

1. מו"פ ערבה דרומית: דו"ח מדעי שנתי

מספר המחקר : 94-01-0016

תחום : ירקות

שם התוכנית: מחסורים ביסודות מיקרו הנובעים מהשקיה במים מותפלים והשפעתם על הרחבת סל גידולי הירקות

בערבה הדרומית

מוקד פנימי : 82345

חוקר ראשי : ינאי זאוסמר

חוקרים שותפים : דרול גילט, אהוד צאלים, מו"פ ערבה דרומית

עודד פרידמן - מדריך קרקע ומים, שה"מ, משרד החקלאות

ד"ר אלון בן-גל - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי

ד"ר רן אראל - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי

יוני רון - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי

סטטוס התוכנית: נמשכת

מועד התחלה וסיום המחקר : 2023-2025

2. תקציר מדעי

תוכנית האב לאספקת מים ליישובי הערבה הדרומית מושתתת על הולכת מים מותפלים ממתקני הסבחה שתפוקתם הולכת וגדלה. תוכנית זו אמורה לספק לחקלאים כ-14 מיליון קוב מים מותפלים עד 2030. מים אלו יסופקו ברמת מוליכות חשמלית של כ-0.5 דצ"ס/מ' וככל הנראה לחקלאים תהיה אפשרות למהול עם מים מליחים, ובכך להגדיל את כמות המים לשימוש. תהליך התפלת מים מרחיק מינרלים חיוניים לצמח כולל סידן, מגנזיום, גופר, ברזל, מנגן, ואבץ תוך השפעה שלילית על השאת יבול. הוספת המינרלים החסרים ובעיקר יסודות המיקרו הינה יקרה ומסובכת, ועלותם עשויה להקטין את רווחיות הגידול.

מחקר תלת-שנתי זה, המיועד לבחון את השפעת השימוש במים באיכות גבוהה על גידולים שונים תוך כדי בחינת האמצעים להחזרת המינרלים החסרים ושמירה על רווחיות הגידולים, מתקיים במקביל במו"פ ערבה דרומית ובמכון וולקני (מרכז גילת). שעועית ירוקה שימשה כגידול בוחן בשנת 2024. מתוך חשש להצטברות בקרקע של המינרלים והשפעתה על התוצאות, וכדי לנטרל את האפקט האפשרי הזה, הוחלט בשנה זו (2024) ליישם את יסודות המיקרו בריסוס עלוותי בשני אתרי הניסוי. מתן יסודות המיקרו נבחן בשתי רמות איכות מי השקיה (0.9 דצ"ס/מ' ו-1.6 דצ"ס/מ'). מנגן, אבץ, ונחושת ניתנו בריכוז של 0.2%, וברזל ב-0.1%. במהלך הניסוי בוצעו אנליזות דיאגנוסטיות לעלים, קרקע, ותרמילים. בניסוי המבוקר נמצאה השפעה חיובית על מרכיבי היבול בסדר הבא: אבץ < כולם ביחד, נחושת < מנגן < ברזל, ביקורת. בניסוי השטח לא היו הבדלים מובהקים בין טיפולי הדישון ובין הביקורת. בימים אלו מתבצע ניסוי המשך בכוסברה בו יסודות המיקרו מיושמים כולם ביחד. תוצאות הביניים מצביעות על השפעה משולבת בין איכות מי השקיה ויסודות המיקרו. ניסוי זה טרם הסתיים ולכן, תוצאותיו לא כלולות בדו"ח זה.

3. רקע, תיאור הבעיה, ומטרות המחקר

רמות ההשקיה המומלצות לגידולים באזורי הארץ השונים ובערבה בפרט התגבשו במשך השנים בהסתמך על איכות המים הקיימת. מקורות המים בערבה הדרומית הינם מליחים מאוד עם מוליכות חשמלית הנעה בין 2.2-6.5 דצ"ס/מ'. עובדה זו משפיעה מאוד על מגוון הגידולים כאשר אלו הגדלים בערבה הדרומית באופן מסורתי (בצל, אבטיח, דלעת, מלון) נחשבים כבעלי רגשות בינונית ואף עמידים למליחות מי ההשקיה המסופקים כיום. **תוכנית האב לאספקת מים ליישובי הערבה הדרומית השתנתה ומושתתת כעת על הולכת מים מותפלים ממתקני הסבחה שתפוקתם בתהליך הגדלה. תוכנית זו אמורה לספק לחקלאים כ-14 מיליון קוב מים מותפלים עד 2030.** מים אלו יסופקו לחקלאי ברמת מוליכות חשמלית של כ 0.5 דצ"ס/מ' והחקלאים יוכלו למהול אותם עם מים מליחים או מים מושבים, ובכך להגדיל את כמות המים לשימוש. **שינוי זה באספקת איכות המים ידרוש בוודאות בניית המלצות השקיה ודישון חדשות לגידולים הקיימים מחד, ויאפשר הרחבת סל גידולי ירקות שיכלול גידולים הנחשבים לרגישים למליחות המים ואולי רווחיים יותר שעד כה לא ניתן היה לגדל עקב איכות המים המסופקת, מאידך.**

מחקרים רבים הראו שהמעבר לשימוש במים מותפלים להשקיה מביא להקטנה משמעותית במנת ההשקיה, תוך הגדלת הרווחיות של החקלאי והפחתת ההשפעות השליליות של הצטברות מליחים על הסביבה^{1,2,3,4,5}. השקיה עם מים מותפלים תפחית את זיהום האקוויפרים והפגיעה בהם עקב הקטנת השאיבה מהאקוויפרים מחד, ותצמצם את שטף המליחים והדשנים מתחת לשכבת בית השורשים בגלל הצורך בתצרוכת שטיפה פחותה בהרבה, מאידך³. אמנם, לשימוש במים מותפלים להשקיה גם היבטים שליליים. התפלת המים בישראל מתבצעת רובה ככולה בשיטה של אוסמוזה הפוכה בה מורחקים מרבית המינרלים מהמים, כולל בורון שהרחקתו דורשת טיפול ייחודי⁶. הרחקת המליחים מהמים, ובמיוחד נתון כלורי, הינה חיובית מאחר והיא מאפשרת התפתחות יעילה יותר של הצמחים המביאה לשיפור ביבולים. לעומת זאת, תהליך ההתפלה מרחיק גם מינרלים חיוניים לצמח כולל סידן, מגנזיום, גופרית, ברזל, מנגן, ואבץ תוך השפעה שלילית על השאת יבול⁷. באופן מסורתי בישראל, מינרלים אלו נמצאים במים השפירים, ולכן החקלאים מוסיפים אותם כדשן רק במקרים יוצא דופן. השקיה במים שהגיעו ממתקן ההתפלה באשקלון גרמו לתופעות של מחסורי מגנזיום בגידולים שונים כמו בזיל, פרחים ועגבניות. תוספת מגנזיום למים פתרה את הבעיה. בניסויים הקדמיים שנערכו לאחרונה במו"פ ערבה דרומית ע"י מגישי הצעה זו נראה שסלרי עלים ושעועית ירוקה שהושקו במים מותפלים (0.9 דצ"ס/מ') סבלו מכלורוזה בעלים ועיכוב בהתפתחות הצמחים. הוספת יסודות מיקרו בצורה כילאט העלים את תופעת הכלורוזה, ואפשרה התפתחות צמחית תקינה, והשאת יבול מירבית.

במחקרנו הקודמים הנחנו שניתן להשלים את החוסר במינרלים שמורחקים בתהליך ההתפלה באמצעות מיהול מים. אולם, ניסויים שבוצעו בשנים האחרונות במו"פ ערבה דרומית בשורה של גידולים (גזר, אגוזי אדמה, כוסברה, שעועית ירוקה, וסלרי עלים) הראו שמיהול מים מותפלים עם מי הרכז לרמת מוליכות חשמלית של 1.6 דצ"ס/מ' לא השלים את החסר, ואף גרם לעיכובים בהתפתחות וכלורוזה בעלים. על כן, נראה שהדרך היחידה להשלים את אותם המינרלים החסרים היא ע"י הוספתם כדשן. דישון המינרלים החסרים ובעיקר יסודות המיקרו כרוך בעלות לא מבוטלת. הוספתם דורשת מערכת דישון נוספת בתלות בהרכבם, מאחר ולא ניתן להוסיף את כל היסודות החסרים באותה תמיסת דשן בגלל אינטראקציות בין היונים השונים הגורמים לשקיעת המינרלים החיוניים. בנוסף, ובתלות סוג הגידול, המחסור יכול להתבטא באחד מיסודות המיקרו (ברזל, מנגן, אבץ, נחושת) או שילוב שלהם. על כן, כל תוכנית דישון בהשקיה עם מים מותפלים דורשת אופטימיזציה אשר תיקח בחשבון את כל המרכיבים – הרכב הדשן הכללי לשימוש, יסודות מיקרו חסרים, מינונם הדרוש, עלותם ואופן יישומם.

הידע שיתקבל מהניסויים המתבצעים ישמש כלי עזר לקבלת החלטות נכונות לניצול מיטבי של שימוש במים מותפלים לחקלאות ירקות/גד"ש בערבה הדרומית.

הניסויים במחקר זה מתקיימים במקביל בחוות הניסיונות של מו"פ ערבה הדרומית ובמרכז מחקר גילת של מינהל המחקר החקלאי. במהלך המחקר מגודלים צמחים משלוש משפחות שונות ונערך ניטור אחר יסודות המיקרו החסרים, קליטתם בצמח והשפעתם על השאת היבול ואיכותו. הצמחים מושקים בטפטוף בעזרת מערכת השקיה ממוחשבת. מתבצע מעקב אחר ההרכב הכימי (חומציות, מוליכות חשמלית וריכוזי המינרלים: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגנזיום, נתרן, כלוריד, גופרה, בורון, ברזל, נחושת, מנגן ואבץ) במי ההשקיה. קרקע נדגמת במועדים שונים במהלך הגידול ונבדק ההרכב הכימי של מיצוי תמיסת הקרקע. בדיקות הרכב מי ההשקיה מתבצעות במקביל. הטיפולים השונים מוצבים בתבנית בלוקים באקראי, 4 חזרות לכל טיפול בהיקף של כ-110 מ"ר. במהלך הניסויים מתבצע מעקב אחר התפתחות הצמחים, יבול, איכות היבול וריכוזי המינרלים בעלים דיאגנוסטיים (חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגנזיום, נתרן, כלוריד, גופרה, בורון, ברזל, נחושת, מנגן ואבץ).

4. מטרת המחקר

א. ניטור יסודות המיקרו ואחרים החסרים במים המותפלים להשקיה וחישוב מינון היישום המיטבי של יסודות אלו; ב. בחינת הגישות השונות באספקת המינרלים החסרים לצמח באמצעות הוספת דשנים לגידולים המושקים במים מותפלים; ג. בניית המלצות השקיה ודישון חדשות לגידולים הקיימים ולאלו שעד כה נחשבים לרגישים למליחות המים; ד. גיבוש פרוטוקול כללי למדיניות הדישון של יסודות החסרים.

5. מהלך המחקר ושיטות העבודה

כמסקנה מהשנה הראשונה למחקר ועל מנת לדייק יותר במתן איכויות המים, המתפיל במו"פ ערבה דרומית הוחלף בחדש, ויושם נוהל מעקב במערכת הדישון על מנת למנוע תקלות. כמו כן, מתוך חשש להצטברות יסודות המיקרו בקרקע, והתהליכים המורכבים המתלווים לנוכחותם בקרקע (ספיחה, שחרור, שקיעה וכו') והשפעתה על התוצאות, הוחלט בשנה השנייה למחקר ליישם את יסודות המיקרו (ברזל, מנגן, אבץ, ונחושת) בריסוס עלויות הן בליזמטרים בגילת והן בניסוי שדה במו"פ ערבה דרומית. שנה זו, השנייה במחקר התמקדה בארבע משימות עיקריות כפי שמופיעים בטבלה מטה.

מספר משימה	תכנון משימה	ביצוע משימה
1	גידול ממשפחת הקטניות: שעועית ירוקה מזן 'יגואר' תזרע במרץ 2024 בליזמטר עציץ בנפח 20 ל'. העציצים יושקו במים מותפלים. כמסקנה מהשנה הראשונה, ריסוסי המיקרו יבוצעו בריסוס עלויות. טיפולי הדישון יהיו א. ריסוס עם ארבעת יסודות מיקרו (ברזל, מנגן, אבץ, נחושת) ב. ריסוס כל אחד מאותן היסודות בנפרד. ג. ריסוס ללא מיקרו (מים). כל טיפול דישון יכלול 6 חזרות (6 עציצים). בכל טיפול ייבדק קצב התפתחות הצמחים, ובתום הגידול יימדד היבול הכללי.	בוצעה
2	אפיון מדדים כימיים במים בעציצים: מעקב אחר ההרכב הכימי (חומציות, מוליכות חשמלית וריכוזי המינרלים: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגנזיום, גופרה, נתרן, כלוריד, ברזל, מנגן, אבץ, ונחושת) של מי ההשקיה ושל קליטתם בצמח.	בוצעה

3	גידול שעועית בחלקת ניסוי במזון 'פ' ערבה דרומית: שעועית ירוקה מזון 'יגואר' תזרע בחלקת ניסוי במזון 'פ' באמצע מרץ 2024 לאחר התקנה של המתפיל החדש. חלקת הניסוי תושקה בשתי איכויות מים (0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ'). לאור מסקנות מהשנה הראשונה, בשתי האיכויות יסודות המיקרו תינתן באמצעות ריסוס עלויות עם ובלי יסודות מיקרו. בכל איכות מים ארבעת היסודות (ברזל, מנגן, אבץ, ונחושת) יושמו כל אחד בנפרד עם כילאט מתאים בריכוז של 0.1% עד 0.2% לפי הנחיות היצרן. הקרקע והעלים בכל חזרה תידגם בשני מועדים שונים במהלך הגידול ויערך מעקב אחר ההרכב הכימי של מיצוי הקרקע (בדיקות זהות למי ההשקיה).	בוצעה
4	אפיון מדדים כימיים בצמחים: יבדקו ריכוזי מינרלים בצמחים (חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגנזיום, גופרה, נתרן, כלוריד, ברזל, מנגן, אבץ, ונחושת) על מנת לבחון את הקשר בין לאלו שימצאו במים ובקרקע.	בוצעה

6. תוצאות

ניסוי בגילת

שעועית ירוקה מזון 'יגואר' גודלה בליזימטרים ונבחנו טיפולים של הוספת אלמנטים יחידניים של יסודות המיקרו. ליזימטרים של נפח 20 ל' מולאו בקרקע מאזור שטח הניסוי במזון 'פ' ערבה דרומית. בניסוי היו שישה טיפולים: ללא תוספת מיקרו בכלל (להלן none), עם תוספת ברזל (Fe), עם תוספת מנגן (Mn), עם תוספת אבץ (Zn), עם תוספת נחושת (Cu), ועם תוספת שילוב כל יסודות המיקרו הנ"ל ביחד (להלן full). טיפולי המיקרו יושמו בריסוס עלויות עם תכשירי אוליגו המשווק ע"י חב' בר הדס. הטיפולים ניתנו ב-6 בלוקים של חזרות על שלושה שולחנות (איור 1). השעועית נזרעה ב-21 למרץ 2024. הצמחים רוססו בדישון מיקרו חמש פעמים במשך הניסוי (טבלה 1) עם תרסיס מורכב מחומרים מומסים.



איור 1. מערכת הליזימטרים בניסוי במרכז מחקר גילת.

השעועית גדלה עד ל-21 למאי. בשלב זה הצמחים נעקרו, פורקו לעלים, גבעולים ותרמילים אשר נשקלו בנפרד. בדיקות עלים דיאגנוסטיים נדגמו ב-5 למאי. בעלים, גבעולים ותרמילים נבדקו ריכוזים של סידן, אשלגן, מגנזיום, נתרן, זרחן, גופרה, אלומיניום, בורון, נחושת, ברזל, מנגן, אבץ, ומולבדין. בדו"ח זה מוצגים תוצאות של בדיקות המיקרו – ברזל, נחושת, מנגן, ואבץ, בלבד.

טבלה 1. יומן הניסוי כולל ריסוסים

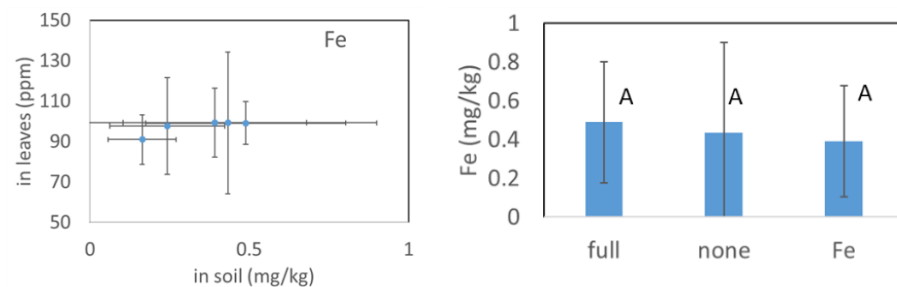
תאריך	טיפול
21-מרץ	זריעה
10-אפר	ריסוס טלסטר + ורטיגו
10-אפר	דילול - 5 צמחים לדלי
14-אפר	ריסוס מיקרו
21-אפר	ריסוס מיקרו
21-אפר	ריסוס אמפליגו
30-אפר	ריסוס מיקרו
02-מאי	ריסוס ורטיגו
06-מאי	ריסוס מיקרו
13-מאי	ריסוס מיקרו
15-מאי	ריסוס טלסטר

טבלה 2. הרכב תמיסות ריסוס של הטיפולים

סימן	טיפול	משטח טריטון (סמ"ק/ליטר)	Oligo-Fe 13% ברזל (גרם/ליטר)	Oligo-Mn 13% מנגן (גרם/ליטר)	Oligo-Zn 15% אבץ (גרם/ליטר)	Oligo-Cu נחושת (גרם/ליטר)
A	full	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5
B	none	0.25	0	0	0	0
C	Fe	0.25	0.5	0	0	0
D	Mn	0.25	0	0.5	0	0
E	Zn	0.25	0	0	0.5	0
F	Cu	0.25	0	0	0	0.5

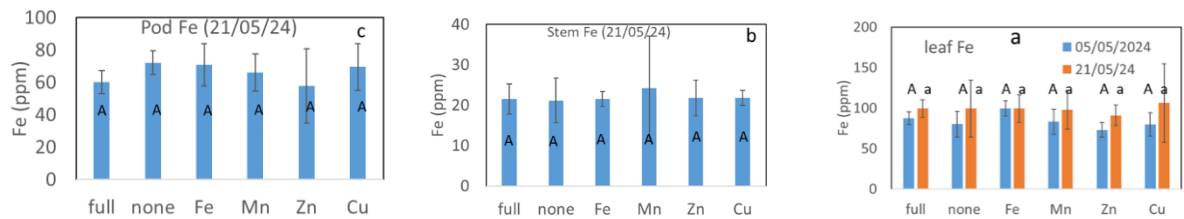
ברזל (Fe)

בקרקע לא נמצאו הבדלים בין טיפולי Fe, מלא (full) וללא תוספת (none), שכולם היו גבוהים (עם ~0.5 מ"ג/ק"ג) בקרקע לא נמצאה לטיפול Mn ו-Zn (עם ~0.2 מ"ג/ק"ג). Fe בקרקע של טיפול ה-Cu היה גבוה בהרבה (~1.5 מ"ג/ק"ג) ללא הסבר. ללא טיפול ה-Cu היה קשר ליניארי בין Fe בקרקע ובעלים בסוף הניסוי (איור 2).



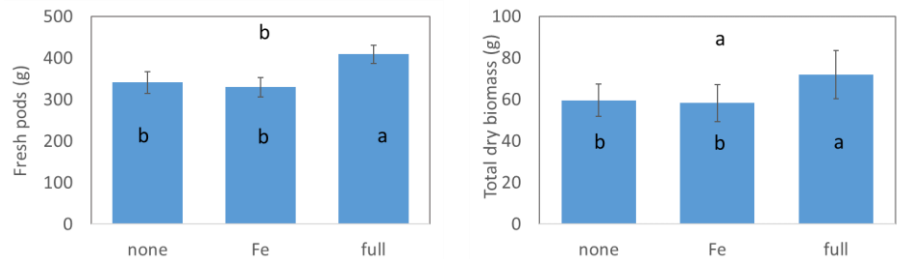
איור 2. ברזל (Fe) בקרקע (ימין) והיחס בין Fe בקרקע ו-Fe בעלים בסוף הניסוי (שמאל).

בצמחי השעועית לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בריכוזי ה-Fe בעלים, תרמילים או גבעולים (איור 3). טיפולי ריסוס עלותי של Fe גרמו לצריבות בעלים הבוגרים שזוואלית נראו בבירור גם בטיפול ה-Fe וגם בטיפול ה-full.



איור 3. ברזל בעלים ובתרמילים בעלים (a), בגבעולים (b), ובתרמילים (c)

הביומסה והיבול בטיפול ה-Fe היו נמוכים לעומת כל הטיפולים האחרים חוץ מה-*none* (איור 4 ו-14).

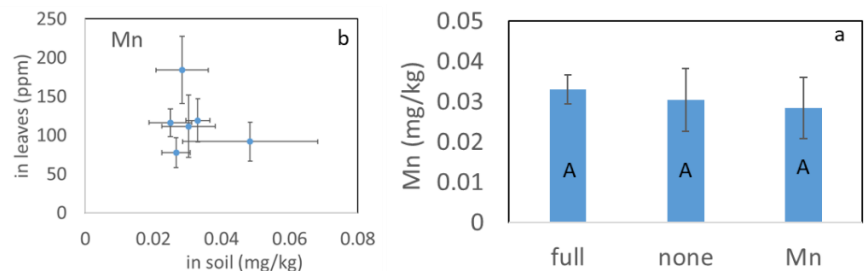


איור 4. יבולי ביומסה (a) ותרמילים טריים (b) של טיפולי הברזל.

לסיכום, יישום עלויות של Fe לא היטיב עם יבול השעועית, אולי עקב נזק לעלים מהצריבות. תוצאה זו אינה מובהקת וגם בטיפול ה-*full* נמצאו צריבות, שלא גרמו ליבול נמוך.

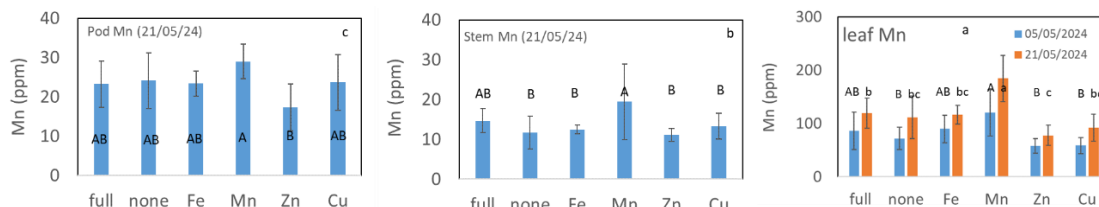
מנגן (Mn)

רמת ה-Mn בקרקע לא הושפעה מריסוס העלויות עם Mn (איור 5). טיפולי ה-Mn, ה-*full*, וה-*none* היו כולם ~0.03 מ"ג/ק"ג Mn. כמו במקרה של Fe, מסיבות לא מובנות, ה-Mn בקרקע של טיפול ה-Cu היה גבוה במיוחד (~0.05 מ"ג/ק"ג). ה-Mn בקרקע בטיפול ה-Fe היה נמוך יחסית (~0.025 מ"ג/ק"ג). בניתוח נמצא קשר ליניארי בין Mn בקרקע ובעלים (איור 5).



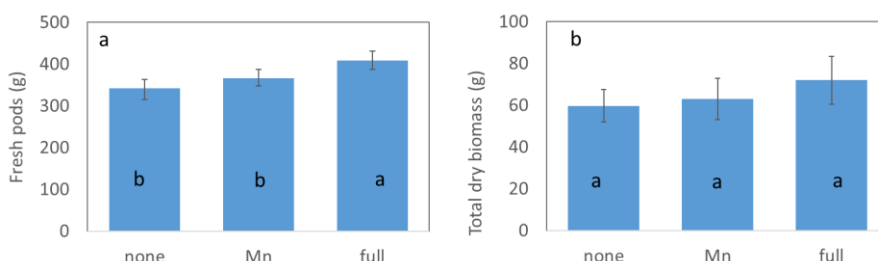
איור 5. מנגן בקרקע (a) והיחס בין מנגן בקרקע ומנגן בעלים בסוף הניסוי (b).

ה-Mn בעלים, בגבעולים ובתרמילים באופן כללי היה גבוה מאשר בטיפולים האחרים, כולל של טיפול ה-*full* (איור 6). ה-Mn בגבעולים היה גבוה בטיפול ה-*full* כאשר ב-*none*, הריכוזים היו שווים לטיפולים השונים בעלים ובתרמילים.



איור 6. מנגן בעלים (a), בגבעולים (b), ובתרמילים (c).

הביומסה והיבול בטיפול ה-Mn היו באופן כללי גבוהים יותר מאשר בטיפול ה-none ונמוך מזו בטיפול ה-full. הביומסה הכללית ומשקל התרמילים לא היו שונים באופן מובהק מטיפולי ה-none (איור 7 ו-14).

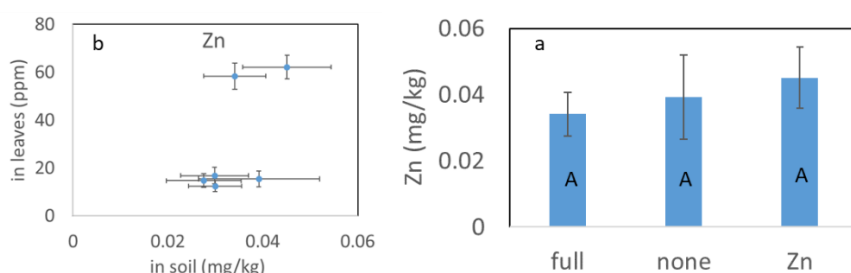


איור 7. יבולי ביומסה (a) ותרמילים טריים (b) של טיפולי המנגן.

לסיכום, טיפול העלוותי של Mn לבדו היטיב עם גידול השעועית, אבל לא הוביל לתוצאות המיטביות כאשר טיפולי ה-full וה-Zn בלטו עם תוצאות טובות יותר.

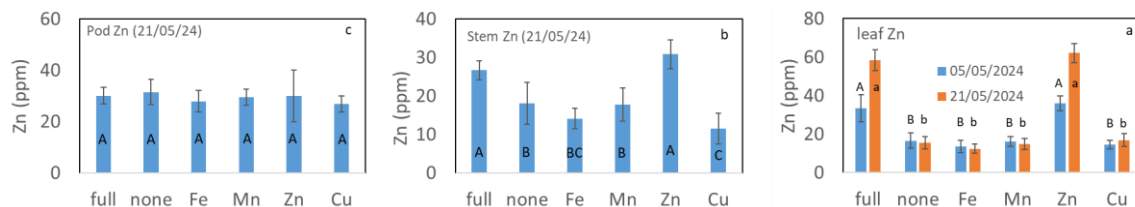
אבץ (Zn)

ה-Zn בקרקע היה גבוה ביותר בטיפול ה-Zn (~0.042 מ"ג/ק"ג) ואחריו טיפול ה-none (0.039), וב-full (0.033). לטיפולי Fe, Mn, ו-Cu היה ריכוז Zn בקרקע נמוך יותר (~0.028-0.03 מ"ג/ק"ג) (איור 8). היחס בין Zn בקרקע ובעלים בסוף הניסוי הצביע על שתי קבוצות שהושפעו לרוב על ידי ה-Zn בעלים ולא בקרקע (איור 8).



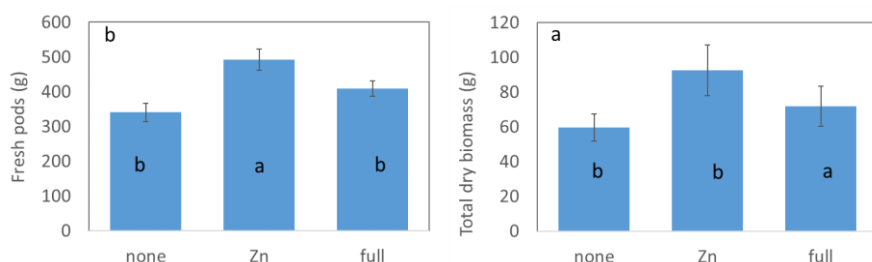
איור 8. אבץ בקרקע (a) והיחס בין אבץ בקרקע ואבץ בעלים בסוף הניסוי (b).

ריסוס העלוותי של Zn העלה את ריכוז ה-Zn בעלים וגבעולים, אבל לא בתרמילים (איור 9). אבץ בעלים הגיע ל~60 ח"מ (ppm) בטיפול ה-Zn וה-full בסוף הניסוי כאשר ריכוזי ה-Zn היו מתחת ל-20 ppm בטיפולים האחרים. בדומה, בגבעולים עלה מ~15 ל~25 ppm בטיפול המלא ועד ~30 ppm בטיפול ה-Zn. בתרמילים, ריכוז ה-Zn היה ~30 ppm ללא תלות בטיפול.



איור 9. אבץ בעלים (a), בגבעולים (b), ובתרמילים (c)

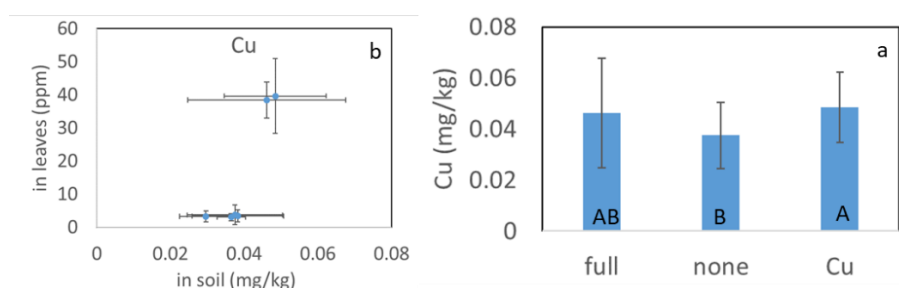
הביומסה והיבול היו גבוהים יותר בצורה מובהקת בטיפול של Zn בהשוואה לטיפולים האחרים כולל זו של full (איור 10 ו-14). בטיפול זה התקבל גם משקל תרמילים (יבול כללי) גבוה יותר (איור 10). לסיכום, טיפול עלויתי של Zn השפיע לטובה על הגידול ועל היבול שהיו הגבוהים ביותר.



איור 10. יבולי ביומסה (a) ותרמילים טריים (b) של טיפולי האבץ.

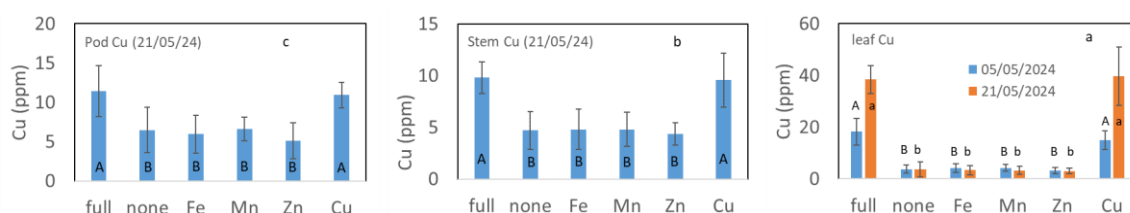
נחושת (Cu)

ריכוז הנחושת בקרקע היה הגבוה ביותר בטיפולים של Cu וה- full (~0.048 מ"ג/ק"ג) כאשר בשאר הטיפולים הריכוז בקרקע היה ~0.035-0.03 מ"ג/ק"ג (איור 11). היחס בין Cu בקרקע ובעלים התחלק לשתי קבוצות, המושפעות לרוב על ידי ה-Cu בעלים ולא בקרקע (איור 11).



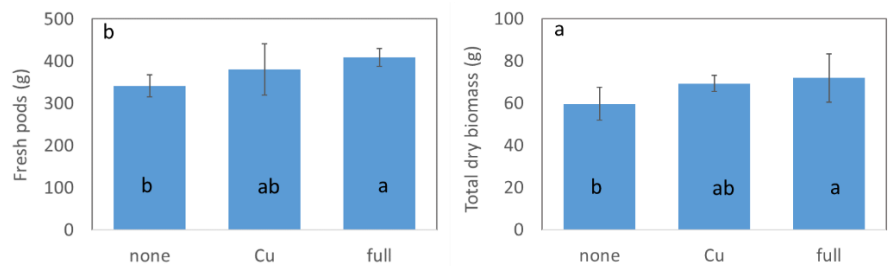
איור 11. נחושת בקרקע (a) והיחס בין נחושת בקרקע ונחושת בעלים בסוף הניסוי (b).

רמת הנחושת בעלים, בגבעולים, ובתרמילים עלתה בצורה מובהקת כתלות בריסוס Cu (איור 12). ריכוז ה-Cu הסופי בעלים היה ~40 ppm בטיפול ה-Cu וה- full, ורק ~5 ppm בטיפולים ללא ריסוס Cu. כמו כן, ריסוס Cu העלה את רמת הנחושת בגבעולים ובתרמילים מ~4-6 ppm עד ל~10-11 ppm.

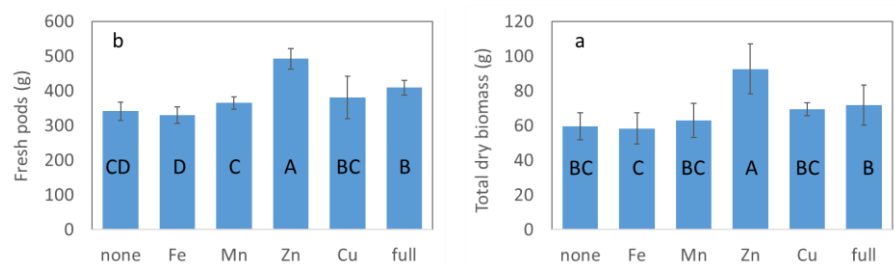


איור 12. נחושת בעלים (a), בגבעולים (b), ובתרמילים (c)

ריסוס עלוותי בנחושת העלה את הביומסה והיבול בשני הטיפולים – Cu ו-full בהשוואה לטיפול ה-none, ה-Fe, וה-Mn, אבל פחות מאשר בטיפול ה-Zn (איור 13 ו-14). לסיכום, יישום עלוותי של Cu גרם לשיפור בגידול וביבול של שעועית בדומה לטיפול ה-full, אבל פחות מטיפול ה-Zn.



איור 13. יבולי ביומסה (a) ותרמילים טריים (b) של טיפולי הנחושת.



איור 14. יבולי ביומסה (a) ותרמילים טריים (b) של כל הטיפולים.

ניסוי במו"פ ערבה דרומית

שעועית ירוקה מזן 'יגואר' נזרעה ב-7.3.24 בחלקת ניסוי בחוות הניסיונות של מו"פ ערבה דרומית. מטרת הניסוי הייתה לבחון השפעה של ריסוס עלוותי של יסודות מיקרו על התפתחות הצמחים ועל השאת היבול בתנאי שטח. הטיפולים כללו: ברזל (Fe), מנגן (Mn), נחושת (Cu), אבץ (Zn) ומים כביקורת (W). תכנון הניסוי כלל שני טיפולי איכות מים (0.9 דצ"ס/מ' ו-1.6 דצ"ס/מ'), ולכל שילוב בין איכות מים וטיפול עלוותי של יסודות המיקרו היו 3-4 חזרות. כל חזרה כללה שלוש ערוגות סמוכות באורך 5 מטר ורוחב 1.83 מ'. כל הדגימות והמדידות נלקחו מהערוגה המרכזית.

טבלה 3. יומן ריסוסים

תאריך	טיפול
07-מרץ	זריעה
28-מרץ	ריסוס מיקרו I
11-אפר	ריסוס מיקרו II
25-אפר	ריסוס מיקרו III
07-מאי	ריסוס מיקרו IV
20-מאי	אסיף

במהלך הניסוי נלקחו דגימות עלים בשלושה מועדים ודגימות קרקע משני עומקים (0-15 ס"מ ו-15-30 ס"מ) בתחילת הניסוי ובסיומו. בנוסף, מקור מי השקיה בכל רמת איכות נדגמה ולא נמצאו יסודות מיקרו מעל ריכוזי הסף לזיהוי. הריסוסים יושמו ארבע פעמים במהלך הניסוי, כאשר הראשון יושם שלושה שבועות לאחר זריעה. הריסוסים התבצעו במרווח של שבועיים ביניהם (טבלה 3). כל טיפול מיקרו בוצע באמצעות מיכל ריסוס ידני נפרד ביחס לפי המצוין

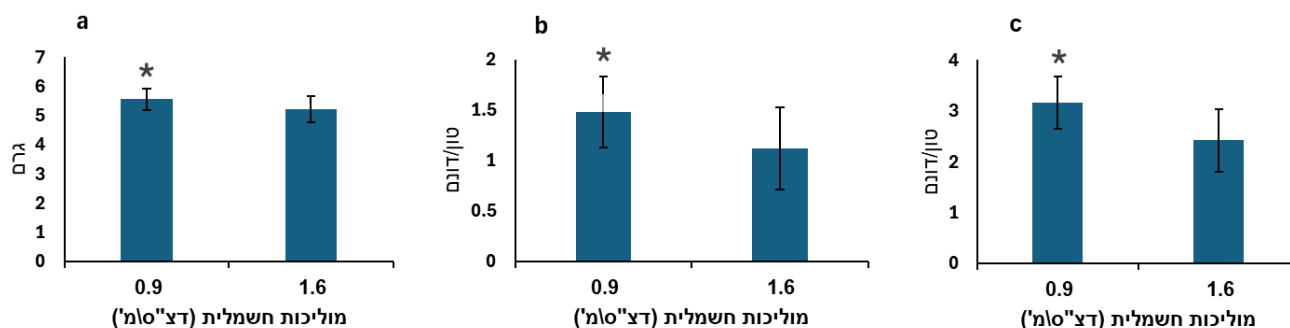
בטבלה 4. אסיף השעועית התבצע ב-20.5.24. ניתוח סטטיסטי נעשה במבחן Two-Way ANOVA באמצעות תוכנת R.

טבלה 4. הרכב תמיסות ריסוס שייושמו בחוות המו"פ

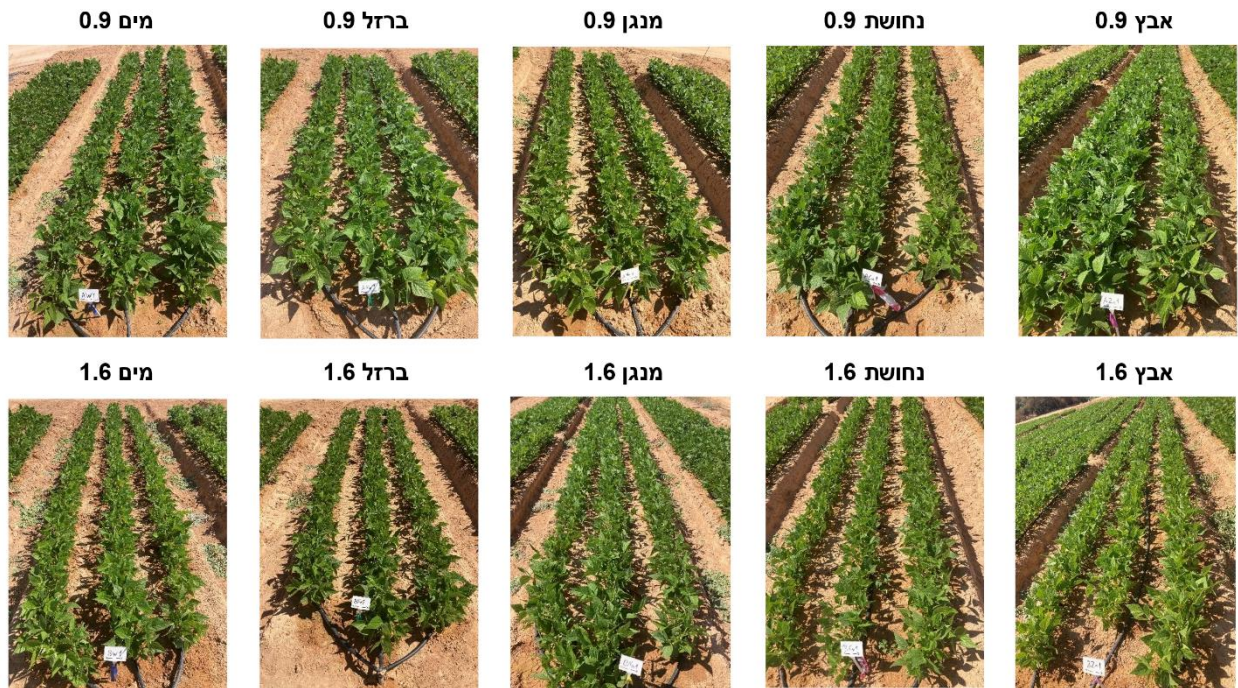
טיפול	Oligo-Fe 13% ברזל (גרם/ליטר)	Oligo-Mn 13% מנגן (גרם/ליטר)	Oligo-Zn 15% אבץ (גרם/ליטר)	Oligo-Cu 15% נחושת (גרם/ליטר)
None	0	0	0	0
Fe	1	0	0	0
Mn	0	2	0	0
Zn	0	0	2	0
Cu	0	0	0	2

מליחות:

לאיכות המים הייתה השפעה מובהקת על היבול, כאשר התוצאות שהתקבלו בהשקיה במים מותפלים (באיכות 0.9 דצ"ס/מ') ביחס למים מהולים (באיכות 1.6 דצ"ס/מ') הן: משקל פרי ממוצע גבוה יותר (5.55 לעומת 5.21 גרם לפרי), יבול גבוה יותר (1.47 לעומת 1.11 טון/דונם), וביומסה גבוהה יותר (3.16 לעומת 2.42 טון/דונם), בהתאמה (איור 15). תוצאות אלו נראו לעין בשלבי הגידול כאשר נראה כי העלווה וקצב הצימוח בטיפול השקיה במים באיכות 0.9 דצ"ס/מ' היו גבוהים יותר ממים באיכות 1.6 דצ"ס/מ' (איור 16) ללא קשר לטיפול הדישון. ההשפעה של איכות המים על מדדי היבול הייתה מובהקת סטטיסטית ($p < 0.05$).



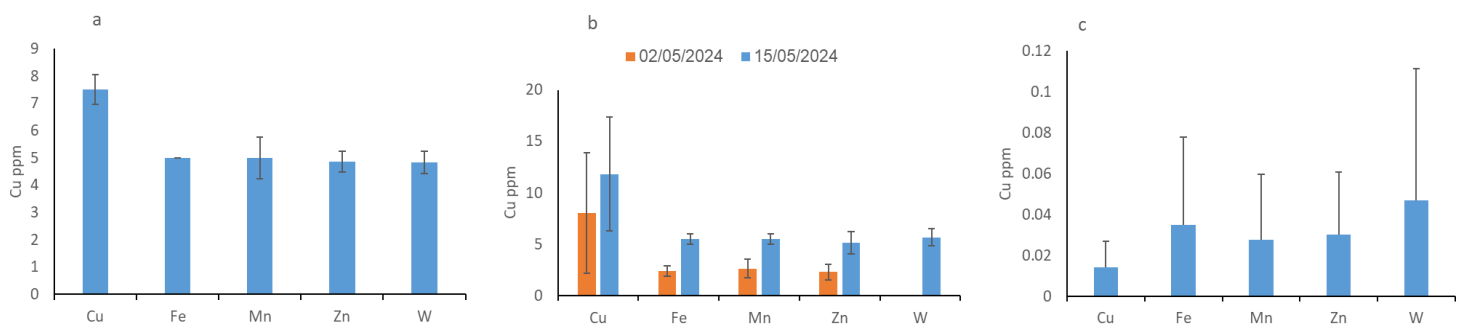
איור 15. משקל ממוצע לפרי (a), יבול (b) וביומסה כללית (c) לפי רמות השקיה (0.9 EC, 1.6 EC). הכוכבית מייצגת מובהקות סטטיסטית ($p < 0.05$).



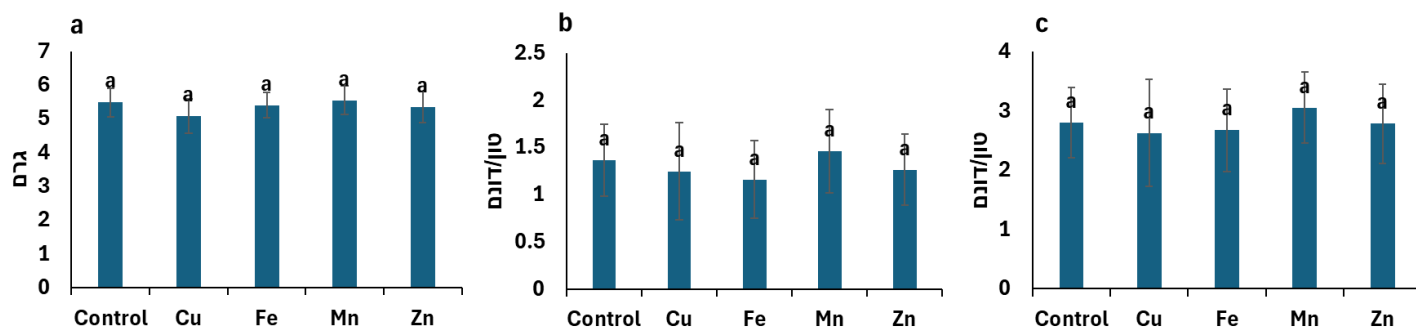
איור 16. ערוגות הגידול בכל טיפול מיקרו (אבץ, נחושת, מנגן, ברזל וביקורת), התמונות העליונות הן הגידול ב-0.9 EC והתמונות מלמטה ב-1.6 EC.

נחושת (Cu):

ניתן לראות כי הטיפול ב-Cu היה אפקטיבי ועם הזמן היסוד הצטבר בעלים שרוססו ביסוד (11.8 ppm לעומת 5.5 ppm בשאר הטיפולים) וגם בתרמילי השעועית (7.5 ppm לעומת 5 ppm בשאר הטיפולים). לא נראה כי היה אפקט של הריסוס על הקרקע ואף נמצא כי ריכוז הנחושת בקרקע היה נמוך מאשר שאר הטיפולים (איור 17). הטיפול בנחושת הניב את היבול הממוצע הנמוך ביותר, אך לא באופן מובהק ($p > 0.05$).



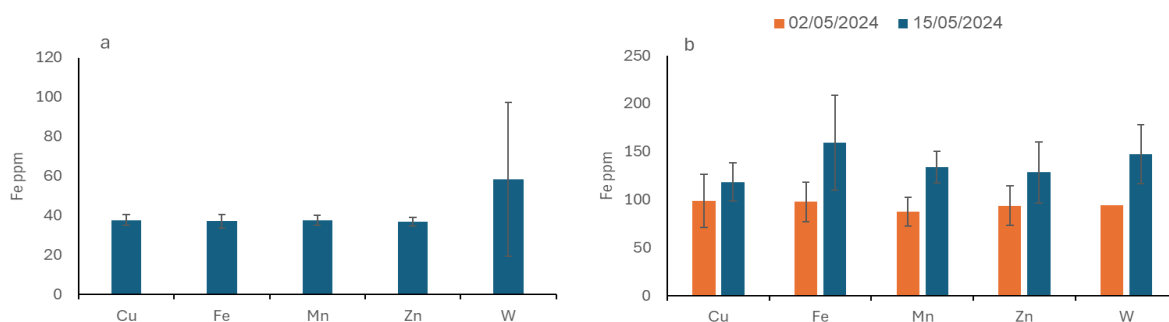
איור 17. כמות הנחושת (Cu) בתרמילי השעועית (a), עלים (b) וקרקע (c) ב ppm לפי טיפול. דגימות העלים נלקחו בשני מועדים (15/5, 2/5).



איור 18. משקל ממוצע לפרי (a), יבול (b) וביומסה כללית (c) של השעועית כתלות בטיפול המיקרו. האותיות מציינות מובהקות סטטיסטית.

ברזל (Fe):

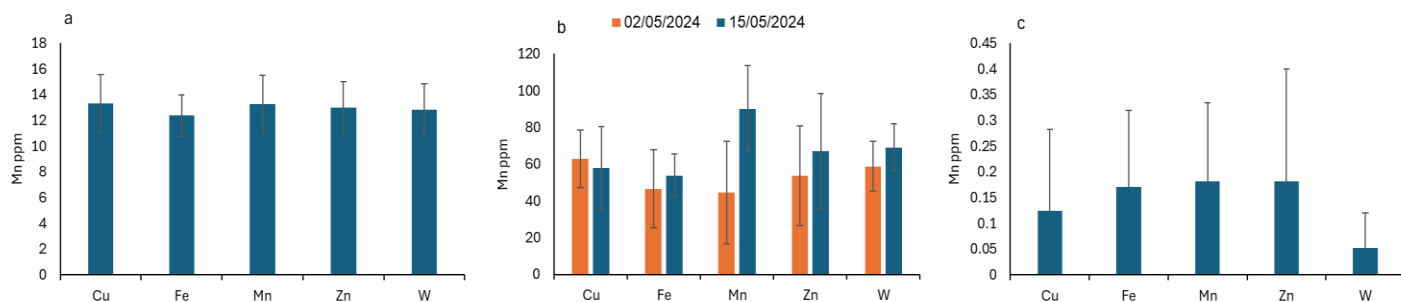
למרות ריסוס בעלווה בברזל (Fe), לא נצפתה הצטברות משמעותית של היסוד בעלים או בתרמילים בעקבות הטיפול (איור 19). רוב הצטברות הברזל הייתה בעלים ולא בפרי (160 ppm בעלים, 37 ppm בפרי). באופן מפתיע נמצא בתרמילים במוצע יותר ברזל בביקורת לעומת הטיפול ב-Fe (58 לעומת 37 ppm). בנוסף, לא נמצא כלל ברזל בקרקע בסיום הניסוי. כפי שניתן לראות, לברזל לא הייתה השפעה על הביומסה, היבול או על משקל הפרי ביחס לביקורת או לשאר הטיפולים (איור 18).



איור 19. כמות הברזל (Fe) בתרמילי השעועית (a) ועלים (b) ב ppm לפי טיפול. דגימות העלים הן משתי מועדים (2/5, 15/5).

מנגן (Mn):

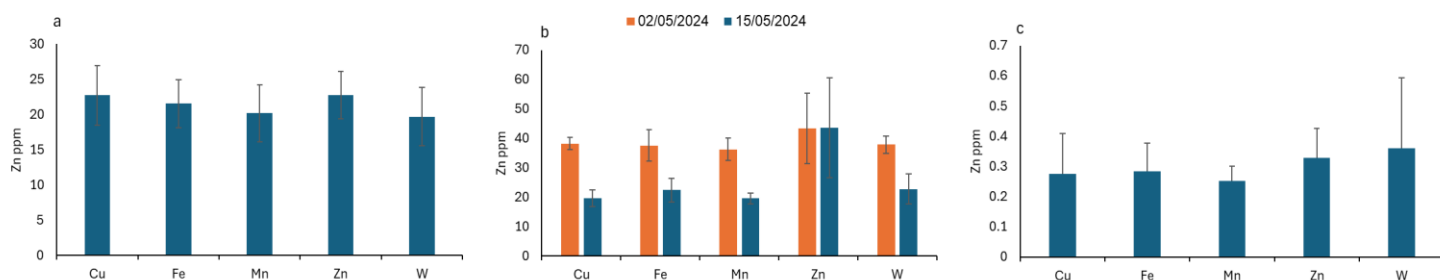
הוספת מנגן (Mn) בריסוס הראה אפקטיביות מסויימת כאשר הייתה מעט יותר הצטברות של מנגן בעלים לעומת שאר הטיפולים בבדיקה האחרונה של העלים (90 לעומת 69 ppm בביקורת) (איור 20). בפרי ובקרקע לא הייתה הצטברות משמעותית של מנגן בעקבות הטיפול (13 ו-0.18 ppm בהתאמה). הטיפול במנגן הניב את היבול והביומסה הגבוהים ביותר במוצע, אם כי ללא מובהקות סטטיסטית (איור 18). משקל הפרי הממוצע היה גבוה באופן כמעט מובהק ביחס לטיפול בנחושת בלבד ($p=0.06$).



איור 20. כמות המנגן (Mn) בתרמילי השעועית (a), עלים (b) וקרקע (c) ב ppm לפי טיפול. דגימות העלים הן משתי מועדים (2/5, 15/5).

אבץ (Zn):

בין בדיקות העלים השנייה לשלישית נראתה ירידה משמעותית בכמות האבץ בכל הטיפולים, מלבד הטיפול באבץ בו נשמר על כמות יחסית גבוהה (43 לעומת כ-20 ppm בשאר הטיפולים) (איור 21). בשאר המדדים בפרי ובקרקע לא נצפו הבדלים בהצטברות האבץ בעקבות הריסוס. בניגוד לניסוי המבוקר בגילת, לא נמצא שום יתרון ליישום של אבץ על מדדי היבול שנבדקו ביחס לטיפולים האחרים והביקורת (איור 18).



איור 21. כמות האבץ (Zn) בתרמילי השעועית (a), עלים (b) וקרקע (c) ב ppm לפי טיפול. דגימות העלים נלקחו בשני מועדים (2/5, 15/5).

השוואה לסטנדרטים בספרות:

על מנת לקבל פרספקטיבה לתוצאות, ביצענו השוואה לסטנדרטים המקובלים של יסודות מיקרו בשעועית ירוקה כפי שדווח בספרות. כפי שניתן לראות בטבלה 5, התוצאות מבדיקות העלים מראות שלמעט מחסור מועט בנחושת, לצמחים לא היה מחסור ביסודות המיקרו ביחס למדווח בספרות, ללא קשר לטיפול שניתן.

טבלה 5. השוואה בין כמות יסודות המיקרו הסטנדרטית המדווחת לכמויות שנמצאו בעלים

Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	מקור
-	40-100	7-15	30-70	Almaliotis, D., et al. 2004.
50	50	7	20	Warncke, D. D. 2004.
50-400	30-300	-	-	Uchida, R. 2000.
15/5 עלים בדיקות				
147	69	5.65	22.5	Water
150.5	54	5.55	22.5	Fe
134	90	5.55	19.5	Mn
118.5	58	11.8	19.5	Cu
130	66	3.65	44	Zn

טיפול
במיקרו

טבלה 6. אנליזה כימית של בדיקות עלים. נאסף ב-15/5/24.

Mg (%)	K (%)	P (%)	N (%)	טיפול מיקרו	EC
0.698	0.882	0.258	4.766	Cu	0.9 ds/m
0.673	0.856	0.280	4.664	Fe	
0.665	0.904	0.255	4.348	Mn	
0.571	0.828	0.253	4.591	Zn	
0.680	0.860	0.269	4.414	W	
0.663	0.882	0.224	4.512	Cu	1.6 ds/m
0.642	0.863	0.243	4.455	Fe	
0.691	0.849	0.235	4.250	Mn	
0.692	0.850	0.238	4.226	Zn	
0.750	0.974	0.254	4.420	W	

Zn (%)	Fe (%)	Mn (%)	Cu (%)	טיפול מיקרו	EC
0.019	0.117	0.065	0.009	Cu	0.9 ds/m
0.024	0.177	0.057	0.006	Fe	
0.021	0.127	0.085	0.006	Mn	
0.041	0.118	0.074	0.005	Zn	
0.023	0.168	0.065	0.006	W	
0.020	0.120	0.051	0.014	Cu	1.6 ds/m
0.021	0.142	0.051	0.005	Fe	
0.018	0.141	0.095	0.005	Mn	
0.047	0.142	0.058	0.005	Zn	
0.022	0.126	0.073	0.005	W	

B (%)	S (%)	Cl (%)	Na (%)	Ca (%)	טיפול מיקרו	EC
0.026	0.073	2.107	0.067	3.448	Cu	0.9 ds/m
0.032	0.072	1.850	0.067	3.416	Fe	
0.028	0.068	1.980	0.067	3.418	Mn	
0.022	0.069	1.880	0.067	3.486	Zn	
0.088	0.069	2.020	0.070	3.494	W	
0.023	0.068	2.680	0.067	3.673	Cu	1.6 ds/m
0.025	0.067	2.830	0.067	3.484	Fe	
0.022	0.067	2.720	0.067	3.788	Mn	
0.023	0.070	2.813	0.067	3.679	Zn	
0.046	0.075	2.773	0.067	3.484	W	

טבלה 7. אנליזה כימית של בדיקות קרקע. הבדיקות נאספו בסיום הניסוי ב-21/5/24.

Na ppm	Cl ppm	EC dS/m	pH	טיפול מיקרו	איכות מים dS/m
228.353	443.333	3.073	7.950	Cu	0.9
610.775	1280.000	6.210	8.025	Fe	
314.648	620.000	3.740	8.053	Mn	
169.660	313.333	2.387	7.910	W	
221.740	433.750	2.930	8.008	Zn	
310.987	681.667	3.883	8.040	Cu	1.6
440.625	940.000	5.420	8.210	Fe	
565.545	1251.250	6.063	8.035	Mn	
355.420	743.333	4.580	7.927	W	
704.950	1576.667	7.880	7.893	Zn	
K ppm	P-Olsen ppm	N-NO3 ppm	N-NH4 ppm	טיפול מיקרו	איכות מים dS/m
19.720	51.900	6.633	0.077	Cu	0.9
36.135	52.750	31.550	0.090	Fe	
29.010	50.225	14.775	0.345	Mn	
15.997	47.467	6.667	0.067	W	
24.800	49.150	9.425	0.078	Zn	
20.357	53.067	15.833	0.073	Cu	1.6
26.015	48.700	15.850	0.080	Fe	
28.668	41.225	19.100	0.070	Mn	
21.377	45.867	17.233	0.073	W	
40.567	47.900	24.233	0.087	Zn	
B ppm	SO4 ppm	Mg ppm	Ca ppm	טיפול מיקרו	איכות מים dS/m
0.913	261.643	103.667	267.300	Cu	0.9
1.218	356.973	175.000	386.150	Fe	
1.068	299.133	113.250	329.175	Mn	
1.077	209.403	68.333	207.467	W	
0.995	313.353	123.750	248.450	Zn	
0.793	317.590	174.000	291.533	Cu	1.6
1.145	445.655	202.000	358.725	Fe	
1.083	397.505	169.750	344.700	Mn	
0.947	403.653	174.667	362.833	W	
1.210	636.040	249.333	400.667	Zn	
Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	טיפול מיקרו	איכות מים dS/m
0.200	0.007	0.187	0.000	Cu	0.9
0.233	0.038	0.085	0.000	Fe	
0.245	0.018	0.173	0.000	Mn	
0.477	0.047	0.067	0.000	W	
0.268	0.028	0.100	0.000	Zn	
0.350	0.022	0.063	0.000	Cu	1.6
0.335	0.033	0.258	0.000	Fe	
0.258	0.038	0.190	0.000	Mn	
0.243	0.047	0.037	0.000	W	
0.410	0.033	0.290	0.000	Zn	

7. מסקנות והמלצות להמשך המחקר

בשני הניסויים נמצאה קורלציה בין ביומסה ובין רכיבי היבול. ככל שהביומסה בצמח או בעציץ עלתה, כך גם יבול (משקל) התרמילים כאשר גודל התרמיל הושפע מהטיפולים יותר ממספר התרמילים. השפעת טיפול ריסוס יסודות מיקרו על העלווה הניב תוצאות שונות בין הניסוי המבוקר בעציצים לניסוי שטח במו"פ ערבה דרומית. בעוד שבניסוי המבוקר נמצאה השפעה חיובית בסדר הבא: $full < Zn < Fe < Mn < Cu$ ו- $none$, בניסוי השטח לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ובין הביקורת. בנוסף, ביחס לסטנדרטים המקובלים בספרות, לא נמצאו חוסרים משמעותיים בצמחים, בין אם רוססו ובין אם לא. בניסוי השטח הגורם המשפיע והדומיננטי ביותר על רכיבי היבול היה איכות המים, כאשר מים באיכות גבוהה יותר של 0.9 דצ"ס/מ' השפיעו לטובה על הצמחים ביחס ל-1.6 דצ"ס/מ'.

הנסיון להפריד בין טיפולי היסודות על מנת להבין בצורה טובה יותר את החוסרים והשלמתם טרם צלח, כנראה בשל המאפיינים המורכבים של ניסוי שטח המושפע מגורמים רבים. יסודות המיקרו נדרשים בכמויות קטנות מאוד בצמח, ולכן גם שינויים קטנים בסביבה יכולים למסך את השפעות הטיפול. על כן, הוחלט לבצע בשנת המחקר השלישית ניסוי שיכלול יישום של כל יסודות המיקרו יחדיו, בריסוס עלוותי בשתי רמות איכות המים. באופן הזה, נוכל לבחון מה מידת ההשפעה המשולבת של איכות מים ויסודות המיקרו על התפתחות הצמח ומרכיבי היבול.

8. ביבליוגרפיה

1. Dudley L., Ben-Gal A. and Shani U. 2008a. Influence of Plant, Soil and Water Properties on the Leaching Fraction. *Vadose Zone J.* 7, 420-425.
2. Ben-Gal A, Ityel E, Dudley L., Cohen S, Yermiyahu U, Presnov E, Zigmond L, Shani U. (2008) Effect of Irrigation Water Salinity on Transpiration and on Leaching Requirements: A case study for bell peppers. *Agric. Water Manag.* 95, 587-597
3. Kaner, A., Tripler, E., Hadas, E., Ben-Gal, A. (2017) Feasibility of Desalination as an Alternative to Irrigation with Water High in Salts. *Desalination.* 416, 122-128.
4. Minhas, P.S., Ramos, T., Ben-Gal, A., Pereira, LS. (2020) Coping with Salinity in Irrigated Agriculture: Crop Evapotranspiration and Water Management Issues. *Agric Water Manag.* 227, 105832.
5. Hopmans, J.W., Qureshi, A.S., Kisekka, I., Munns, R., Grattan S.R., Rengasamy, P., Ben-Gal, A., Assouline, S., Javaux, M., Minhas, P.S., Raats, P.A.C., Skaggs, T., Wang, G., De Jong van Lier, Q., Jiao, H., Lavado, R.S., Lazarovitch, N., Li, B., and Taleisnik, E. (2021) Critical Knowledge Gaps and Research Priorities in Global Soil Salinity. *Advances in Agronomy.* 169, 1-91.
6. U. Yermiyahu, A. Tal, A. Ben-Gal, A. Bar-Tal, J. Tarchitzky, O. Lahav (2007) Rethinking Desalinated Water Quality. *Science* 318/5852, 920-921.
7. Ben-Gal A, U. Yermiyahu, S. Cohen (2009) Fertilization and Blending Alternatives for Irrigation with Desalinated Water. *Journal of Environmental Quality* 38(2):529-36

8. Reference Sufficiency Ranges for Plant Analysis in the Southern Region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin #394, July 2000, Updated 2013.
<https://aesl.ces.uga.edu/sera6/PUB/scsb394.pdf>
9. Almaliotis, D., Bladenopoulou, S., Chatzissavvidis, C., Boujioukli, I. (2007) Leaf Nutrient Levels of Snap Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) in Relation to Crop Yield in Central Macedonia (Northern Greece). *Acta Horticulturae*. 729, 403-407
10. Warncke D., Dahl J., Zandstra B., (2004) Nutrient Recommendations for Vegetable Crops in Michigan. Extension Bulletin E2934 Michigan State University
11. Uchida R. (2000) Recommended Plant Tissue Nutrient Levels for Some Vegetable, Fruit, and Ornamental Foliage and Flowering Plants in Hawaii. *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*. Chapter 4

9. שאלות מנחות

א. אנא פרט מהם הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה.
בוצעו הניסויים הן בליזימטר עציץ והן בניסוי שדה בגידול שעועית ירוקה לפי התוכנית. השפעת הטיפול בריסוס יסודות מיקרו על העלווה הניב תוצאות שונות בין הניסוי המבוקר בעציצים לניסוי שטח במו"פ ערבה דרומית. תוצאות הניסויים השנה אישרו שלמליחות יש השפעה מובהקת על השאת היבול, אבל לא קידמו בהבנת השפעתן בנפרד של הזנה או מחסור ביסודות המיקרו הספציפיים שנבחנו.

ב. מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח. כפי שצוין, ניסויי שנת המחקר השנייה בוצעו לפי התוכנית אבל התוצאות לא קידמו אותנו בהבנה לגבי הצריכה והקליטה של כל אחד מיסודות המיקרו והשפעתן על הגידולים בתנאי שדה.

ג. אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן. התוצאות הן בניסוי שדה והן בניסוי המבוקר בעציצים, לא מצביעות על השפעה מובהקת של אחד מן יסודות המיקרו.

ד. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות. כל המשימות ע"פ התוכנית בוצעו אם כי התוצאות קידמו אותנו בהבנה לגבי הצריכה והקליטה של יסודות המיקרו, אך לא על פי השערות המחקר.

ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. להבנתנו יתכן והצטברות היסטורית של היסודות בקרקע משפיעה על התוצאות. לכן, בשנה השנייה למחקר הצבנו את ניסוי השדה בחלקה חדשה, ובצענו ריסוסי עלווה של יסודות המיקרו כל אחד בנפרד במקום יישום בהדשייה. הנחנו שניתן באמצעות ריסוס עלווה להתגבר על מורכבות היישום דרך הקרקע והשלכותיו (תהליכי ספיחה, שחרור, תנועה, קליטה מהקרקע/תמיסת הקרקע, ואל הקרקע). תוצאות הניסויים אימתו את השערותינו לגבי השפעת איכות המים על הגידול, וקידמו את הבנתנו לגבי השפעה של כל אחד מיסודות המיקרו על התפתחות הצמח והשאת היבול, אך לא על פי השערות המחקר. לאור התוצאות, הוחלט לשנה השלישית לעבור לטיפול רחב יותר שיכלול את כל יסודות המיקרו בריסוס עלווה

בשתי רמות איכות המים כפי שנעשה בניסוי זה, במגמה לבחון באיזו מידה קיימת השפעה משולבת בין איכות מים ויסודות המיקרו על התפתחות הצמח ומרכיבי היבול.

ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיוקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומהאמורה להיות התייחסותך להמשך. טרם הצלחנו להשיג תובנות לגבי הצריכה של יסודות המיקרו והשפעה הבודדת והכוללת שלהם. על כן, החלטנו בהמשך המחקר לעבור לטיפול רחב יותר שיכלול את כל יסודות המיקרו בריסוס עלויות בשתי רמות איכות המים כפי שנעשה בניסוי זה במגמה לבחון באיזו מידה קיימת השפעה משולבת בין איכות מים ויסודות המיקרו על התפתחות הצמח ומרכיבי היבול

ז. הפצת הידע בכנסים או פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו'). לא הייתה הפצת ידע בכנסים. התקיימו ביקורים של חקלאים וביקורים הדדיים של הצוותים במהלך התקופה בשני האתרים.

ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר. אין

ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור. האזור עתיד לעבור לשימוש עם מים מותפלים. תהליך ההתפלה מסלק ממי החשקיה יונים חיובים וביניהם גם יסודות מיקרו. דישון המינרלים החסרים ובעיקר יסודות מיקרו כרוך בעלות לא מבוטלת. הוספתם דורשת מערכת דישון נוספת בתלות בהרכבם, מאחר ולא ניתן להוסיף את כל היסודות החסרים באותה תמיסת דשן בגלל אינטראקציות בין היונים השונים הגורמים לשקיעת המינרלים החיוניים. בנוסף, ובתלות סוג הגידול, המחסור באחד מיסודות המיקרו (ברזל, מנגן, אבץ ואולי גם אחרים) או שילוב שלהם, עלול להביא לפגיעה בגידול. על כן, כל תוכנית דישון בהשקיה עם מים מותפלים דורשת אופטימיזציה אשר תיקח בחשבון את כל המרכיבים – הרכב הדשן הכללי לשימוש, יסודות מיקרו חסרים ומינונם הדרוש, עלותם, ואופן יישומם. הידע שיתקבל מהניסויים שמתבצעים ישמש כלי עזר לקבלת החלטות נכונות לניצול מיטבי של שימוש במים מותפלים לחקלאות ירקות/גד"ש בערבה הדרומית.

י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון. לא מתוכנן שיתופי מחקר עם מו"פים אחרים.

יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר. בשנה השלישית למחקר נעבור לטיפול רחב יותר שיכלול את כל יסודות המיקרו בריסוס עלויות בשתי רמות איכות לעומת ריסוס עלויות ללא תוספת יסודות המיקרו במגמה לבחון באיזו מידה קיימת השפעה משולבת בין איכות מים ויסודות המיקרו על התפתחות הצמח ומרכיבי היבול.

יב. פטנטים שנבעו מהמחקר. אין