נתון ביקרבונט (NaHCO_3) ומים (HPLC grade) נרכשו מ-Bio Lab ישראל; אשלגן כלורי (KCl) מ-Merck, גרמניה.



צילום: ד"ר סמאל מרסובר

מטע זיתים מסחרי ברביבים לאחר פיזור עקר בין החלקות

שיטות

■ **בדיקת חומציות (pH) העקר:** זו נעשתה במיצוי מימי בא' מצעות טלטול דגימת קרקע במשקל 5 ג' עם 15 מ"ל מים מזוקקים למשך לילה ולאחר מכן הפרדת התסנין בצנטריפוגה ובדיקה במד חומציות. מכל אתר נדגמו קרקעות מטופלות בעקר וכאלו שאינן מטופלות.

■ **תכולת הזרחן והאשלגן הזמינים:** דגימת קרקע במשקל 5 ג' טולטלה עם 25 מ"ל תמיסת 0.5 מולר נתון ביקרבונט (NaHCO_3) למשך לילה. התסנין שהופק לאחר צנטריפוגה הוחמץ באמצעות הוספת 0.4 מ"ל חומצה גופרתית (65%). דגימות העקר ומיצוי הקרקע סוננו דרך נייר סינון (125mm circles, Whatman) ולאחר מכן נמדד ריכוז האשלגן בפוטומטר לה' בה (Sherwood model 410 Flame Photometer, UK) וריכוז הזרחן באוטואנלייזר (Lachat Instruments, Quik Chem 8500) (USA).

■ **תכולת החנקן הזמין:** דגימות קרקע במשקל 2 ג' מוצצו ב-20 מ"ל תמיסת 1 מולר אשלגן כלורי (KCl) וטולטלו למשך הל' לה. לאחר צנטריפוגה סונן התרחיף דרך נייר סינון (Whatman, 47mm circles) ולבסוף נבדקה תכולת החנקן באוטואנלייזר.

הן בגלל הריח הרע שלו והן בשל נוכחותם של חומרים הרע' לים לביוטה הפעילה בתהליך הטיהור. היות שכך, נוסחו בשנים האחרונות הנחיות חדשות להסדרת פיזור העקר על קרקעות (2). במקביל נחקר נושא סילוק העקר במטרה לפתח דרכים ידידותיות לסביבה לטיפול בו ולניצולו להשקיה ולדישון (2, 3). בעיית סילוק העקר והפסולת המוצקה של בתי בד הולכת בש' נים האחרונות ומחמירה עם העלייה הניכרת בהיקף ייצור שמן הזית בעולם בכלל ובמזרח התיכון בפרט (4, 5), מה שסיפק את עיקר המוטיבציה לביצוע המחקר המדוע במאמר זה.



באדיבות: www.osh.org.il

עקר, שפכים של בית בד

רוב הפיתוחים בתחום סילוק עקר והשימוש החוזר בו מתמ' קדים כיום בטיפול הביולוגי, כלומר פירוק מרכיבי האורגניים הלא רצויים באמצעות חיידקים ובטיפולים פיזיקו-כימיים, בהם הרחקת מרכיבי העקר הנדיפים בבריכות נידוף. למרות שבא' רץ חלק נכבד מהעקר מסולק באמצעות פיזור על קרקעות, טרם נחקרה כראוי השפעתו החיובית על תכונות הקרקע. לא מעט מחקרים הוקדשו לבחינת הרעילות של העקר לצמח (6), אך מעט מאוד תשומת לב ניתנה להיבט של העשרת הקרקע ביסודות דישון אשלגן וזרחן (3, 7, 8).

הנחת העבודה המדוע במאמר זה היא שפיזור מושכל של עקר על קרקע חקלאית יכול להוות מקור, חלקי לפחות, ל' סודות דישון וזאת על בסיס ההרכב הכימי של העקר ודיווחים בספרות (3). כאמור, מטרת המחקר הייתה בחינת ההשפעה של הוספת עקר לקרקעות חקלאיות על זמינות יסודות הדישון אשלגן, זרחן וחנקן.

חומרים ושיטות

מכמה אתרים מייצגים בדרום הארץ ובשטחי הרשות הפלסטי' נית נבחנו סוגי קרקעות שונים שעליהן פוזר עקר. בדרום הארץ נבחנו דגימות קרקע מרכיבים (סיין חרסיתי חולי), נגבה (קרקע חולית), גילת (סיין חרסיתי חולי); ברשות הפלסטינית נדגמו ק' קעות מוואדי אבו אלקמרה באזור חברון (סיין חרסיתי) ומוואדי רחאל באזור בית לחם (סיין סילטי) (9). דגימות נלקחו משכ'

■ השפעת עקר על ריכוזי חנקן, אשלגן וזרחן בקרקעות: נבד

קה תכולת האשלגן בעקר שמקורו בגילת ובקרקעות מטופלות ושאינן מטופלות מהאזורים השונים בארץ וברשות הפלסטיניות. תכולת האשלגן בעקר גבוהה, 8,400 מק"ג/מ"ל (טבלה 1) ובהתאם, בעוד שבקרקעות לא מטופלות ריכוז האשלגן נמוך יחסית, לאחר תוספת העקר נצפתה עלייה משמעותית בריכוז של יסוד זה בקרקע (איור 1). בקרקע מאזור ואדי רחאל ריכוז האשלגן עלה מ-83 מק"ג/ל בקרקע הלא מטופלת ל-1,022 בקרקע המטופלת. גם בקרקעות מאזור ואדי אבו אלקמרה וריביים נצפתה עלייה תלולה בריכוז האשלגן. בקרקע גילת נצפתה עלייה פחותה בריכוז האשלגן ובקרקע נגבה נצפתה העלייה הנמוכה ביותר בהתאמה עם כמות העקר שהוספה לקרקעות שנבחנו. תוצאות דומות (3, 11) הצביעו על עלייה בריכוז האשלגן בשכבה העליונה של קרקע שטופלה בעקר. היות שהעקר מהווה מקור לאשלגן, יסוד החיוני לצמחים, ניתן להשתמש בו כתחליף ולו חלקי לדשן אשלגני.

כמו כן נבדקה תכולת הזרחן בעקר וזו נמצאה עומדת על 220 מק"ג/מ"ל (טבלה 1) ובקרקעות שנבחנו (איור 2). בקרקעות רביבים, נגבה וגילת לא נמצא הבדל משמעותי בין כמות הזרחן הזמין בקרקעות הביקורת לקרקע המטופלת. בניגוד לאשלגן, תוספת עקר, העשיר יחסית בזרחן, לא גרמה באופן מובהק לעלייה בריכוז הזרחן הזמין בקרקע. הזרחן עובר בקרקע תהליכי קיבוע כימיים כגון היווצרות תרכובות לא מסיסות או ספיחה לחרסיות ולחומר האורגני. תהליכים אלה מפחיתים את המקטע הזמין מתוך כלל הזרחן המצוי בקרקע. כמו כן, הקרקעות בישראל שהועמסו בעקר מושיקות ועל כן ייתכן שלפחות חלק מהזרחן הזמין נשטף מהן, בעוד שהקרקעות ברשות הפלסטינית אינן מושיקות (בעל ולכן סביר שהוספת העקר העשירה אותן במידה רבה יותר בזרחן זמין. לבסוף, לקרקעות ברשות הוספו כמויות גבוהות יחסית של עקר (ראה סעיף חומרים) ובנוסף, לקרקעות בישראל מוסף דשן זרחתי בעוד שבאלו שברשות תוספת הזרחן כדשן מוגבלת (ראה ריכוז הזרחן הזמין בקרקעות שלא טופלו בעקר - איור 2). לכן השפעת העקר על תוספת הזרחן בקרקעות הרשות ניכרת יותר.

בקרקעות הביקורת ובקרקעות המטופלות נבדקה תכולת שני צורוני חנקן (חנקן ואמוניה) בעקר (איורים 3 ו-4). העקר דל בחנקן מינרלי זמין בהשוואה לתכולת האשלגן והזרחן שבו (טבלה 1). בכל הקרקעות המטופלות (למעט קרקע וואדי רחאל) נצפתה ירידה בתכולת הכוללת של החנקן המינרלי על צורתיו השונות. היעלמות החנקן המינרלי מהקרקעות שישם בהן עקר נובעת ככל הנראה מהתכולה הגבוהה של חומר אורגני בעקר (טבלה 1), מה שגורם לעלייה בפעילות המיקרוביאלית בקרקע המועשרת בעקר וכתוצאה מכך לקיבוע החנקן המינרלי

■ פחמן אורגני מומס (DOC): דיגמות הקרקע עברו מיצוי לכו

שך לילה במים מזוקקים ביחס 1:10, ודיגמות העקר נמהלו במים מזוקקים באותו יחס. התסנין מדיגמות הקרקע והתמהיל מהעקר נאספו לאחר צנטריפוגציה, עברו סינון בפילטר טפולן 0.45µm ולבסוף נבדק ה-DOC (=Dissolved organic carbon) במכשיר TOC-VCPN Shimadzu, Japan.

- נתון ביקרבונט (NaHCO₃) ומים (HPLC grade) נרכשו מ-Bio Lab ישראל; אשלגן כלורי (KCl) מ-Merck, גרמניה.

טבלה 1:	היסודות הנבדקים	מ"ק/ד'
ערכים מייצגים	חומציות (pH)	4.5
של תכונות	מוליכות (µS/cm)	15
ורכוז יסודות	חומר אורגני (מ"ג/מ"ל)	222
בקרקע גילת	אשלגן (K) (מק"ג/מ"ל)	8,400
שהוסף לה	זרחן (P) (מק"ג/מ"ל)	220
עקר	חנקן זמין (N) (מק"ג/מ"ל)	15

תוצאות ודין

■ שינויים בחומציות העקר והקרקע לאחר היישום: בשל

חשיבות רמת החומציות של הקרקע לזמינות יסודות ההזנה, נבדקה חומציות מיצוי הקרקעות מהאתרים השונים. על פי התוצאות (טבלה 2) ניתן להבחין בירידה מסוימת בערכי ה-pH לאחר יישום העקר. תוצאות דומות נצפו גם בעבודה שנערכה במטע זיתים בקרקע סין חרסיתית מאזור רמאללה (10), בה דווח על ירידה בערכי ה-pH לאחר שהקרקע טופלה בעקר. תוספת העקר החומצי (טבלה 1) לקרקע סביר שתגרום לה חלפת קטיונים חליפיים בפרוטונים כמו גם להמסת בסיסים ופחמות, ומכאן גם לעלייה בתמיסת הקרקע של ריכוז קטיונים שחלקם חיוניים לצמח, כגון ברזל או סידן וחלקם עלולים להיות רעילים. על פי הנתונים בטבלה 2, נראה שהשפעת העקר על ערכי ה-pH אינה חזקה דיה לגרום נזק לגידולים. הירידה המועטה יחסית בערך ה-pH נובעת מנוכחות בקרקע של גיר (CaCO₃) המשמש כבופר ומאפשר תוספת עקר ללא פגיעה משמעותית באותן תכונות קרקע התלויות ב-pH כל עוד הוסף פה זו נעשית במידה נאותה ובאופן מושכל (8).

טבלה 2:	אתרי הבדיקות	בקרקע לא מטופלת	בקרקע מטופלת
חומציות (pH)	רביבים	7.7	7.2
בקרקעות	נגבה	7.5	7.4
מטופלות	גילת	7.8	7.6
ושאינן מטופלות בעקר	ואדי אבו אלקמרה*	7.8	7.3
	ואדי רחאל**	7.6	7.4

* אזור בית לחם; ** דרומית לחברון

(החידקים משתמשים בפחמן שבחומר האורגני בעקר כמקור אנרגיה). מסקנות דומות (3) באשר לתרומת העקר למינות יסודות ההזנה העיקריים (N.P.K). מאידך, המחברים העריכו שתחת תנאי אקלים ומשקלים מתאימים יכול היה העקר לשמש גם כמקור חנקן.

מסקנות

נמצא כי העקר מעשיר את הקרקע באשלגן החיוני לצמחים ויכול על כן לשמש תחליף לדשן במקרים של מחסור באשלגן. העקר מעשיר את הקרקעות בזרחן, אך במידה מועטה יחסית. תוספת עקר לקרקע חקלאית עלולה לחייב הוספת חנקן שכן היא גורמת לקיבוע של יסוד זה ומכאן למחסור בחנקן זמין, כנראה בגין הגברת הפעילות המקרביאלית הנובעת מהיות העקר מקור פחמן.

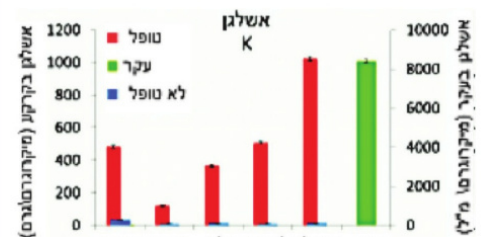
השימוש בעקר כמקור מים, חומר אורגני ויסודות דשן היו אפי שרי, אך מחייב נקיטת צעדים להפחתת מטרד הריח החרירי וסילוק, חלקי לפחות, של התרכובות האורגניות הרעילות המצויות בו, למשל באמצעות טיפול ביולוגי לפני החדרתו לקרקע, או הוספתו לקרקע מספיק זמן לפני מועד הוריעה על מנת לאפשר היעלמות (למשל כתוצאה מפירוק) של המרכיבים הרעילים לפני תחילת העונה החקלאית.

תודות

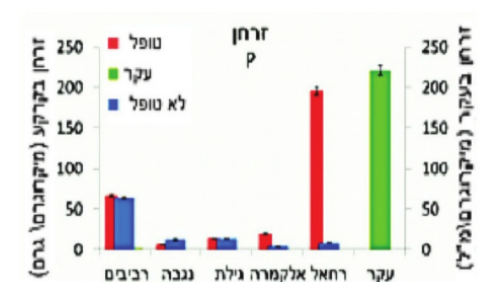
ברצוננו להודות ל-Deutsche Forschungsgemeinschaft על כך שעבדה זו בוצעה במסגרת פרויקט שמומן על ידי: The trilateral OLIVEOIL SCHA849/13 research project. כמו כן תודה לד"ר ארנון דג ממרכז מחקר גילת, על תרומת דוגמאות ועקר עבור ביצוע הניסויים.

ספרות מצוטטת

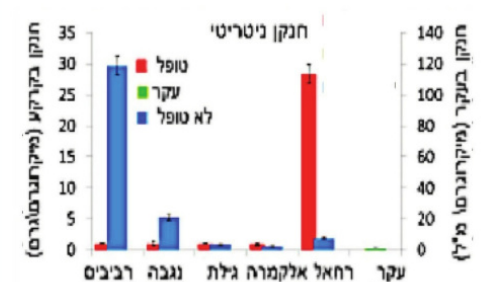
1. לונדון ע. (2013): שימושי העקר: עבר הווה ועתיד, המחלקה ללימודי ארץ ישראל וארכיאולוגיה, 'עלון הנוסע' שנה ס"ז, אוגוסט אוניברסיטת בר אילן (תאריך כניסה: 10 פברואר 2014). נלקח מ-<http://www.perot.org.il/Alon/201308/9.pdf>
2. המשרד להגנת הסביבה (2015): הנחיות לפיזור עקר - שפ"כים מבתי בד, 2014. www.sviva.gov.il/infoservices/ 2015/ newsandevents/messagedoverandnews/pages/2015/ january2015/akar-olives.aspx. נצפה ב-18 במאי 2015.
3. Zipori I., Dag A., Laor Y., Levy G.J., Eizenberg H., Yermiyahu U., Medina S., Aadi I., Krasnovski A., Raviv M. (2018): Potential nutritional value of olive-mill wastewater applied to irrigated olive (*Olea europaea* L.) orchard in a semi-arid environment over 5 years. *Scientia Horticulturae* 241: 218-224.



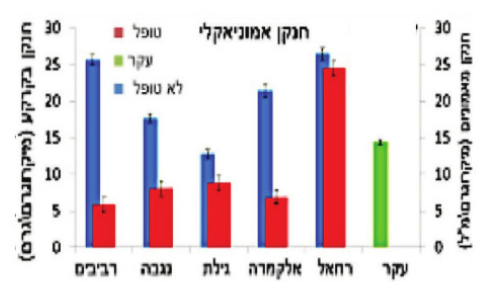
איור 1:
ריכוז אשלגן בעקר מגילת ובקרקעות מטופלות ולא מטופלות בעקר מקומי



איור 2:
ריכוז זרחן זמין בעקר מגילת ובקרקעות מטופלות ולא מטופלות בעקר מקומי



איור 3:
ריכוז חנקן ניטריטי בעקר מגילת ובקרקעות מטופלות ולא מטופלות בעקר מקומי



איור 4:
ריכוז חנקן אמוניאקלי בעקר מגילת ובקרקעות מטופלות ולא מטופלות בעקר מקומי

9. Keren Y., Borisover M., Bukhanovsky N. (2015): Sorption interactions of organic compounds with soils affected by agricultural olive mill wastewater. *Chemosphere* 138: 462-468.
10. Tamimi N., Diehl D., Njoun M., Marei A., Schaumann E.G. (2016): Effects of olive mill wastewater disposal on soil: Interaction mechanisms during different seasons. *J. Hydrol. Hydromech* 64: 176-195.
11. Zipori I., Dag A., Laor Y., Levy G.J., Eizenberg H., Yermiyahu U., Medina S., Aadi I., Krasnovski A., Raviv M. (2018): Potential nutritional value of olive-mill wastewater applied to irrigated olive (*Olea europaea* L.) orchard in a semi-arid environment over 5 years. *Scientia Horticulturae* 241: 218-224.
12. Chaari L., Elloumi N., Meseddi S., Gargouri K., Rouina B.B. (2015): Changes in Soil Macronutrients after a Long-Term Application of Olive Mill Wastewater. *J Agric. Chem. Environ* 4: 1-13. ■
4. Aviani I., Raviv M., Hadar Y., Saadi, I., Laor Y. (2009): Original and residual phytotoxicity of olive mill wastewater revealed by fractionations before and after Incubation with *Pleurotus ostreatus*. *J. Agric. Food. Chem* 57: 11254-11260.
5. Azbar N., Bayram A., Filibeli A., Muezzinoglu A., Sengul F., Ozer A. (2004): A review of waste management options in olive oil production. *Crit. Rev. Env. Sci. Tec* 34: 209-247.
6. Khatib A., Arqa F., Yaghi N., Subuh Y., Hayek B., Musa M., Basheer S., Sabbahz I. (2009): Reducing the environmental impact of olive mill waste water. *Am. J. Environ. Sci* 5: 1-6.
7. רובן א., ציפילביץ א. (2012): יסודות הזנה בכרם, משרד החקלאות ופיתוח הכפר שירות ההדרכה והמקצוע אגף פירות (תאריך כניסה 10 אוגוסט 2017). נלקח מ-https://www.moag.gov.il/shaham/pro-m-fessionalinformation/documents/yesodot_azana_cerem.pdf
8. Alberta Agriculture and forestry (2003 May 15): Soil pH and plant nutrients. Retrieved from [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex6607](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex6607)





צמח תרביות רקמה בע"מ

שתילי תמרים מבית טוב

שתילי תרבות הרקמה שלנו
פרוסים במטעים רבים בבקעה ובערבה

לתרבות יתרונות רבים:
 תכנון נטיעה בהיקף גדול
 אחידות גבוהה מאד
 ניקיון ממזיקים ומחלות
 אחוזי קליטה גבוהים
 ניבה מוקדמת

צמח תרביות רקמה בע"מ
 רון יצחקי - מנהל 050-7279191
 Email: nisyonot@zemach.co.il
 אברהם צביאלי - שתלן 052-3090551
 Email: zvieli@zvieli.co.il

