



אוגוסט 2022, אב תשפ"ב

משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שירות ההדרכה והמקצוע
אגף משאבי סביבה



משאבי תמיסת קרקע - שיטה אמינה להפקת תמיסות קרקע לאנליזה

מולי זקס, ממ"ר טכנולוגיות השקיה ומצעים מנותקים, malyz@shaham.moag.gov.il,
מאיה שניט-אורלנד, מנהלת אגף משאבי סביבה, mayao@shaham.moag.gov.il

תקציר

המשאב משמש כלי נוח לדגימת תמיסת הקרקע ישירות בשדה. אולם לאחרונה עלתה השאלה, אם החרס שבמשאב מהווה גורם סלקטיבי לריכוזי יסודות ההזנה במי המשאב, ולכן ערכנו ניסוי לבחינת הנושא. מהבדיקה שביצענו עולה כי ניתן להשתמש במשאבים ולבצע אנליזה של כל יסודות ההזנה, כולל ה-pH, במי המשאב, לבקרת זמינות יסודות ההזנה בבית השורשים של הגידול. פרקטיקה זו משמשת בגידול בכריות פרלייט, במצע קוקוס וכן במצעי גידול בעלי חלקיקים גסים (נקבוביות גדולות) ותכולת רטיבות גבוהה לאחר ההשקיה.

מבוא

כיצד מספקים יסודות הזנה לצמחים?

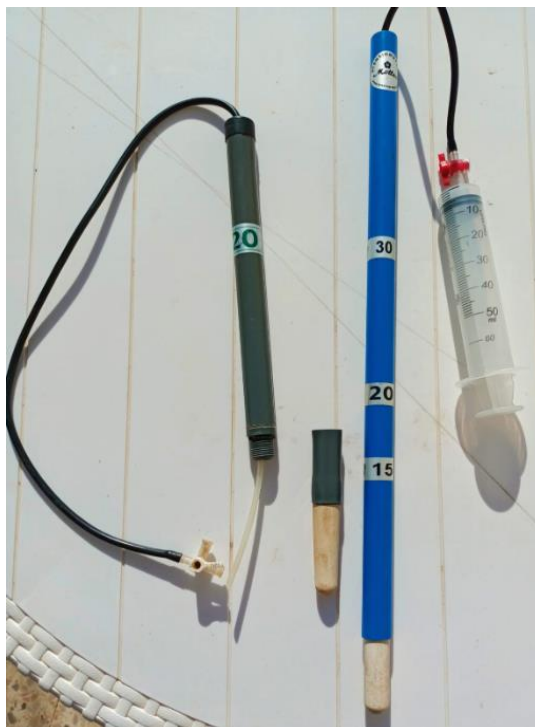
יסודות ההזנה מומסים בתמיסת הקרקע כיונים, הנספחים למינרלי הקרקע ולחומר אורגני. כאשר יסודות ההזנה נקלטים מתמיסת הקרקע לצמח, מתרחשות ריאקציות שיווי משקל דינמיות בין הפאזות השונות, כדי לחדש את יסודות הזנה בתמיסת הקרקע. כך למשל, יונים, הנספחים לשטח הפנים של חלקיקי הקרקע, משתחררים ממנה, במטרה לספק מחדש את היסודות החסרים בתמיסת הקרקע. פעולה זו היא תגובה כימית קריטית להפיכת יסודות ההזנה לזמינים לצמחים. הצמח קולט יסודות הזנה בצורה מימית מתמיסת הקרקע, ולכן באמצעות בדיקתה ניתן לאפיין את ריכוזי היסודות הללו, הזמינים לקליטה על ידי הצמח.

כיצד מסדירים את אספקת חומרי ההזנה לצמחים?

המשאב משמש כלי לדגימת תמיסת הקרקע ישירות בשדה. הבדיקות המקובלות במי המשאב בשדה, הנמדדות באמצעות ערכות השדה, הן המוליכות החשמלית (מדד של כלל המלחים המומסים) והחנקה בבית השורשים. המשאב משמש לבחינת השפעות ההשקיה במים מליחים, לבקרת מליחות הקרקע בבית השורשים, לבדיקה של זמינות החנקה בבית השורשים ולבדיקה של שטיפת החנקות בקרקע מתחת לבית השורשים.

המשאב מורכב מצינור פלסטיק, שבקצהו התחתון כוסית קרמית נקבובית ובקצהו העליון פקק שזרכו מושחלת צינורית דקה היורדת עד לתחתית הכוס הקרמית. לקצה העליון של צינורית היניקה מחובר ברז, כדי למנוע את פריקת תת-הלחץ (תמונה 1). לאחר החדרת המשאב לקרקע באזור בית השורשים (וקרוב לטפטפת), יונקים את האוויר שבתוכו בעזרת מזרק וגורמים ליצירת תת לחץ (ואקום), ואז מתחילה חדירה של תמיסת הקרקע לתוך גוף המשאב דרך הכוסית הקרמית. לאחר שנאספת תמיסה בכוסית, שואבים אותה לתוך כלי איסוף ומעבירים ישירות לאנליזה כימית (נדלר א.).

כאשר דרגת הרטיבות בקרקע נמוכה מרף מסוים של רטיבות, המשאב אינו יעיל, כיוון שייכנס אליו רק נפח קטן של תמיסת קרקע. אם הפעלת המשאב (יצירת תת-לחץ באמצעות מזרק) נעשית לפני ההשקיה, תיכנס אליו תמיסת קרקע מהנקבובים הגדולים ביותר. לפיכך, עדיף להפעיל את המשאב לאחר ההשקיה, כיוון שבתנאים הנוצרים מתרחשת תנועה של תמיסת הקרקע מהנקבובים הקפילאריים של האדמה לנקבובים הנימיים שבכוסית החרסיה, אשר בה קיים מתח נימי גדול יותר (Briggs, L. J., & McCall, A. G.). בקרקעות קלות עד בינוניות מומלץ לדרוך את המשאב בין חצי שעה לשעה אחרי סיום ההשקיה לקראת הגעת המצב של גמר ניקוז. בקרקעות חוליות מאד וגם בקרקעות אבניות בעלות קצב חלחול מהיר מאוד (גם במצעים מנותקים למיניהם) מומלץ אפילו להקדים את דריכת המשאב לרבע שעה אחרי סיום ההשקיה. באדמות כבדות מאוד עם אחוזי רוויה גבוהים מעל 50% SP בהן תהליך השאיבה ארוך מאוד ויכול גם לקחת מעל יממה אחת, אפשר להשאיר את המשאב דרוך בתת לחץ גם אחרי הוצאת התמיסה מתוכו לקראת הפעם הבאה של הדגימה. עקב התכונה של חלחול איטי באותן קרקעות, היונים בתמיסה מגיעים למצב של שיווי משקל חלקי ברובו במהלך פרק הזמן של חדירת מי ההשקיה לעומק, דבר המאפשר קבלת תמונת מצב מספקת על ריכוז היונים הזמין לצמח בתמיסת הקרקע. תפקיד החרס במשאב הוא להוות מסנן למניעת חדירת חלקיקי הקרקע לצינור, כך שהתמיסה המתקבלת לאחר התהליך היא צלולה ונקייה מחלקיקי קרקע. את התמיסה מוציאים מהמשאב בעזרת המזרק.



מטענה של החרסית בקרקעות ישראל הוא שלילי, ולכן היא מושכת אליה קטיונים, כמו סידן, מגנזיום ואשלגן. מפני שהחרס (חרסיה) של המשאב עשוי חרסית, ולחרסית תכונות כימיות-פיזיקליות, כמו קיבול קטיונים חליפיים (כמות המטענים השליליים על פני השטח של חלקיקים מינרליים ואורגניים, המושכים קטיונים) - נשאלת השאלה אם הריכוז של יסודות ההזנה בתמיסת הקרקע דומה לריכוז יסודות ההזנה במים הזורמים לתוך המשאב (Grobler L., A. S.) אם החרס מהווה גורם סלקטיבי לריכוזי יסודות ההזנה במי המשאב, כלומר האם הקטיונים נצמדים למשאב, וריכוזי יסודות ההזנה וה-pH של התמיסה שנלקחה לבדיקה, מושפעים מכך.

תמונה 1: שני משאבים – מימין: משאב מורכב של חברת מוטס; משמאל: משאב מפורק של חברת עמי טנס, כך שניתן לראות את הצינורית הדקה, המחוברת לברז שאליו מתחבר המזרק

אופן הפעולה של המשאב: חרסית בקצה התחתון של המשאבות מונחת בקרקע או במצע הגידול באזור בית השורשים. בעזרת המזרק שבצד העליון שואבים את תמיסת הקרקע שנאגרה בתוך הצינור.

בבקרת ההזנה במצע מנותק בודקים באופן שגרתי את מי הטפטפת ואת מי הנקז מבחינת יסודות ההזנה, את המוליכות

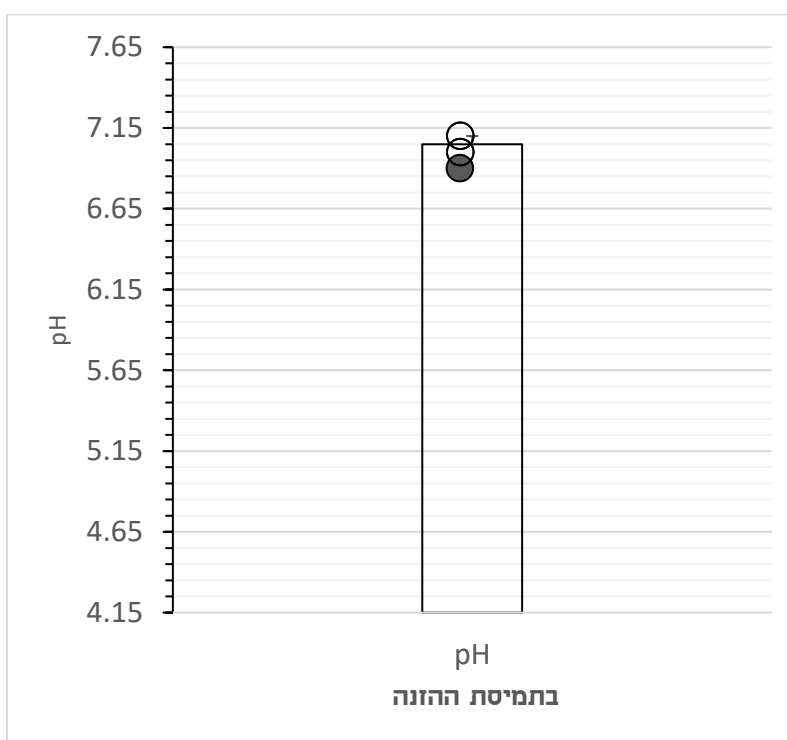
החשמלית, את החנקה ואת ה-pH, כדי לעקוב אחר אספקת יסודות ההזנה לצמח ואחר צריכת יסודות ההזנה הניתנים במי ההשקיה על ידי הצמח. הבדיקה מתבצעת על מי הטפטפת הנכנסים למערכת, ועל מי הנקז היוצאים ממנה. למצע הגידול מתייחסים כאל "קופסה שחורה", כלומר כרכיב בלתי ידוע. באמצעות בדיקות מי המשאב, המבוצעות בתוך המצע, במערכת השורשים של הצמח, אפשר לעקוב אחר תמיסת ההזנה, הנמצאת בתוך "הקופסה השחורה", להתאים את הדשנים המסופקים במי הטפטפת, ולקבל החלטה בדבר שטיפת המצע, במקרה שריכוזי יסודות ההזנה שהצטברו במצע הגידול הם גבוהים.

שיטות וחומרים

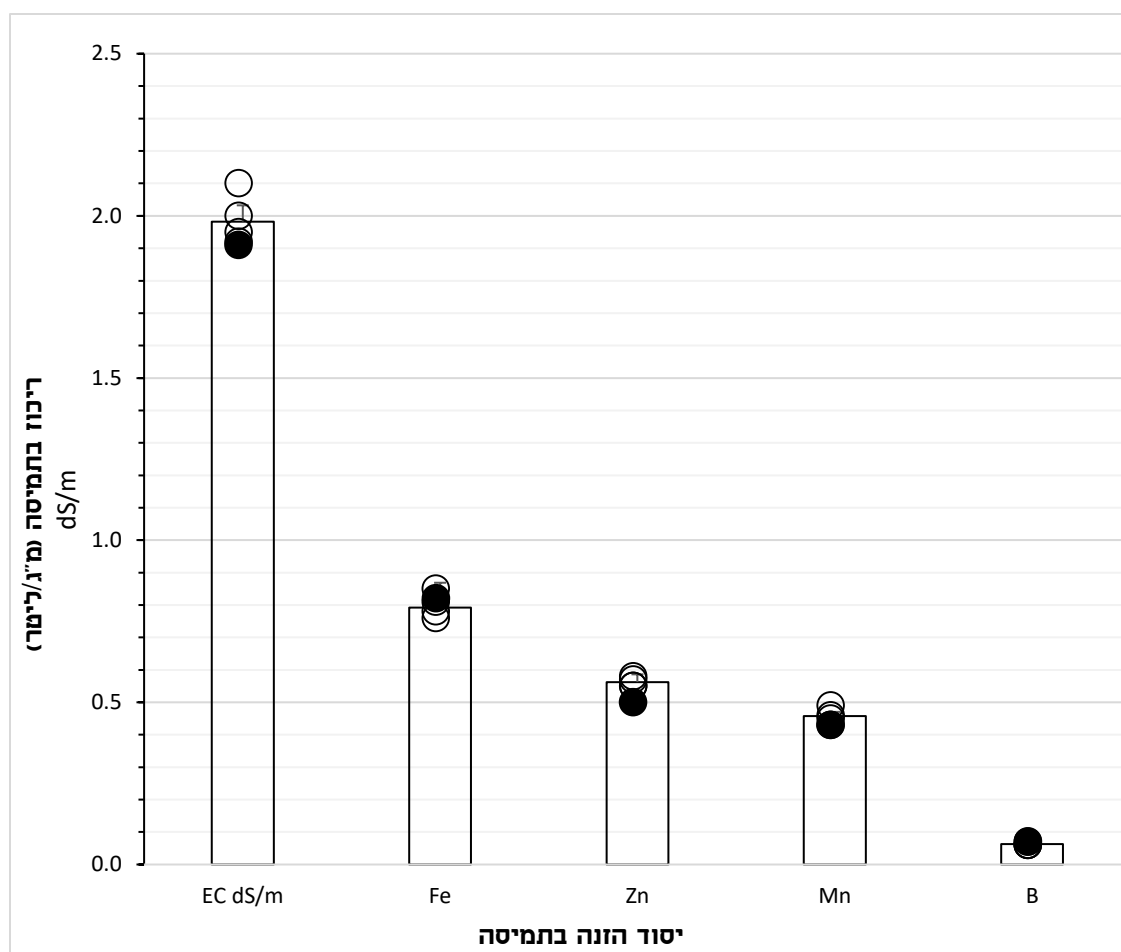
הכנסנו לקערה 10 מ"ל דשן 3+8-5-5 ו-5 ליטרים של מי ברז, תוך כדי ערבוב התמיסה. חצי ליטר נדגם לשם סימולציה למי טפטפת. לתמיסה שיצרנו הוכנסו 4 משאבים חדשים של חברת מוטס. הופעלה שאיבה באמצעות מזרק ליצירת ואקום בכל אחד מהמשאבים, והם הונחו בתמיסה למשך כשעה. לאחר מכן נשאב מכל משאב כחצי ליטר תמיסה. כל התמיסות נלקחו למעבדה לבדיקת יסודות הזנה.

תוצאות

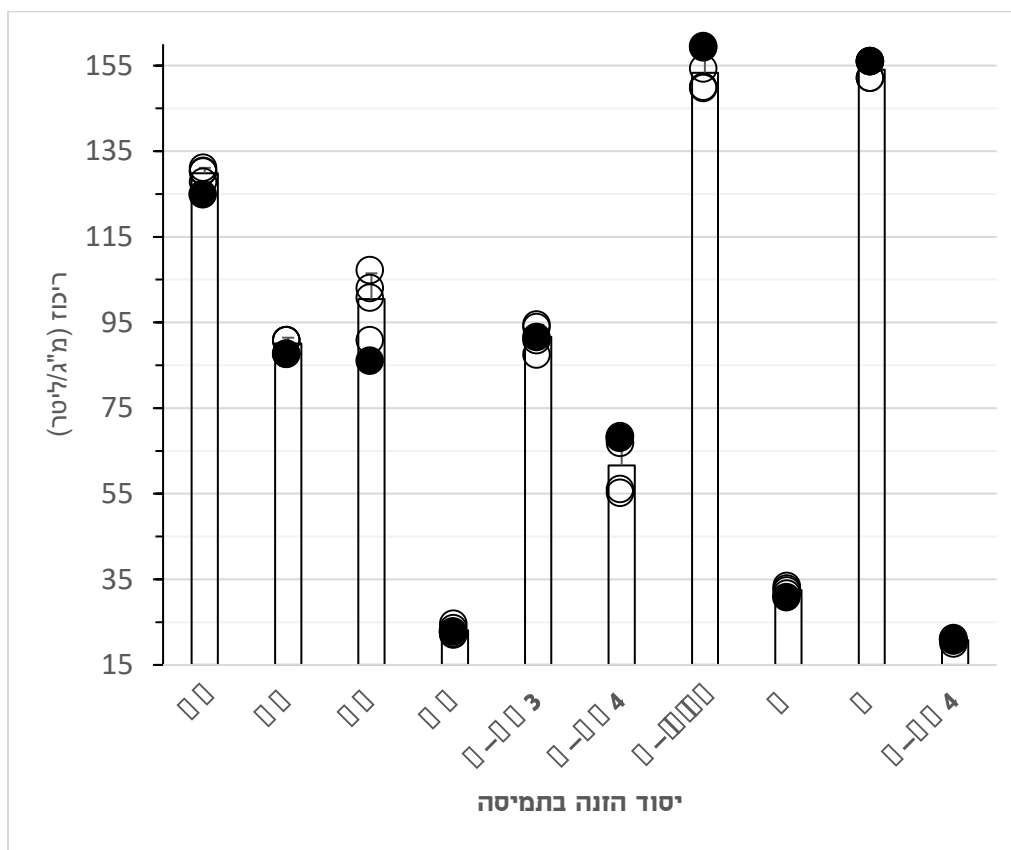
באיורים 1-3 מוצגות התוצאות שהתקבלו באנליזות של "מי הטפטפת" לעומת התמיסה בתוך המשאב.



איור 1: תוצאות של חומציות תמיסת "מי טפטפת" (בעיגול הכהה) לעומת החומציות במי משאב; העמודה מציגה את ממוצע ה-pH בארבעת המשאבים, והעיגולים מסמנים את הערכים שהתקבלו בכל משאב.



איור 2: תוצאות המוליכות החשמלית והמיקרואלמנטים שהתקבלו בתמיסת "מי טפטפת" (העיגולים הכהים), לעומת אלה שהתקבלו במי המשאב; העמודות מייצגות את הממוצעים בארבעת המשאבים, והעיגולים מסמנים את הערכים שהתקבלו בכל משאב.



איור 3: תוצאות המאקרואלמנטים שהתקבלו בתמיסת "מי טפטפת" (העיגולים הכהים) לעומת אלה שהתקבלו במי המשאב; העמודות מייצגות את הממוצעים בארבעת המשאבים, והעיגולים מסמנים את הערכים שהתקבלו בכל משאב.

דיון ומסקנות

מהבדיקה שביצענו עולה כי ריכוזי יסודות ההזנה במי המשאב של חברת מוטס דמו מאוד לריכוזי יסודות ההזנה שהיו בתמיסה שבה הונחו המשאבים, ומכאן נובע שלא באה לידי ביטוי כל סלקטיביות של המשאב (חרס אינרטי), כך שבמצע מנותק ניתן להשתמש במשאבים ולבצע אנליזה של כל יסודות ההזנה, כולל pH, במי המשאב, לבקרת זמינות יסודות ההזנה בבית השורשים של הגידול. פרקטיקה זו משמשת בגידול בכריות פרלייט, במצע קוקוס וכן במצעי גידול בעלי חלקיקים גסים (נקבוביות גדולות) ותכולת רטיבות גבוהה לאחר ההשקיה.

עם זאת, בקרקע לעומת המצע המנותק, דגימת תמיסת ההזנה בנקבוביות הקרקע באמצעות משאב, מבלי לשנות את ה-pH ואת ההרכב הכימי, עדיין נותרה בגדר משימה מאתגרת. ה-pH של תמיסת המשאב הביא לערכים משתנים במהלך אירוע הדגימה עקב שיווי המשקל הכימי בין התמיסה שנדגמה לגז (CO₂) בתוך המשאב. מה שגורם לשינוי ברמת ה-pH בתמיסת הקרקע הנקלטת במשאבים זה השפעתה של רמת הביקרבונט (HCO₃⁻) בקרקעות בסיסיות וריכוזם בתמיסה שגורמים להעלאת רמת ה-pH. ככל שאחוז החרסית בקרקע גבוה יותר רמת ה-pH בתמיסת המשאב תהיה גבוהה יותר. מנקודת מבט פיזיקלית, נפח דגימה קטן שנאסף בזמן הקצר ביותר אפשר חוסר איזון מזערי בקרקע שבסביבת המשאב, כך שערכי ה-pH והכימיה הכללית של התמיסה שנדגמה היו קרובים יותר לערכים שנמצאו בקרקע Raij- (Hoffman I, Jacques D, Lazarovitch N.). הקפדה על השימוש לפי ההנחיות תפיתע את המשתמשים הספקניים ביותר. המשאב הוא כלי יעיל ונוח לבקרת זמינות יסודות ההזנה בבית השורשים של הגידול.



תמונה 3: משאב בקרקע בגידול מלפפון



תמונה 2: משאב במצע מנותק בגידול מלפפון

ספרות

1. Adams p. and G. W. Winsor (1973). Analysis of soil solution as a guide to the nutrient status of glasshouse soils, Plant and Soil 39, 649-59.
2. Briggs, L. J., & McCall, A. G. (1904). An artificial root for inducing capillary movement of soil moisture. Science, 20, 566–569. <https://doi.org/10.1126/science.20.516.680>
3. Grobler L., A. S. Claassens & J. G. Annandale (2003) Ceramic suction samplers : A reliable method for extracting soil solutions for analysis, South African Journal of Plant and Soil, 20:3, 161-164, DOI: 10.1080/02571862.2003.10634928
4. Raij-Hoffman I, Jacques D, Lazarovitch N. (2020). Suction cup system-dependent variable boundary condition: Transient water flow and multicomponent solute transport. Vadose Zone J;19:e20030. 1 – 13. <https://doi.org/10.1002/vzj2.20030>
5. נדלר אריה. (1985). המלצות לתפעול משאבים לדגימת תמיסות קרקע. השדה, כרך ס"ה, חוברת י-א, ע"מ 2317-2321.

הבעת תודה

תודתנו לעדי מוטס מחברת מוטס, שתתם את המשאבים לבדיקה ומימן את בדיקות המעבדה.

האמור לעיל הינו בגדר עצה מקצועית בלבד ואינו מהווה חוות דעת מומחה לצורך הצגה כראיה בהליך משפטי. על מקבל העצה לנהוג מנהג זהירות, ושימוש או הסתמכות על המידע המופיע לעיל הינו באחריות מקבל העצה בלבד. אין להעתיק, להפיץ או להשתמש במסמך זה או בחלקים ממנו לצורך הליך משפטי כלשהו, ללא אישור מראש ובכתב של החתומים.

© שה"מ הוצאה לאור, 2022, עריכה לשונית: עדי סלוניקו, גרפיקה: לובה קמנצקי