

שימוש בקולחים להשקיית זית לשמן

Treated wastewater for irrigation of olive for oil production

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י:

- ארנון דג, מינהל המחקר החקלאי, גילת, arnondag@agri.gov.il
- אלון בן גל, מינהל המחקר החקלאי, גילת
- אורי ירמיהו, מינהל המחקר החקלאי, גילת
- זהר כרם, פקולטה לחקלאות
- אהוד חנוך, שה"מ

דצמבר, 2011

חשוון, תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר _____

תקציר

ענף הזית לשמן בשלחין מצוי בתנופת פיתוח רבה כיום. מרבית השטחים הניטעים מושקים במי קולחין ומוזנים לפי המקובל במטעים המושקים במים שפירים. העבודה הנוכחית בוחנת תגובת עצי זית להשקייה במי קולחין. שני זנים נבחרים - ברנע ולצ'ינו בשלושה טיפולים - השקייה במים שפירים, השקייה בקולחין בהזנה סטנדרטית והשקייה בקולחין בהזנה מופחתת לפי המגיע (חנקן ואשלגן) עם הקולחין. הדוח הנוכחי מביא את ממצאי הניסוי מתחילתו - 2006 ועד 2010. סדר גודל של מעט ממחצית מנת ההזנה של האשלגן והחנקן הגיעה לעצים עם מי הקולחין. לא נמצאו כמעט הבדלים בתכולת המינרלים בין העצים בטיפולים השונים, כך שצמצום מנת ההזנה בהתאם לכמות החנקן והאשלגן המגיע עימם, אינו מביא למחסור כלשהו בעץ, לפחות לא בטווח הקצר. לא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול הפרי והשמן בין טיפולי הניסוי, לאורך זמן, בשני הזנים, היבולים של טיפול ההשקייה במים מושבים עם הזנה מתוקנת היה בעל יכול הפרי והשמן הגבוה מבין שלוש הטיפולים. קיימת כפי הנראה שטיפה משמעותית של ניטרט אל מעבר לבית השורשים מהלך החורף, במקביל רמת המליחות הכללית בקרקע יורדת בתקופה זו. אם כי בטיפולי הקולחין השטיפה מצומצמת יותר. קיימת עליה בערכי ה-ESP בעומקים של עד 60 בהשקייה בקולחין, הרמות מתקרבות לסף המביא לפגיעה ביציבות מבנה הקרקע ובתכונותיה ההידראוליות והפיזיקליות. ממצאי העבודה הנוכחית מעידים כי ניתן להשקות זיתים לשמן במים מושבים ללא פגיעה משמעותית בהתפתחות העץ, יכול הפרי והשמן ואיכותו הכימית והאורגנולפטית של השמן. מהממצאים עולה כי יש מקום לחשב את כמות החנקן והאשלגן המגיעים עם מי הקולחין ולצמצם את מנת ההזנה בהתאם. הזנה מתוקנת זו תביא לצמצום ניכר בתשומות, תביא לצמצום נזק אפשרי למי תהום מדישון עודף ותמנע סכנה של פגיעה בפוריות ובאיכות השמן עקב דישון חנקני מופרז. בשל האפקט המצטבר ארוך הטווח על מבנה ותכונות הקרקע והדיווחים על פגיעה ארוכת טווח במטעים המושקים בקולחין, נראה כי יש להמשיך את המחקר עוד מספר שנים בכדי לבסס את הממצאים.

פרסומים שנבעו מעבודת המחקר -

-אראל, ר., דג, א., בן גל, א., ציפורי, י., אהרון, מ., פרסנוב, י., פיינגולד, א., סובוטין, י., סוריאנו, ש., באשיר, ל., כרם, ז., חנוך, א. וירמיהו, א. (2009) שימוש במים מושבים להשקיית עצי זית לשמן. משוב, עמ' 10-15.

-דג, א. (2010) השקיית זיתים במים מושבים, יום העיון החמישי בנושא מחקרים בזית, בית דגן, 3 למרץ, 2010 (הרצאה).

-Yermiyahu, U. (2010) Irrigation of olive with recycled water. Regional workshop on olive oil quality, The Dead Sea, Jordan. May 7th, 2010.

-Yermiyahu, U. (2011) Irrigation of olive with reclaimed wastewater: a five year study. OliveBioteq conference, Chania, Greece, November 3rd, 2011 (lecture).

-Dag, A., Ben Gal, A., Kerem, Z., Erel, R., Zipori, I., Hanoch, E., Basheer, L. and Yermiyahu, U. (2009). Irrigation of olive with recycled water. Book of abstracts, Inter. Symp. Olive Irrigation and Oil Quality. pp. O18.

- Segal, E., Dag, A., Ben-Gal, A., Zipori, I., Erel, R., Suryano, S. and Yermiyahu, U. (2011) Olive orchard irrigation with reclaimed wastewater: Agronomic and environmental consideration. Agriculture, Ecosystem and environment 140: 454-461: 454-461.
- Dag, A., Yermiyahu, U., Kerem, Z., Segal, E. and Ben-Gal, A. (2012) Case Study: Irrigation of olive with recycled water. In: 2012 EPA Guidelines for water reuse. USAID. (accepted).

מבוא

מטרת תוכנית המחקר - בחינת השפעה של השקיית זית במי קולחין על התפתחות העץ, היבול ואיכות שמן. בניסוי שדה שמתקיים במטע בוגר, נבחנו שני טיפולים - השקייה במים שפירים ומי קולחין. בנוסף, בכדי לבודד את השפעת המאקרואלמנטים שבקולחין, ניבחנו טיפול שלישי בו נלקחו בחשבון הכמויות של החנקן והאשלגן המוספים במי הקולחין, כך שרמתם בטיפול המושקה במי קולחין תהיה זהה לזו בטיפול המושקה במים שפירים. ההיפותזה המרכזית העומדת בבסיס מחקר זה היא שהשקיה במי קולחין לא תגרום לבעיה בגידול, יבול ואיכות השמן. מכיוון שהזית עמיד יחסית לברון ומליחות, לא תיווצר עקה כלשהי במעבר להשקייה במים אלו. מאידך, אנו משערים שהגידול עשוי לנצל את יסודות המיקרו והמאקרו המסופקים עם מי הקולחין ולכן יש לקחתם בחשבון במאזן השנתי. הערכתנו כי איכות השמן לא תפגם במעבר להשקייה בקולחין, בעיקר כאשר נצמצם את כמויות החנקן בדישון כך שסה"כ החנקן הניתן יהיה שווה לכמות הניתנת בהזנה מקובלת במים שפירים, הדו"ח הנוכחי מסכם את ממצאי הניסוי מתחילתו.

מטרות המחקר:

בחינת השפעה של השקיית זית במי קולחין על התפתחות העץ, היבול ואיכות השמן. נבחנו שני טיפולים, מים שפירים ומי קולחין, בנוסף, בכדי לבודד את השפעת המאקרו אלמנטים שבקולחין, נבחו טיפול שלישי בו נלקחת בחשבון הכמות של החנקן והאשלגן המגיעה עם מי הקולחין כך שרמתם בטיפול המושקה במי קולחין תהיה זהה לזו שבטיפול המושקה במים שפירים.

פירוט עקרי הניסויים:

- ניסוי ההשקיה בקולחין בקדמה הופעל בתחילת קיץ 2006. דו"ח זה מכיל את התוצאות שנצברו בניסוי זה במהלך 10-2006. נבחנו שני זנים ברנע ולצ'ינו. בניסוי 3 טיפולים:
1. 'קולחין- הזנה סטנדרטית', טיפול המושקה במי קולחין ומוזן באופן סטנדרטי לפי המקובל במטעי הזית - 18 יחידות חנקן צרופ ו-29 יחידות אשלגן (K_2O) לדונם לשנה.
 2. 'קולחין- הזנה מתוקנת', טיפול המושקה במי קולחין ומוזן כך שמנת האשלגן והחנקן הניתנת, לוקחת בחשבון את המרכיבים האלו (כלומר מופחתת בהתאם) המגיעים עם מי הקולחין.
 3. 'מים שפירים- הזנה סטנדרטית' - טיפול המושקה במים שפירים ומוזן באופן זהה לטיפול 1.

מי הקולחין המגיעים לחלקה מקורם מתשלובת 'מי ירושלים' – קולחין אלו מוזרמים לאתר ליד נחל שורק, מטופלים, מוזרמים חזרה לנחל ומשאבים חזרה למאגרים באזור קדמה- כפר מנחם, המים השפירים בניסוי – מקורם במי קו רגילים של חב' מקורות.

המטע הינו מטע שדרתי צפוף המיועד למסיק בבצרת, בכל זן, ובכל טיפול 6 בלוקים (חזרות), בכל בלוק 2 עצים מרכזיים נמדדים כאשר כל העצים סביבם (לפחות עץ נוסף לכל כיוון בהמשך השורה ובשתי השורות הסמוכות) מקבלים את אותו הטיפול. פרט לנושא מקור המים וממשק הדישון, יתר הפעולות במטע (גיזום, הגנה"צ, קביעת מנת השקייה וכו') נעשים כבמטע מסחרי רגיל, לפי המלצת המדריך השותף בתוכנית המחקר (אהוד חנוך ממ"ר זית בשה"מ). דיגומי עלים דיאגנוסטיים נערכו פעמיים בשנה, בדצמבר וביוני (בדו"ח מוצגות תוצאות יולי), דיגומי קרקע בוצעו בסוף עונת ההשקייה, בסתיו ובאביב עם תום עונת הגשמים העיקרית. הגזעים סומנו בגובה של כ-50 ס"מ, בנק' זו נמדדה התעבות הגזע מדי שנה, כמדד לקצב הצימוח. המסיק בוצע במנערת חשמליות על גבי רשתות שהונחו על הקרקע, מועד המסיק נקבע לפי רמת ההבשלה של הפרי. הפרי שנמסק, נשקל, מדגם של 1.5 ק"ג פרי נלקח למעבדה לקביעת משקל פרי ורמת הבשלה. הפרי הועבר למרסקת, מדגם מהרסק הועבר לקביעת תכולת מים ושמן במצווי סוקסלט. יתר הרסק הועבר למלקסר ולצנטריפוגה. השמן שהופק אופיין לתכולת ח" שומן חופשיות, ערך פראוקסיד ותכולת פוליפנולים. בדיקת מינרלים בשמן בשנת 2010 נעשתה במכשיר ICP. בדו"ח הוספו בדיקות שמן וקרקע מפורטות מעבר למה שהופיע בתוכנית המחקר, זאת מתוך רצון לנצל את הפלטפורמה הניסויית וללמוד ממנה ככל הניתן לגבי השפעות ההשקייה במים מושבים על זית לשמן.

1. מים

טבלה מס' 1: הרכב ותכונות המים השפירים ומי הקולחין אשר שימשו בניסוי, 2006-2010, הערכים

הינם ערכים ממוצעים (סטיית תקן) (n=32, 2006-10).

מדד	יחידות	מי קולחין	מים שפירים
pH		7.7 (0.3)	7.5 (0.2)
מוליכות חשמלית (EC)	dS/m	1.71 (0.22)	0.8 (0.2)
NH ₄ -N	מג' / ל'	5.9 (7.7)	0.0 (0.0)
NO ₃ -N	מג' / ל'	14.4 (5.9)	2.4 (2.2)
חנקן כללי	מג' / ל'	20.3 (6.7)	2.5 (2.2)
אשלגן	מג' / ל'	31.2 (6.8)	3.5 (2.8)
זרחן	מג' / ל'	5.6 (2.8)	0.0 (0.0)
סידן	מג' / ל'	66.9 (8.8)	48.0 (12.9)
מגנזיום	מג' / ל'	35.6 (6.5)	22.1 (11.8)
בורון	מג' / ל'	0.23 (0.11)	0.17 (0.11)
כלוריד	מג' / ל'	326 (38)	138 (56)
נתרן	מג' / ל'	202 (27)	69 (28)
SAR		5.1 (0.9)	2.1 (0.6)

מי הקולחין אופיינו מספר פעמים גם לערכי TSS (פחות מ-2 מ"ג לליטר), BOD (16 מ"ג לליטר) ו-COD (29 מ"ג לליטר), בדיקות בקטריוולוגיות הצביעו על פחות מ-1 חיידק קוליפורמי ל-100 מ"ל מים שפירים ו-100 37 מ"ל מי קולחין. לגבי סלמונלה- הממצאים היו שליליים- הערכים ל-2009. כמו כן נערכו בדיקות בודדות ליסודות הזנה נוספים ומתכות כבדות. להל"ן התוצאות (הערכים במ"ג לליטר):

יסוד	ברזל	אבץ	מנגן	נחושת	גפרית	צורן	ניקל	קדמיום	עופרת
שפירים	0.052	0.029	>0.006	>0.006	20.23	1.7	>0.015	>0.015	>0.015
קולחין	0.025	0.023	0.032	>0.006	33.9	9.8	>0.015	>0.015	>0.015
שפירים	>0.01	>0.007	>0.007	0.1	0.015	>0.05	>0.04	>0.008	אלומיניום מוליבדן
קולחין	>0.01	>0.007	>0.007	0.1	0.044	>0.05	>0.04	>0.008	

הניקל והבריום שנמצאו כאן ברמה גבוהה בקולחין ביחס לשפירים, היו מתחת לסף גילוי בשמן (ראה פרק 6, איכות שמן).

שלוש השנים האחרונות של הניסוי (2008-10) היו שחונות יחסית וכמות המשקים בהן לא עלתה על 350 מ"מ (טבלה 2), לנושא יש השפעה על שטיפת המלחים והנוטריונטים שהצטברו בקרקע. מנת ההשקיה הנמוכה יחסית ב-2009 נקבעה בשל היבול הנמוך באותה שנה. כמויות החנקן, הזרחן והאשלגן השנתיות המחושבות הממוצעות המגיעות עם הקולחין הן 8.4, 2.4 ו-12.1, בהתאמה. 46% ממנת הדשן החנקני (ללא התייחסות לחנקן האורגני המגיע עם הקולחין) ו-42% ממנת הדישון האשלגני. זרחן כאמור אינו נמצא עד כה בהמלצות הדשון לזית.

טבלה מס' 2: כמות משקעים, דיות שנתית, השקיה, וכמות שנתית של מאקרואלמנטים שהגיעו עם

הקולחין מהלך חמש שנות הניסוי.

ממוצע	2010	2009	2008	2007	2006	
ממשקעים (מ"מ)	342	349	325	480	507	
השקיה (מ"מ)	635	370	655	500	360	
ETO (מ"מ)	1221	1109	1116	1083	1085	
כמות חנקן שנתית (ק"ג / ד')	12.7	7.4	13.0	10.0	7.2	
כמות זרחן שנתית (ק"ג / ד')	3.6	2.2	3.8	2.9	2.1	
כמות אשלגן שנתית (ק"ג / ד')	18.9	9.0	19.4	14.8	10.6	

2. קרקע

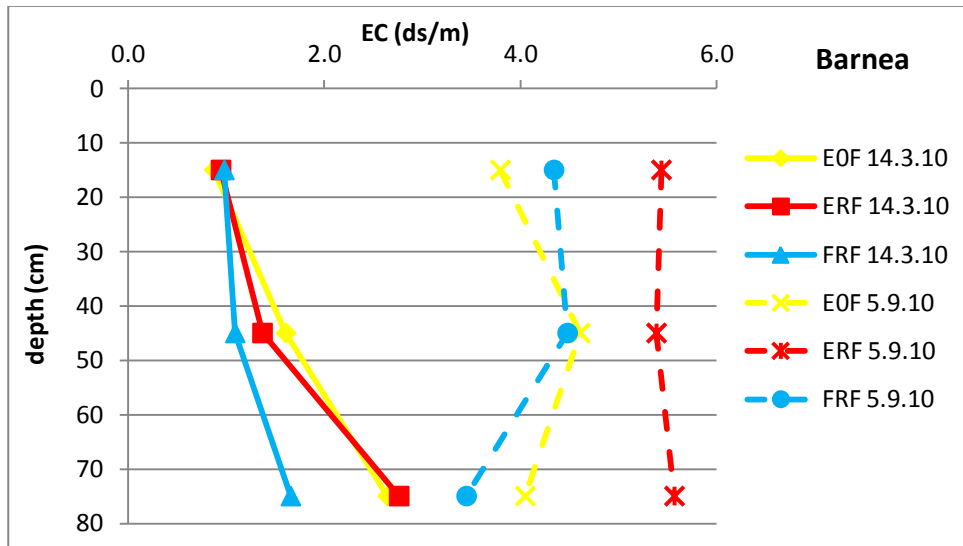
דיגומי קרקע נלקחו פעמיים בשנה, בסתיו עם תום עונת ההשקיה ולפני עונת הגשמים ובאביב, לאחר עונת הגשמים, טרם עונת ההשקיה. הדיגומים בוצעו בשלושה עומקים (0-30, 30-60, 60-90), מתחת לטפטפת במרכז כל חזרה.

2.1 ניטרט

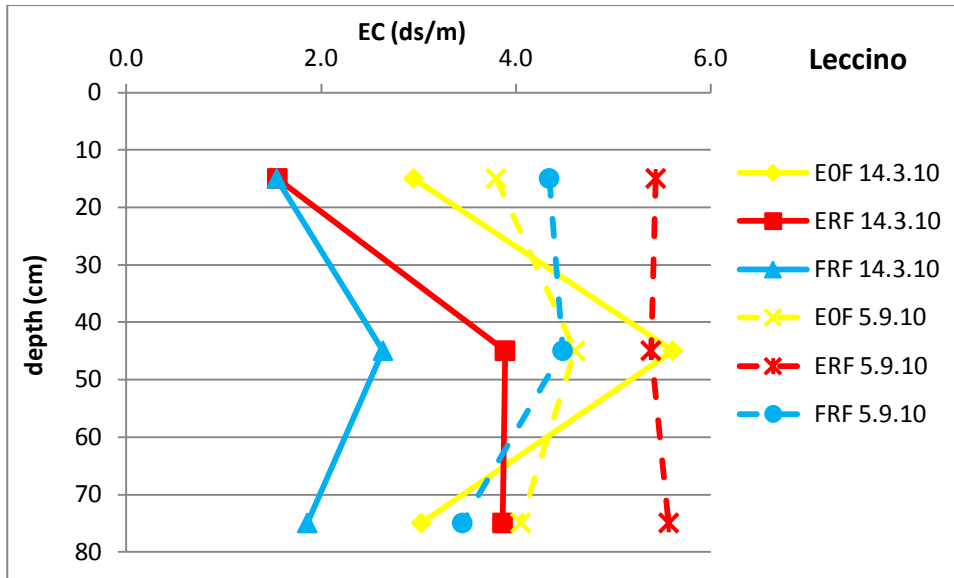
רמות הניטרט שהצטברו בקרקע היו גבוהות בסוף עונת ההשקיה ביחס לתחילתה, בעיקר בזן ברנע ובעיקר בעומקים 0-30 ו-30-60 ס"מ. הרמות הגיעו עד ל-300 מ"ג NO₃-N לליטר קרקע. הירידה הרבה ברמות הניטרט בעונת הגשמים מעלה חשש לשטיפתם אל מתחת לאיזור הפעיל של בית השורשים. ניתוח התופעה ודיון מפורט בה מובא במאמר המצורף (Segal et al., 2011).

2.2 מליחות קרקע

המוליכות החשמלית (EC) של מיצויי דיגומי הקרקע בעיסה רוויה לזן ברנע ולזן לצ'ינו מוצגים באיורים 1 ו-2, בהתאמה. בחרנו להציג את נתוני העונה האחרונה, המתארים את תמונת המצב לקראת סיום הניסוי. ערכי המליחות הגבוהים ביותר התקבלו בטיפול ההשקיה בקולחין, הזנה סטנדרטית, בדיגום הסתוי. ערכי המליחות נמוכים תמיד באביב, לאחר עונת הגשמים מאשר בסתיו, לפני (ברנע). לעומת זאת הלצ'ינו, בעומקים 30-60 ו-60-90, אין אנו רואים שטיפה טובה ורמות המליחות אינן יורדות. אין הדבר נכון לגבי המים השפירים בהם יש ירידה במליחות. בכל מקרה רמות מליחות הקרקע אליהן הגענו לאחר 5 שנות השקיה, אינן בתחומים הפוגעים בתפקוד עץ הזית.



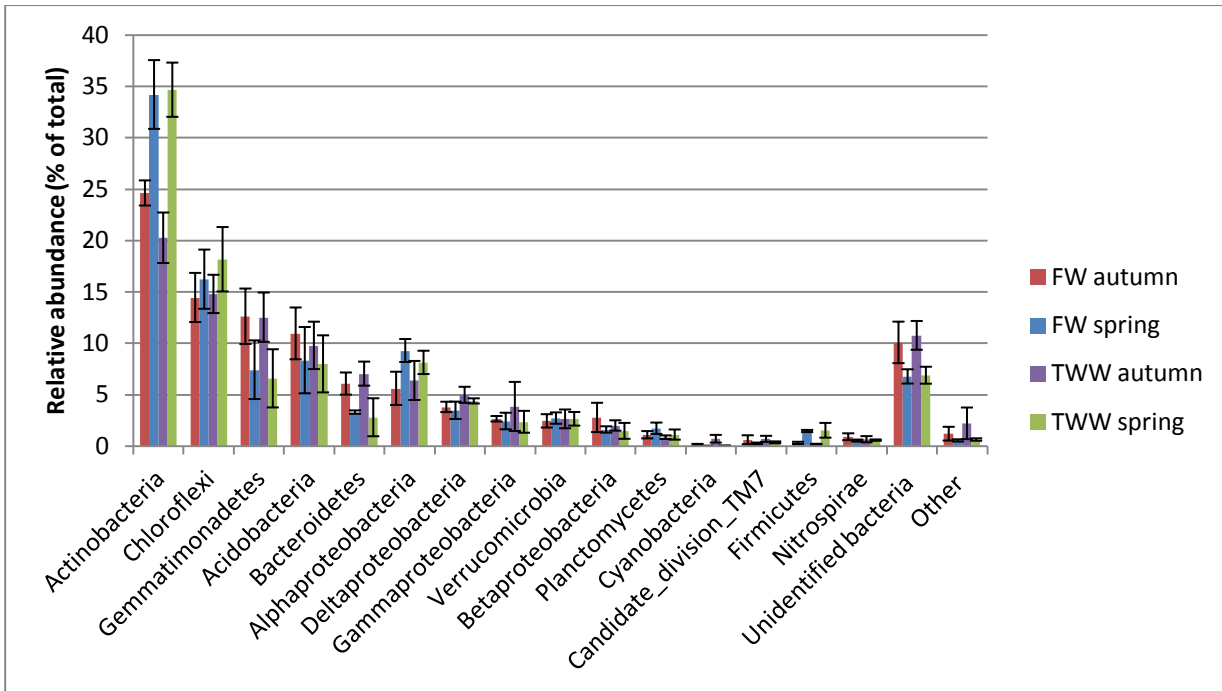
איור מס' 1: מוליכות חשמלית של מיצויי בעיסה רוויה של הקרקע בטיפולי הניסוי בזן ברנע בתחילתה ובסיומה של עונת ההשקיה ב-2010 (EOF) - קולחין הזנה מתוקנת, ERF - קולחין הזנה סטנדרטית, FRF - שפירים).



איור מס' 2: מוליכות חשמלית של מיצוי בעיסה רוויה של הקרקע בטיפולי הניסוי בזן לצ'ינו בתחילתה ובסיומה של עונת ההשקייה ב – 2010 (EOF) קולחין הזנה מתוקנת, EFR – קולחין הזנה סטנדרטית, FRF – שפירים).

2.3 הרכב ופעילות החברה הבקטריאלית (בוצע על ידי דרור מיניץ וסמי פרנק, קרקע ומים מכון וולקני)

בבדיקה של פעילות החברה המיקרוביאלית בקרקעות מושקות קולחים אל מול קרקעות מושקות מים שפירים נעשה שימוש בארבע בדיקות להערכת היקף הפעילות המיקרוביאלית בקרקע. בדיקות אלו כללו את הידרוליזה של (FDA) fluorescein di-acetate, חמצון מקרומולקולות ע"י אנזים (DEH) dehydrogenase, נשימה ע"י פליטת CO₂ וחמצון אמוניה לניטריט. לאורך שנה וחצי של ניסוי נראה כי השפעת ההשקייה על הפעילות המיקרוביולוגית נמוכה מאחר ולא נראו הבדלים משמעותיים בפעילויות הנשימה, פרוק מקרומולקולות (FDA) וחמצון מקרומולקולות (DEH). לעומת זאת, בבדיקת פעילות חמצון האמוניה נראו שינויים עונתיים קלים המעידים על חמצון אמוניה גבוה יותר בקרקעות מושקות קולחים בסוף עונת ההשקייה. אף על פי שלא היו הבדלים בפעילויות הקשורות לפרוק חומר אורגני בקרקעות השונות, נראה כי ריכוז החומר האורגני הכללי בקרקעות מושקות קולחים גבוה יותר במרבית תאריכי הדיגום. הרכב החברה הבקטריאלית הכללית בקרקעות (על פי אנליזה של תפוצת הגן המקודד לתת היחידה 16s של הר.נ.א. הריבוזומלי) השתנה כתוצאה מהשקייה בקולחים. ההבדלים שנצפו בהרכב החברה בקרקעות מושקות הקולחים נראו רק בסוף עונת ההשקייה (ספטמבר-אוקטובר). השינוי המשמעותי ביותר בחברה נבע מירידה באחוז היחסי של חיידקים מקבוצת ה- *Actinobacteria* (תרשים מס' 1) אשר נפוצים מאוד בקרקעות מאקלים ים תיכוני. אנליזה מפורטת יותר של הנתונים מבוצעת בימים אלו.



איור מס' 3: התפלגות קבוצות-על של בקטריות בטיפולים השונים; FW, מים שפירים ו-TWW, מי קולחים ובעונות השונות; spring, סוף עונת הגשמים ו-autumn, סוף עונת ההשקיה.

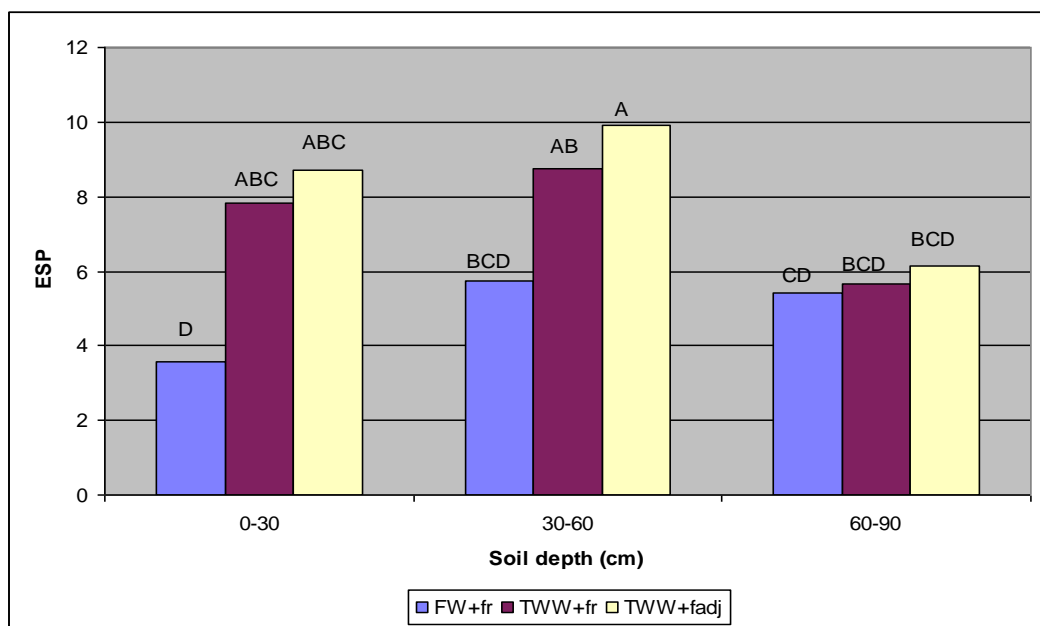
2.4 השפעת ההשקיה בקולחין על ה-SAR של הקרקע (בוצע על ידי גיא לוי, המכון לקרקע ומים מכון וולקני)

במיצוי עיסה רוויה של דוגמאות הקרקע נקבע ריכוז יוני הנתרן, הסידן והמגנזיום. מהתוצאות שהתקבלו חושבה מנת ספיחת הנתרן (sodium adsorption ratio, SAR). בנוסף נקבע בדוגמאות הקרקע קיבול הקטיונים החליפיים ותכולת הנתרן הספוח. מהתוצאות שהתקבלו חושב אחוז הנתרן הספוח בקרקע (exchangeable sodium percentage, ESP).

התוצאות שהתקבלו;

1. ה-SAR של מי ההשקיה היה 2.2 ו-4.9 עבור מים שפירים וקולחים, בהתאמה. תוצאות ה-SAR של מיצוי הקרקע בקרקע בשני הזנים היו במרבית המקרים גבוהים מאלו של מי ההשקיה, בממוצע 5.1 ו-8.2 עבור מים שפירים וקולחים, בהתאמה בלצ'ינו. תוצאה זו מעידה על הצטברות יוני נתרן בקרקע.
2. יחסי ה-SAR של מיצוי העיסה הרוויה וה-ESP בשני הזנים היו דומים לאלו הצפויים על פי הקשר שהוצע בין שני משתנים אלו על ידי המעבדה האמריקאית למליחות (USSL) בשנת 1954. אולם נראה כי ה-ESP שהתקבל היה נמוך במעט מזה הצפוי על פי הקשר של ה-USSL דבר שמצביע שהקרקע כנראה לא הגיעה עדיין למצב שיווי משקל עם ההרכב היוני של מי ההשקיה.
3. בזן ברנע לאיכות מי ההשקיה הייתה השפעה על ה-ESP של הקרקע; השקיה בקולחים גרמה לעליה מסויימת ב-ESP (6.8) בהשוואה להשקיה במים שפירים (5.2), אך העליה לא הייתה תלויה בעומק הקרקע. במטע הלצ'ינו נמצאה אינטראקציה בין הטיפול לבין עומק הדיגום. בעומקים 0-30 ו-30-60 ס"מ השקיה בקולחים גרמה לעליה מובהקת בערכי ה-ESP בהשקיה בקולחים בהשוואה להשקיה במים שפירים (איור

מס' 4). ערכי ה-ESP בהשקייה בקולחים בעומקים אלו היו ~8 והינם כבר בתחום בו ה-ESP יכול לגרום לפגיעה ביציבות מבנה הקרקע ותכונותיה הפיזיקליות וההידראוליות. תוצאות מהשקייה ארוכת טווח בקולחים (12 שנים) בכרם בלכיש (בקרקע הדומה לזו שבקדמה) הראו כי קיימת הצטברות של יוני נתרן בעומק של 60-90 ו-90-120 ס"מ לערכים של $ESP < 10$. לאור התוצאות מלכיש ואלו שהתקבלו במחקר הנוכחי לאחר 5 שנות השקייה בקולחים נראה לנו שחיוני להמשיך ולעקוב אחר ה-SAR של תמיסת הקרקע וה-ESP של הקרקע בכדי לנטר את השינויים שחלים בהם בעקבות השימוש בקולחים להשקייה ובמידת הצורך לשקול שינויים במימשק ההשקיה בכדי למנוע את הצטברות הנתרן בעומק חתך הקרקע שעלול לפגוע בעצי הזית וביבול אותו הם נותנים.



איור מס' 4: השפעת טיפולי הניסוי על ערכי ה-ESP של הקרקע (FW+fr - מים שפירים, TWW+fr - השקיה בקולחין הזנה סטנדרטית, TWW+fadj - השקיה בקולחין הזנה מתוקנת).

2.5 הידרופוביות של הקרקע

מדגמי קרקע מהניסוי הועברו בסתיו האחרון למעבדה של Gabriele Schaumann באוניברסיטת קובלנץ-לנדאו, גרמניה לבדיקת השפעת טיפולי הניסוי על ההדרופוביות של הקרקע, ממצאי הבדיקות אמורים להתקבל בפברואר הקרוב.

3. מינרלים בצמח

תכולת מינרלים בעלים דיאגנוסטיים בדיגומי יולי, היתה זהה בין טיפולי הניסוי בשנים 8-2006 ולכן מוצגים בטבלה הבאה רק נתונים ממוצעים (של 3 הטיפולים יחדיו) לכל יסוד לשנה. בנתוני שנת 2009 המוצגים לפי טיפולים ניתן לראות עליה קטנה בתכולת הזרחן בטיפולי הקולחין בזן לצ'ינו בלבד. הבדיקות העלו כי העצים לא היו במחסור לאחד אלמנטים מיסודות ההזנה שנקבעו ובמקביל, ערכי הנתרן והכלוריד לא העידו על בעיית המלחה (אם כי בזית, בדיקות עלים אינן מספקות כלי אמין לאיתור המלחה, אלא במקרים קיצוניים). לא נראה אם כן, כי צמצום מנת הדשן בטיפול ה'קולחין הזנה מתוקנת'- חשף את העצים למחסור.

טבלה מס' 3: נתוני בדיקות עלים (חנקן, זרחן, אשלגן, נתרן וכלוריד) בעצי הניסוי- דיגומי יולי / עלים

דיאגנוסטיים (הערכים באחוז משקל יבש). הנתונים ל 8-2006 הם ממוצעים של שלושת הטיפולים

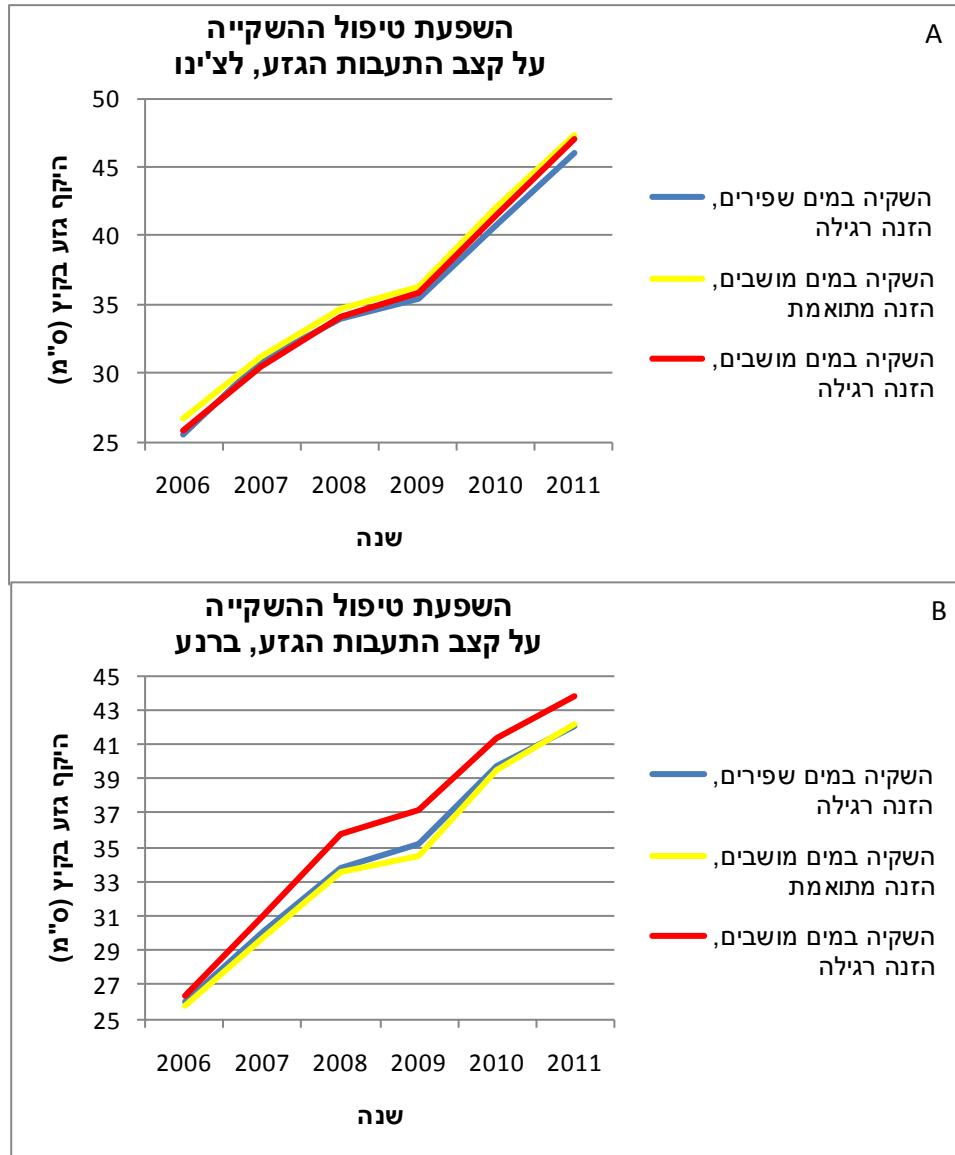
(סטיית התקן), ושל כל טיפול בנפרד ל 2009.

כלוריד	נתרן	אשלגן	זרחן	חנקן	
<u>'לצ'ינו'</u>					
0.23 (0.01)	NA	1.19 (0.03)	0.12 (0.01)	1.48 (0.02)	2006
0.24 (0.01)	0.027 (0.003)	1.37 (0.04)	0.13 (0.01)	1.89 (0.02)	2007
0.30 (0.04)	0.024 (0.007)	1.47 (0.05)	0.13 (0.01)	1.82 (0.10)	2008
<u>2009:</u>					
0.26 (0.04)A	0.015 (0.002)A	1.55 (0.07)A	0.12 (0.01)A	1.92 (0.10)A	שפירים
0.25 (0.03)A	0.016 (0.007)A	1.53 (0.08)A	0.13 (0.01)B	1.92 (0.12)A	קולחין הזנה רגילה
0.26 (0.03)A	0.018 (0.003)A	1.54 (0.08)A	0.13 (0.01)B	1.89 (0.13)A	קולחין הזנה מתוקנת
<u>'ברנע'</u>					
0.15 (0.01)	NA	0.78 (0.04)	0.10 (0.01)	1.28 (0.01)	2006
0.20 (0.02)	0.024 (0.024)	0.96 (0.01)	0.11 (0.01)	1.84 (0.84)	2007
0.21 (0.02)	0.025 (0.004)	0.93 (0.06)	0.12 (0.01)	1.62 (0.23)	2008
<u>2009:</u>					
0.19 (0.03)A	0.017 (0.007)A	1.10 (0.11)A	0.11 (0.02)A	1.59 (0.14)A	שפירים
0.18 (0.03)A	0.016 (0.001)A	1.10 (0.09)A	0.11 (0.01)A	1.58 (0.10)A	קולחין הזנה רגילה
0.19 (0.02)A	0.017 (0.002)A	1.10 (0.11)A	0.11 (0.01)A	1.66 (0.15)A	קולחין הזנה מתוקנת

אותיות שונות לאותו מדד נבדק ולאותו זן, מעידות על הבדל מובהק ($P < 0.05$) בין הטיפולים.

4. צימוח

בבדיקת עוצמת פריחה וצימוח ענפונים, לא נמצאו הבדלים בין טיפולי הניסוי (ממצאים אינם מוצגים). בבדיקת התעבות גזע (המקובלת בזית כמדד אמין להתפתחות וגטיביית של העץ), קיים יתרון קל בזן ברנע לטיפול ההשקייה במים מושבים- הזנה סטנדרטית, היתרון התפתח בשנתיים הראשונות לניסוי ומאז הפער יציב מול שני הטיפולים האחרים. בזן לצינו- אין כל הבדל בין הזנים.



איור מס' 5: השפעת טיפול ההשקייה על קצב התעבות הגזע בזנים לצינו (A) וברנע (B) במהלך

2006-11.

טבלה מס' 4: יבול שמן ופרי בעצי הניסוי במהלך שנות הניסוי, הערכים הינם ממוצעים (סטיית תקן)

יבול שמן מחושב* לעץ (ק"ג)			יבול פרי לעץ (ק"ג)			
'לצינו'						ז
קולחין הזנה מתוקנת	קולחין הזנה סטנדרטית	שפירים	קולחין הזנה מתוקנת	קולחין הזנה סטנדרטית	שפירים	טיפול
2.5 (0.8)	2.2 (0.7)	2.1 (0.5)	18.0 (5.9)	16.2 (4.9)	16.0 (4.0)	2006
3.1 (0.3)	3.0 (0.3)	2.7 (0.6)	15.0 (1.3)	13.4 (2.3)	14.1 (1.5)	2007
4.2 (0.7)	4.0 (0.9)	4.0 (0.9)	22.0 (3.8)	22.0 (5.0)	21.9 (5.1)	2008
0	0	0	0	0	0	2009
0	0	0	0	0	0	2010
9.8	9.2	8.8	55.0	51.6	52.0	מצטבר
'ברנע'						
3.6 (0.3)	3.2 (0.8)	3.3 (0.8)	18.8 (1.7)	17.0 (4.4)	16.5 (4.0)	2006
2.6 (0.9)	2.0 (1.0)	2.2 (0.4)	8.2 (1.2)	8.2 (3.8)	9.9 (3.7)	2007
4.3 (1.7)	4.4 (1.3)	3.7 (0.9)	21.6 (8.3)	22.8 (6.7)	18.3 (4.4)	2008
0.1 (0.1)	0.03 (0.03)	0.1 (0.1)	2.3 (2.6)	1.3 (1.1)	2.3 (2.4)	2009
4.6 (1.1)	4.1 (0.9)	4.0 (1.3)	21.8 (5.3)	17.6 (6.8)	17.3 (5.1)	2010
15.2	13.73	13.3	72.7	66.9	64.3	מצטבר

*מכפלה של אחוז השמן במיצוי כימי ביבול הפרי

לא נמצאו הבדלים מובהקים ($P>0.05$) בין הטיפולים בשני המדדים (יבול פרי ויבול שמן) לכל זן לכל שנת מסיק.

טבלה מס' 4 מציגה את נתוני היבול; הלצינו לא נשא יבול בעונות 2009 ו-2010 (כנראה בשל החורפים החמים שלא סיפקו את מנות הקור הדרושות לאינדוקציה לפריחה) ולכן היבול הכללי שלו נמוך יותר. אחוזי השמן, יבול הפרי ויבול השמן המחושב בכל שנה, לא הושפעו באופן מובהק מטיפולי ההשקיה. בבחינת היבול הכללי, נראה כי בשני הזנים, הטיפול בו היבול המצטבר הוא הגבוה ביותר, הוא טיפול ההשקיה בקולחין עם הזנה מתוקנת.

טבלה מס' 5: מדדי איכות עקריים (תומציות, תכולת פוליפ נולים וערך פראוקסיד) בשמנים שהופקו

מטיפולני הניסוי

לצינו			ברנע			מדד	שנה
קולחין הזנה מתוקנת	קולחין הזנה סטנדרטית	שפירים	קולחין הזנה מתוקנת	קולחין הזנה סטנדרטית	שפירים		
0.07	0.06	0.07	0.19	0.20	0.20	תכולת ח' שומן חופשיות (%)	2006
0.22	0.18	0.17	0.60	0.55	0.51		2007
0.38	0.40	0.35	0.47	0.45	0.34		2008
-	-	-	0.88	0.98	0.82		2009
-	-	-	0.25	0.27	0.29		2010
4.6	5.1	4.9	5.0	5.1	4.5	ערך פראוקסיד (מילימול לק"ג שמן)	2006
2.1	2.0	2.0	4.9	4.7	4.7		2007
4.5	4.4	4.2	3.9	3.6	3.4		2008
-	-	-	8.3	8.2	8.5		2009
-	-	-	3.2	3.6	4.5		2010
120	115	129	283	271	325	תכולת פוליפנולים (מ"ג לק"ג)	2006
133	105	136	226a	221a	345 b		2007
76	52	56	280	221	231		2008
-	-	-	141	149	177		2009
-	-	-	230	242	374		2010

פרט לשנה אחת (2007, פוליפנולים, ברנע), בשלושת המדדים, לא היו הבדלים מובהקים ($P < 0.05$) בין

שלושת הטיפולים בכל זן ובכל שנה.

מדדי האיכות המוצגים בטבלה מס' 5 הם המדדים העיקריים המשמשים להערכת איכות שמן זית. כל הדוגמאות פרט לשנת 2009 היו באיכות טובה העונה לקריטריונים של 'כתית מעולה'. ב-2009, בשל היבול הנמוך לא הודבר זכוב הזית וכתוצאה שיעור גבוה יחסית של פרי היה נגוע והחמיצות היתה מעט גבוהה. באופן כללי, תכולת ח' השומן החופשיות היתה נמוכה יותר בלצינו וכך גם תכולת הפוליפנולים. כאמור, לא נמצאו כמעט הבדלים מובהקים בין הטיפולים- אך ניתן לראות מגמה כללית של תכולת פוליפנולים מעט גבוהה יותר בטיפול המים השפירים.

טבלה מס' 6: השפעת טיפולי הניסוי על פרופיל חומצות השומן של השמנים (2009, ברנע, הערכים הם

ממוצעים לכלל 11 החזרות בכל טיפול)

טיפול	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C22:0	C22:1	C24:0
שפירים	14.6	1.13	2.4	62.3	17.5	0.7	0.42	0.12	0.42	0.04
קולחין הזנה סטנדרטית	14.6	1.16	2.3	61.2	18.7	0.74	0.41	0.12	0.38	0.02
קולחין הזנה מתוקנת	14.4	1.13	2.36	61.9	18.26	0.72	0.41	0.12	0.37	0.04

פרופיל ח' שומן בשמנים נבדק ב-2009 ו-2010 (תוצאות אינן מוצגות), טיפולי הניסוי לא השפיעו באופן

מובהק על פרופיל ח' השומן בשמן – ראה תוצאות בטבלה מס' 6).

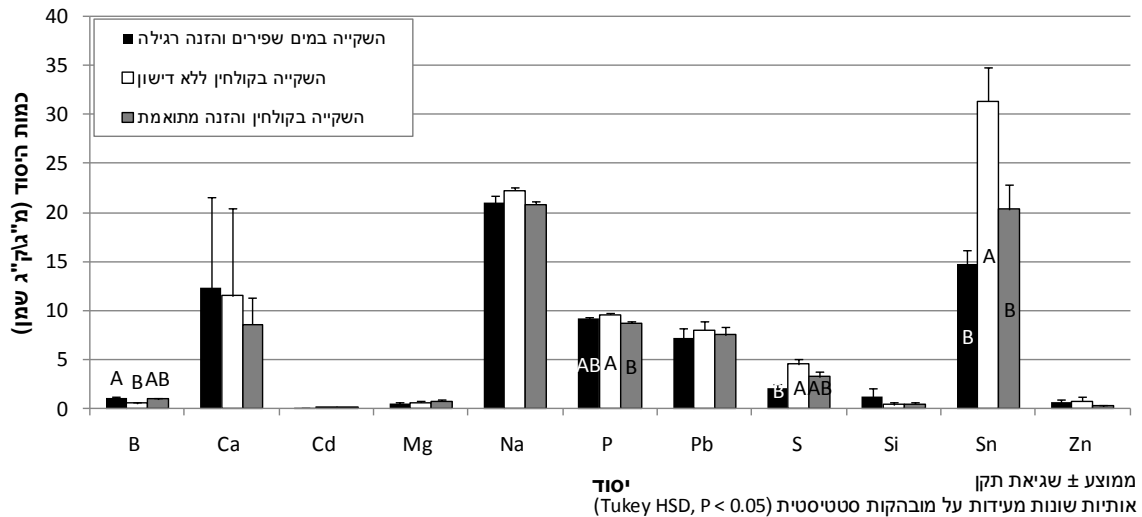
טבלה מס' 7: השפעת טיפולי הניסוי על התכונות האורגנולפטיות של השמנים

שנה	זן	טיפול	פירותיות	מרירות	חרירות	פגמים
2008	ברנע	שפירים	3.4	3.2	4.1	אין
		קולחין הזנה סטנדרטית	5.3	2.3	4.1	אין
		קולחין הזנה מתוקנת	3.8	3.7	4.5	אין
2009	ברנע	שפירים	3.5	2.3	5.2	אין
		קולחין הזנה סטנדרטית	3.7	1	2.4	אין
		קולחין הזנה מתוקנת	3.2	1	2.2	אין
2010	ברנע	שפירים	5.3	1.8	4.0	אין
		קולחין הזנה סטנדרטית	3.4	1.8	4.0	אין
		קולחין הזנה מתוקנת	3.8	1.2	3.4	אין
2010	לצי'נו	שפירים	3.1	0.1	0.2	אין
		קולחין הזנה סטנדרטית	3.2	0	0.1	אין
		קולחין הזנה מתוקנת	3.1	1.4	2.2	אין

במהלך עונות הניסוי, בעת ביצוע טעימות השמן, לא התקבלו הערכות על פגמים בשמנים הנבדקים. מהממצאים

המוצגים בטבלה מס' 7 לא ניתן לראות השפעה ברורה ועקבית לאורך העונות של אחד מטיפולי הניסוי על

עוצמת הטעמים החיוביים של השמן.



איור מס' 6: השפעת טיפולי הניסוי על תכולת מינרלים ומתכות בשמנים של הזן ברנע, מסיק 2010

היסודות הבאים נבדקו אף הם ורמתם היתה מתחת לסף הגילוי של המכשיר ($0.01 \text{ מ"ג לק"ג שמן}$); Ag, Al, As, Ba, Bi, S, Sb, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mn, Mo, Ni, P, Sr, Ti, Se רמות ה-Sn הגבוהות יחסית כמו גם רמות העופרת הן כנראה תולדה של בעיה טכנית בתהליך האנאליזה ב-ICP. פרט לעליה קטנה בתכולת הגופרית, אין אנו רואים עליה משמעותית בתכולת מינרלים ומתכות בשמנים מהעצים שהושקו במים מושבים.

דיון

ממצאי הניסוי הביאו לעדכון המלצות הגידול, כך שמנת הדשן המומלצת במטעי הזית כיום לוקחת בחשבון את כמות החנקן והאשלגן המגיעים עם מי הקולחין. לנושא חשיבות רבה בהקשר לצמצום זיהום מי תהום בחנקות ולצמצום ההוצאה על דשנים (הוצאה שעלתה מאד בשנים האחרונות בשל העליה במחירי הדשן). עידוד למגמה זו התקבל ממצאי עבודה אחרת שלנו בנושא הזנה בזית אשר הצביעה על הבעיות בדישון חנקני עודף בהקשר ליבול (Erel et al., 2008) ובהקשר לאיכות השמן (Dag et al., 2009). עד כה לא נמצאו עדויות לנזק לתפקוד העץ בהשקייה בקולחין, אולם יש חשיבות רבה להמשך הניסוי, זאת בשל העדויות ההולכות ומצטברות על נזקים במטעים המושקים במים מושבים זמן רב. זו אחת הפלטפורמות היחידות כיום בארץ בה מוצבים באופן ניסויי מסודר וארוך טווח במטעים, טיפולי השקייה במים מושבים בהשוואה למים שפירים וכדאי לנצלם בכדי ללמוד על הגורמים המביאים לפגיעה בעצי המטע לאחר השקייה ארוכת טווח במים אלו. למרות שעד כה לא ראינו השפעה שלילית כלשהי על הצמחה, יכול הפרי והשמן, רמזים ראשוניים לבעיות אפשריות ניתן לראות בעליה בערכי ה-ESP בקרקעות שהושקו במי קולחין בהשוואה לקרקעות שהושקו במים השפירים.

בביליוגרפיה

Dag, A., Ben-David, E., Kerem, Z., Ben-Gal, A., Erel, R., Basheer, L. and Yermiyahu, U. (2009) Olive oil composition as a function of nitrogen, phosphorus and potassium plant nutrition. J. Sci. Food Agric. 89: 1871-1878.

Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., Schwartz, A. and Yermiyahu, U. (2008) Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus and potassium. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133: 639-647.

סיכום עם שאלות מנחות

נא לענות על כל השאלות, בקצרה ולעניין, ב 3 עד 4 שורות מכסימום לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
בחירת ההשפעה של השקיית זית במי קולחין על התפתחות העץ, היבול ואיכות השמן
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
טיפול הניסוי לא השפיעו על מובהק על יבול הפרי, על תכולת השמן ועל יבול השמן כמו כן לא השפיעו על הצמות. לא היו הבדלים מובהקים מבחינת מדדי איכות עקריים בין טיפולי הניסוי, לא במדדים הכמיים ולא באורגנולפטים. לא היתה השפעה לטיפול הניסוי על צבירת מינרלים ומלחים בעלים, פרט לעליה קטנה בתכולת הזרחן בטיפול הקולחין. נמצאה שטיפה משמעותית של ניטרט במהלך עונת הגשמים. ישנה במקביל ירידה ברמת המליחות בעונה זו, אם כי ירידה זו מצטמצמת בטיפול הקולחין בהשוואה לשפירים. קיימת עליה מסויימת בערכי ה-ESP עם ההשקייה בקולחין.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
קיימות מסקנות מדעיות לגבי הצטברות מלחים וחמרי הזנה ושטיפתם בעונת הגשמים, כמו כן לגבי השפעת ההשקייה במים מושבם על התפתחות העץ, היבול ואיכות השמן, כפי שמובא בגוף הדוח, המטרות שהוגדרו הושגו
הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר.
מכיוון שההשפעות של השקייה בקולחין וטיפול הזנה בעצים הן ארוכות טווח, יש להמתין מספר עונות נוסף בכדי לבסס את הממצאים

<p>4. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.</p>
<p>אראל, רץ, דג, א., בן גל, א., ציפורי, י., אהרון, מ., פרסנוב, י., פיינגולד, א., סובוטין, י., סוריאנו, ש., באשיר, ל., כרם, ז., חנוך, א. וירמיהו, א. (2009) שימוש במים מושבים להשקיית עצי זית לשמן. משוב, עמ' 10-15.</p>
<p>Dag, A., Ben Gal, A., Kerem, Z., Erel, R., Zipori, I., Hanoch, E., Basheer, L. and Yermiyahu, U. (2009).Irrigation of olive with recycled water. Book of abstracts, Inter. Symp. Olive Irrigation and Oil Quality. pp. O18.</p> <p>דג, א. (2010) השקיית זיתים במים מושבים, יום העיון החמישי בנושא מחקרים בזית, בית דגן, 3 למרץ, 2010 (הרצאה).</p> <p>-Yermiyahu, U. (2010) Irrigation of olive with recycled water. Regional workshop on olive oil quality, The Dead Sea, Jordan. May 7th, 2010.</p> <p>-Yermiyahu, U. (2011) Irrigation of olive with reclaimed wastewater: a five year study. OliveBioteq conference, Chania, Greece, November 3rd, 2011 (lecture).</p> <p>-Segal, E., Dag, A., Ben-Gal, A., Zipori, I., Erel, R., Suryano, S. and Yermiyahu, U. (2011) Olive orchard irrigation with reclaimed wastewater: Agronomic and environmental consideration. Agriculture, Ecosystem and environment 140: 454-461: 454-461.</p> <p>-Dag, A., Yermiyahu, U., Kerem, Z., Segal, E. and Ben-Gal, A. (2012) Case Study: Irrigation of olive with recycled water. In: 2012 EPA Guidelines for water reuse. USAID. (accepted)</p>
<p>פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)</p>
<p style="text-align: right;">←</p>
<p style="text-align: right;">← ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</p>
<p style="text-align: right;">←</p>