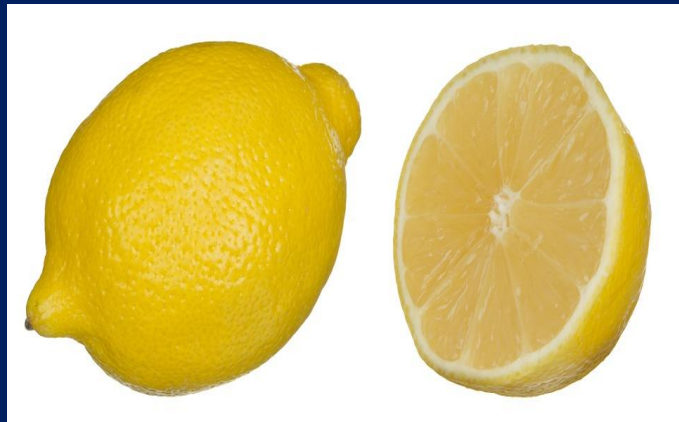


האם פיזור מי ע'קר בכרמי זית עשוי להוות מקור פוטנציאלי לחומרי הזנה לעצים?



יצחק צפורי, ארנון דג, יעל לאור, גיא לוי, חנן אייזנברג, שלומית מדינה,
איברהים סעדי, אלכס קרסנובסקי, מיכה רביב

הקדמה

- מי עקר – פסולת נוזלית של בתי בד תלת פאזיים המהווה בד"כ מטרד
- הפתרון המותר היום – פיזור מבוקר על פני הקרקע בכרמי זיתים
- הכמות המותרת ע"פ תקנות המשרד לאיכות הסביבה – 5 מ"ק לדונם לשנה
- מטרת המחקר – בדיקת השפעת פיזור מבוקר של מי עקר, ברמות שונות, על מספר תכונות פיזיקליות וכימיות של

הקרקע ועל ביצועי העצים

• נבדקה השפעת פיזור העקר על:

• כושר חידור מים

• מוליכות הידראולית

• יציבות תלכידים

• ריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן בקרקע

• צימוח ווגטטיבי, יבולים ואיכות שמן

• ריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן בעלים

ניסוי זה הינו הניסוי ארוך הטווח, המבוקר, היחיד



שנעשה בארץ בנושא פיזור עקר בשטחים

חקלאיים



	12	11	10	9	8	
20						20
19	25B	20B	15B	10B	5B	19
18	25A	20A	15A	10A	5A	18
17						17
16						16
15	24B	19B	14B	9B	4B	15
14	24A	19A	14A	9A	4A	14
13						13
12						12
11	23B	18B	13B	8B	3B	11
10	23A	18A	13A	8A	3A	10
9						9
8						8
7	22B	17B	12B	7B	2B	7
6	22A	17A	12A	7A	2A	6
5						5
4						4
3	21B	16B	11B	6B	1B	3
2	21A	16A	11A	6A	1A	2
1						1
	12	11	10	9	8	

מבנה הניסוי

15 מ"ק/ד  4 בקורת - ללא עקר  1

10 מ"ק/ד + תיחוח  5 5 מ"ק/ד  2

10 מ"ק/ד  3

• בלוקים באקראי

• 5 חזרות

• 2 עצים נמדדים לחלקה

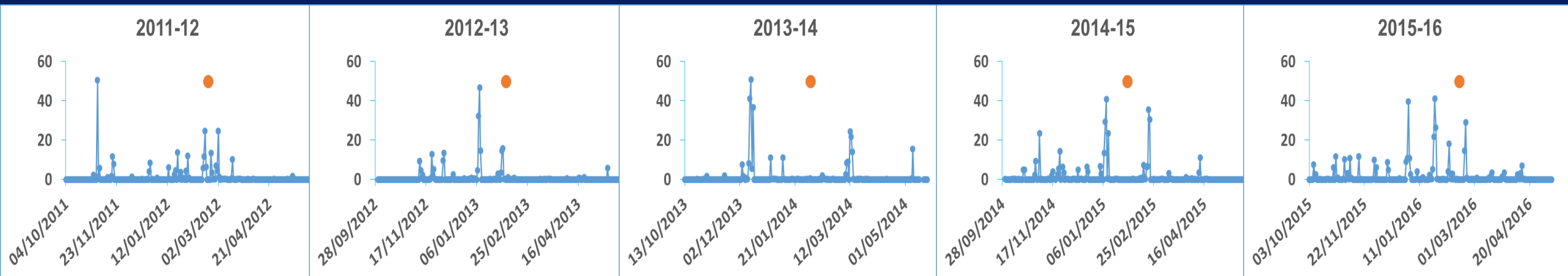
• נטיעת 2004

• זן - לצ'ינו

תנאי קרקע ואקלים בניסוי

- הניסוי התבצע בחלקת הזיתים במרכז מחקר גילת
- זן – לצ'ינו, נטיעת 2004, 3.5*7
- קרקע – לס, תכולת חומר אורגני נמוכה
- משקעים – כ-200 מ"מ לשנה

התפלגות הגשמים בשנות הניסוי



הפעולות בניסוי

• 2004-2011 – השקייה ודישון רגילים, לפי ההמלצות

• 2012-2016 – השקייה רגילה, ללא דישון

• השקייה בטפטוף, 1 שלוחה לשורה

• פיזור עקר ידני, אחת לשנה בינואר-פברואר, במשך

5 עונות, מציר העצים עד גבול הטיפול.

• תיחוח טיפול 5 – מרץ

• דיגומי קרקע – לפני כל יישום ולאחריו

• דיגומי עלים – יולי, אחת לשנה



הרכב מי העקר בניסוי – ממוצעים של 5 שנים ± סטיות תקן

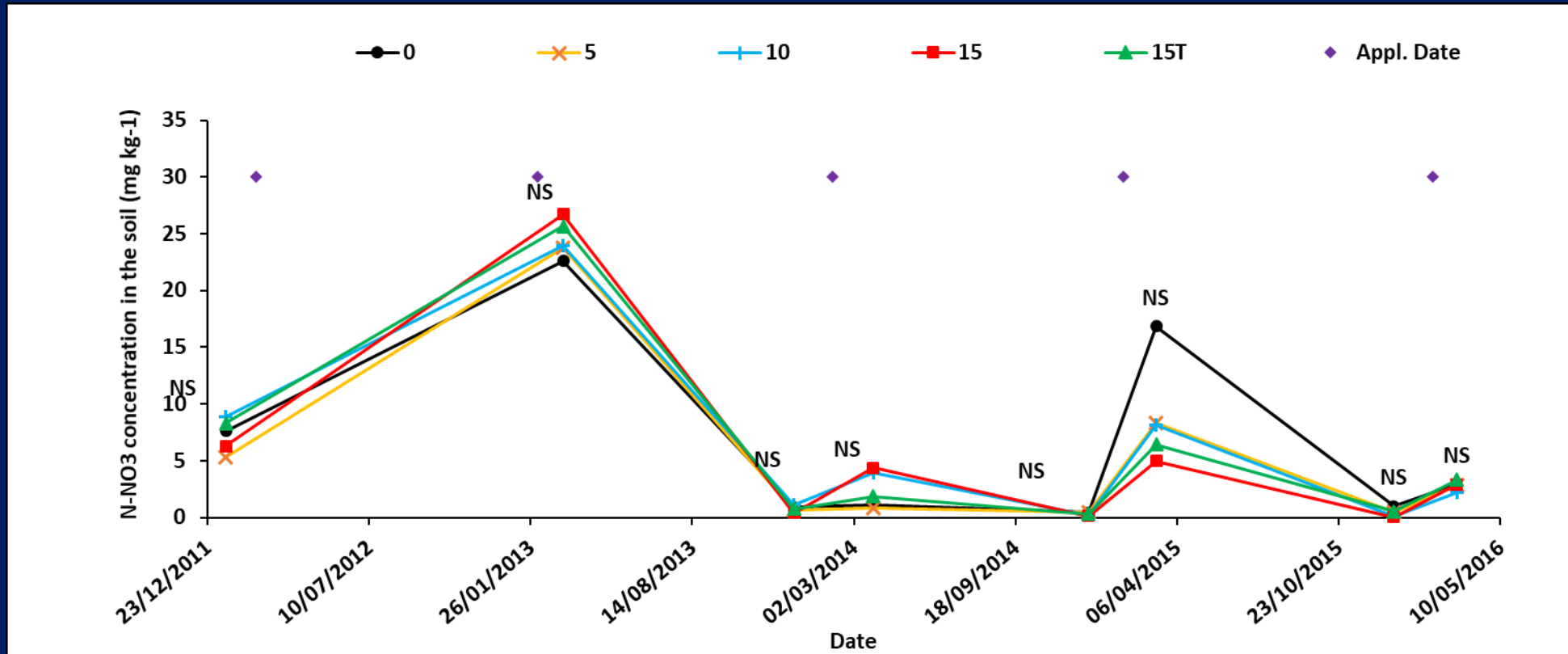
	pH	EC (ds/m)	Cl (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	N-NO3 (mg/l)	N- NH4 (mg/l)	total N (mg/l)	soluble P (mg/l)	total P (mg/l)	K (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)	TS (g/l)	PP (mg/l)
Avg.	4.4	12.5	990	340	266	179	14.1	37.1	949	217.6	293.8	5375	26.9	7.5	2.4	0.6	75.1	5883
SD	0.3	1.0	142	154	268	22	6.0	17.8	439	67.2	70.9	1006	20.3	8.7	1.2	0.7	20.1	2080

- ריכוז החנקן המינרלי – נמוך
- ריכוז החנקן הכללי – גבוה בסדר גודל מהחנקן המינרלי
- ריכוז הזרחן המסיס – גבוה
- ריכוז הזרחן הכללי – גבוה יותר (כמעט ב-50%)
- ריכוז האשלגן המסיס – גבוה מאד

התרומה הפוטנציאלית של עקר לחנקן, זרחן ואשלגן בקרקע (ק"ג/דונם)

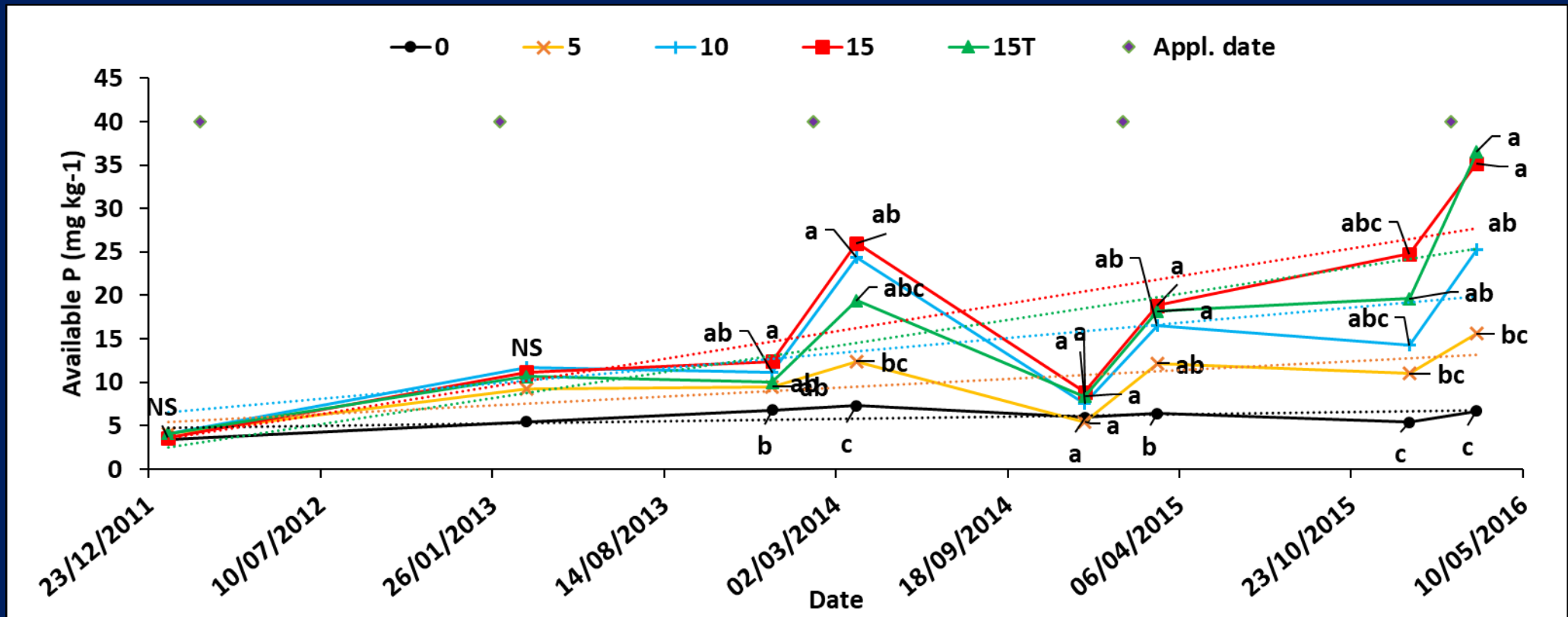
כמות מיושמת (מ"ק/ד)	חנקן חנקתי	חנקן אמוניאקלי	חנקן כללי	זרחן מסיס	זרחן כללי	אשלגן
5	0.07	0.19	4.7	1.1	1.5	26.9
10	0.14	0.37	9.5	2.2	2.9	53.8
15	0.21	0.56	14.2	3.3	4.4	80.6
המלצת הדישון (ק"ג/ד)	15			3		25

בדיקות קרקע – חנקן חנקתי בשכבת 0-30 (בדיקה במיצוי עיסה רוויה)



- לאחר כל יישום עקר יש עליה בריכוז החנקן המינרלי בקרקע
- העליה היא לרמות משתנות בין השנים, וההבדלים בין הטיפולים אינם גדולים ואינם עקביים
- קצבי המינרליזציה של החנקן האורגני המגיע מהעקר אינם ידועים ויש להניח שאינם קבועים
- ככלל, התרומה הפוטנציאלית של החנקן המינרלי מהעקר זניחה ותרומת החנקן האורגני לא ידועה וכנראה אינה גבוהה

בדיקות קרקע – זרחן בשכבת 0-30 (בדיקה בשיטת אולסן)

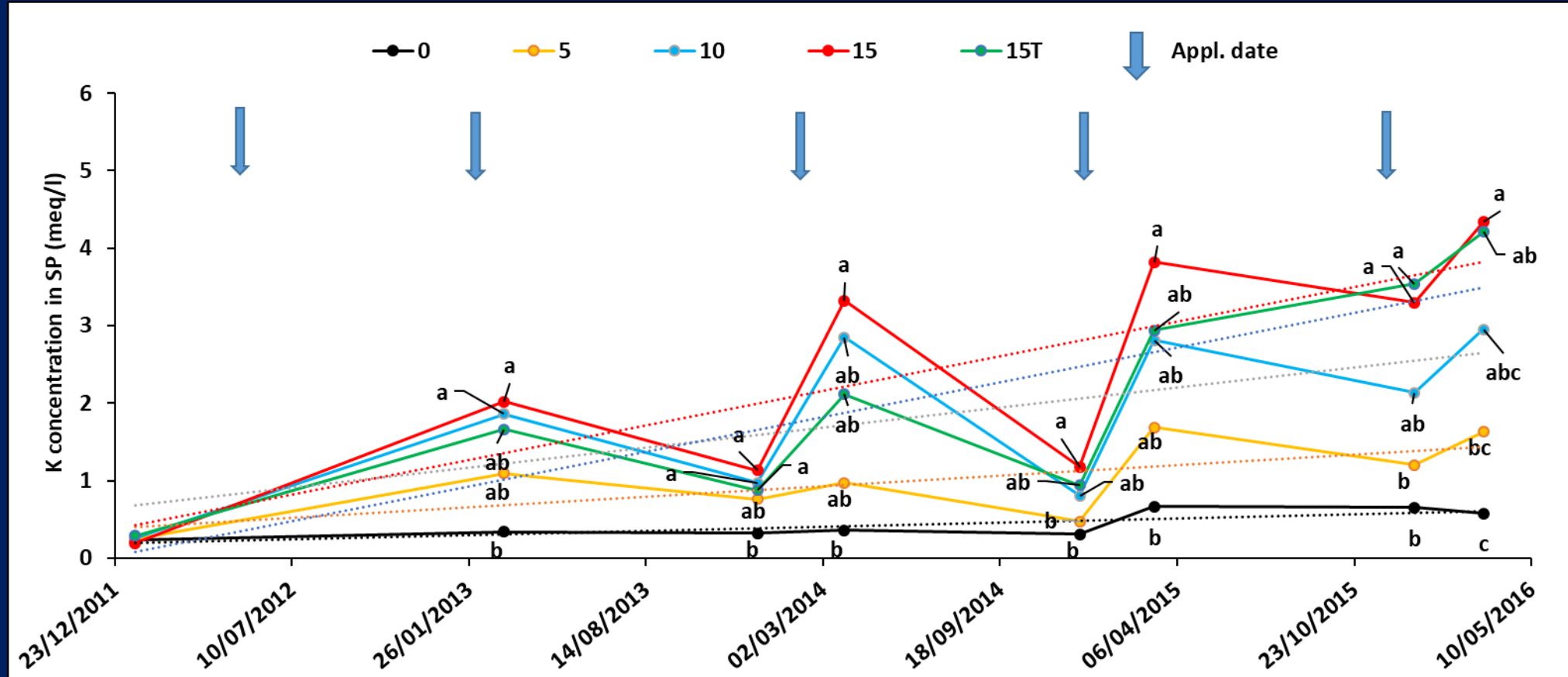


- זרחן נצבר בקרקע בהתאם לרמות היישום של העקר

- עם הזמן, "נפתחו" הבדלים מובהקים בין הטיפולים

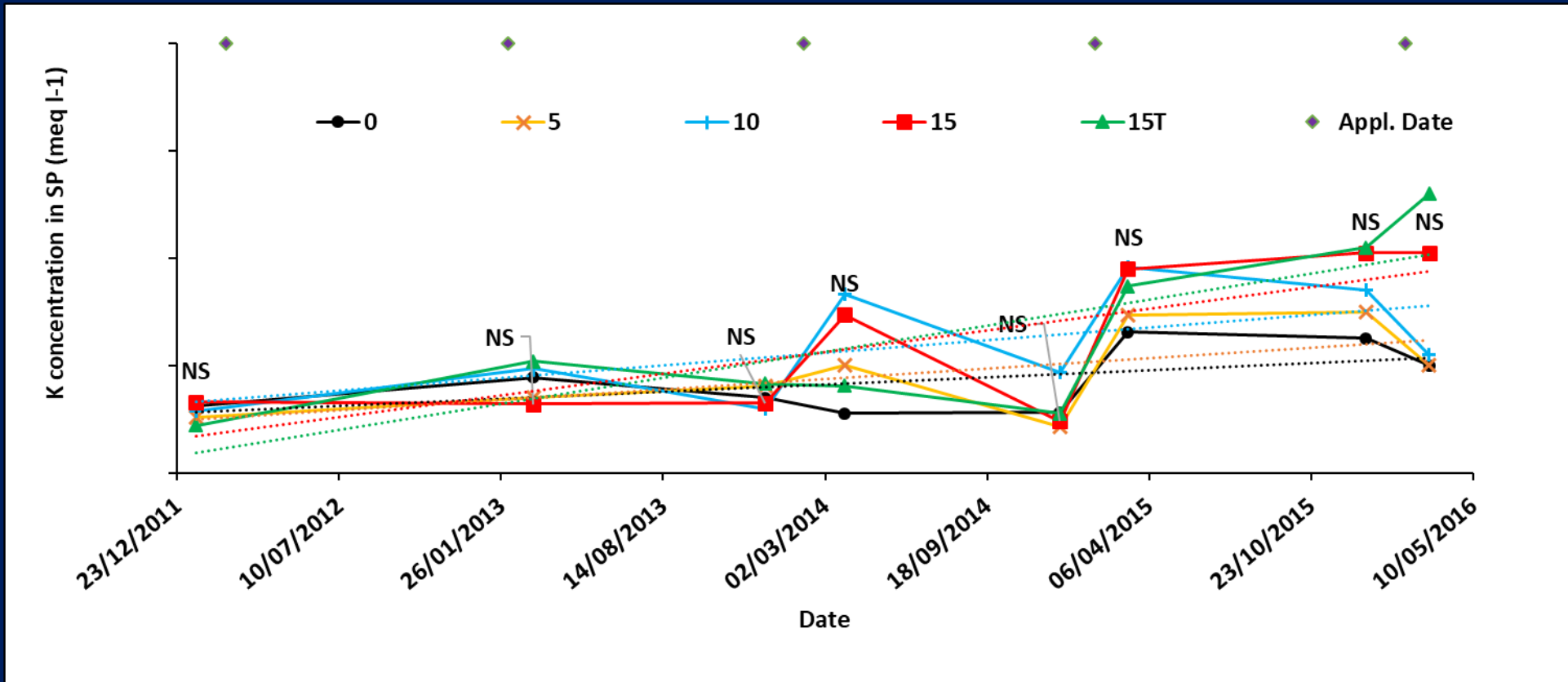
- לא היו שינויים בריכוז הזרחן בשכבה 30-60 במהלך שנות הניסוי

בדיקות קרקע – אשלגן בשכבת 0-30 (בדיקה במיצוי עיסה רוויה)



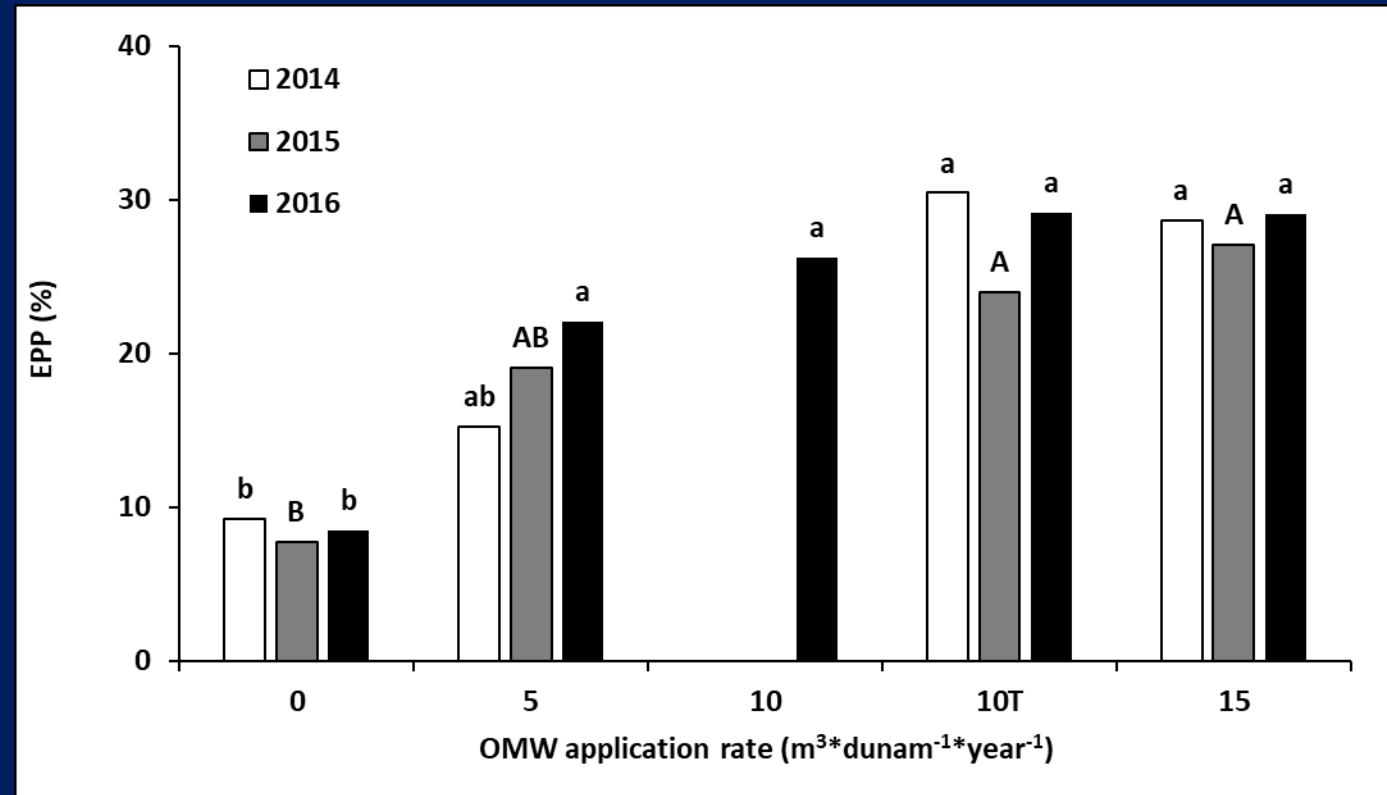
- עליה בריכוז האשלגן בתמיסת המיצוי לאחר כל יישום וריכוז הרבה יותר נמוך לפני היישום העוקב במשך 4 שנים.
- בשנה החמישית – אין ירידה מובהקת בריכוז האשלגן בתמיסת המיצוי לפני היישום האחרון.
- מגמת עליה, עם השנים, בריכוז האשלגן בתמיסת המיצוי והתפתחות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

בדיקות קרקע – אשלגן בשכבת 30-60 (בדיקה במיצוי עיסה רוויה)



• עליה בריכוז האשלגן בתמיסת המיצוי – רק לאחר היישום של השנה השלישית.

השפעת טיפולי הניסוי על אחוז האשלגן הספוח בקרקע בשכבת 0-10 ס"מ



- אחוז האשלגן הספוח בקרקע ללא עקר – כ-10%
- אחוז האשלגן הספוח עולה עם העליה ברמת היישום ומגיע לערך מירבי, כ-30%, כבר ברמה של 10 מ"ק/ד
- ברמת היישום הנמוכה, 5 מ"ק/ד, נראית עליה עם השנים. ברמות היישום הגבוהות, הערך המירבי מושג בשלב מוקדם יחסית.

השפעת טיפולי הניסוי על התפתחות וגטיבית, יבול פרי ואיכות שמן במהלך חמש שנות הניסוי

טיפול (מ"ק/ד)	התפתחות וגטיבית (שיעור השינוי בשטח החתך של הגזע 2012-2016 (%))	יבול מצטבר (ק"ג/עץ)	תכולת חומצות שומן חופשיות בשמן (%)	תכולת פוליפנולים בשמן (מ"ג/ק"ג)
0	52.7 a	55.6 a	0.18 a	80.0 a
5	57.5 a	37.0 a	0.21 a	68.0 a
10	55.7 a	43.0 a	0.20 a	75.0 a
15	55.2 a	51.7 a	0.17 a	71.0 a
10+T	58.9 a	41.3 a	0.19 a	75.0 a

• לטיפולי הניסוי לא היתה השפעה על התפתחות וגטיבית, יבול פרי או איכות שמן

השפעת טיפולי הניסוי על ריכוז חנקן בעלים

טיפול (מ"ק/ד)	בדיקות עלים (% בח"י) 2013		בדיקות עלים (% בח"י) 2016	
	N		N	
0		1.32 aA		1.08 aB
5		1.30 aA		1.11 aB
10		1.30 aA		1.08 aB
15		1.24 aA		1.17 aB
10+T		1.31 aA		1.10 aB

- ריכוז חנקן בעלים ירד בצורה מובהקת בין 2013 לבין 2016 והגיע לערכים הנחשבים ערכי מחסור
- יישום ברמות שונות לא השפיע באופן מובהק על ריכוז החנקן בעלים
- נראה שתרומת העקר להזנה החנקנית של העץ - זניחה

השפעת טיפולי הניסוי על ריכוז זרחן בעלים

טיפול (מ"ק/ד)	בדיקות עלים (%) בח"י 2013			בדיקות עלים (%) בח"י 2016		
		P			P	
0		0.10 aA			0.08 aB	
5		0.09 aA			0.09 aA	
10		0.09 aA			0.09 aA	
15		0.09 aA			0.10 aA	
10+T		0.09 aA			0.09 aA	

- בחלקות הביקורת, ריכוז זרחן בעלים ירד באופן מובהק בין 2013 לבין 2016
- בטווח השנים בהן התקיים הניסוי, לא היתה לרמת היישום השפעה מובהקת על ריכוז הזרחן בעלים
- לפי בדיקות קרקע ועלים, מסתמן כי יישום עקר יכול להחליף חלק מהדישון בזרחן

השפעת טיפולי הניסוי על ריכוז אשלגן בעלים

טיפול (מ"ק/ד)	בדיקות עלים (% בח"י) 2013			בדיקות עלים (% בח"י) 2016		
			K			K
0			1.20 aA			1.02 aB
5			1.17 aA			1.19 abA
10			1.18 aA			1.12 abA
15			1.18 aA			1.24 bA
10+T			1.18 aA			1.17 aA

- בחלקות הביקורת, ריכוז האשלגן בעלים ירד בצורה מובהקת בין 2013 לבין 2016, אולם הרמה היתה עדיין מעל סף מחסור.
- רמת היישום השפיעה באופן מובהק על ריכוז אשלגן בעלים ב 2016, לפחות בין חלקות הביקורת לחלקות עם רמת היישום הגבוהה של 15 מ"ק/ד
- על פי בדיקות קרקע ועלים, נראה כי יישום עקר יכול להחליף דישון באשלגן

אומדנים של ערך כלכלי פוטנציאלי לגבי זרחן ואשלגן

כמות מיושמת (מ"ק/ד)	N-NO3 (ק"ג/ד*שנה)	N-NH4 (ק"ג/ד*שנה)	total N (ק"ג/ד*שנה)	soluble P ₂ O ₅ (ק"ג/ד*שנה)	total P (ק"ג/ד*שנה)	K ₂ O (ק"ג/ד*שנה)
5	0.07	0.19	4.7	2.5	1.5	32.3
10	0.14	0.37	9.5	5.0	2.9	64.6
15	0.21	0.56	14.2	7.5	4.4	96.7
המלצת הדישון (ק"ג/ד*שנה)	15			8		30

- מחיר יחידת זרחן (P₂O₅) – 8.75 ₪ * 2.5 = 21.9 ₪ לדונם לשנה (נתוני מחירים באדיבות כי"ל)
- מחיר יחידת אשלגן (K₂O) – 5.8 ₪ * 32.3 = 187.3 ₪ לדונם לשנה (נתוני מחירים באדיבות כי"ל)
- סך כל החיסכון הפוטנציאלי בדשנים: 209.2 ₪ לדונם לשנה

סיכום – תוצאות הניסוי

- יישום עקר באופן מבוקר בכרם זיתים לא גרם נזק כלשהו לעצים הן מבחינת צימוח וגטטיבי, הן מבחינת היבול והן מבחינת איכות השמן, גם ברמות הגבוהות פי שלוש מהרמה המותרת על פי תקנות המשרד לאיכות הסביבה.
- תרומת העקר להזנה החנקנית של העצים היתה זניחה.
- יישום עקר תרם משמעותית להזנת העצים בזרחן ובאשלגן.
- יישום עקר יכול להחליף לפחות חלק מהדישון הזרחני ואת כל הדישון האשלגני בכרמי זית, כאשר היישום הוא ברמה המותרת על פי התקנות (5 מ"ק/דונם לשנה).
- בשל הסכנות הפוטנציאליות, יש לבצע את היישום בצורה מבוקרת, תוך מעקב אחרי מדדים רלבנטיים.
- יישום עקר באופן מבוקר לא גרם נזק לתכונות הפיזיקליות של הקרקע והביא לשיפור במבנה הקרקע (יציבות תלכידים).

פרסום הממצאים

Zipori, I., Dag, A., Laor, Y., Levy, G. J., Eizenberg, H., Yermiyahu, U., Medina, S., Saadi, 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.

Levy, G. J., Dag, A., Raviv, M., Zipori, I., Medina, S., Saadi, I., Krasnovski, A., Eisenberg, H. & Laor, Y. (2018). Annual spreading of olive mill wastewater over consecutive years: Effects on cultivated soils' physical properties. *Land Degradation & Development*, 29(1), 176-187.



העבודה מומנה ע"י קרן MERC

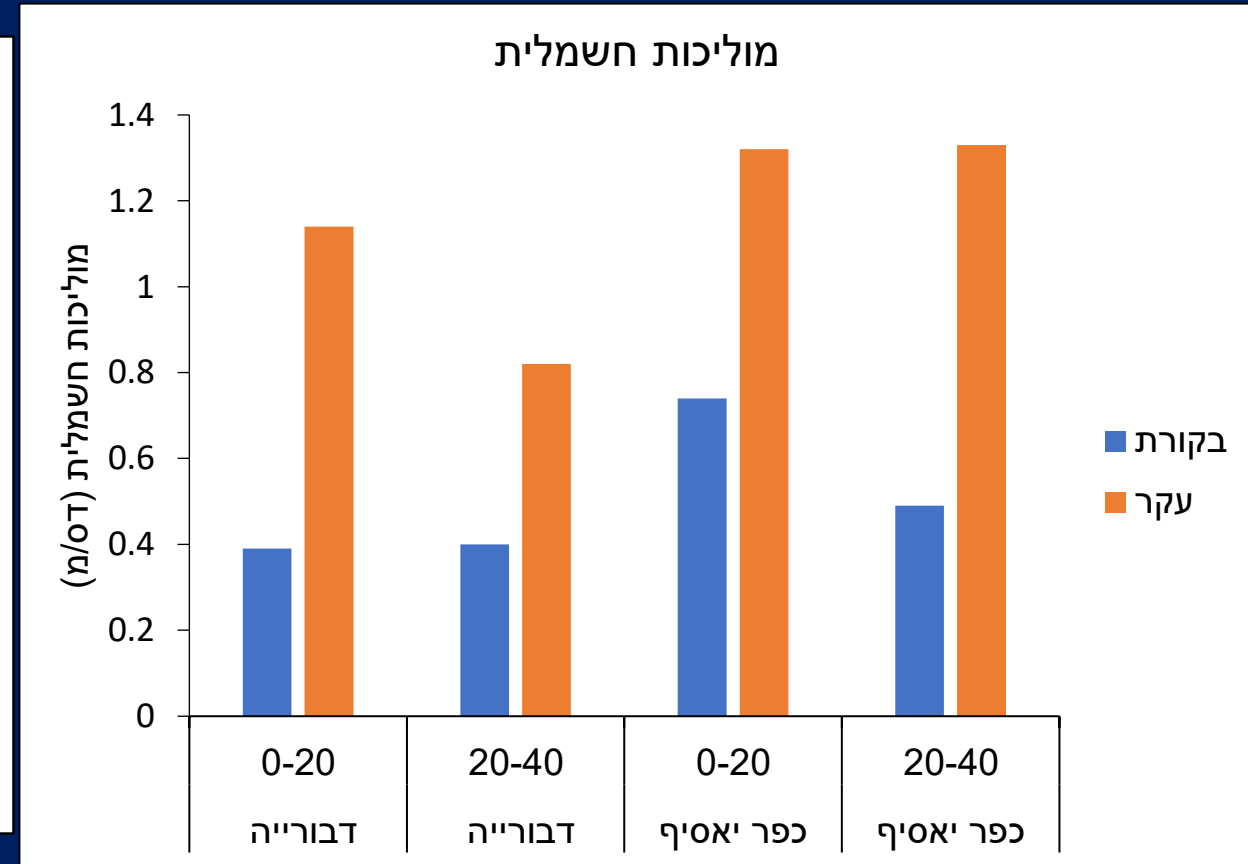
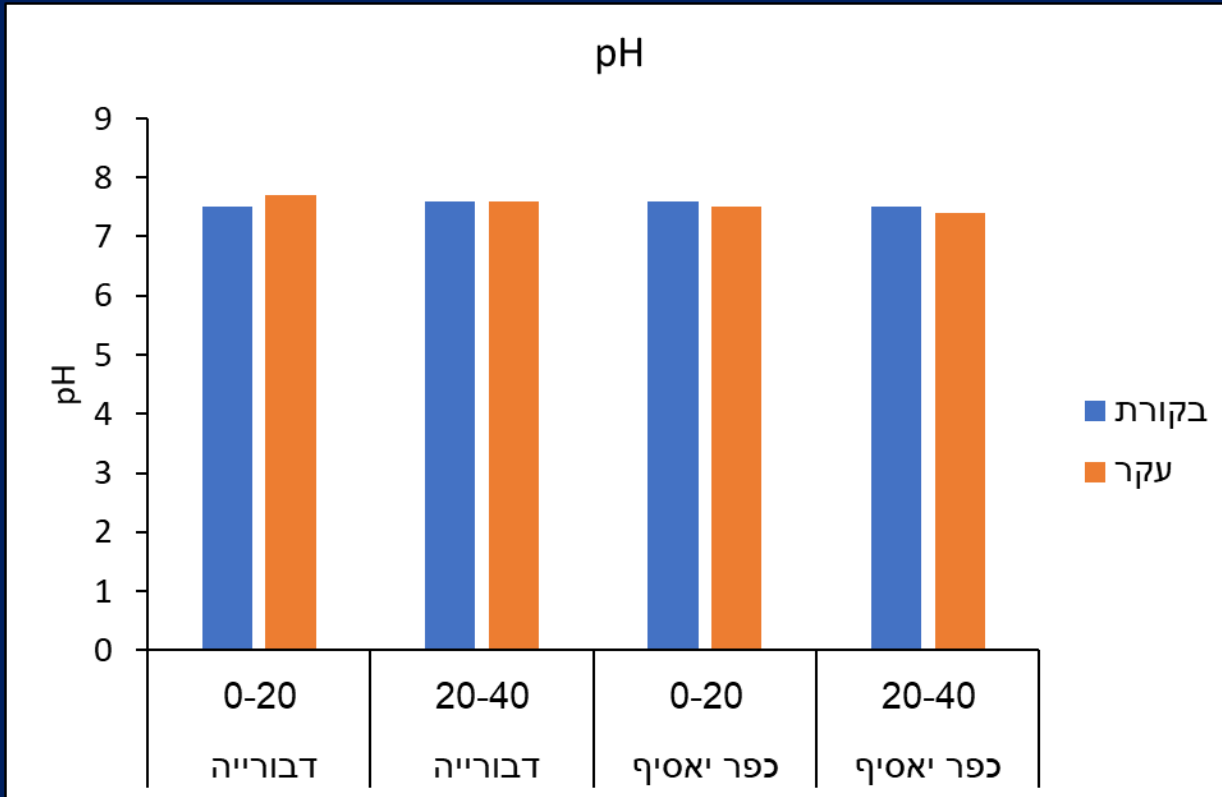
(Middle East Regional Cooperation)

**תודה ליוליה סובוטין, לטלאל הואשלה, למשה אהרון, לאינה פיינגולד
וללודמילה יוסופוב על העבודה המסורה במהלך שנות הניסוי**

תצפית בתנאים מסחריים – אוגוסט 2022 – הערכת פוטנציאל הנזק של יישום לא מבוקר לאורך זמן

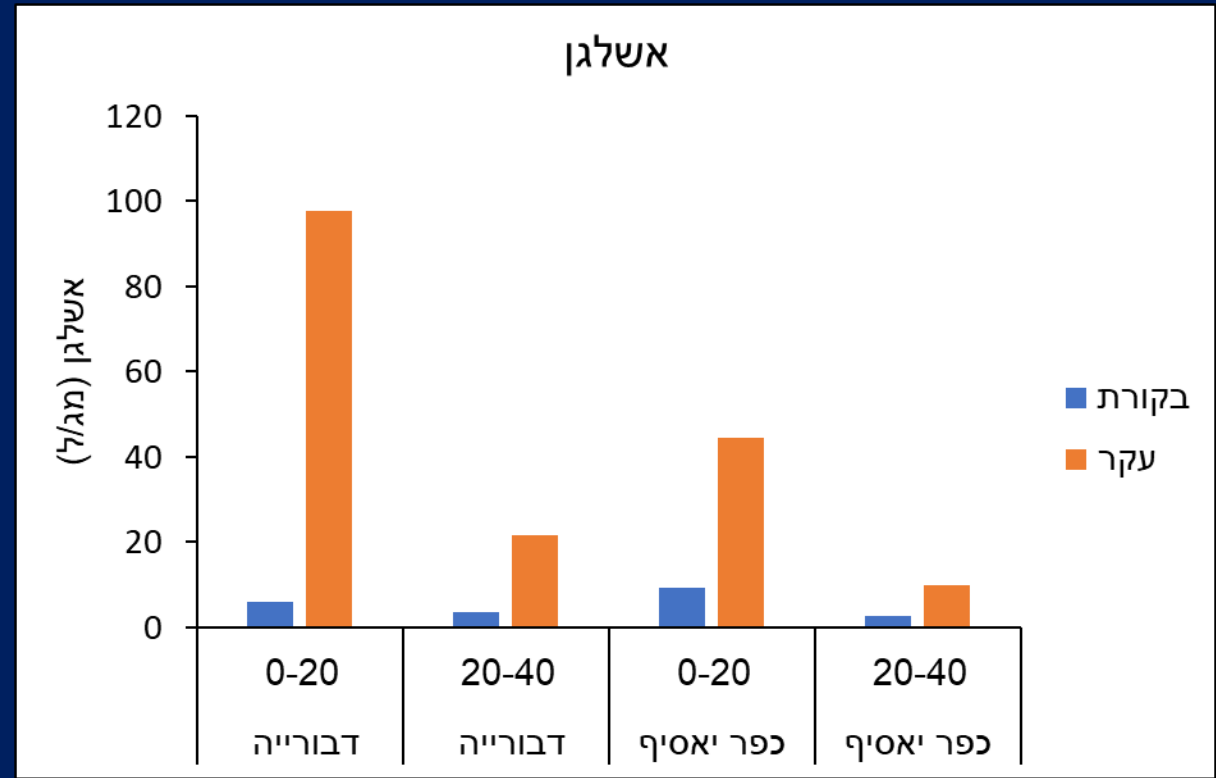
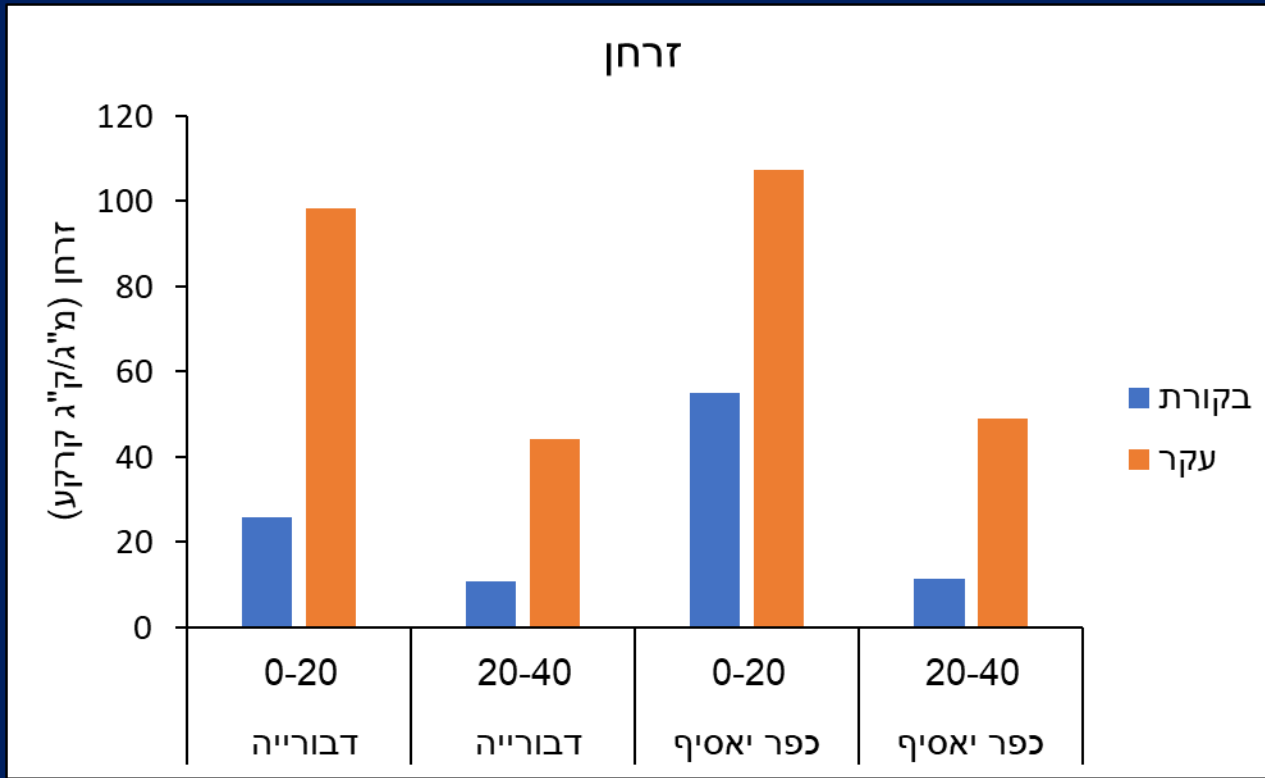
- בחודש אוגוסט 2022, נבחרו 2 חלקות זיתים, בדבורייה ובכפר יאסיף.
- כל חלקה קיבלה מי עקר בכמויות גדולות, הרבה מעבר למותר, במשך 10 שנים לפחות.
- מי העקר הוזרמו לחלקות בתקופת המסיק.
- נלקחו דוגמאות קרקע משתי החלקות באוגוסט 2022, לפחות 8 חודשים לאחר היישום האחרון.
- לצורך השוואה, נלקחו דוגמאות קרקע משתי חלקות סמוכות שלא נחשפו לעקר כלל.
- נבדקו המדדים הבאים: pH, מוליכות חשמלית, תכולת אשלגן, זרחן, פוליפנולים וחומר אורגני כללי.

תצפית בתנאים מסחריים – אוגוסט 2022 - תוצאות



- למרות שמי עקר מאופיינים בחומציות גבוהה (ערכי pH נמוכים), לא נמצאו הבדלים בערכי pH בין החלקות שקיבלו עקר לבין אלו שלא קיבלו, כ-8 חודשים לאחר היישום האחרון.
- ערכי המוליכות החשמלית בחלקות שקיבלו עקר היו גבוהים (פי 2 עד פי 3) מהערכים שנמדדו בחלקות הביקורת. רמת המליחות של הקרקעות שקיבלו עקר היתה גבוהה בהשוואה לביקורת.

תצפית בתנאים מסחריים – אוגוסט 2022 - תוצאות

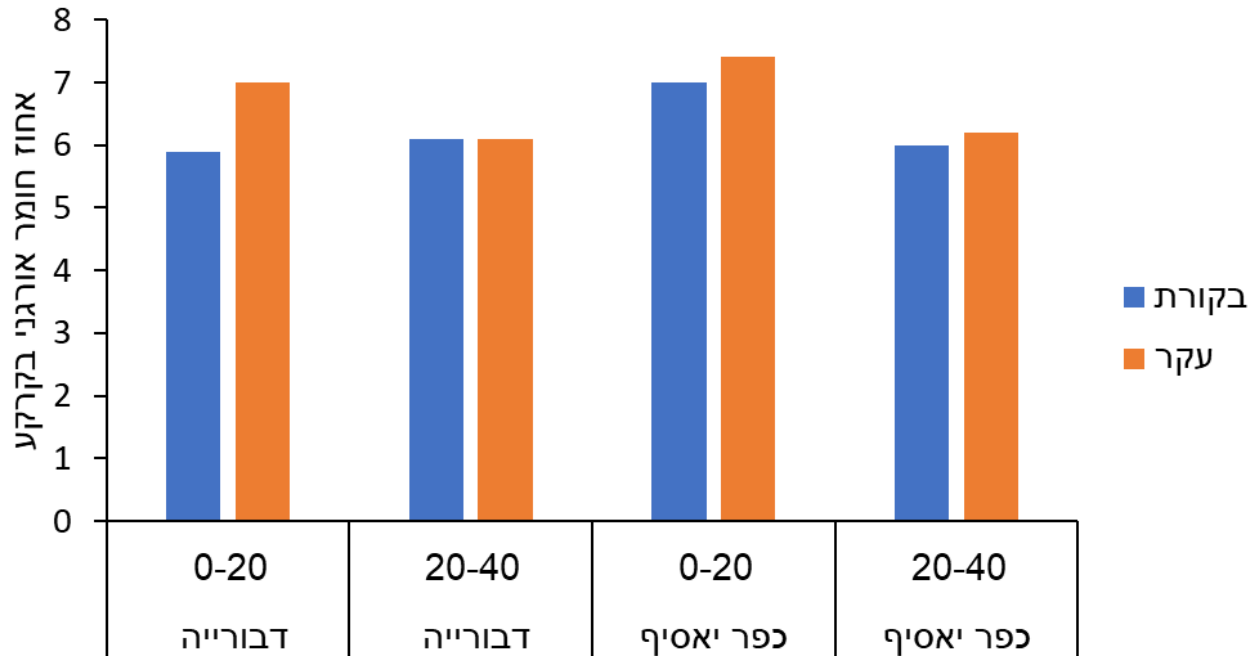


- רמות הזרחן והאשלגן שנמדדו בחלקות שקיבלו עקר היו גבוהות מאד בהשוואה לחלקות שלא קיבלו עקר.

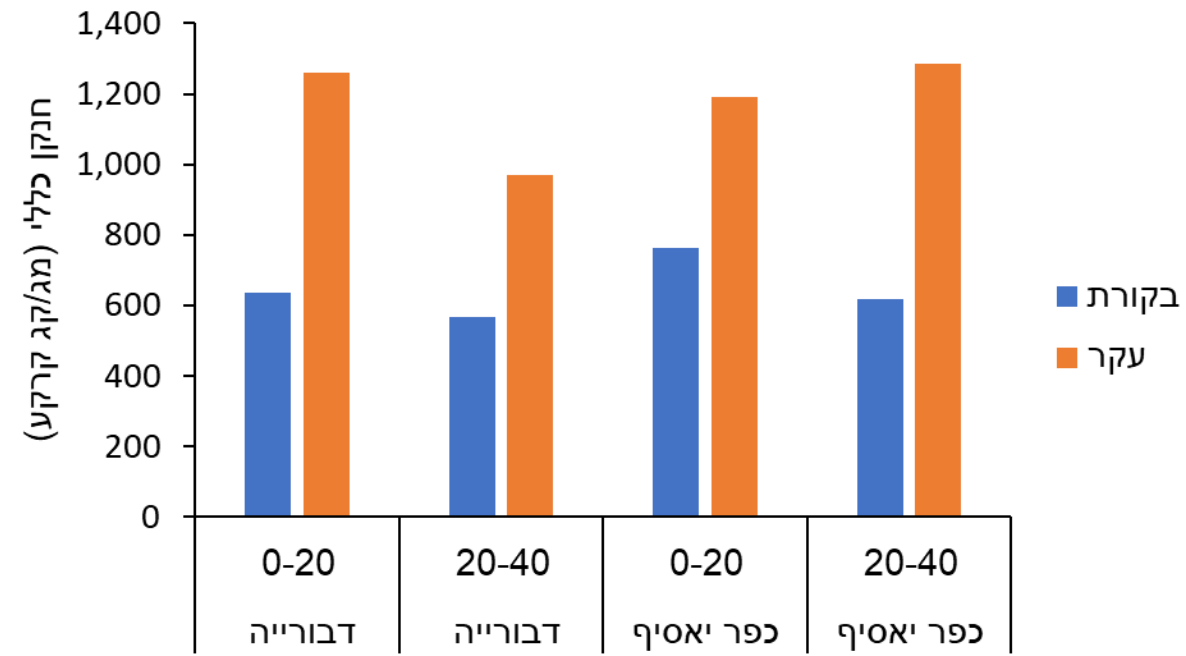
- מאחר וריכוזי הכלוריד במי עקר בד"כ נמוכה, כנראה שהעליה במליחות הקרקע בחלקות שקיבלו עקר נבעה כתוצאה מתוספת גדולה מאד של אשלגן.

תצפית בתנאים מסחריים – אוגוסט 2022 - תוצאות

חומר אורגני



חנקן כללי



- פיזור עקר על פני הקרקע, אפילו בכמויות גדולות ובצורה בלתי מבוקרת, העלתה רק במעט את אחוז החומר האורגני בקרקע.
- פיזור עקר כמצויין למעלה הכפיל את ריכוז החנקן בקרקע.

תצפית בתנאים מסחריים – אוגוסט 2022 - תוצאות

- בבדיקות שאריתיות של פוליפנולים בקרקעות שנבדקו, לא היו הבדלים בתכולת הפוליפנולים בין קרקעות בהן פוזר עקר לבין חלקות שלא קיבלו עקר.
- בשני אתרי הדגימה לא נמצאו עקבות של פוליפנולים בקרקע.
- להזכיר, הקרקעות שקיבלו מי עקר קיבלו כמויות בין פי 4 לפי 6 מהמנה המותרת במשך 10-12 שנה.
- מי העקר פוזרו בעונת המסיק והדגימות נלקחו כ-10 חודשים לאחר מכן.
- נראה כי קצב הפירוק של הפוליפנולים הנמצאים במי העקר, מהיר יותר ממה שחשבנו בעבר כאשר מים אלו מפוזרים על פני השטח.

תצפית בתנאים מסחריים – אוגוסט 2022 – זהירות!!!

- הנתונים של הבדיקה שנערכה בדבורייה ובכפר יאסיף הם נתוני תצפיות נקודתיות בלבד ויש להתייחס אליהם בזהירות.
- לא נבדקה השפעת היישום הבלתי מבוקר על גידולים חקלאיים.
- על פי תוצאות הבדיקה הרב שנתית (בניסוי), ליישום מבוקר של עקר יש יתרונות רבים.
- יישום בלתי מבוקר עלול לגרום נזקים!!!

תודה על ההקשבה