

## תגובת צמחי לאוקדנדרון (*Leucadendron*) למנת המים ולתדירות ההשקיה

### בצפון הארץ.

## Respond of *Leucadendron* plants to irrigation rate and frequency in Northern Israel.

### חוקרים

מנשה לוי, מנשה כהן, נילי שמי - מו"פ צפון, מיג"ל אזור תעשייה דרומי קרית שמונה, ת.ד. 90000 ראש פינה 12100.  
אבנר זילבר, שמואל אסולין, אירית לבקוביץ ושושנה סוריאנו - המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה. מנהל המחקר  
החקלאי, ת.ד. 6, בית דגן 50250.

יחיאל שטיינמן, איתן שלמה, שה"מ, משרד החקלאות, רח' הרועים 67, חיספין, ד.ג. רמת הגולן.

Menashe Levi, Northern R&D: P.O. Box 90000 Rosh Pina 12100, E-mail:

[menashel@migal.org.il](mailto:menashel@migal.org.il)

Menashe Cohen, Northern R&D: P.O. Box 90000 Rosh Pina 12100, E-mail:

[menashec@migal.org.il](mailto:menashec@migal.org.il)

Avner Silber - Institute of Soil, Water and Environmental Science, The Volcani Center,  
P.O. Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: [avnsil@volcani.agri.gov.il](mailto:avnsil@volcani.agri.gov.il)

Yecheil Shtaynmetz, Eitan Shlomo, Extensive Service, Dept. of Floriculture, Ministry of  
Agriculture, E-mail: [yecheil@shaham.moag.gov.il](mailto:yecheil@shaham.moag.gov.il).

### תקציר

המטרה הכללית של מחקר זה היתה לבחון את ההשפעה של מנת המים על היבול של צמחי 'ספארי סנסט'. הניסוי  
בחן את התגובה של צמחים מושרשים ומורכבים על כנת 'אורות' ושל צמחי 'יעלי' (מורכבים על כנת 'אורות') שגדלו  
בכלים עם קרקע מאבני איתן, בתנאים של אספקה אחידה של יסודות מזון דרך המים. המטרות הייחודיות היו לבחון את  
ההשפעה של מנת המים על הרכב המלחים ויסודות המזון בתשטיפים ועל הצטברות יסודות המזון באיברי הצמח השונים.  
בנוסף נבחנה ההשפעה של מנת מים אחידה על היבול של צמחי 'ספארי סנסט' שגדלו בכלים עם קרקע מכפר חרוב, קדמת  
צבי ובטוף. מצעים אלו מאפיינים בתי גידול טיפוסיים של צמחי 'ספארי סנסט' ברמת הגולן. הניסוי התבצע במתכונת של  
בלוקים באקראי בתחנת הניסיונות באבני איתן. הפחתה במנת המים הביאה לפגיעה (לא מובהקת) ביבול של צמחים  
מושרשים אך לא פגעה ביבול של צמחים מורכבים. יש לבדוק מסקנה זו בניסוי שדה ולבדוק את ההשפעות של הפחתה  
במנת המים בטווח זמן ארוך יותר. היבול של צמחים מורכבים היה גבוה בהשוואה ליבול של צמחים מושרשים אך הם  
(צמחים מורכבים) היו רגישים יותר לפיטופטרה. יש לבדוק בצורה יסודית את הקשר בין משטר המים, סוג הכנה והנגיעות  
בפיטופטרה. מהשוואה בין המצעים השונים שנבדקו עולה כי התכונות הכימיות של הקרקע היו הגורם המרכזי שהשפיע על  
היבול של צמחים מושרשים. קליטה לא מספקת של זרחן ויסודות קורט הגבילו את הצימוח של צמחים אלו בקרקע כפר  
חרוב ואבני איתן. שינוי משטר הדישון של הצמחים הגדלים בקרקעות אלו על מנת להביא למיצוי פוטנציאל הגידול  
ושיפור האיכות של צמחי 'ספארי סנסט' הוא אתגר חשוב העומד בפני חקלאי האזור.

## מבוא ותאור הבעיה

בעשור האחרון התרחבו מאוד השטחים של צמחים מעוצים ממשפחת הפרוטאיים המשמשים כמטעי פרחים לקטיפ בישראל. ההצלחה העיקרית בגידול צמחים ממשפחה זו היתה עד כה בצמחים מהסוג לאוקדנדרון (*Leucadendron*), בעיקר ב'ספארי סנסט' (הכלאה של *L. salignum* עם *L. laureolum*) היקף השטחים הנטועים של 'ספארי סנסט' בשנת 2000 היה כ- 2000 דונם, רובם ברמת הגולן ובגליל העליון. בשנים האחרונות החלו לנטוע גם את הזן 'יעלי' (*L. salignum*) המבוקש בשוקי הייצוא. ברוב השטחים ברמת הגולן הצמחים נשתלו בתוך תעלות שמולאו בטוף. שיטה זו מבטיחה קליטה טובה של השתילים ומאפשרת תנאי הזנה נאותים לצמחים (זילבר וחובריו, 1995). שיטה אלטרנטיבית היא הרכבה של צמחים רגישים על כנות עמידות. בישראל נהוג להרכיב צמחי 'ספארי סנסט' על כנת 'אורות' (*Leucadendron coniferum*) ומחקרים שונים הראו כי בתנאי גידול אופטימליים הפוטנציאל של צמחים מורכבים זהה לאלו של צמחים מושרשים (זילבר וחובריו, 1995). בתנאי עקה לעומת זאת (מחסור של זרחן או כאשר ה - Hp בבית השורשים היה נמוך מ - 5.5 או גבוה מ - 7.1), לצמחים מורכבים היה יתרון משמעותי על צמחים מושרשים (Silber et al., 2000a; b). ברמת הגולן, עלות הובלת הטוף היא נמוכה ומכיוון שעלות שתילים מורכבים גבוהה מאלו של שתילים רגילים, העדיפו חקלאי הגולן לשתול צמחי 'ספארי סנסט' בתוך תעלות עם טוף (שטיינמץ 1998). ביתר חלקי הארץ, העדיפו החקלאים לשתול צמחים מורכבים.

כמות המים ומשטר ההשקיה הנדרש ליבול מיטבי של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים או מורכבים בישראל לא נבדקו עד כה בצורה יסודית ומקיפה. מנת המים היומית הניתנת בהמלצת מדריכי הגידול למטעים בוגרים היא (-1100 מ<sup>3</sup> לדונם לשנה). המקור של רוב מי ההשקיה העומדים לרשות חקלאי רמת הגולן הוא במי נגר עיליים, הנאגרים במאגרים פתוחים. ברוב השנים, כמות המים הנאגרת ברמת הגולן מספיקה לצורכי השקיה של כל השטחים המעובדים. אולם, בשנים שחונות נוצר גירעון גדול במים בגלל מילוי חלקי בלבד של המאגרים וחוסר יכולת להעלות כמויות גדולות של מים מהכינרת לרמת הגולן. בתנאים אלו מנותבים כמעט כל המים העומדים לרשות החקלאים לגידולי מטע עתירי הכנסה. לכן נשארת רק כמות זעומה של מים להשקיית גידולי שדה ומטעים פורחים של 'ספארי סנסט'. בצורות מלאות או חלקיות הגורמות למחסור במים ברמת הגולן אינן נדירות (תדירות של 5-10 שנים), ולכן התגובה של צמחי לאוקדנדרון למחסור במים ובחינת מנת המים המזערית, ותדירות ההשקיה האופטימלית הדרושות על מנת לקיים את הגידול בעונה שחונה ללא גרימת נזק עתידי מעוררות עניין רב.

חקלאים ומדריכים רבים ייחסו בעבר תופעות של ליקויי צמיחה שונים כגון "עלעלת" ("little leaf"; "rosetting") לריכוזי זרחן גבוהים בקרקע ולכן הוגבל גידול ספארי סנסט בישראל לקרקעות בהן ריכוז הזרחן המתמצה בביקרבונט היה נמוך מ-15 ח"מ (שיטת אולסן). במחקר שהסתיים לא מכבר (זילבר, 1994, 1995) נמצא כי 'ספארי סנסט' אינו רגיש לזרחן (עד רמה של 25 מ"ג P/L' במי ההשקיה) והתקבל קשר הדוק בין תגובת הצמח לבין: משטר הדישון, ה-pH וריכוזי יסודות המזון בבית השורשים (Silber et al., 1998, 2000b, c). היבול המקסימלי הושג כאשר ה-pH בתמיסת בית השורשים (טוף) היה  $6 \pm 0.2$ , וערכי ה-pH השונים התקבלו בעקבות שינויים בכמות האמון בתמיסת ההשקיה. כאשר ה-pH היה גבוה מ-7 היבול נפגע והצמחים סבלו מעלעלת (זילבר וחובריו, 1995). ריכוזי יסודות הקורט בעלי צמחים שסבלו מעלעלת היה נמוך בהשוואה לצמחים שהתפתחו בצורה נורמלית ולכן יתכן כי העלעלת והפגיעה ביבול נגרמו בגלל הפרעה בקליטת יסודות קורט על ידי הצמחים. זאת למרות שריכוזי יסודות הקורט במי ההשקיה היה מספק.

בניסויים שתוארו לעיל הצמחים הושקו בהתאמה לדיות המרבית והשפעת הגומלין בין ריכוז יסודות המזון במי ההשקיה לבין כמות המים המסופקת לא נבדקה. מכאן, משטר הדישון האופטימלי במקרה של הפחתה במנת המים אינו ברור. יישום ריכוז הדשן שנמצא אופטימלי בניסויים הקודמים גם כאשר מנת המים מופחתת עלול להביא לפגיעה בצמחים בגלל כמות נמוכה מדי של יסודות מזון המסופקת דרך המים (ריכוז אכמות מים), או כתוצאה מעליה ב - pH נגרמת בעקבות הפחתה בכמות האמון. לעומת זאת, עלייה בריכוז הדשן על מנת לשמור על כמות קבועה של יסודות מזון עלולה להביא לפגיעה בצמחים כתוצאה מהמלחה. לאור הרגישות הגבוהה של צמחי 'ספארי סנסט' ל - pH בבית השורשים (Silber et al., 1998, 2000b, c), העדפנו לבחון בשלב ראשון את ההשפעה של מנת המים בתנאים של כמות אחידה של יסודות המזון. פירושו של דבר, הפחתה במנת המים גררה אחריה עליה בריכוז הדשן. מכיוון שמעקב אחר ריכוז יסודות המזון בבית השורשים של צמחים הגדלים בקרקע הוא מסובך העדפנו לבצע את הניסוי באדניות שאפשרו בחינה רציפה של מי הנקז ומעקב אחר הצטברות יסודות המזון בבית השורשים.

המטרה הכללית של מחקר זה היתה לבחון את ההשפעה של מנת המים על היבול של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים ומורכבים על כנת 'אורות' ושל צמחי 'יעלי' (מורכבים על כנת 'אורות') שגדלו בכלים עם קרקע מאבני איתן, בתנאים של אספקה אחידה של יסודות מזון דרך המים. המטרות הייחודיות היו לבחון את ההשפעה של מנת המים על הרכב המלחים ויסודות המזון בתשטיפים ועל הצטברות יסודות המזון באיברי הצמח השונים. בנוסף נבחנה ההשפעה של מנת מים אחידה על היבול של צמחי 'ספארי סנסט' שגדלו בכלים עם קרקע מכפר חרוב, קדמת צבי ובטוף. מצעים אלו מאפיינים בתי גידול טיפוסיים של צמחי 'ספארי סנסט' ברמת הגולן.

### שיטות וחומרים

הניסוי התבצע במתכונת של בלוקים באקראי בתחנת הניסיונות באבני איתן. שתילי 'ספארי סנסט' לא מורכבים (SS), שתילים מורכבים על כנת 'אורות' (SS/Ort) ושתילי 'יעלי' מורכבים על כנת 'אורות' (YL/Ort) נשתלו בראשית יוני 1999 בתוך כלי אסבסט גדולים (אורך: 3.5; רוחב: 0.8; גובה 0.3 מ') שמולאו בקרקע אבני איתן (AE). חמישה צמחים נשתלו במרכז של כל כלי, במרחק של 70 ס"מ אחד מהשני. בנוסף נשתלו שתילי 'ספארי סנסט' מושרשים בתוך כלים זהים שמולאו בקרקע מכפר חרוב (HR), מקדמת צבי (KZ) ובטוף אדום - 8-0 מ"מ (Tuff). הכלים הונחו בשיפוע של 2 אחוז לפחות על מנת להבטיח ניקוז תקין. הטיפולים בניסוי כללו ארבע מנות מים יומיות [100 (Irg1), 80 (Irg2), 60 (Irg3), ו- 40 (Irg4) אחוז מהאופטרנספירציה]. צמחי 'יעלי' נבדקו רק במנות מים של 100, 60 ו- 40 אחוז מהאופטרנספירציה ואלו בקרקעות כפר חרוב, קדמת צבי ובטוף נבדקו רק משטר מים של 100 אחוז. מנת מים של 100 אחוז הוגדרה ככמות המים הגורמת לנקז יומי של 10-20 אחוז מכלים עם צמחים מורכבים, להזחת מלחים מנפה בית השורשים. בכל אדנית הוצבו שלוש שורות של טפטפות בספיקה של 1.6 ל"שעה, במרחק של 40 ס"מ בין הטפטפות בשורה ו- 20 ס"מ בין שורות הטפטוף. ההשקיה והדישון של הצמחים היתה אחידה לכל הטיפולים בניסוי מהשתילה עד לחודש אפריל 2000. הטיפולים בניסוי החלו בראשון למאי 2000 ונמשכו עד לאסיף היבול. כמות הדשן שסופקה לכל הטיפולים היתה אחידה (נספח 1). לטיפולים שהושקו במנת מים של 40 אחוז (Irg4) הוסף דשן "גופר" בכמות של 2.5 ליטר לכל 1000 ל' מים (נספח 1). הדשן סופק במנה אחידה לאורך כל ההשקיה באמצעות משאבות שנשלטו על ידי מחשב. בטיפולים שהושקו במנת מים של 60 אחוז (Irg3) הוספה מנת דשן זהה לזו שבטיפול Irg4, אך היא הוספה רק במהלך 2/3 מהשקיה כך שריכוז הדשן הכללי שניתן לאורך כל ההשקיה היה קטן מאשר בטיפול Irg4 (נספח 1). בטיפולים שהושקו במנת מים של 80 אחוז (Irg2) מנת דשן הוספה רק במהלך החצי האחרון של השקיה ובטיפולים

שהושקו במנת מים של 100 אחוז (Irg1) מנת דשן הוספה רק במהלך 40 האחוז האחרונים של ההשקיה. ריכוז הסידן והמגניון במים ברמת הגולן (מי מאגרים) היה נמוך מאוד ( $>8$  מ"ג/ל') ולכן הוספו סידן ומגניון לכל הטיפולים. הסידן והמגניון הוספו כ-  $\text{CaCl}_2$  וכ-  $\text{MgCl}_2$  באמצעות משאבת דשן נפרדת וריכוזם במי ההשקיה נקבע ל- 40 ול- 20 מ"ג/ל' של סידן ומגניון, בהתאמה. שלוש פעמים במהלך העונה רוססה העלווה של כל הצמחים בניסוי בתמיסה המכילה ברזל, מנגן ואבץ גופריתי (ריסוס עד נגר בריכוז של 0.2 אחוז, ללא משטח). התשטיף מהכלים נאסף שלוש פעמים בשבוע ונמדדו בו נפח, Hp, ומוליכות חשמלית (EC). הרכב כימי של התשטיפים נבדק כל שבועיים. הטיפול השוטף נעשה כמקובל בגידול 'ספארי סנסט' ברמת הגולן.

בתאריך 25.10.00 נדגמו העלים העליונים והתחתונים בכל ענף. החומר הצמחי יובש בתנור מאוורר במשך שבוע בטמפרטורה של  $60^{\circ}\text{C}$ , החומר היבש נטחן דק ועבר שריפה רטובה ב-  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  לקביעת ריכוז זרחן, נתרן ואשלגן ברקמות הצמח וב-  $\text{HClO}_4\text{-HNO}_3$  לקביעת סידן, מגניון ויסודות הקורט. חנקן כללי וזרחן נקבעו באוטואנלייזר, אשלגן ונתרן בפוטומטר להבה, סידן, מגניון, ברזל, אבץ ומנגן במכשיר ICP. בשבוע הראשון של חודש דצמבר 2000 נלקחו מדגמי קרקע במרחק של 10 ס"מ מהגזע בעומק 5-15 ס"מ מפני הקרקע. מדגמי הקרקע הובאו ליובש אווירי, נכתשו, נופו ל- 2 מ"מ ומוצו במים מזוקקים ביחס (משקלי) מוצק:מים של 1:2. אמון, חנקה, כלור וזרחן נבדקו באוטואנלייזר; אשלגן, נתרן, סידן, מגניון, ברזל, מנגן ואבץ במכשיר ICP. האסיף בוצע בשבוע הראשון של חודש דצמבר. הצמחים נחתכו בגובה קבוע מהתחתית והענפים נספרו ונשקלו. כלל הענפים מוינו לפי אורכם ואיכותם (התאמתם לשיווק מסחרי). בנוסף בוצע מבחן איכותי של צבע העלווה והפוטנציאל המסחרי של הענפים הראויים לשיווק. התוצאות נותחו במבחן שונות בשיטת GLM של SAS. הבדל מובהק בין הטיפולים נקבע לפי ערך ה- LSD שהתקבל במבחן זה. אומדן הפרמטרים במודלים השונים נעשה על ידי תכנית NLIN מספריית SAS.

## תוצאות

### **יבול והתפתחות הצמח**

#### **I. צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים ומורכבים וצמחי "יעלי"**

הפחתה במנת המים לצמחים מושרשים הביאה לירידה במשקל הנוף הכללי, ביבול המסחרי, באיכות הענפים והשפיעה גם על התפלגות אורך הענפים (נספחים 2, 1 ו- 3). צמחים שהושקו במנת מים של ארבעים אחוז הניבו רק שליש ממספר הענפים הארוכים ( $<70$  ס"מ) של צמחים שהושקו במנת מים מלאה (2 לעומת 6 ענפים ארוכים לצמח בטיפולים Irg4 ו- Irg1, בהתאמה, נספח 3). שתילים של צמחים מורכבים היו גדולים בהשוואה לשתילים המושרשים. החל מראשית חודש אוגוסט נראו סימני כמישה והתייבשות של צמחים מורכבים שהחריפה עם הזמן, במיוחד בצמחים שהושקו במנת מים מלאה. עד הסתיו מתו רוב הצמחים המורכבים שהושקו במנת מים מלאה וב- 80 אחוז ממנה. בבחינה הקדמית בודדה מהצמחים המתמוטטים פטרייה שזוהתה כ- *Phytophthora spp.* אך נדרשת עבודה נוספת לזיהוי מוחלט שלה (ראובני משה, מידע שלא פורסם עדיין). הקשר הברור בין משטר המים בניסוי לתמותת הצמחים נמצא בהתאמה לידע הכללי כי ההתפשטות של פטופטרה תלויה במשטר הרטיבות בקרקע וכי שחרור הזואוספורות, החיוניות שלהם ונביטת הנבגים נעשית במים חופשיים. בצמחים מושרשים לא נראו סימני קמילה ולכן יתכן כי כנת ה'אורות' רגישה לפטופטרה או לחילופין, כי ההרכבה לכשעצמה השפיעה על הנזק מהפטרייה בגלל הצרה של צינורות ההובלה כתוצאה מההרכבה. בגלל התמותה נמדד היבול רק בטיפולים עם מנת המים המופחתת (נספחים 3, 4). צמחי ה'יעלי' (מורכבים על כנת 'אורות') היו

כלורוטיים במהלך רוב העונה והענפים היו קטנים, עקומים ולכן לא התאימו לשיווק מסחרי. לא נעשה ניתוח סטטיסטי של היבול שנקטף.

### III. השפעת סוג הקרקע

סוג הקרקע השפיע בצורה מובהקת על היבול הכללי, היבול המסחרי והתפלגות אורך הענפים של הצמחים (נספחים 3, 4). צמחים מושרשים שגדלו בקרקע מקדמת צבי (KZ) ובטוף (Tuff) הניבו יכול דומה ליבול של צמחים מורכבים וגבוה בהרבה מצמחים שגדלו בקרקע מאבני איתן (AE) ומכפר חרוב (HR). צמחים שגדלו בקרקע כפר חרוב היו כלורוטיים במהלך העונה, גם לאחר ריסוסי עלווה בגפרות ברזל, מנגן ואבץ.

### צריכת מים

צמחים מושרשים היו קטנים בהשוואה לצמחים מורכבים ועובדה זו השפיעה על צריכת המים (כוללת דיות ואידוי מפני השטח - אוופורנספירציה, איור I). מנת מים המלאה הותאמה לצריכת מים של צמחים מורכבים ומכאן, מנת המים המלאה שנתנה צמחים מושרשים היתה גבוהה מהצריכה הפוטנציאלית של צמחים אלה. כתוצאה מכך צריכת המים של צמחים מושרשים שהושקו במנת מים של 80 - 60 אחוז (Irg2, ו- Irg3, בהתאמה) היתה דומה לזו של צמחים שהושקו במנה מלאה (Irg1), והיא ירדה רק בצמחים שהושקו במנת מים של 40 אחוז (Irg4, איור I). צריכת המים של צמחים מושרשים עלתה מליטר לצמח ליום בראשית חודש מאי עד לשלושה ולארבעה ל"צמח ליום בחודש יוני ויולי, בהתאמה (איור I). ההתאדות מגיגית החלה לרדת מאמצע יוני (איור I) ולכן העלייה בצריכת המים היא תוצאה של גידול הצמחים. מראשית אוגוסט צריכת המים ירדה עם התקצרות היום והירידה בהתאדות מגיגית, ומקדם ההשקיה היה  $3 \pm 0.5$  ו-  $4 \pm 0.5$  עבור צמחים מושרשים ומורכבים, בהתאמה, איור I) סוג הקרקע לא השפיע על צריכת המים של צמחים מושרשים. צריכת המים של צמחים מורכבים שהושקו במנת מים מלאה עלתה משני ל"צמח ליום בראשית מאי והגיעה לשישה ל"צמח ליום בסוף חודש יולי (איור I). הפחתה במנת המים השפיעה על צריכת המים של צמחים מורכבים והצריכה המרבית של צמחים שהושקו במנת מים של ארבעים אחוז (Irg4) היתה רק 2.8 ל"צמח ליום (איור I). הירידה החדה בצריכת המים של צמחים שהושקו במנת מים מלאה (מסומן בחץ, איור I) היא תוצאה של הנגיעות בפיטופטרה.

### ריכוז יסודות מזון בצמח

#### I. צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים ומורכבים

הקליטה של יסודות מזון על ידי צמחים מושרשים לא נפגעה מהירידה במנת המים, זאת בעקבות שמירה על כמות אחידה של דשן במים לכל הטיפולים (נספח I). העלייה המובהקת בריכוז החנקן (רק עלים תחתונים), הזרחן, הסידן (רק עלים עליונים), והמנגן בעלים של צמחים שהושקו במנת מים של 40 אחוז (נספח 4) מלמדת כי צמצום מנות המים לא הגביל את הקליטה של יסודות אלו ומצביעה כי הירידה ביבול (נספח 2) היא תוצאה של ממחסור במים ולא של יסודות מזון. ריכוז הנתרן בעלים היה גבוה יחסית למקובל בצמחים אחרים ולריכוז האשלגן (נספח 4), ונגרם בגלל החלפה חלקית של אשלגן בנתרן בעלים (Walters et al., 1991). במחקר קודם נמדדו ריכוזים גבוהים יותר של נתרן בעלים של צמחי 'ספארי סנסט' ונמצאה תלות מובהקת בין כמות הנתרן שהצטברה במצע לבין ריכוז הנתרן בעלים (זילבר וחוברין, 1994). ממצא זה והעובדה כי ריכוז הנתרן בעלים התחתונים של צמחים שהושקו במנת מים של 40 אחוז היה נמוך באופן מובהק מריכוז הנתרן בעלים של צמחים שהושקו במנות מים גבוהות יותר (נספח 4) מלמד כי המלחת המצע לא היתה גורם מגביל בשום טיפול. ריכוז יסודות המזון בעלים תחתונים ועליונים של צמחים מורכבים היה נמוך בהשוואה לריכוז בצמחים מושרשים (פרט למגניון, טבלה 4), כנראה בגלל מיהול.

## II. צמחי 'יעלי'

ריכוז החנקן, האשלגן, הסיידן והמגניון בעלים של צמחי 'יעלי' (מורכבים על כנת 'אורות') היה דומה לריכוז שנמדד בצמחי 'ספארי סנסט'. (נספח 4). יוצא דופן היה ריכוז הזרחן בעלים שהיה נמוך בהשוואה לצמחי 'ספארי סנסט' (1.3, 1.1 ו- 0.8 ג/ק"ג בעלים עליונים של צמחים מושרשים, מורכבים ו'יעלי', בהתאמה), וריכוזו בעלים התחתונים היה נמוך מאשר בעלים העליונים (0.63 ו- 0.82 ג/ק"ג, בהתאמה). המובליות של יוני הזרחן בזרם השיפה בצמח הנה גבוהה (Marschner, 1995), ולכן בתנאי מחסור זרחן נע מהעלים התחתונים לקדקודי הצמיחה. מכאן, ריכוזי זרחן נמוכים בעלים תחתונים בהשוואה לעלים עליונים מצביעים במקרים רבים על מחסור בזרחן. לכן, אנו מניחים כי הכלורוז והצימוח הירוד של צמחי 'יעלי' בניסוי נגרמו בגלל קליטה לקויה של זרחן.

## III. השפעת סוג הקרקע

סוג הקרקע השפיע בצורה מובהקת על ריכוז החנקן, הזרחן, הנתרן, האבץ והמגנן בעלים העליונים והתחתונים, האשלגן, הסיידן, המגניון בעלים התחתונים והברזל בעלים העליונים (נספח 4). ריכוז יסודות המזון בעלים העליונים היה בדרך כלל נמוך בהשוואה לריכוזו בעלים התחתונים אולם בכל המקרים היה בתחום הנחשב בדרך כלל כמתאים עבור צמחים (Marschner, 1995). יוצא דופן בולט היה ריכוז הזרחן בצמחים שגדלו בקרקע מכפר חרוב (נספח 4). ריכוזו בצמחים אלו היה נמוך בסדר גודל מהריכוזים שנמצאו מיטביים לצמחי 'ספארי סנסט' במחקרים קודמים (0.4 ג/ק"ג בעלים תחתונים בהשוואה ל- 3.4 ג/ק"ג, Silber et al., 2000b). ריכוזי הזרחן הנמוכים בצמחים שגדלו בקרקע כפר חרוב והעובדה כי ריכוזו בעלים התחתונים היה נמוך מאשר בעלים העליונים מלמדת כי מחסור בזרחן הגביל את היבול של צמחים אלו. ריכוזי המגנן והאבץ בעלים העליונים של צמחים שגדלו בקרקע כפר חרוב היו נמוכים (58 ו- 36 מ"ג/ק"ג בעלים העליונים, בהתאמה, נספח 4). במחקר קודם נמצא כי ה- pH בתמיסת המצע היה הגורם העיקרי שהשפיע על היבול ועל קליטה של יסודות קורט (Silber et al., 1998; 2000b; 2000c), ולכן סביר להניח כי בנוסף למחסור בזרחן, גם מחסור במגנן ובאבץ הגביל את היבול של צמחים שגדלו בקרקע מכפר חרוב.

## ריכוז יסודות מזון, Hp, ומוליכות חשמלית בקרקע

השפעת טיפולי ההשקיה על ריכוז יסודות המזון בקרקע היתה קטנה ולא עקבית (נספח 5). המוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע בטיפול שהושקה ב- 40 אחוז ממנת המים היתה נמוכה מזו של טיפול שהושקה במנת מים מלאה (1.32 ו- 1.98 dS/m בהתאמה) ועובדה זו תומכת במסקנה קודמת כי הפחתה במנת המים ועליה בריכוז הדשן תוך כדי שמירה על מנת דשן קבועה לכל הטיפולים לא גרמה להמלחת הקרקע. הירידה בריכוז הכלור והנתרן בטיפול זה מחזקים מסקנה זו (נספח 5). בולטת העובדה כי גידול צמחים על כנת 'אורות' הביא ל- pH נמוך יותר של תמיסת קרקע בהשוואה לגידול צמח מושרש (ממוצע pH לטיפולים בקרקע אבני איתן היה 7.35, 7.11, ו- 6.99, עבור צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים, מורכבים וצמחי 'יעלי' מורכבים, בהתאמה, נספח 5).

כושר הניקוז של קרקע קדמת צבי ושל טוף גבוהים יחסית לניקוז של קרקע אבני איתן ושל כפר חרוב, עובדה שבאה לידי ביטוי במוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע מאתרים אלו (נספח 5). ה- Hp של תמיסת הקרקע מקדמת צבי היה נמוך באופן משמעותי מזה של אבני איתן וכפר חרוב (6.9, 7.3 ו- 7.4, בהתאמה), ולכן ריכוזי הזרחן, הברזל והמגנן בקרקע זו היו גבוהים באופן משמעותי מאשר בקרקע אבני איתן וכפר חרוב (נספח 5). ה- Hp שנמדד בטוף אינו משקף את ה- pH "האמיתי" בתמיסת הקרקע והוא תוצאה של בדיקה בעצמה יונית נמוכה (זילבר, 1991). העלייה בריכוזי הזרחן, הברזל והמגנן בטוף היא תוצאה של המסה ממקור אנדוגני (זילבר, 1991).

## ריכוז יסודות מזון, Hp, ומוליכות חשמלית בנקז מכלים עם צמחים

הפחתה במנת המים ועלייה בריכוז הדשן על מנת לשמור על מנת דשן קבועה לכל הטיפולים הביאה אמנם לעלייה במוליכות החשמלית של תמיסת הנקז מכלים עם צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים, מורכבים ושל צמחי 'יעלי' (נספח 6), אך לא לרמה שעלולה היתה לפגוע בצמחים בגלל המלחה. בכל המקרים, ה - Hp בתמיסת הנקז ירד כתוצאה מהפחתת מנת המים, כנראה בגלל עלייה בריכוז האמון והקטיונים האחרים. הירידה ב- Hp הביאה לעליה בריכוזי הזרחן ויסודות הקורט (נספח 6) וממצאים אלו מחזקים את המסקנה כי הפגיעה ביבול שנמדדה בצמחים המושרשים כתוצאה מהפחתת מנת המים היא נובעת ממחסור במים בלבד ולא ממגבלה בקליטה של יסוד מזון כלשהו או המלחה.

### דיון ומסקנות

התכונות הכימיות של הקרקע השפיעו בצורה מובהקת על היבול ועל האיכות של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים. נמצא קשר מובהק בין ה - pH ובין ריכוזי הזרחן בתמיסת הקרקע לבין היבול (איור 2 ו - 3, בהתאמה) וממצאים אלו מחזקים מסקנות קודמות על החשיבות הרבה של ה-pH בבית השורשים בגידול צמחי 'ספארי סנסט' (Silber et al., 1998, 2000a, b, c). במחקר קודם נמצא כי ריכוזי זרחן בעלים של 0.34 ג' / 100 ג' חומר יבש, הביא ליבול אופטימלי של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים שגדלו בתוך בורות עם טוף בבית דגן (Silber et al., 2000b). צרוף הערכים של ריכוזי הזרחן בעלים ושל היבולים שהתקבלו בניסוי זה לעקום שחושב במחקר הקודם הראה על התאמה טובה בין ערכים שהתקבלו בשני ניסויים שהתבצעו בתנאי אקלים וגידול שונים (איור 4) וממחיש פעם נוספת את החשיבות הרבה של הזנה בזרחן על היבול של צמחים אלו.

הפחתה במנת המים הביאה לפגיעה לא מובהקת ביבול של צמחים מושרשים אך לא פגעה ביבול של צמחים מורכבים. יש לבדוק מסקנה זו בניסוי שדה ולבדוק את ההשפעות של הפחתה במנת המים בטווח זמן ארוך יותר. ממצא זה תואם לניהגי החקלאים באזור הגורסים שיש להשקות צמחים מורכבים במנות מים נמוכות יותר מאשר צמחים מושרשים (שטיינמן 1999). היבול של צמחים מורכבים היה גבוה בהשוואה ליבול של צמחים מושרשים אך הם (צמחים מורכבים) היו רגישים יותר לפיטופטרה. יש לבדוק בצורה יסודית את הקשר בין משטר המים, סוג הכנה והנגיעות בפיטופטרה. התכונות הכימיות של הקרקע היו הגורם המרכזי שהשפיע על היבול של צמחים מושרשים וקליטה לא מספקת של זרחן ויסודות קורט הגבילו את הצימוח של צמחים אלו בקרקע כפר חרוב ואבני איתן. שינוי משטר הדישון של הצמחים הגדלים בקרקעות אלו על מנת להביא למיצוי פוטנציאל הגידול ושיפור האיכות של צמחי 'ספארי סנסט' הוא אתגר חשוב העומד בפני קברניטי האזור.

### רשימת ספרות

זילבר א. 1991. תכונות כימיות ותהליכי שטח פנים של חומרים פירוקלסטיים מהר פרס, רמת הגולן. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה. האוניברסיטה העברית בירושלים.  
 זילבר א., ר. גנמור, ש. דוידוב, ש. גלעד, ב. מיצ'ניק, וי. בן יעקב. 1994. השפעת ריכוזי יסודות הזנה על התפתחות ספארי סנסט ('Safari Sunset'). דו"ח שנתי למדען הראשי של משרד החקלאות.  
 זילבר א., ר. גנמור, ש. דוידוב, ש. גלעד, ב. מיצ'ניק, א. אקרמן וי. בן יעקב. 1995. השפעת ריכוזי זרחן וחנקן והיחס בין אמון לחנקן על התפתחות צמחי ספארי סנסט שתולים בבורות טוף. דו"ח שנתי למדען הראשי של משרד החקלאות.

שטיינמץ י. 1998. הנחיות גידול לאוקדנדרון ספארי סנסט וזנים נוספים לאזור הגולן והגליל. שנתון תשנ"ח תחום פרחים מו"פ צפון.

שטיינמץ י. 2000. השקיית ספארי סנסט - נתוח ומסקנות ביניים מקיץ תשנ"ט. פרסום פנימי משרד החקלאות מחוז גליל גולן..

Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed., San Diego: Academic Press Limited.

Silber A., J. Ben-Jaacov, and Ganmore-Neumann R. 1998. Effects of nutrient addition on growth and rhizosphere pH of *Leucadendron* 'Safari sunset'. Plant and Soil, 199; 205-211.

Silber, A., R. Ganmore-Neumann, and J. Ben-Jaacov. 2000a. The response of three *Leucadendron* cultivars (Proteaceae) to phosphorus levels. Sci. Hortic., 84, 141-149.

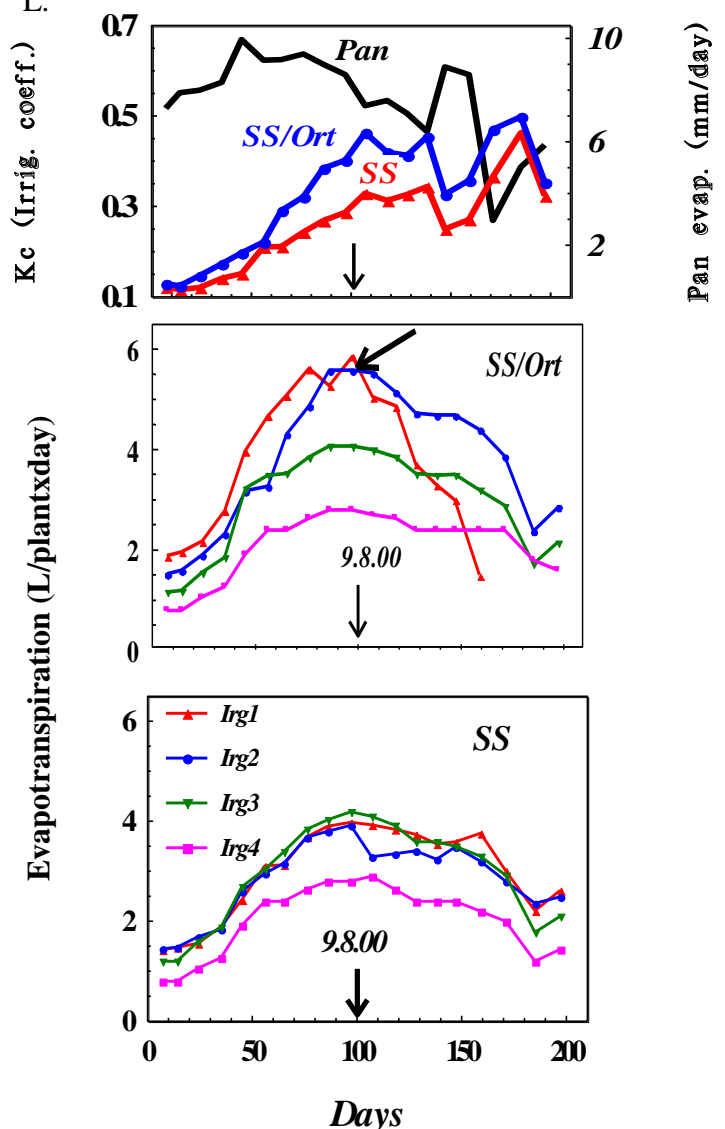
Silber, A., A. Ackerman, B. Mitchnick, R. Ganmore-Neumann, and J. Ben-Jaacov. 2000b. The response of *Leucadendron* 'Safari Sunset' to the fertilization regime. J. Agric. Sci. 135, 27-34.

Silber, A., A. Ackerman, B. Mitchnick, R. Ganmore-Neumann, and J. Ben-Jaacov. 2000c. pH dominates *Leucadendron* 'Safari sunset' growth. HortScience, 35(4), 647-650.

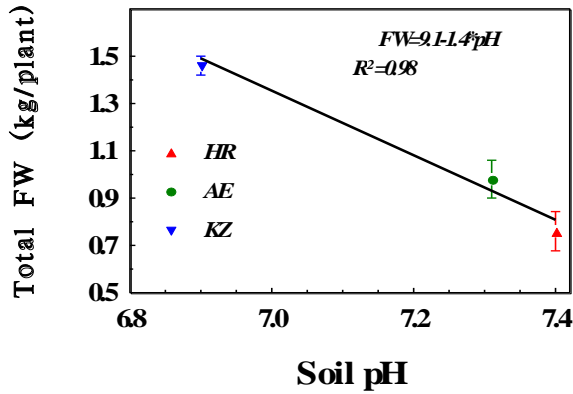
Walters, C. M., Jooste, J. H. and Raitt, L. N. (1991). Aspects of the sodium and potassium nutrition of the fynbos shrub *Leucadendron salignum* L.

(Proteaceae). South African Journal of Botany 57(4), 181-185.

אייר 1. עליון: התאדות מגיגית באבני איתן (Pan) ומקדם גיגית מחושב (הנחה של 620 צמחים לדונם) מנתוני צריכת המים של צמחים מושרשים ומורכבים במהלך העונה. **אמצע ותחתון:** צריכת מים (דיות+אידי מפני השטח) של צמחי 'ספארי סנסט' מורכבים (SS/Ort) ומושרשים (SS) כתלות בטיפול ההשקיה בעונה (תחילת הטיפולים היתה בראשון למאי, 2000). חץ מסמן את הירידה בצריכת המים של צמחים מורכבים שהושקו במנת מים מלאה כתוצאה מנגיעות בפיטופטרה.

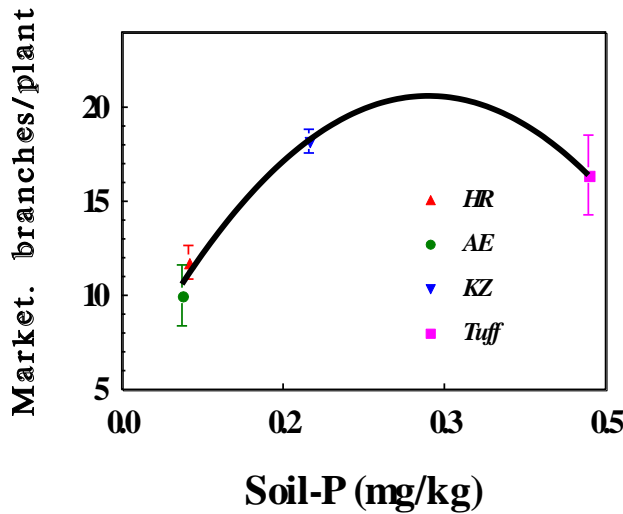






**איור 2.** התלות בין המשקל הכללי של הנוף של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים לבין ה- $H_p$  במיצוי מימי (v/w=2:1) של קרקע מכלים עם צמחים שגדלו בקרקע מכפר חרוב (HR), מאבני איתן (AE) ומקדמת צבי (KZ). קוים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי.

**איור 3.** התלות בין מספר הענפים הראויים לשיווק של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים לבין ריכוז הזרחן במיצוי מימי

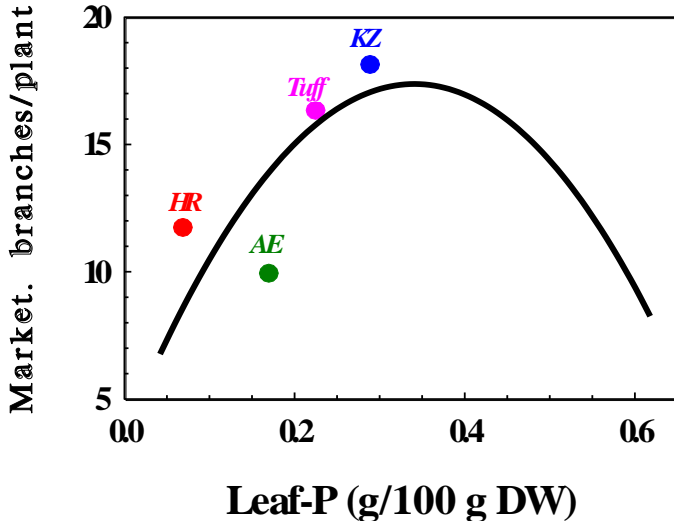


של קרקע מכלים עם צמחים שגדלו בקרקע מכפר חרוב (HR), מאבני איתן (AE), מקדמת צבי (KZ), ובטוף (Tuff). קוים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי. העקום חושב לפי המשוואה:

$$Y=5.1(1.33)+10.8(17.06)P-190.2(33.96)P^2$$

(שגיאת הניסוי של כל מקדם מצוינת בסוגריים).

**איור 4.** התלות בין מספר הענפים הראויים לשיווק לבין ריכוז הזרחן בעלים) של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים שגדלו



בכלים עם קרקע מכפר חרוב (HR), מאבני איתן (AE), מקדמת צבי (KZ), ובטוף (Tuff). קוים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי. העקום חושב לפי המשוואה:

$$Y=3.6+8.1P-1.2P^2$$

המופיעה אצל: Silber et al., 2000b.

טיפול	צמח	קרקע	מנת מים # (%)	מנת מים \$ מצטברת (ל"/צמח)	ריכוז חנקן & מחושב (מ"ג/ל')
Irg1	SS	AE	100	950	50
Irg2	SS	AE	80	760	62.5
Irg3	SS	AE	60	570	83.3
Irg4	SS	AE	40	380	125
Irg1	SS/Ort	AE	100	950	50
Irg2	SS/Ort	AE	80	760	62.5
Irg3	SS/Ort	AE	60	570	83.3
Irg4	SS/Ort	AE	40	380	125
Irg1	YL/Ort	AE	100	950	50
Irg3	YL/Ort	AE	60	570	83.3
Irg4	YL/Ort	AE	40	380	125
Irg1	SS	HR	100	950	50
Irg1	SS	KZ	100	950	50
Irg1	SS	Tuff	100	950	50

# - מנת מים של 100 אחוז הוגדרה כמנת המים הגורמת לנקז יומי של 10-20 אחוז מכלים עם צמחים מורכבים.

\$ - מנת מים (ל"/צמח) מצטברת לעונה מראשון למאי עד ל - 15 בנובמבר 2000.

& - ריכוז החנקן המחושב (מ"ג/ל') במהלך ההשקיה. דשן גופר 5-2-5 ("דשנים וחומרים כימיים"), שבו היחס המשקלי בין היסודות הצרופים (N:P:K) הוא 5:0.87:4.1 והיחס אמון:חנקה 30:70. ריכוזי יסודות הקורט במי הטפטפת: ברזל - 1 מ"ג/ל' כ- EDTA ו- 1 מ"ג/ל' כ- EDDHA; מנגן - 0.6, אבץ - 0.3, נחושת - 0.05, ומוליבדן - 0.3 מ"ג/ל', כולם ככילט EDTA; בורון - 0.3 מ"ג/ל'. היסודות על בסיס EDTA הוספו עם הדשן המורכב; EDDHA הוסף לחוד דרך המים.

**נספח 2.** השפעת הטיפולים בניסוי על משקל הגוף הטרי והיבש (FW, DW), משקל ענפים ראויים לשיווק (Wgm), מספר ואיכות הענפים הראויים לשיווק מסחרי (Num ו- Qual, בהתאמה) של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים ומורכבים באסיף (3.12.00). טיפול SS-Irg1 בקרקע אבני איתן (AE) מוצג פעמיים לנוחות הקורא. אותיות שונות מציינות הבדלים בדרגת מובהקות של  $P \leq 0.05$ .

Treatment	FW	DW	Wgm	Num	Qual <sup>&amp;</sup>
SS Irg1	1.0	0.40	a	10	2.2
SS Irg2	0.9	0.35	0.4ab	6	1.8
SS Irg3	0.9	0.39	0.4ab	7	1.6
SS Irg4	0.8	0.32	0.2 b	5	1.6
SS/Ort Irg3	1.2	0.52	1.0	15	4.8
SS/Ort Irg4	1.7	0.73	1.5	23	5.0
YL/Ort Irg1	0.6	0.27	-	-	-
YL/Ort Irg3	1.0	0.36	-	-	-
YL/Ort Irg4	0.7	0.27	-	-	-
SS Irg1-AE	1.0 b	0.40 b	0.6 b	10 b	2.2 b
SS Irg1-HR	0.8 b	0.33 b	0.6 b	12 b	2.0 b
SS Irg1-KZ	1.5 a	0.66 a	1.2 a	18 a	5.0 a
SS Irg1-Tuff	1.5 a	0.67 a	1.1 a	16 a	5.0 a
Mean - SS	0.9	0.36	0.4	7	1.8
F	NS	NS	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=12)	0.24	0.095	0.36	6.4	1.28
Mean - SS/Ort	1.5	0.63	1.3	20	4.9
F	NS	NS	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=4)	1.73	0.744	1.58	18.2	0.38
Mean - Soils	1.2	0.52	0.9	14	3.6
F	***	***	***	**	***
LSD <sub>0.05</sub> (df=16)	0.32	0.133	0.23	4.3	0.87

& - מדד איכותי של הענף (גודל ראש, צבע, הופעה כללית): 1 - איכות נמוכה; 5 - איכות גבוהה.

**נספח 3.** השפעת הטיפולים בניסוי על מספר הענפים בכל קבוצת אורך (ס"מ) של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים ומורכבים באסיף (3.12.00). טיפול SS-Irg1 בקרקע אבני איתן (AE) מוצג פעמיים לנוחות הקורא. אותיות שונות מציינות הבדלים בדרגת מובהקות של  $P \leq 0.05$ .

<b>Treatment</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>
SS Irg1	1.5	1.3	1.1	1.5	1.4 a	1.8 a	1.5 a
SS Irg2	1.5	1.0	1.1	1.7	0.8ab	0.2 b	0.1 b
SS Irg3	0.4	1.0	1.3	1.7	0.7ab	0.8ab	1.3 ab
SS Irg4	1.0	0.8	1.0	0.6	0.3 b	0.6 b	0.5 ab
SS/Ort Irg3	1.2	1.2	1.8	2.0	3.3	2.4	3.5
SS/Ort Irg4	2.3	2.8	3.6	3.6	3.1	5.5	1.8
SS Irg1-AE	1.5	1.3	1.1 c	1.5 b	1.4 b	1.8	1.5bc
SS Irg1-HR	1.4	2.2	2.0bc	2.5ab	1.9ab	1.1	0.9 c
SS Irg1-KZ	2.2	2.4	3.4 a	3.4 a	2.6ab	1.6	2.5ab
SS Irg1-Tuff	1.4	2.0	2.4 b	2.5ab	2.8 a	2.3	3.0 a
Mean - SS	1.1	1.0	1.1	1.4	0.8	0.8	0.9
F	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=12)	1.84	1.92	1.57	1.80	0.72	1.06	1.19
Mean - SS/Ort	3.15	2.5	3.0	2.6	3.0	3.5	2.0
F	*	NS	NS	NS	NS	NS	*
LSD <sub>0.05</sub> (df=4)	4.05	2.23	2.48	2.88	3.07	7.20	2.12
Mean - Soils	1.6	2.0	2.2	2.5	2.2	1.7	2.0
F	NS	NS	***	*	NS	NS	*
LSD <sub>0.05</sub> (df=16)	1.84	1.43	0.91	1.32	1.36	1.36	1.45

\*, \*\*, \*\*\* - מובהק ברמת הסתברות של  $P \leq 0.05$ , 0.01 ו- 0.001, בהתאמה; NS - לא מובהק.

**נספח 4.** השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוז יסודות מזון בחלק העליון (Top) והתחתון (Bottom) של ענפים של צמחים מושרשים ומורכבים. הדיגום נעשה ב - 25.10.00. טיפול SS-Irg1 בקרקע אבני איתן (AE) מוצג פעמיים לנוחות הקורא. אותיות שונות מציינות הבדלים בדרגת מובהקות של  $P \leq 0.05$ .

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn
(g/kg DM)							(mg/kg DM)		
<b>Top</b>									
SS Irg1	11.1	1.12 b	5.8	8.3 ab	3.9	5.7	185	60	152 b
SS Irg2	12.2	1.38 ab	5.6	8.1 b	3.8	6.4	163	52	207 b
SS Irg3	10.9	1.20 ab	5.2	8.8 ab	4.2	6.1	166	54	209 b
SS Irg4	12.1	1.72 a	5.5	9.8 a	4.1	5.3	184	64	324 a
SS/Ort Irg3	7.7	1.16	4.0	6.8	4.5	4.8	111	56	72
SS/Ort Irg4	9.6	1.12	4.3	8.7	5.0	4.9	132	60	109
YL/Ort Irg1	11.1	0.82	7.6	7.4	4.3	4.6	127	59	77
YL/Ort Irg3	10.9	0.72	8.7	7.4	4.5	5.3	120	57	52
YL/Ort Irg4	12.0	0.92	9.0	8.1	4.7	5.1	140	53	74
SS Irg1 - AE	11.1 ab	1.12 ab	5.8	8.3	3.9	5.7 b	185 a	60 a	152 a
SS Irg1 - HR	8.0 b	0.96 b	5.5	7.6	3.9	5.5 b	123 b	36 b	58 b
SS Irg1 - KZ	9.6 b	2.94 a	5.0	6.8	4.2	5.4 b	106 b	46 ab	136 a
SS Irg1 - Tuff	13.3 a	1.78 ab	6.0	6.4	4.1	7.0 a	116 b	52 ab	145 a
<b>Bottom</b>									
SS Irg1	19.7 b	2.24 b	8.9	16.8	2.7	8.1ab	506	100	400
SS Irg2	19.4 b	1.94 b	9.9	18.0	2.7	8.8 a	484	93	498
SS Irg3	20.6 b	2.42 b	9.3	18.4	2.7	8.2ab	516	101	394
SS Irg4	23.4 a	5.54 a	10.1	19.4	2.9	7.7 b	688	151	517
SS/Ort Irg3	25.4 b	1.24 b	3.5	11.4	5.6 a	5.8	626	128	184
SS/Ort Irg4	27.4 a	1.50 a	4.1	11.0	4.8 b	5.9	563	112	202
YL/Ort Irg1	15.3	0.64	3.9	11.0	5.8	6.8	466 a	157	171
YL/Ort Irg3	14.2	0.56	3.2	14.3	5.9	6.9	397ab	266	176
YL/Ort Irg4	13.9	0.70	3.6	11.1	5.5	6.7	257 b	96	130
SS Irg1 - AE	19.7ab	2.24 a	8.9 a	16.8 a	2.7 b	8.1 b	506	100 ab	400 a
SS Irg1 - HR	11.7 c	0.38 b	4.5 b	11.8 b	2.3 b	7.1 c	369	130 a	221 b
SS Irg1 - KZ	21.4 a	2.80 a	8.5 a	11.5 b	3.3 a	7.6 bc	401	84 b	355 a
SS Irg1 - Tuff	17.1 b	2.68 a	8.9 a	11.3 b	2.3 a	8.9 a	235	99 ab	312 a

## ANALYSIS OF VARIANCE

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn
<b>Top</b>									
Mean - SS	11.6	1.35	5.5	8.7	4.0	5.9	174	57	223
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
LSD <sub>0.05</sub> (df=12)	4.11	0.478	1.13	1.53	0.45	1.67	86.8	23.4	84.9
Mean - SS/Ort	8.6	1.14	4.1	7.7	4.8	4.8	121	58	91
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=4)	2.52	0.898	1.77	2.2	0.92	0.95	31	35	39.9
Mean - YL/Ort	11.3	0.82	8.4	7.6	4.5	5.0	129	56	68
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=8)	2.81	0.369	2.57	1.39	0.64	0.94	59	25.7	35.4
Mean - Soils	10.5	1.70	5.6	7.3	4.0	5.9	132	48	123
F	*	NS	NS	NS	NS	*	*	*	**
LSD <sub>0.05</sub> (df=16)	3.46	1.900	2.42	2.07	0.44	1.24	46.99	16.99	45.5
<b>Bottom</b>									
Mean - SS	20.8	3.03	9.6	18.2	2.7	8.2	549	111	452
F	NS	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=12)	1.82	2.871	1.86	2.58	0.25	0.80	542	88	183
Mean - SS/Ort	26.4	1.37	3.8	11.2	5.2	5.8	594	120	193
F	*	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=4)	1.72	0.242	0.71	1.09	0.51	1.07	89.4	45.6	79.5
Mean - YL/Ort	14.5	0.63	3.6	12.1	5.8	6.8	373	173	159
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (df=8)	3.41	0.221	1.58	5.18	0.95	0.93	177.9	234.9	68.4
Mean - Soils	17.5	2.02	7.7	12.9	2.6	7.9	378	103	322
F	***	*	**	***	**	***	NS	NS	**
LSD <sub>0.05</sub> (df=16)	3.38	1.563	2.23	2.19	0.51	0.70	337.9	37.0	89.0

\*, \*\*, \*\*\* - מובהק ברמת הסתברות של  $P \leq 0.05$ , 0.01 ו- 0.001, בהתאמה; NS - לא מובהק.

**נספח 5.** השפעת הטיפולים בניסוי על מוליכות חשמלית, Hp וריכוז יסודות מזון במיצוי מימי (v/w=2:1) של קרקע במרחק של כ - 10 ס"מ מהצמח. הדיגום נעשה ב - 25.10.00. טיפול SS-Irg1 בקרקע אבני איתן (AE) מוצג פעמיים לנוחות הקורא. אותיות שונות מציינות הבדלים בדרגת מובהקות של  $P \leq 0.05$ .

Treatment	EC dS/m	pH	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg mg/L	Na	Cl	Fe	Zn	Mn
SS Irg1	1.98ab	7.31ab	138	0.9 b	0.06	11 b	142	27	122	169 a	>0.01	0.08	0.01ab
SS Irg2	2.06 a	7.22 b	157	1.8 a	0.02	16 a	212	37	127	154 a	0.03	0.09	0.04 a
SS Irg3	1.78ab	7.50 a	137	1.0 b	0.06	12 b	144	26	112	170 a	0.02	0.14	0.03ab
SS Irg4	1.32 b	7.39ab	104	1.0 b	0.02	10 b	135	20	96	95 b	0.02	0.09	>0.01 b
SS/Ort Irg1	1.26	7.16	85	0.9 b	0.27	13	117	18ab	93	99	0.03	0.09	0.03
SS/Ort Irg2	1.20	7.24	86	0.9 b	0.05	11	108	16 b	85	88	0.02	0.15	>0.01
SS/Ort Irg3	1.64	6.91	113	1.9 a	0.10	15	161	27 a	103	91	0.04	0.13	0.13
SS/Ort Irg4	1.39	7.14	84	1.8 a	0.21	14	120	21ab	84	80	0.07	0.12	0.16
YL/Ort Irg1	1.32	6.98	85	1.2	0.22 a	17	111	21	89	109ab	0.01	0.09	0.19
YL/Ort Irg3	1.58	6.91	127	1.3	0.10ab	16	111	27	98	154 a	0.03	0.09	0.20
YL/Ort Irg4	1.46	7.09	114	1.3	0.02 b	13	142	22	90	79 b	0.04	0.12	0.06
SS Irg1-AE	1.98 a	7.31 ab	138 a	0.9	0.06 b	11 b	142	27	122	169 a	>0.01 b	0.08	b
SS Irg1-HR	1.24ab	7.40 ab	88ab	0.9	0.06 b	14 b	114	16	81	95 b	0.02 b	0.11	>0.01 b
SS Irg1-KZ	0.98 b	6.90 b	77ab	2.9	0.17 a	16ab	86	26	79	42 b	0.37 a	0.12	0.51 a
SS Irg1-Tuff	0.98 b	7.54 a	43 b	2.7	0.43 a	23 a	56	14	82	50 b	0.18ab	0.12	0.30ab
<b>ANALYSIS OF VARIANCE</b>													
Mean-SS	1.78	7.35	134	1.2	0.04	12	158	28	114	147	0.02	0.10	0.02
F	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (12)	0.679	0.227	63.2	0.81	0.061	3.5	111.1	18.7	89.1	41.1	0.033	0.131	0.031
Mean-SS/Ort	1.35	7.11	92	0.05	0.16	13	126	21	91	90	0.04	0.12	0.08
F	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (12)	0.495	0.393	39.1	0.88	0.342	5.3	60.7	10.1	27.9	55.7	0.055	0.089	0.167
Mean-YL/Ort	1.45	6.99	109	1.3	0.12	16	121	23	92	114	0.03	0.10	0.15
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LSD <sub>0.05</sub> (8)	0.727	0.480	60.7	0.78	0.161	6.9	76.6	16.7	32.9	67.0	0.076	0.066	0.316
Mean-Soils	1.29	7.29	87	1.9	0.18	16	99	21	91	89	0.14	0.11	0.21
F	*	NS	NS	NS	**	*	NS	NS	NS	***	*	NS	*
LSD <sub>0.05</sub> (12)	0.766	0.613	75.6	2.31	0.216	9.3	95.6	18.1	48.9	58.3	0.294	0.099	0.378

\*, \*\*, \*\*\* - מובהק ברמת הסתברות של  $P \leq 0.05$ , 0.01 ו - 0.001, בהתאמה; NS - לא מובהק.

**נספח 6.** השפעת הטיפולים בניסוי על מוליכות חשמלית, Hp וריכוז יסודות מזון בתשטיפים מכלים עם צמחים בתאריך 14.8.00. טיפול SS-Irg1 בקרקע אבני איתן (AE) מוצג פעמיים לנוחות הקורא.

Treatment	EC dS/m	pH	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg mg/L	Na	Cl	Fe	Zn	Mn
SS Ir1	0.8	8.1	41	0.4	0.8	10	68	8	65	39	0.02	0.05	>0.01
SS Ir2	0.9	8.0	42	2.0	1.3	13	73	9	65	35	0.01	0.05	>0.01
SS Ir3	1.6	7.4	92	2.5	2.6	26	140	19	112	72	0.08	0.10	0.03
SS Ir4	1.8	7.1	102	1.1	5.5	25	194	27	97	95	0.07	0.87	>0.01
SS/Ort Ir1	1.3	7.9	60	3.1	2.3	21	98	14	97	75	0.05	0.06	>0.01
SS/Ort Ir2	2	8.0	118	0.2	1.8	21	195	24	138	96	0.05	0.09	>0.01
SS/Ort Ir3	1.4	7.4	86	7.9	8.1	48	131	19	83	72	0.01	0.19	0.07
SS/Ort Ir4	3.2	7.0	199	3.5	15	53	328	52	191	191	0.15	0.25	0.58
YL/Ort Ir1	1.1	8.1	57	0.7	0.9	10	92	11	83	52	0.03	0.04	0.02
YL/Ort Ir3	1.7	8.1	107	0.1	0.9	12	187	25	112	80	0.09	0.07	>0.01
YL/Ort Ir4	2.4	7.8	136	1.9	1.4	18	247	36	149	114	0.08	0.10	0.03
SS Irg1-AE	0.8	8.1	41	0.4	0.8	10	68	8	65	39	0.02	0.05	>0.01
SS-Irg1-HR	1.0	8.3	43	0.1	0.8	12	90	14	65	45	0.09	0.25	0.03
SS-Irg1-KZ	0.8	7.7	43	0.4	2.1	20	48	17	69	44	>0.01	0.09	0.01
SS-Irg1-Tuff	1.0	7.9	45	0.4	0.9	13	53	18	88	50	0.37	0.06	0.01