

השפעת אנדו-מיקוריזה (*Glomus intraradices*) על משק המים

וסבילות למלחים בצמחי פלפל בערבה

שבתאי כהן, רבקה אופנבך, יורם צביאלי, ישראל צברי, רמי גולן - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

sab@inter.net.il

אורי ירמיהו, אלון בן-גל, אינה פיינגולד, אחמד הושאלה - מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי יורם קפולניק - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן שושנה סוריאנו - המכון לקרקע ומים, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

תקציר

פלפל הינו הגידול העיקרי בערבה. ההשקיה נעשית במים מליחים, מצאי המים בערבה קטן. העלייה בריכוז המלחים גורמת לנזקים המתבטאים בהקטנת הנוף, בצריבות בעלים, עליה בתופעת שחור הפיטם בפרי וירידה בפוטנציאל ההנבה של צמחי הפלפל. מטרת המחקר הייתה בחינת השפעת המיקוריזה על משק המים וסבילות למלחים של צמחי פלפל, ככלי למניעת נזק לצמחים הנחשפים לעקת מים ואו מלח ולחסכון עתידי בצריכת המים ליחידת שטח. המחקר התבסס על שני ניסויי שדה שנערכו בתחנת יאיר בעונות 2009/10 ו-2010/11, ושלושה ניסויים בעציצים שנערכו במרכז מחקר גילת במשך כל המחקר. בניסוי שדה 1 נבחן הדישון הזרחני בשתי רמות, דישון מלא ודישון דל זרחן, במנת ההשקיה יחסית למנה המומלצת בשלוש רמות: 100, 75 ו-50% ומיקוריזה בשתי רמות: עם מיקוריזה וללא מיקוריזה. בניסוי שדה 2 נבחנה הדבקה במיקוריזה וחציצה בתנאים של יישום קומפוסט. הניסוי כלל בחינה של 3 רמות מים (100, 75 ו-50%) כתלות בהדבקה בחלקות עם חציצה של חול בהשוואה לשתילה ישירה בקרקע עשירה בקומפוסט. בניסוי עציצים נבחנו 3 גורמים: מליחות (5 טיפולים של נתרן כלורי מוסף: 0, 7.5, 15, 25 ו-35 מילימולר נתרן כלורי) זרחן (שני טיפולים: 5 ו-20 ח"מ), ומיקוריזה (שני טיפולים: מודבק ולא מודבק). ניסוי השדה שנה א' (2009/10) נערך על קרקע שלא טופלה בעבר או במהלך הניסוי ביישום קומפוסט. מתוצאות הניסוי עולה כי טיפולי הדישון השפיעו באופן מובהק על היבול – היבול בדישון המלא גבוה מאשר בדישון דל זרחן, בטיפול הזרחן הנמוך נמצאה השפעה מובהקת של מיקוריזה – בעליית היבול. בשנה ב' (2010/11) נמצא כי ישום הקומפוסט מנע את קבלת אפקט העלייה ביבול שיתקבל בשנה א' עקב השפעת הסופרסיביות של הקומפוסט. בניסוי עציצים נמצא שנוכחות מיקוריזה אינה משפרת את הגידול בתנאי מליחות כאשר הזרחן והמים מסופקים כראוי. בשלב זה כל נושא היישום בשטחים המסחריים לא יצא לפועל כי רוב שטחי החקלאים מטופלים בכמויות גדולות יחסית של קומפוסט מדי שנה, באופן אשר לא יאפשר לקבל את הפעילות המיטיבה של המיקוריזה כמתן של עקות אביוטיות כגון מלח ויובש.

מבוא

פלפל הינו הגידול העיקרי בערבה התיכונה ושטחו בעונת 2010/11 כ-18,000 דונם. הפלפל מושקה במי תהום מליחים ובשנים האחרונות מצאי המים בערבה קטן יחסית להגדלת שטחי הגידול. כיום מנצלים המשקים החקלאיים את כל הקצאת המים האפשרית. מצב זה הופך לבעייתי במיוחד בצווארי הבקבוק של ההשקיה, בחודשים ספטמבר-אוקטובר. בחודש ספטמבר ההתאדות היומית מגיעה לכ-9 מ"מ ביום ובאוקטובר כ-7 עד 8 מ"מ ביום. בחודשים אלו הצמח מגיע למלוא צריכת המים הנדרשת להתפתחות

תקינה, העשויה להגיע לאופוטורנספירציה (ET) של כ-3.5 מ"מ ליום; בו בזמן כמות המים היומית העומדת לרשות החקלאי להשקיה היא 4.5 מ"מ ליום. מגבלות אלה אינן משאירות עודף מים רצוי להדחת המלחים מאזור בית השורשים. העלייה בריכוז המלחים באזור השורשים גורמת לנזקים המתבטאים בהקטנת הנוף, בצריבות בעלים, עליה בתופעת שחור הפיטם בפרי וירידה בפוטנציאל ההנבה של צמחי הפלפל.

מקור המים בערבה הינו מקדוחים מלוחים. איכות המים בערבה יורדת משנה לשנה בגלל השאיבה המוגברת, עלייה במליחות המים המגיעים מהדחת המלחים מהשטחים המושקים ומירידה בהפקת המים מהקידוחים המתוקים בשטח ירדן. עם הירידה באיכות המים יהיה צורך במקדם שטיפה גבוה יותר, דבר שיגרום להעלאת כמות המלחים הנכנסים לקרקע. לכן, עד שימצא פתרון לאספקת מים באיכות גבוהה יותר לאזור יש לחפש דרכים כדי למזער את נזקי המליחות לקרקע ולצמח.

תרומת המיקוריזה לעמידות בפני יובש - התרומה סוכמה במספר רב של עבודות מדעיות שהדגמו את שיפור תגובת הצמח לעקת מים בנוכחות פטריות המיקוריזה בתנאי גידול שונים ובמינים בוטאניים מגוונים (Nelson, 1987). הסברים למנגנונים אפשריים של עמידות הצמח המיקוריטי (מיקוריטי=שהוסף לו מידבק של פטריית מיקוריזה) בפני עקת יובש, בהשוואה לצמחי ביקורת היו: 1. שיפור המוליכות ההידראולית בשורש (Safir et al., 1972), 2. שיפור בקליטת מים בשורש ע"י מערכת התפטיר החיצונית (Haride, 1985), 3. התאמה אוסמוטית ששיפרה את הטורגור - גם בפוטנציאל מים נמוך (Auge et al., 1986a), 4. שיפור האלסטיות של דופן התא בצמחים מיקוריטים (Auge et al., 1986b) ועוד. השיפור ברמת הטורגור ומצב המים בצמח שיפרו את מוליכות הפיוניות והפוטוסינתזה (Boyer, 1976). אבל, בשל הצורך לאפשר לפטרייה להתבסס בשורשי הצמחים המאולחים בטרם החשיפה לעקת היובש נוצרה בעיה ניסויית שמקשה עד היום לעמוד על המנגנון המדויק של תרומת פטריות המיקוריזה לצמחים. בחלק מהעבודות היה "קושי להתעלם" מהעובדה שצמחים מיקוריטים ובלתי מיקוריטים היו בעלי גודל שונה בעת הפעלת עקת היובש כשצמחים המיקוריטים היה שטח נידוף גדול יותר ובד"כ גם תכולת זרחן גבוהה יותר. עובדה זו מקבלת מישנה חשיבות במידה והניסויים נערכים במערכות סגורות, בעציצים. בניסויים שנערכו מאוחר יותר אשר בהם דאגו החוקרים לערוך ניסויים בצמחים בעלי גודל זהה וריכוז זרחן פנימי דומה - לא נמצאו הבדלים מובהקים בקצב הפוטוסינתזה של הצמחים המיקוריטים לעומת צמחי הביקורת (Fitter, 1988). עבודה יסודית שנערכה בפלפל (*Capsicum annuum* L.) ע"י Davies et al. (1993) בצמחים מיקוריטים שלא נבדלו מצמחי ההיקש בכל פרמטר מדיד נמצא כי פטריית המיקוריזה משפרת את התנגדות הפיוניות רק בתחום בו ריכוז הזרחן הפנימי בצמח נמוך ביותר, ונעלם עם העלאת הריכוז. כמו כן נמצא בעבודה זו כי בצמחים המיקוריטים קיים יותר תפטיר חיצוני שהיטיב עם תאחיזת המים בקרקע וחלה התאמה אוסמוטית (רק בשלבי העקה המאוחרים) בהשוואה לצמחי ההיקש, שיחד אפשרה את עמידות הצמח לעקת היובש.

הדילמה לקביעת מנגנון התרומה של מיקוריזה לעמידות בפני יובש ומלח - למרות הכתוב לעיל, חוקרים רבים מוטרדים בשאלה איך תופעת המיקוריזה תורמת לעמידות הצמח בפני יובש? כבר לפני למעלה מ-25 שנים טענו Allen and Cunningham (1982) כי רוב המחקר במיקוריזה התמקד בתרומת הפטרייה לקליטת מינרלים ומים ע"י הצמח בתנאים אופטימלים, אך התרומה לעמידות הצמח לעקת יובש פחות מובנת. מהעבודות שפורסמו עד כה לא ברור מה ההשפעה הייחודית של פטריית המיקוריזה לתפקוד הצמח בתנאי יובש (נמדדו המדדים שהשתנו בצמח אך לא מה הפטרייה "מייצרת" בשורש שגורם לו להגיב

כך). זאת ועוד, קיימות מספר לא מבוטל של עבודות בהן לא נמדדה כל תרומה של האילוח בפטריית המיקוריזה על תגובת הצמח ליובש. בעבודתם הראו Allen and Cunningham (1982) כי צמחי *Distichlis spicata* הגדלים בתנאי חממה וחשופים לעקת מלח לא נהנו מתרומת המיקוריזה באופן שמתבטא בצבירת חומר יבש. האם זה תבדיד הפטרייה ששונה או דבר בסיסי יותר שאיננו מודעים לו עד כה? רוב הניסויים שבחנו את השפעות המיקוריזה על עמידות בפני יובש הראו דווקא כי כאשר הסימביוזה משפרת את עמידות הצמח ליובש קיימת למעשה תרומה של המיקוריזה להתחמקות מהיובש (Auge, 2001). יש לזכור כי ניסויים אלו נערכו במערכות סגורות ולכן קיימת השאלה איך יגיבו צמחים מיקוריטים בתנאי שדה – בהם לא קיימת מגבלה לנפח קרקע או בית שורשים?

לעומת חוסר הבהירות שבתרומת המיקוריזה לעקת יובש, בתנאי עקת מלח תרומת הסימביוזה של הפטריות המיקוריטיות למיני צמחים רבים הינה עובדה מוכחת. בד"כ דווח על עמידות המלווה בעליה בריכוז P וירידה בריכוז Na בנוף הצמחים בהשוואה לריכוזים שהתקבלו בצמחים בלתי מאולחים בפטריית המיקוריזה (העלאת יעילות קליטתם של מינרלים הכרחיים להתפתחות). נמצא שעמידות הצמח למלח שופרה בנוכחות המיקוריזה בגידולים דוגמת תירס (Feng et al., 2002), שעועית (Jindal et al., 1993) ותלתן (Ben Khaled et al., 2003). השפעת המיקוריזה הייתה בדרך כלל בהתאמה עם שיפור ההתאמה האוסמוטית של הצמח או הצטברות פרולין (אוסמורגולנט) ושיפור הביומסה המצטברת בצמח כולו.

מה מנגנון הפעולה המייחד את תופעת עמידות הצמחים לעקת מלח? באיזה מידה קיימת שמירה של מנגנון משותף במינים כה שונים של צמחים? תשובות לשאלות אלו עדיין רלוונטיות גם בספרות המדעית. בעבודה שנעשתה לא מכבר באספסת הוכח שעמידות הצמחים המאולחים במיקוריזה הייתה גבוהה מהעמידות שהוקנתה ע"י יסום זרחן כטיפול ביקורת (Azcon and El-Atrash, 1997). זאת ועוד, גם בחסה הודגם שהעמידות שהוקנתה לצמחים בשל נוכחות המיקוריזה אינה משויכת לשיפור בהזנה שמתקבל עם האילוח במיקוריזה (Ruis-Lozano et al., 1996). אבל, מעטות הן העבודות שבהן נבחנה תרומת המיקוריזה בתנאי שדה והשקיה במים בעלי איכות ירודה ובמנות מצומצמות.

העובדה שצמחים מיקוריטים מראים עמידות לתנאי מלח באופן הדיר (קונסיסטנטי) יותר מאשר עמידות בפני עקת יובש גרמה ל- Cho et al. (2006) להעלות טענה כי עם התפתחות תנאי עקת היובש, שבה חלה ירידה ברטיבות הקרקע, המלחים שבתמיסת הקרקע מרוכזים. בכך, העלייה בריכוז המלחים בתמיסה (בתמיסת מחוץ לשורש) חושפת את הצמח לעקת מלח שעליה יכולה המערכת המיקוריטית "להתגבר". טענה זו מסבירה מדוע במקרים מסוימים של עקת יובש תרומת המיקוריזה לצמח הפונדקאי ובמקרים אחרים אינה תורמת.

קומפוסט ומיקוריזה - בניסוי שנערך בעונת 2010/11 (כהן, לא פורסם) בערבה על רקע של קומפוסט אשר יושם כל שנה או שנה לפני, לטיפול המיקוריזה לא הייתה השפעה מובהקת על היבול. בכל הטיפולים היתה הפחתה ביבול עם הירידה בכמויות המים, לעומת זאת בניסוי אשר נערך על קרקע שלא יושם בה קומפוסט ההבדלים בין טיפול הביקורת לבין צמחים מיקוריטיים היו מובהקים. המיקוריזה בלמה חלק ניכר מהירידה ביבול עם הירידה במנות המים. תוצאות אלו דומות לתוצאות עונות קודמות. מתוצאות אלו עולה כי לקומפוסט השפעה שלילית על יכולת המיקוריזה להביא לידי שיפור. בתנאים אלו לא ברור אם השפעת הקומפוסט היא בדרך של דיכוי המיקוריזה או שמא שילוב של מליחות וקומפוסט גרם לכך. על מנת להמנע מפעילות סופרסיבית של קרקע המכילה קומפוסט ומגבילה את פעילות המיקוריזה ניתן

להכניס אל בור השתילה מצע ללא קומפוסט אשר יאפשר את התפתחות המיקוריזה ואת התבססותה. באופן זה מתפתחת תשתית מיטבית להתפתחות המיקוריזה וכאשר יפרצו השורשים לאזור עם קומפוסט הם יהיו בעלי מדבק גבוה (שיטת החציצה).

מטרת המחקר הכללית הייתה לבחון השפעת המיקוריזה על משק המים וסבילות למלחים של צמחי פלפל, ככלי למניעת נזק לצמחים הנחשפים לעקת מים ואו מלח ולחסכון עתידי בצריכת המים ליחידת שטח. מטרת המשנה: לבחון תגובת הצמחים המיקוריטיים לעקת מים זמנית וקבועה; לאתר את הגורם הישיר לעמידות המוגברת של צמחי פלפל ליובש או מליחות בנוכחות מיקוריזה; ולבחון מהי מנת המים הנחוצה לגידול מיטבי של פלפל בערבה המושקה במים מליחים בנוכחות מיקוריזה.

שיטות וחומרים

המחקר התבסס על שני ניסויי שדה שנערכו בתחנת יאיר בעונות 2009/10 ו-2010/11, ושלושה ניסויים בעציצים שנערכו במרכז מחקר גילת במשך כל המחקר. ניסוי שדה 1 – מטרתו לבחון את ההשפעה של מנת המים, הדבקה במיקוריזה ודישון בזרחן על יבול פלפל ללא קומפוסט. זן פלפל היה סליקה (אפעל) והגידול בקרקע המקומית ללא תוספת קומפוסט וגם לא שנים עברו, יש לציין כי בנוהג הגידול הרגיל לפלפל בערבה, יש שימוש ביישום קומפוסט מידי שנה בכמות הנעה בין 5 ל-7 ליטר למ"ר. בניסוי נבחנו שלושה גורמים: (1) מידת הדישון הזרחני בשתי רמות: 1. דישון מלא ו-2. דל זרחן. (2) מנת ההשקיה יחסית למנה המומלצת בשלוש רמות: 1. 100, 2. 75 ו-3. 50% (3) מיקוריזה בשתי רמות: 1. עם מיקוריזה ו-2. ללא מיקוריזה. הניסוי נערך בבית רשת אמריקאי (50 מש), גודל השטח: 20 מ'X25 מ'; חיטוי קרקע: מתיל ברומיד. הניסוי הינו תלת גורמי עם 12 טיפולים בארבע חזרות כל אחד. במבנה של חלקות מפוצלות כאשר טיפולי הדישון בחלקות הראשיות. כל חלקת שקילה באורך של 4 מטר, בכל ערוגה שתי שורות גידול ובסה"כ 20 צמחים לטיפול.

מנת ההשקיה של 100% נקבעה לפי המלצות שה"מ שקובעות מקדמי השקיה ביחס לנתוני ההתאדות מגיגית ובהתאם לשלב הגידול (קרמר וצביאלי, 2011). ערכי ההתאדות מוצגים באתר מו"פ ערבה (<http://yair.arava.co.il/climatic/mclm.htm?nojump>). הדישון המלא הוא דישון רציף עם תמיסת שפר 7:3:7 כאשר טיפול הדל זרחן הינו אותה תמיסה עם ריכוז 20% של הזרחן. הכנת השתילים שתילי הוכנו במשתלה בממשק גידול אורגני הטענת השתילים בפטרייה המיקוריטית בוצעה בשלב המשתלה, כן הוסף מידבק של הפטרייה המיקוריטית בנקודת השתילה. נאספו נתוני יבול כללי ואחוז היבול ליצוא. נתונים אלה נאספו במהלך העונה. בדו"ח זה מוצגים הנתונים המצטברים לעונה כולה.

ניסוי שדה 2 – מטרתו לבחון את ההשפעה של מנת המים, הדבקה במיקוריזה וחציצה על יבול פלפל בתנאים של יישום קומפוסט. הכנת השטח כללה הוספה של 5 מ"ק קומפוסט. הניסוי נשתל ב-25/8, רשת הצל הוסרה ב-2/10/09 ונפרסה מחדש ב-15/2. הקטיף החל ב-6/12 והסתיים ב-31/3/10, נערכו 9 קטיפים. טיפול הניסוי כללו בחינה של 3 רמות מים על צמחי פלפל כתלות בהדבקה במיקוריזה בחלקות עם חציצה של חול נקי בהשוואה לשתילה ישירה בקרקע עשירה בקומפוסט. תבנית הניסוי לכל ניסוי היא דו גורמית בארבעה בלוקים באקראי המשתנים הנבחנים הם: א' שלוש רמות השקיה: 100, 75 ו-50%. ב' עם וללא חוצץ. ההשקיה בוצעה בהתאם לממוצעי התאיידות שבועיים מגיגית סוג א' ובכפוף למקדמי ההשקיה המומלצים בהתאם לגילו הכרונולוגי של הצמח (קרמר וצביאלי, 2011). ערכי ההתאדות מוצגים באתר מו"פ ערבה: <http://www.arava.co.il/haklaut/mop/clim/htad.htm> מנות ההשקיה בפועל מוצגות בטבלה 1. בכל רמת השקיה נבחנה השפעת טיפול טווח חוצץ של יישום ליטר חול לצמח בהשוואת לביקורת

שתילה ישירה. בטיפול ההשקיה של 75% בלבד נבחנה גם השפעת ביקורת ללא מיקוריזה מול טיפולי חוצץ וללא חוצץ. הפרי נשקל, מוין. פרי באיכות יצוא נשלח לבדיקות איכות להערכת חיי המדף.

טבלה 1: מנות מים מתוכננות ובפועל בטיפולים השונים

| השקיה מתוכננת | השקיה בפועל, מ"ק לדונם |
|---------------|------------------------|
| 100% | 500 |
| 75% | 400 |
| 50% | 250 |

ניסויי עציצים - התקיימו בחממה במרכז מחקר גילת. צמחי פלפל גודלו במיכלים בנפח של 16 לי שהוצבו על שולחנות עם יכולת לאסוף נקז. מצע הגידול היה חול בו היתה שליטה טובה על ריכוז היסודות שבתמיסת הגידול. בכל מיכל נשתלו 2 צמחים. תמיסות ההשקיה הוכנו לכל טיפול במיכל נפרד (תמיסות סופיות) והושקו במערכת מבוקרת ע"י מחשב. משטר ההשקיה היה אחיד בכל הטיפולים כאשר השקיה ניתנה 1-2 פעמים ביום עם רמת נקז גבוהה על מנת למנוע עודפי מלחים והצטברות היסודות במצע הגידול. כמות המים היומית נקבעה בעזרת המוליכות החשמלית של מי הנקז כאשר ערך הסף התחתון לא עלה מ-30% ממי ההשקיה. ערך ההגבה של תמיסת מי ההשקיה היתה 6.5 ± 0.5 משטר הדישון בכל הניסויים היה כמקובל בגידול פלפל ומבוסס על דשנים שהוכנו ממלחים כולל מיקרואלמנטים. בממוצע לאורך כל העונה, ריכוזי חנקן, אשלגן, מגניון וסידן במי הטפטפת היו 107, 15, 67 ו-80 ח"מ, בהתאמה.

בדיקות מי טפטפת ומי נקז - נערך מעקב רציף פעם בשבוע אחר המוליכות החשמלית, חומציות ואחת לשבועיים ריכוז היונים (חנקה, אמון, זרחן ואשלגן) במי ההשקיה ומי הנקז. מי הטפטפת נבדקו בכל הכנה חדשה של תמיסה ומי נקז נבדקו אחת לשבוע.

מעקב אחר הגידול הוגטטיבי - נעשה ע"י דיגום של צמח מכל מיכל במהלך הגידול בניסוי השני והשלישי ובתום העונה. הצמחים הופרדו לפירות, עלים וגבעול. חלקים השונים נשקלו, נשטפו וייבשו בתנור ב-70 מעלות צלזיוס לפני מדידה של משקל היבש.

ניסוי עציצים ראשון - שתילי פלפל מזן סיליקה (אפעל) נשתלו ב-6/2/2009. לטיפול המיקוריזה הוכנסה תערובת שמכילה מיקוריזה לבור השתילה. בניסוי נבחנו שני גורמים: מליחות (6 טיפולים: 0, 10, 20, 30 ו-40 מילימולר נתרן כלורי) ומיקוריזה (שני טיפולים: מודבק ולא מודבק). מבנה הניסוי היה דו-גורמי ב-5 בלוקים. הניסוי נמשך 3 חודשים. הפירות במהלך הניסוי הוסרו.

ניסוי עציצים שני - שתילי פלפל מזן סיליקה (אפעל) נשתלו ב-25/8/2009. טיפולי המיקוריזה הוכנסה תערובת שמכילה מיקוריזה לבור השתילה. בניסוי נבחנו שלושה גורמים: מליחות (5 טיפולים של נתרן כלורי מוסף: 0, 7.5, 15, 25 ו-35 מילימולר נתרן כלורי) זרחן (שני טיפולים: 5 ו-20 ח"מ), ומיקוריזה (שני טיפולים: מודבק ולא מודבק). מבנה הניסוי היה תלת גורמי ב-5 בלוקים. ב-15 לספטמבר הוצא צמח ונקבע משקלו הרטוב והיבש. החל מאמצע אוקטובר נבלם הגידול כנראה בגלל חום כבד בחממה. בשלב זה הורדו כל הפירות ונשקלו. הניסוי נמשך הצמחים התאוששו וב-18/1/2009 הסתיים הניסוי. לאחר הורדת הפירות וספירתם, הצמח חולק לעלים וגבעול כל חלקים נשקלו לפני ואחרי ייבוש בתנור.

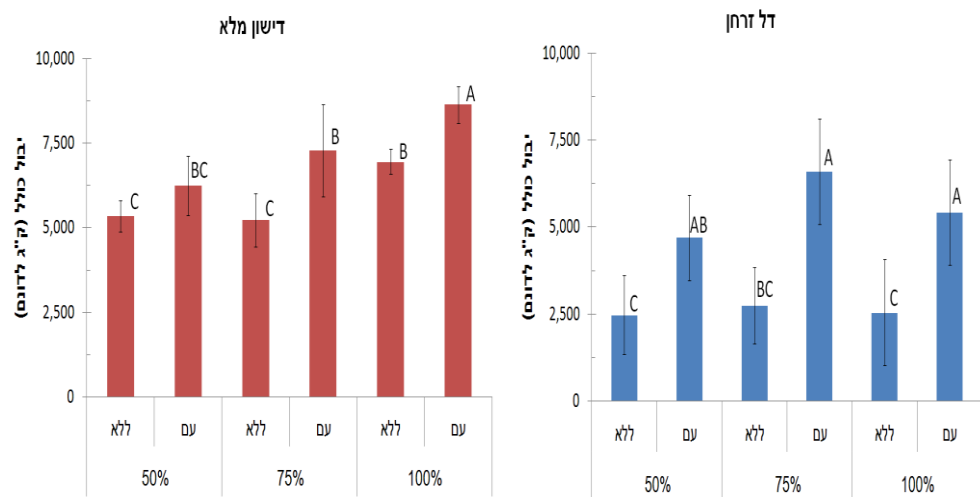
ניסוי עציצים שלישי - שתילי הפלפל מזן ורגסה הגיעו ממשלת "שורשים" ונשתלו ב-21/3/2011. לטיפול המיקוריזה הוכנסה תערובת שמכילה מיקוריזה לבור השתילה. מבנה הניסוי והטיפולים זהים לניסוי העציצים השני. ב-26/4/2011 הוצא צמח ונקבע משקלו הרטוב והיבש. הניסוי הסתיים ב-16/6/2011. הגידול והתפתחות הצמחים היו תקינים במשך הניסוי. לאחר הורדת הפירות וספירתם, הצמח

חולק לעלים וגבעול כל חלקים נשקלו לפני ואחרי ייבוש בתנור. דוגמת שורשים נשלחה לקביעת רמת המיקוריזה בהם במעבדה של ד"ר קפולניק.

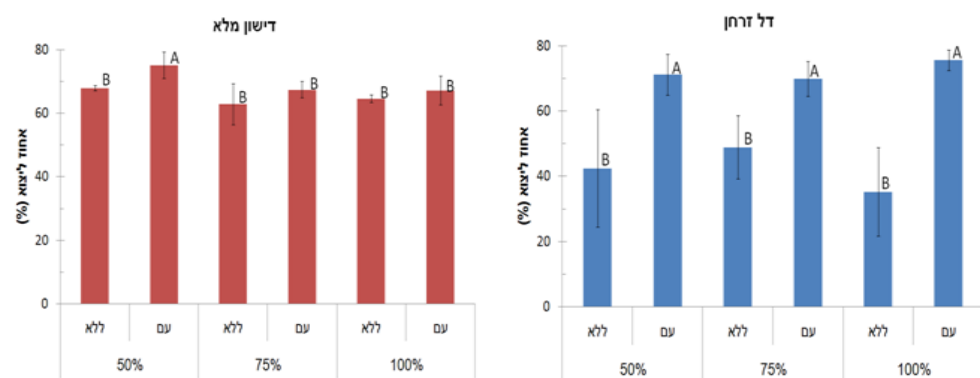
ריכוזי חנקת, אמון, זרחן מבדיקות המים נקבעו באוטואנלייזר, אשלגן ונתרן בפלס פוטומטר, סידן ומגניזיום בבליעה אטומית. ניתוח התוצאות נעשה בעזרת תוכנת JUMP 5. מבחן שונות בכל הניסויים ברמת מובהקות $\alpha = 0.05$.

תוצאות ודין

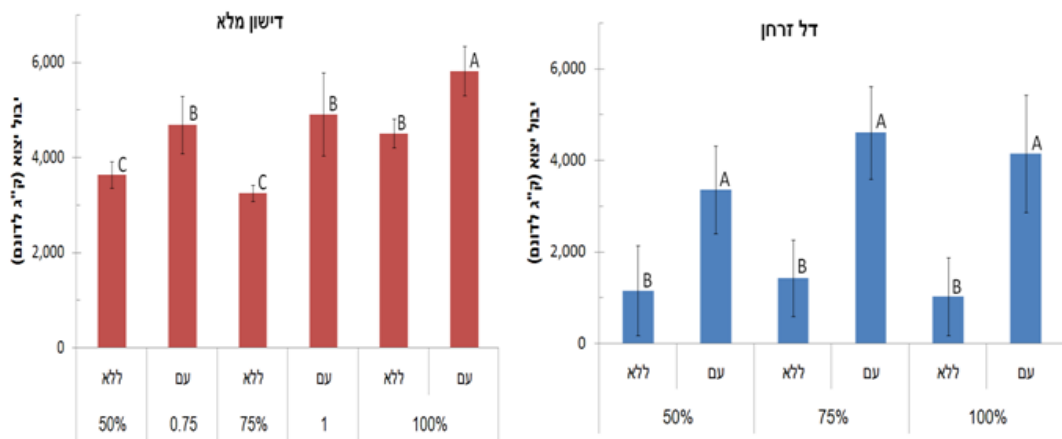
ניסויי שדה 1 - אחוז היבול ליצוא וכמות היבול ליצוא ניתן באיורים 1, 2 ו- 3, בהתאמה. קווי השגיאה הינם רווח המובהקות ברמה של 95% לכל ממוצע (רווח המובהקות 95% הוא התחום בו יש סבירות של 95% שהממוצע האמיתי (!) של הטיפול נמצא) מעניין לציין שרווחי המובהקות בטיפול הדל זרחן גדולים יותר מהדישון המלא – עובדה שמתיישבת היטב עם אי האחידות הרבה יחסית שנצפתה בטיפולים אלה יחסית לדישון המלא. אותיות המובהקות המצוינות ליד כל טיפול הינן תוצאה של ניתוח שונות חד כיווני לכל טיפול דישון וסוג יבול בנפרד.



איור 1: יבול פירות כללי כפונקציה של הטיפול כולל רווח המובהקות לממוצע (95%). עם וללא מתייחסים למיקוריזה, האחוזים הינם טיפולי ההשקיה.



איור 2: אחוז היבול ליצוא כפונקציה של הטיפול כולל רווח המובהקות לממוצע (95%). עם וללא מתייחסים למיקוריזה, האחוזים הינם טיפולי ההשקיה.

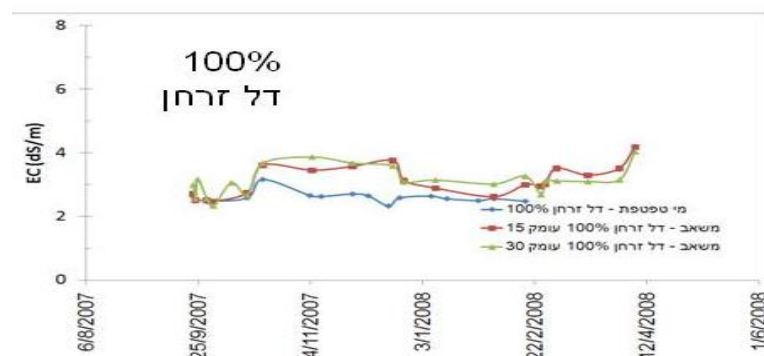
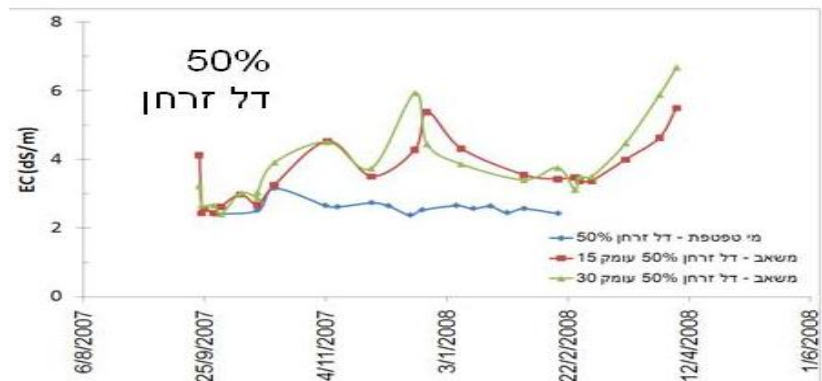
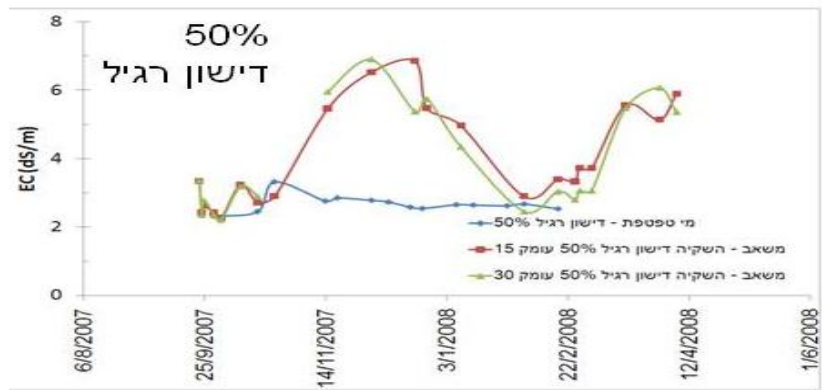


איור 3: משקל היבול ליצוא כפונקציה של הטיפול כולל רווח המובהקות לממוצע (95%). עם וללא מתייחסים למיקוריזה, האחוזים הינם טיפולי ההשקיה.

דישון דל זרחן: היבול הכללי בטיפול עם המיקוריזה גדול מהיבול הכללי בטיפול ללא מיקוריזה ב- 2,990 ק"ג. ההבדל כנ"ל ביבול ליצוא הוא 2,832 ק"ג. ההבדל באחוזי היבול ליצוא מכלל היבול הכללי הוא 30.1% - שלושת הבדלים אלה מובהקים מאד. ניתוח השונויות לנתוני הדישון הדל זרחן מראה את אי המובהקות הסטטיסטית של מנת ההשקיה בטיפול זה (דל זרחן) – הדישון החסר הוא כנראה הגורם המגביל העיקרי שממסך את האפקט של מנת ההשקיה. השפעת הגומלין של מנת ההשקיה עם המיקוריזה אינה מובהקת – תוצאה ישירה לאי המובהקות של ההשקיה. הגורם היחיד שישפיע על היבול הוא הוספת או אי הוספת המיקוריזה העובדה שמנת ההשקיה בניסוי זה אינה מובהקת והינה מובהקת בניתוח הכולל מעידה שאנו צפויים להשפעה מובהקת של מנת ההשקיה בטיפול הדישון המלא.

דישון זרחני מלא: בטיפול ההשקיה יש הבדל מובהק כשהמשתנה הוא משקל היבול (כללי ויצוא) בין השקיה במנה של 100% מההמלצות ל- 75% ו- 50%. אין הבדל מובהק בין 75% ל- 50%. כשהמשתנה הנבדק הוא אחוז היבול ליצוא אין הבדל מובהק בין מנת השקיה של 100% ל- 75% אך שתיהן נבדלות מה- 50%. בטיפול המיקוריזה יש הבדל מובהק בין הוספת או אי הוספת הפטרייה בכל הגורמים הנבדקים. ההשפעה של מנת ההשקיה וטיפול המיקוריזה מאד מובהקת ומשמעותית בטיפול הדישון המלא. גורם השפעת הגומלין של מים ומיקוריזה (W*M) לא מובהק – לא ניתן ל"פצות" על היעדר מיקוריזה באמצעות הגדלת מנת ההשקיה.

בעזרת משאבים שהוטמנו בטיפולים השונים בעומקים של 15 ו- 30 ס"מ עקבנו אחרי השתנות ריכוז המלחים בקרקע בטיפולים השונים. ריכוז המלחים בתמיסת הקרקע מבוסס באמצעות המוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע (EC). באיור 4 מוצגת מוליכות תמיסת הקרקע בשני עומקים: 15 ו- 30 ס"מ בשני טיפולי הדישון (דישון רגיל ודל זרחן) ובשתי מנות ההשקיה (50% - 100% ביחס לנתוני התאודות מגיגית, חשוב לציין שההשקיה של 50% תוכננה כך שהיא לא תהיה קטנה מ- 2.5 מ"מ ליום). ריכוז המלחים במי הטפטפת מוצג גם הוא בכל הגרפים.



איור 4: המוליכות החשמלית (EC) של מי הטפטפת ובעומקים 15, ו-30 ס"מ בטיפול הדישון ובשתי מנות השקיה – 50% ו-100%.

ניכר הבדל בין השקיה 100% ל-50%: בהשקיה של 100%, ריכוז תמיסת הקרקע נשאר קבוע יחסית במהלך עונת הגידול בעוד הוא משתנה, עולה ויורד, במהלך העונה כאשר מנת ההשקיה הייתה רק 50% מנתוני ההתאדות. המסקנה היא שהשקיה במנת 100% משמשת לא רק לצריכת הצמח אלא גם לדחיקת

המלחים אל מתחת לבית השורשים. לא ניכרו הבדלים משמעותיים בין עומק 15 ל- 30 ס"מ. מידת העלייה בריכוז המלח של תמיסת הקרקע בהשקיית ה- 50% הייתה קטנה יותר בדישון דל הזרחן מזו של הדישון הרגיל. נוסף לתצפית זו את ההבדלים שנצפו ביבול בין שתי רמות הדישון ובעוצמת הצימוח דבר שיסביר את ההבדלים: הצמחים שדושנו בדישון הרגיל התפתחו היטב וצריכת המים שלהם היתה גבוהה מאלה שטופלו בדל זרחן, לכן הם צרכו את רוב מי ההשקיה כך שלא נותרו מים לדחיקת מלחים אל מתחת לבית השורשים, ההיפך נכון לצמחים שקיבלו את הטיפול "דל הזרחן", שם חלק ממי ההשקיה שימש לדחיקת מלחים.

ההשתנות של ריכוז המלחים בתמיסת הקרקע במהלך העונה בטיפול ההשקיה 50% (גם דישון רגיל וגם דל זרחן): עליה בריכוז עד סוף דצמבר, לאחר מכן ירידה בריכוז עד אמצע פברואר ועליה חוזרת בסוף החורף ובאביב עד סוף עונת הגידול. עליה בריכוז מעידה על מתן יסודות הזנה בעודף ביחס ליכולת הקליטה של הצמח או היעדר שטיפה (הדחה) הולמת. בהקשר זה יש לציין שנתוני ההתאדות מגיגית בתקופת החורף (דצמבר עד פברואר) היו קטנים כך שרוב הזמן החלקה הושקתה במנה של 2.5 מ"מ ליום למרות ההתאדות (והצריכה) הקטנים. בשלב זה, חלק ניכר ממי ההשקיה שימש לדחיקת מלחים כך שריכוז תמיסת מי הקרקע הלך וירד עד לאמצע פברואר. בתקופה זו, סוף החורף ותחילת האביב התחילה עליה בהתאדות ובקליטת מים על ידי הצמח כך ששוב החלה הצטברות של מלחים בנפח בית השורשים.

ניסוי שדה 2 - למנות המים בניסוי השפעה מובהקת על יבול היצוא ויבול כללי כאשר מנת המים עם הירידה במנת המים היבול ירד בהתאמה (טבלה 2). לטיפול החוצץ לא הייתה השפעה מובהקת על היבול הכללי אך בטיפול ההשקיה של 100% הייתה עליה מובהקת ביבול ליצוא ב-0.875 ק"ג למ"ר. בשאר הטיפולים השפעת החוצץ הייתה קטנה ביותר (טבלה 3). מתוצאות אלו עולה כי למרות החוצץ אשר הכיל קרקע בור חולית אשר לא גידלו עליה גידול תרבותי, היעילות של החוצץ בהפעלת המיקור יזה כמגן בפני עקות אביוטיות לא צלחה במקרה זה והשפעת הקומפוסט בהיקף הקרקע סביב החוצץ לא אפשר את פעילות המיקור יזה המיטיבה כפי בהתקבלה בשנים עברו בקרקעות אשר לא יושם בה קומפוסט.

בתחילת הגידול בטיפולים אשר גדלו בקרקע החוצץ ניכר היה כי הצמחים מעט קטנים יותר אך לאחר כ-40 יום אפקט זה לא נראה והצמחים בכל הטיפולים התאזנו. הטיפול היחיד אשר בו נבדקה ביקורת נוספת הוא בטיפול מנת המים של 75% בו נבדק בנוסף לחוצץ גם טיפול של צמחים מודבקים במיקור יזה לעומת צמחים אשר אינם מודבקים, לא הייתה מובהקות ביבול הצמחים אשר הודבקו במיקור יזה וגם לא הייתה כל אינטראקציה בין החוצץ לטיפול המיקור יזה (טבלה 4).

טיפול החוצץ אשר היה אמור לאפשר למיקור יזה להתבסס בקרקע אשר יש בה קומפוסט, כמעט ולא שפיע על תוצאות היבול. הקומפוסט עדיין המשיך למסך את פעילות המיקור יזה ובפועל לא חזרו תוצאות של שיפור היבול גם על רקע של עליה במוליכות החשמלית וירידה בכמות המים הניתנת להשקיה כפי שהתקבל בעונות קודמות, כפי שהתקבל במחקרים במיקור יזה בפלפל אשר נערכו בקרקע ללא קומפוסט.

טבלה 2: השפעת מנות המים על יבול כללי ויצוא ניסוי שדה 2.

| מנת מים (%) | יבול כללי (ק"ג/מ"ר) | יבול יצוא (ק"ג/מ"ר) |
|-------------|---------------------|---------------------|
| 100 | 9.3 a | 5.5 a |
| 75 | 7.4 b | 4.4 b |
| 50 | 5.3 c | 3.3 c |

(Tukey α 0.05)

טבלה 3 : השפעת יישום חוצץ ומנות מים על יבול כללי ויצוא ניסוי שדה 1.

| מנת מים (%) | חוצץ | יבול כללי (ק"ג/מ"ר) | יבול יצוא (ק"ג/מ"ר) |
|-------------|------|---------------------|---------------------|
| 100 | + | 9.6 a | 5.9 a |
| 100 | - | 9.0 a | 5.2 ab |
| 75 | + | 7.4 ab | 4.5.abc |
| 75 | - | 7.4 ab | 4.4 abc |
| 50 | + | 5.4 b | 3.3 cb |
| 50 | - | 5.1 b | 3.2 c |

(Tukey α 0.05)

טבלה 4 : השפעת טיפולי מיקוריזה וחוצץ במנת מים של 75% על יבול כללי ויצוא

| מנת מים (%) | חוצץ | מיקוריזה | יבול כללי (ק"ג/מ"ר) | יבול יצוא (ק"ג/מ"ר) |
|-------------|------|----------|---------------------|---------------------|
| 75 | + | + | 7.4a | 4.4a |
| 75 | - | + | 7.4a | 4.7a |
| 75 | + | - | 7.0a | 3.8a |
| 75 | - | - | 7.0a | 4.1a |

(Tukey α 0.05)

ניסוי עציצים - בניסוי העציצים הראשון נמדדה השפעת המליחות על הגידול אך לא נמצאה השפעה להדבקה במיקוריזה ועלה חשש כי ההדבקה לא הצליחה ו/או שנוכחות הזרחן במי ההשקיה עיכבה את השפעתה (תוצאות לא מוצגות) לפיכך בניסוי העציצים השני הוסף טיפול זרחן נמוך. זאת בהתבסס על הידוע שבמחסורי זרחן ביטוי של המיקוריזה הינו חזק יותר. מכאן והלאה יוצגו רק תוצאות הניסויים השני והשלישי. במהלך שני הניסויים נקבעו מוליכות החשמלית והרכב כימי של מי הטפטפת. בטבלה 5 מרוכזים הערכים הממוצעים של ערכי המוליכות החשמלית, ריכוזי הכלוריד והנתרן במי ההשקיה. בפועל טיפולי המליחות הושגו ע"י עליה בריכוז של נתרן כלורי אך הצגת התוצאות תעשה כנגד ערכי המוליכות החשמלית במי ההשקיה. ריכוזי הזרחן הממוצעים במי ההשקיה היו כמותוכן 5 ו-20 ח"מ, בהתאמה לטיפולים המתוכננים.

טבלה 5. ערכים ממוצעים של מוליכות חשמלית וריכוזי נתרן וכלוריד במי הטפטפת בטיפולי המליחות עבור ניסויי העציצים.

| מי ההשקיה | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|
| טיפול מליחות מספר | חשמלית (דציסימנס למ') | נתרן (מילימולר) | כלוריד (מילימולר) |
| 1 | 1.3 | 2.5 | 4.2 |
| 2 | 2.5 | 10.0 | 13.5 |
| 3 | 3.6 | 16.0 | 22.6 |
| 4 | 4.5 | 25.2 | 31.4 |
| 5 | 5.7 | 35.5 | 41.1 |

תוצאות מדדים צמחיים שנאספו במהלך הגידול של ניסוי העציצים השני ובסופו וכן תוצאות ניתוח שונות תלת גורמי מוצגות בטבלה 6. מאחר ולא התקבלו יחסי גומלין בין כל הטיפולים העיקריים (מיקוריזהXמליחות, מיקוריזהXזרחן, מליחותXזרחן, מיקוריזהXמליחותXזרחן) ניתן לבחון את השפעת הגורמים העיקריים.

כל הפרמטרים הצמחיים שנמדדו הושפעו מהטיפולים באופן מובהק ברמת מובהקת גבוהה ביותר. יוצא דופן הינו משקל הפירות שנאספו במהלך הגידול ולפיכך מכאן והלאה לא נתייחס לפרמטר זה. הדבקה במיקוריזה גרמה לעליה בכל הפרמטרים שהושפעו כאשר ההשפעה התבטאה כבר בשלבי הגידול הראשונים כפי שנמדד בצמחים שנמדדו 3 שבועות משתילה. במועד זה משקל החומר היבש של הצמחים שהודבקו היה גבוהה ב-6% בהשוואה לצמחים שלא הודבקו במיקוריזה. השפעת המיקוריזה הלכה וגדלה ובתום הניסוי התבטאה בכל חלקי הצמח: משקל יבש של עלים (18%), גבעול (23%) ופירות (14%).

דישון בריכוז זרחן גבוה השפיע באופן מובהק ומשמעותי על התפתחות הצמחים. כבר לאחר 3 שבועות משתילה דישון בזרחן גבוה שיפר את משקל הצמחים ב-5%. בדומה להשפעת המיקוריזה ההשפעה התחזקה כאשר בתום הגידול ההשפעה גדלה משמעותית והתבטאה במשקל הכולל של הנוף וחלקיו (עלים 21%, וגבעול 18%) אך לא במשקל הפירות (טבלה 6).

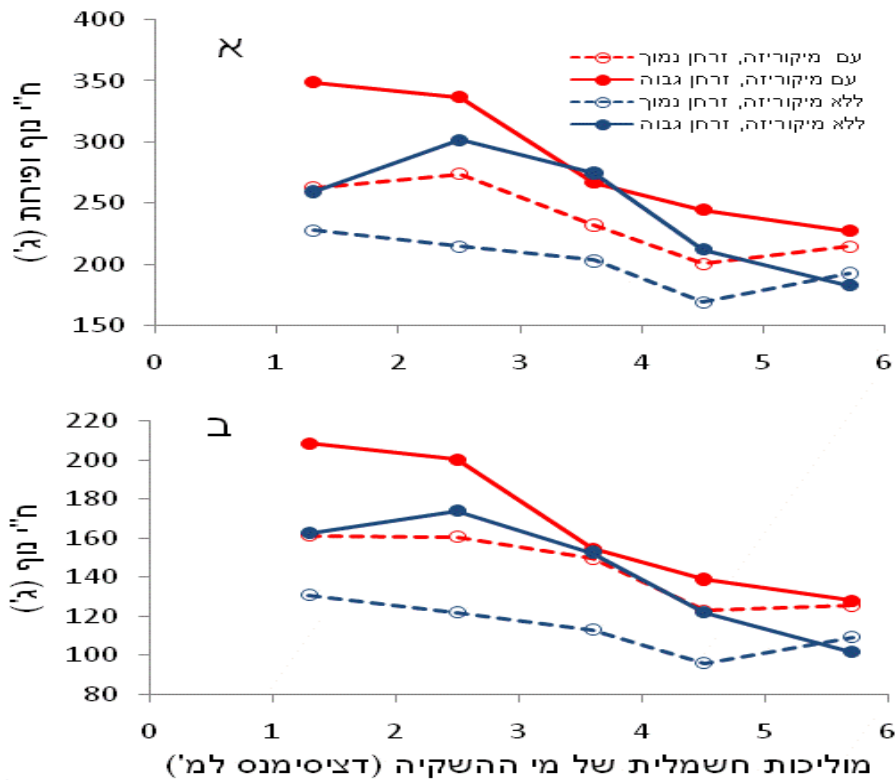
לעליה בריכוז הנתרן כלורי במי ההשקיה הייתה השפעה מובהקת על כל הפרמטרים שנמדדו בניסוי זה (טבלה 7). באופן כללי עם העלייה בריכוז הנתרן הכלורי יש פחיתה בגידול וביבול. מידת השינוי אינה קבועה כאשר בתחום הנמוך של מליחות ההשפעה מתונה לאחר מכן מתחזקת ולבסוף מתמתנת. בסה"כ הפחיתה בגידול וביבול ברמת המליחות הגבוהה ביותר בהשוואה לנמוכה ביותר הייתה בשיעור של 30-40% (טבלה 7). ביטוי לכך מוצג באיור 5 המתאר את הקשר בין משקל ח"י כולל ומשקל הנוף לבין במוליכות החשמלית של מי ההשקיה עם וללא הדבקה במיקוריזה ובשתי רמות הזרחן במי ההשקיה.

אנליזה של מינרלים בעלים דיאגנוסטיים נעשתה במועד אחד בתום הגידול. ריכוז החנקן בעלים היה בטווח של בין 4.2 ל-4.8% ושל האשלגן של בין 5.4 ל-6.2%. קליטה והצטברות של שני יסודות חשובים אלו לא הושפעה מהטיפולים (טבלה 7) אשר נמצאים ברמה מספקת כך שלא הם היוו גורם מגביל לגידול בטיפול ללא מיקוריזה וזרחן נמוך.

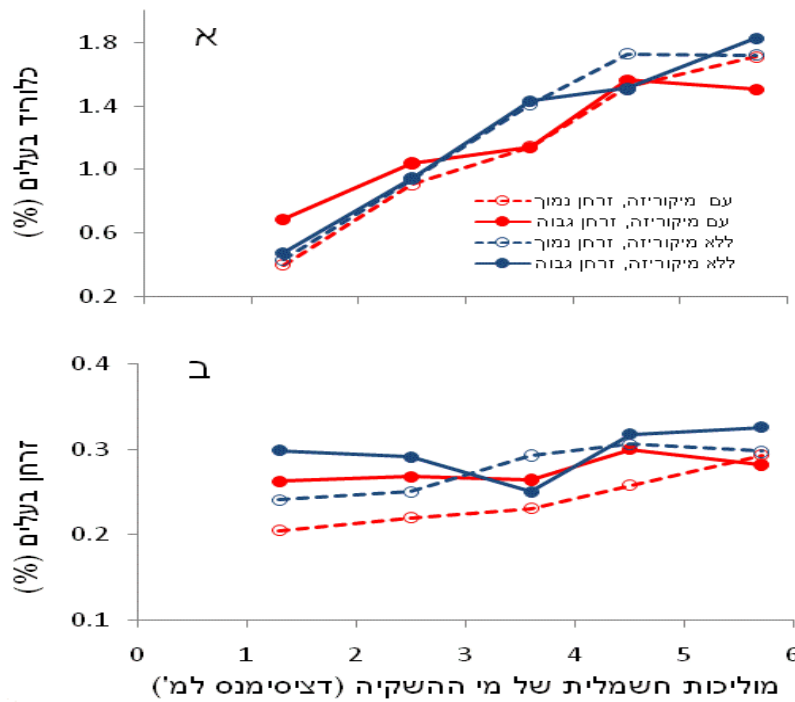
ריכוזי הזרחן בעלים דיאגנוסטיים היו בתחום של בין 0.21 ל-0.33%. ריכוז הממוצע של הזרחן בעלים ביישום זרחן של של 20 ח"מ במי ההשקיה היה גבוהה באופן מובהק בהשוואה ליישום בריכוז של 5 ח"מ, 0.29 ו-0.26%, בהתאמה. למרות ההבדל הגדול בריכוז הזרחן בתמיסת מי ההשקיה הפער בריכוז בעלים הינו קטן יחסית מה שמרמז על כך שבתנאי הגידול גם בטיפול בזרחן הנמוך הצמחים לא היו במחסור בזרחן כפי שהתבטא גם בהבדל הקטן יחסית בגידול (טבלה 7). ריכוז הזרחן בעלים של צמחים מודבקים ממיקוריזה היה נמוך באופן מובהק אך לא משמעותי בערכו בהשוואה לעלים מצמחים שלא הודבקו במיקוריזה (טבלה 7). תוצאה זאת התקבלה כנראה בגלל הגידול הנמרץ יותר של הצמחים שהודבקו במיקוריזה על רקע של רמה מספקת של זרחן. למליחות השפעה מובהקת על זרחן בעלים כאשר עם העליה במליחות עולה ריכוז הזרחן מערך של 0.25 ל-0.30%. מגמה זאת היא הפוכה לגידול ומחזקת את הטענה שהפחיתה בריכוז הזרחן בעלים היא תוצאה של גידול נמרץ כפי שהתקבל בצמחים המודבקים במיקוריזה. ריכוז הזרחן בעלים כתלות במליחות עם וללא הדבקה במיקוריזה בריכוזים השונים של זרחן במי ההשקיה מוצג באיור 6 בו ניתן לראות את המגמות הברורות של השפעת הטיפולים השונים.

ריכוז הסיידן בעלים היה בטווח של בין 2.1 ל-3.2% והמגניון היה בטווח של בין 0.48 ל-0.79%. הריכוזים של שני היסודות האחרונים הושפעו מטיפול הזרחן בלבד כאשר עם העלייה בריכוז הזרחן עלה ריכוזם בעלים של הסיידן והמגניון באופן מובהק בשיעור של 26 ו-16%, בהתאמה (טבלה 7). זרחן בריכוז גבוה בתמיסת הקרקע מגיב עם קטיונים דו ערכיים (סיידן בעיקר) ולפיכך קליטתם קטנה. בניסוי הנוכחי ריכוז הזרחן אינו גבוה מספיק ולפיכך תופעה זאת לא נצפתה. מאידך, נראה שהעובדה שהצימוח המוגבר בטיפול הזרחן הגבוה וצריכת המים המוגברת בעקבות כך גרמה לדיות מוגבר של מים ובעקבות זאת לקליטה והצטברות מוגברת של סיידן ומגניון בעלים. להדבקה במיקוריזה לא הייתה השפעה מובהקת על ריכוז הסיידן ומגניון בעלים אם כי המגמה הייתה דומה לטיפול הזרחן כלומר העליה בגידול ובמקביל עליה בריכוזם של שני הקטיונים הללו. לטיפול המליחות לא הייתה השפעה על הצטברות סיידן ומגניון בעלים. בד"כ עליה במליחות כתוצאה מעליה בנתרן כלורי מקטינה את הקליטה של קטיונים כגון אשלגן, סיידן ומגניון. ממצאים כאלו מתקבלים בעיקר כאשר היחס בריזוספרה בין ריכוזי הנתרן והקטיונים האחרים הוא גבוה. בניסוי הנוכחי מגמה זאת לא התבטאה כנראה בעיקר בגלל הריכוזים הגבוהים של הקטיונים הללו בתמיסת הקרקע ששמרו על יחס נתרן/קטיונים נמוך.

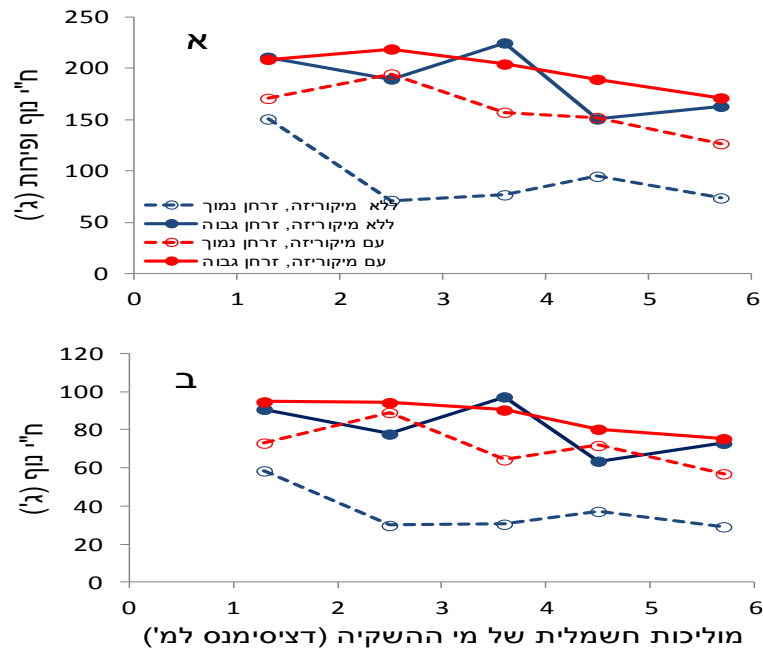
ריכוז הכלוריד בעלים עלה עם העלייה במליחות דבר שמצביע על יישום טוב של טיפולי המליחות. טיפול הזרחן לא השפיע על הצטברות כלוריד בעלים וטיפול המיקוריזה הפחית במעט במובנה את ריכוז של הכלוריד בעלים (טבלה 7). אך כאמור ההבדל אינו משמעותי ועקבי כפי שניתן לראות באיור 6א. ניסוי העציצים השלישי היה זהה במבנה ובטיפולים לזה של הניסוי השני ומהווה חזרה לניסוי זה על מנת לבסס את התוצאות. כמו כן, בניסוי העציצים השני היה חשש שהגידול לא היה מיטבי דבר שיכול היה להשפיע על תוצאות גידול הצמחים, בניסוי השלישי הגידול היה תקין. הפרמטרים הצמחיים מניסוי העציצים השלישי מוצגים בטבלה 8. המגמות של השפעות הטיפולים הראשיים דומות לאלו שהתקבלו בניסוי הקודם כאשר יישום מיקוריזה ועליה בריכוז הזרחן השפיעו באופן חיובי על כל הפרמטרים של הגידול והיבול ואילו עליה במליחות השפיעה באופן שלילי (טבלה 8). ניתוח שונות מצביע על יחסי גומלין בין כל זוג של טיפולים ראשיים ולפיכך יש צורך לבחון את ההשפעה המשולבת של הטיפולים. באיור 7 מוצגים תוצאות ח"י של נוף עם וללא פירות כתלות בטיפול המליחות. ככלל, המגמות שהתקבלו בניסוי העציצים השלישי דומות לאלו של השני. גידול של צמחים ללא מיקוריזה וזרחן נמוך היה עוכב בהשוואה לשאר הטיפולים באופן משמעותי. העלאת ריכוז הזרחן ויישום מיקוריזה שיפרו מאוד את גידול הצמחים ויבול הפירות בכל רמת מליחות שנבחנה. גידול הצמחים ברמה גבוה של זרחן בנוכחות ובהעדר מיקוריזה היה דומה בכל רמת מליחות. מכאן, שנוכחות מיקוריזה אינה משפרת את הגידול בתנאי מליחות כאשר הזרחן והמים מסופקים כראוי. חיזוק לטענה זאת ניתן הן מהעובדה ששיעור ההדבקה של שורשים במיקוריזה לא הושפע מטיפול המליחות (היו בתחום של בין 65 ל-70%) והן מכך שריכוז הכלוריד בעלים היה גבוה יותר בצמחים המודבקים במיקוריזה (טבלה 9 איור 8).



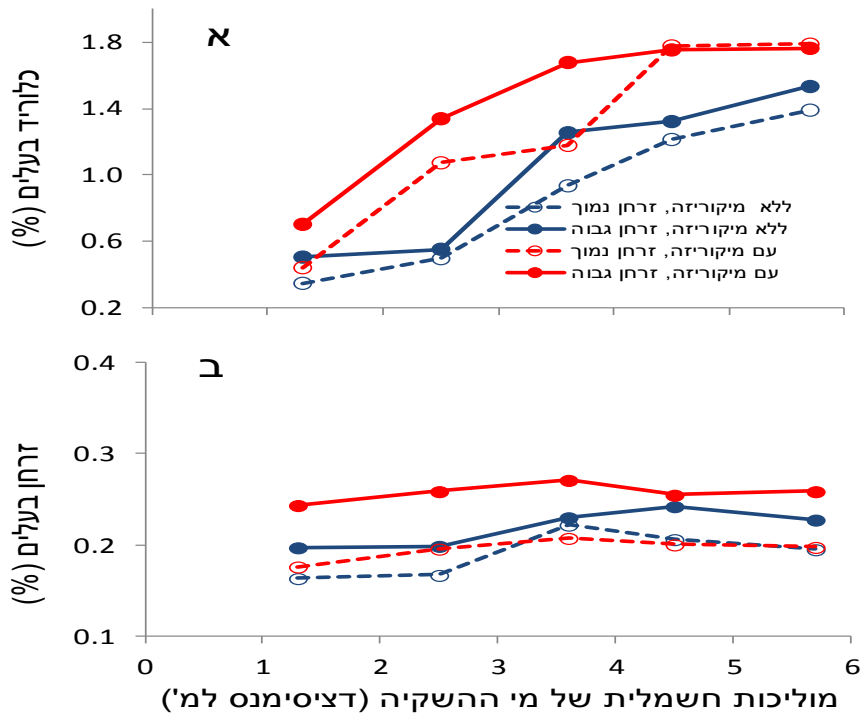
איור 5. ניסוי 2009 - משקל חיי של נוף ופירות מכל הניסוי (א) ונוף (ב) כתלות במליחות מי ההשקיה בנוכחות ובהעדר מיקוריזה ובריכוז זרחן נמוך וגבוה במי ההשקיה. ערכים מייצגים ממוצע מ-5 חזרות.



איור 6. ניסוי 2009. תכולת כלוריד (א) וזרחן (ב) בעלים בתום הניסוי כתלות במליחות מי ההשקיה בנוכחות ובהעדר מיקוריזה ובריכוז זרחן נמוך וגבוה במי ההשקיה. ערכים מייצגים ממוצע מ-5 חזרות.



איור 7. ניסוי 2010 - משקל חיי של נוף ופירות מכל הניסוי (א) ונוף (ב) כתלות במליחות מי ההשקיה בנוכחות ובהעדר מיקוריזה ובריכוז זרחן נמוך וגבוה במי ההשקיה. ערכים מייצגים ממוצע מ-5 חזרות.



איור 8. ניסוי 2010. תכולת כלוריד (א) וזרחן (ב) בעלים בתום הניסוי כתלות במליחות מי ההשקיה בנוכחות ובהעדר מיקוריזה ובריכוז זרחן נמוך וגבוה במי ההשקיה. ערכים מייצגים ממוצע מ-5 חזרות.

טבלה 6. פרמטרים שונים של גידול ויבול פלפל במהלך ובתום הגידול בטיפולים השונים וכממוצעים של הטיפולים העיקריים.

| גובה בסוף (ס"מ) | משקל יבש (גרם) | | | | | | | | טיפול | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|------------|--------|--------|---------|--------|------------------------------|---------------|----------|------|
| | דיגום שלושה שבועות | כולל סה"כ ייצור | מהלך הניסוי | סוף הניסוי | | | | | מליחות (דציסימנס למטר) | זרחן (ח"מ) | מיקוריזה | מספר |
| | | | פירות | סה"כ | נוף | פירות | גבעולים | עלים | | | | |
| 134 | 11.3 | 263 | 26.8 | 236 | 161.1 | 75.1 | 82.5 | 78.6 | 1.3 | 5 | + | 1 |
| 130 | 11.7 | 274 | 26.9 | 247 | 160.6 | 86.3 | 86.2 | 74.4 | 2.5 | 5 | + | 2 |
| 125 | 10.8 | 232 | 24.1 | 208 | 149.6 | 72.7 | 74.7 | 74.9 | 3.6 | 5 | + | 3 |
| 124 | 10.3 | 200 | 24.5 | 176 | 122.9 | 66.1 | 60.4 | 62.5 | 4.5 | 5 | + | 4 |
| 119 | 9.8 | 215 | 25.1 | 189 | 125.5 | 63.9 | 58.3 | 67.2 | 5.7 | 5 | + | 5 |
| 141 | 12.5 | 349 | 27.2 | 322 | 208.5 | 113.2 | 105.7 | 102.8 | 1.3 | 20 | + | 6 |
| 127 | 11.7 | 337 | 31.5 | 305 | 200.3 | 104.7 | 100.9 | 99.4 | 2.5 | 20 | + | 7 |
| 122 | 11.0 | 267 | 28.1 | 225 | 154.8 | 70.3 | 73.7 | 81.1 | 3.6 | 20 | + | 8 |
| 129 | 11.0 | 244 | 26.4 | 218 | 139.1 | 78.9 | 66.6 | 72.6 | 4.5 | 20 | + | 9 |
| 121 | 11.1 | 227 | 24.4 | 203 | 128.1 | 74.7 | 58.9 | 69.3 | 5.7 | 20 | + | 10 |
| 130 | 11.8 | 228 | 23.2 | 204 | 130.8 | 73.6 | 65.7 | 65.2 | 1.3 | 5 | - | 11 |
| 126 | 11.9 | 215 | 24.4 | 190 | 121.9 | 68.3 | 62.3 | 59.6 | 2.5 | 5 | - | 12 |
| 117 | 12.1 | 203 | 23.5 | 180 | 113.0 | 66.8 | 54.9 | 58.1 | 3.6 | 5 | - | 13 |
| 121 | 11.1 | 169 | 23.1 | 146 | 96.0 | 50.4 | 42.6 | 53.4 | 4.5 | 5 | - | 14 |
| 121 | 11.4 | 193 | 25.7 | 167 | 109.5 | 57.8 | 51.8 | 57.7 | 5.7 | 5 | - | 15 |
| 129 | 13.0 | 259 | 29.0 | 231 | 162.8 | 67.8 | 83.5 | 79.2 | 1.3 | 20 | - | 16 |
| 136 | 12.3 | 302 | 32.4 | 269 | 173.9 | 95.2 | 87.9 | 86.1 | 2.5 | 20 | - | 17 |
| 130 | 11.7 | 275 | 30.0 | 256 | 152.7 | 103.7 | 74.8 | 77.9 | 3.6 | 20 | - | 18 |
| 125 | 10.9 | 212 | 24.6 | 188 | 121.8 | 65.9 | 56.3 | 65.5 | 4.5 | 20 | - | 19 |
| 112 | 11.4 | 183 | 24.0 | 159 | 101.7 | 57.4 | 43.4 | 58.3 | 5.7 | 20 | - | 20 |
| מיקוריזה | | | | | | | | | | | | |
| 127 | 11.1 | 260.7 | 26.5 | 232.9 | 155.1 | 80.6 | 76.8 | 78.3 | | | + | |
| 124 | 11.8 | 223.9 | 26.0 | 199.1 | 128.4 | 70.7 | 62.3 | 66.1 | | | - | |
| זרחן (ח"מ) | | | | | | | | | | | | |
| 125 | 11.2 | 219.1 | 24.7 | 194.4 | 129.1 | 68.1 | 63.9 | 65.2 | | | 5 | |
| 127 | 11.7 | 265.5 | 27.8 | 237.5 | 154.4 | 83.2 | 75.2 | 79.2 | | | 20 | |
| מליחות (מילימולר) | | | | | | | | | | | | |
| 133 | 12.1 | 274.7 | 26.5 | 248.2 | 165.8 | 82.4 | 84.4 | 81.5 | | | 1.3 | |
| 130 | 11.9 | 281.6 | 28.8 | 252.8 | 164.2 | 88.6 | 84.3 | 79.9 | | | 2.5 | |
| 123 | 11.4 | 244.1 | 26.4 | 217.3 | 142.5 | 78.4 | 69.5 | 73.0 | | | 3.6 | |
| 125 | 10.8 | 206.6 | 24.7 | 182.0 | 119.9 | 65.3 | 56.5 | 63.5 | | | 4.5 | |
| 118 | 10.9 | 204.4 | 24.8 | 179.7 | 116.2 | 63.5 | 53.1 | 63.1 | | | 5.7 | |
| ניתוח תלת גורמי | | | | | | | | | | | | |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | לא | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | מודל | | | |
| לא | 0.001 | 0.001 | | 0.001 | 0.0001 | לא | 0.0001 | 0.0001 | מיקוריזה | | | |
| לא | 0.001 | 0.0001 | | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 | 0.001 | 0.0001 | זרחן | | | |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 | 0.0001 | 0.0001 | מליחות | | | |
| לא | לא | לא | | לא | לא | לא | לא | לא | יחסי גומלין | | | |

בתחתית הטבלה מוצגות תוצאות ניתוח שונות תלת גורמי. המספר מצוין את רמת המובהקות של הגורם. יחסי הגומלין מציינים את כל האפשרויות בין שלושת הגורמים העיקריים.

טבלה 7. ריכוז מינרלים בעלים דיאגנוסטיים בתום הגידול בטיפולים השונים וכמוצעים של הטיפולים העיקריים.

| ריכוז יסוד בעלים דיאגנוסטיים (%) | | | | | | | טיפול | | | |
|----------------------------------|--------|-------|--------|------|--------|------|------------------------|------------|----------|------|
| Cl | Na | Mg | Ca | K | P | N | מליחות (דציסימנס למ"י) | זרחן (ח"מ) | מיקוריזה | מספר |
| 0.400 | 0.017 | 0.45 | 2.12 | 5.72 | 0.205 | 4.35 | 1.3 | 5 | + | 1 |
| 0.906 | 0.018 | 0.53 | 2.17 | 6.09 | 0.219 | 4.18 | 2.5 | 5 | + | 2 |
| 1.143 | 0.018 | 0.48 | 2.19 | 5.59 | 0.230 | 4.43 | 3.6 | 5 | + | 3 |
| 1.519 | 0.021 | 0.53 | 2.14 | 5.75 | 0.257 | 4.34 | 4.5 | 5 | + | 4 |
| 1.707 | 0.021 | 0.60 | 2.32 | 5.86 | 0.293 | 4.57 | 5.7 | 5 | + | 5 |
| 0.686 | 0.019 | 0.66 | 2.96 | 5.94 | 0.263 | 4.25 | 1.3 | 20 | + | 6 |
| 1.038 | 0.022 | 0.65 | 2.76 | 5.92 | 0.268 | 4.27 | 2.5 | 20 | + | 7 |
| 1.139 | 0.020 | 0.64 | 2.78 | 5.55 | 0.264 | 4.40 | 3.6 | 20 | + | 8 |
| 1.560 | 0.028 | 0.61 | 3.17 | 5.78 | 0.300 | 4.72 | 4.5 | 20 | + | 9 |
| 1.502 | 0.029 | 0.62 | 2.64 | 5.37 | 0.282 | 4.17 | 5.7 | 20 | + | 10 |
| 0.435 | 0.022 | 0.62 | 2.59 | 5.81 | 0.241 | 4.29 | 1.3 | 5 | - | 11 |
| 0.941 | 0.021 | 0.54 | 2.36 | 5.73 | 0.250 | 4.46 | 2.5 | 5 | - | 12 |
| 1.409 | 0.018 | 0.60 | 2.38 | 5.94 | 0.293 | 4.50 | 3.6 | 5 | - | 13 |
| 1.724 | 0.025 | 0.62 | 2.40 | 6.19 | 0.306 | 4.76 | 4.5 | 5 | - | 14 |
| 1.717 | 0.031 | 0.63 | 2.61 | 5.56 | 0.297 | 4.61 | 5.7 | 5 | - | 15 |
| 0.476 | 0.018 | 0.58 | 2.97 | 5.88 | 0.299 | 4.72 | 1.3 | 20 | - | 16 |
| 0.945 | 0.021 | 0.61 | 2.98 | 5.73 | 0.291 | 4.52 | 2.5 | 20 | - | 17 |
| 1.431 | 0.020 | 0.67 | 3.01 | 5.57 | 0.250 | 4.26 | 3.6 | 20 | - | 18 |
| 1.509 | 0.023 | 0.67 | 2.90 | 5.58 | 0.318 | 4.43 | 4.5 | 20 | - | 19 |
| 1.824 | 0.061 | 0.79 | 3.14 | 5.43 | 0.326 | 4.24 | 5.7 | 20 | - | 20 |
| מיקוריזה | | | | | | | | | | |
| 1.160 | 0.021 | 0.58 | 2.52 | 5.76 | 0.258 | 4.37 | | | + | |
| 1.241 | 0.026 | 0.63 | 2.73 | 5.74 | 0.287 | 4.48 | | | - | |
| זרחן (ח"מ) | | | | | | | | | | |
| 1.190 | 0.021 | 0.56 | 2.33 | 5.82 | 0.259 | 4.45 | | | 5 | |
| 1.211 | 0.026 | 0.65 | 2.93 | 5.67 | 0.286 | 4.40 | | | 20 | |
| מליחות (מילימולר) | | | | | | | | | | |
| 0.499 | 0.019 | 0.58 | 2.66 | 5.84 | 0.252 | 4.40 | | | 1.3 | |
| 0.958 | 0.021 | 0.58 | 2.57 | 5.87 | 0.257 | 4.36 | | | 2.5 | |
| 1.281 | 0.019 | 0.60 | 2.59 | 5.66 | 0.260 | 4.40 | | | 3.6 | |
| 1.578 | 0.024 | 0.61 | 2.65 | 5.82 | 0.295 | 4.56 | | | 4.5 | |
| 1.688 | 0.035 | 0.66 | 2.68 | 5.55 | 0.299 | 4.40 | | | 5.7 | |
| ניתוח תלת גורמי | | | | | | | | | | |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.001 | 0.0001 | לא | 0.0001 | לא | מודל | | | |
| 0.001 | 0.001 | לא | לא | | 0.0001 | | מיקוריזה | | | |
| לא | 0.001 | 0.001 | 0.0001 | | 0.001 | | זרחן | | | |
| 0.0001 | 0.0001 | לא | לא | | 0.0001 | | מליחות | | | |
| לא | לא | לא | לא | | לא | | יחסי גומלין | | | |

בתחתית הטבלה מוצגות תוצאות ניתוח שונות תלת גורמי. המספר מצוין את רמת המובהקות של הגורם. יחסי הגומלין מציינים את כל האפשרויות בין שלושת הגורמים העיקריים.

טבלה 8. פרמטרים שונים של גידול ויבול לפלל במהלך ובתום הגידול בטיפולים השונים וכממוצעים של הטיפולים העיקריים.

| גובה בסוף | משקל יבש (גרם) | | | | | | טיפול | | | |
|-------------------|----------------|--------------|--------|--------|--------|---------|------------------------|------------|----------|------|
| | דיגום | סוף הניסוי | | | | | מליחות (דציסימנס למטר) | זרחן (ח"מ) | מיקוריזה | מספר |
| | | שלושה שבועות | סה"כ | נוף | פירות | גבעולים | | | | |
| 79 | 8.3 | 151 | 58.6 | 92.1 | 25.8 | 32.8 | 1.3 | 5 | - | 1 |
| 52 | 8.2 | 71 | 30.0 | 41.3 | 14.5 | 15.5 | 2.5 | 5 | - | 2 |
| 69 | 8.3 | 77 | 30.6 | 46.1 | 13.3 | 17.3 | 3.6 | 5 | - | 3 |
| 68 | 7.9 | 95 | 37.4 | 57.4 | 16.7 | 20.7 | 4.5 | 5 | - | 4 |
| 61 | 7.4 | 74 | 29.3 | 44.4 | 13.3 | 16.0 | 5.7 | 5 | - | 5 |
| 90 | 12.7 | 211 | 90.9 | 120.1 | 48.0 | 42.8 | 1.3 | 20 | - | 6 |
| 83 | 11.7 | 190 | 77.9 | 111.8 | 38.8 | 39.0 | 2.5 | 20 | - | 7 |
| 90 | 11.1 | 225 | 97.4 | 127.5 | 49.3 | 48.1 | 3.6 | 20 | - | 8 |
| 76 | 9.2 | 151 | 63.6 | 91.2 | 29.0 | 34.6 | 4.5 | 20 | - | 9 |
| 77 | 9.7 | 163 | 73.0 | 90.0 | 35.6 | 37.5 | 5.7 | 20 | - | 10 |
| 84 | 8.4 | 171 | 73.1 | 97.7 | 34.0 | 39.1 | 1.3 | 5 | + | 11 |
| 95 | 7.9 | 195 | 89.2 | 105.4 | 42.8 | 46.4 | 2.5 | 5 | + | 12 |
| 77 | 7.1 | 157 | 64.4 | 92.8 | 28.7 | 35.7 | 3.6 | 5 | + | 13 |
| 83 | 8.6 | 152 | 71.9 | 80.3 | 33.7 | 38.2 | 4.5 | 5 | + | 14 |
| 72 | 6.2 | 127 | 57.0 | 73.8 | 26.6 | 30.5 | 5.7 | 5 | + | 15 |
| 93 | 10.9 | 209 | 94.8 | 114.1 | 49.1 | 45.6 | 1.3 | 20 | + | 16 |
| 90 | 11.6 | 219 | 94.4 | 124.6 | 46.6 | 47.7 | 2.5 | 20 | + | 17 |
| 83 | 9.9 | 204 | 90.5 | 113.8 | 43.6 | 46.9 | 3.6 | 20 | + | 18 |
| 84 | 11.2 | 189 | 80.4 | 109.0 | 37.7 | 42.7 | 4.5 | 20 | + | 19 |
| 75 | 8.8 | 171 | 75.5 | 95.8 | 34.5 | 41.0 | 5.7 | 20 | + | 20 |
| מיקוריזה | | | | | | | | | | |
| 75 | 9.4 | 140.7 | 58.9 | 82.2 | 28.4 | 30.4 | | | - | |
| 84 | 9.0 | 179.4 | 79.1 | 100.7 | 37.7 | 41.4 | | | + | |
| זרחן (ח"מ) | | | | | | | | | | |
| 74 | 7.8 | 126.9 | 54.1 | 73.1 | 24.9 | 29.2 | | | 5 | |
| 84 | 10.7 | 193.2 | 83.8 | 109.8 | 41.2 | 42.6 | | | 20 | |
| מליחות (מילימולר) | | | | | | | | | | |
| 87 | 10.1 | 185.3 | 79.3 | 106.0 | 39.3 | 40.1 | | | 1.3 | |
| 80 | 9.8 | 168.6 | 72.9 | 95.8 | 35.7 | 37.2 | | | 2.5 | |
| 80 | 9.1 | 165.8 | 70.7 | 95.1 | 33.7 | 37.0 | | | 3.6 | |
| 78 | 9.2 | 146.8 | 63.3 | 84.5 | 29.3 | 34.0 | | | 4.5 | |
| 71 | 8.0 | 133.7 | 58.7 | 76.0 | 27.5 | 31.2 | | | 5.7 | |
| ניתוח תלת גורמי | | | | | | | | | | |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | מודל | | | |
| לא | 0.001 | 0.001 | 0.0001 | לא | 0.0001 | 0.0001 | מיקוריזה | | | |
| לא | 0.001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 | 0.001 | 0.0001 | זרחן | | | |
| 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 | 0.0001 | 0.0001 | מליחות | | | |
| לא | לא | לא | לא | לא | לא | לא | יחסי גומלין | | | |

תוצאות ניתוח שונות תלת גורמי מצביעות על השפעת גומלין מובהקת בין כל האפשרויות למעט שילוב של שלושת הגורמים.

טבלה 9. ריכוז מינרלים בעלים דיאגנוסטיים בתום הגידול בטיפולים השונים וכממוצעים של הטיפולים העיקריים.

| ריכוז יסוד בעלים דיאגנוסטיים (%) | | | | | טיפול | | | |
|----------------------------------|--------|------|--------|--------|-----------------------------|---------------|----------|------|
| Mg | Cl | K | P | N | מליחות (דציסימנס למ') | זרחן (ח"מ) | מיקוריזה | מספר |
| 0.00 | 0.345 | 7.15 | 0.164 | 3.73 | 1.3 | 5 | - | 1 |
| 0.00 | 0.494 | 7.04 | 0.167 | 3.88 | 2.5 | 5 | - | 2 |
| 0.00 | 0.934 | 6.98 | 0.222 | 4.24 | 3.6 | 5 | - | 3 |
| 0.00 | 1.213 | 6.96 | 0.206 | 4.09 | 4.5 | 5 | - | 4 |
| 0.00 | 1.390 | 6.55 | 0.195 | 4.15 | 5.7 | 5 | - | 5 |
| 0.00 | 0.503 | 7.04 | 0.197 | 3.52 | 1.3 | 20 | - | 6 |
| 0.00 | 0.551 | 6.78 | 0.199 | 3.96 | 2.5 | 20 | - | 7 |
| 0.00 | 1.254 | 6.44 | 0.230 | 3.43 | 3.6 | 20 | - | 8 |
| 0.00 | 1.321 | 6.77 | 0.242 | 3.80 | 4.5 | 20 | - | 9 |
| 0.00 | 1.533 | 6.46 | 0.228 | 3.69 | 5.7 | 20 | - | 10 |
| 0.00 | 0.439 | 6.94 | 0.176 | 3.84 | 1.3 | 5 | + | 11 |
| 0.00 | 1.072 | 6.70 | 0.196 | 3.82 | 2.5 | 5 | + | 12 |
| 0.00 | 1.178 | 6.61 | 0.208 | 4.14 | 3.6 | 5 | + | 13 |
| 0.00 | 1.778 | 6.77 | 0.201 | 4.09 | 4.5 | 5 | + | 14 |
| 0.00 | 1.788 | 6.70 | 0.198 | 3.79 | 5.7 | 5 | + | 15 |
| 0.00 | 0.701 | 6.83 | 0.244 | 3.46 | 1.3 | 20 | + | 16 |
| 0.00 | 1.338 | 7.00 | 0.259 | 3.30 | 2.5 | 20 | + | 17 |
| 0.00 | 1.678 | 6.51 | 0.271 | 3.57 | 3.6 | 20 | + | 18 |
| 0.00 | 1.754 | 6.68 | 0.255 | 3.83 | 4.5 | 20 | + | 19 |
| 0.00 | 1.763 | 6.80 | 0.259 | 4.24 | 5.7 | 20 | + | 20 |
| מיקוריזה | | | | | | | | |
| 0.00 | 0.954 | 6.82 | 0.205 | 3.85 | | | - | |
| 0.00 | 1.349 | 6.75 | 0.227 | 3.81 | | | + | |
| זרחן (ח"מ) | | | | | | | | |
| 0.00 | 1.063 | 6.84 | 0.193 | 3.98 | | | 5 | |
| 0.00 | 1.240 | 6.73 | 0.238 | 3.68 | | | 20 | |
| מליחות (מילימולר) | | | | | | | | |
| 0.00 | 0.497 | 6.99 | 0.195 | 3.64 | | | 1.3 | |
| 0.00 | 0.864 | 6.88 | 0.205 | 3.74 | | | 2.5 | |
| 0.00 | 1.261 | 6.64 | 0.233 | 3.85 | | | 3.6 | |
| 0.00 | 1.516 | 6.79 | 0.226 | 3.95 | | | 4.5 | |
| 0.00 | 1.619 | 6.63 | 0.220 | 3.97 | | | 5.7 | |
| ניתוח תלת גורמי | | | | | | | | |
| 0.001 | 0.0001 | לא | 0.0001 | 0.008 | מודל | | | |
| לא | 0.0001 | | 0.0003 | לא | מיקוריזה | | | |
| 0.001 | 0.0040 | | 0.0001 | 0.0001 | זרחן | | | |
| לא | 0.0001 | | 0.0090 | 0.015 | מליחות | | | |
| לא | לא | | לא | לא | יחסי גומלין | | | |

בתחתית הטבלה מוצגות תוצאות ניתוח שונות תלת גורמי. המספר מצוין את רמת המובהקות של הגורם. יחסי הגומלין מציינים את כל האפשרויות בין שלושת הגורמים העיקריים.

סיכום

בשנה א' נערך ניסויי שדה לבחינת רמות השקיה ורמות זרחן. הניסוי בוצע בקרקע המקומית בצמחים מודבקים במיקוריזה וללא הדבקה. ניסוי זה נערך על קרקע אשר לא טופלה בעבר או במהלך הניסוי ביישום קומפוסט. טיפולי הדישון השפיעו באופן מובהק ומשמעותי על היבול – היבול בדישון המלא גבוה מאשר בדישון דל זרחן, בטיפולי הזרחן הנמוך ההשפעה היחידה המובהקת היא של המיקוריזה – הוספה של מיקוריזה העלתה את היבול, לא היתה השפעה למנת ההשקיה. בטיפול דל הזרחן הגורם המגביל היה מנת הזרחן. בטיפול הזרחן הגבוה יש השפעה למנת ההשקיה (100% טובה יותר מהשתיים האחרות שאינן נבדלות זו מזו) יש השפעה למיקוריזה, תוספת מיקוריזה העלתה את היבול. בשנה ב' נערך ניסויי שדה בו נבחנה רמת מים על רקע שימוש בקומפוסט. שיטת החוץ יושמה הובא כך שבאזור השתילה הקרקע דלה ואמורה לאפשר למיקוריזה להתבסס ללא האפקט הסופרסיבי של הקרקע המטופלת בקומפוסט. בפועל, לא קיבלנו את האפקט הרצוי. בשלב זה כל נושא היישום בשטחים המסחריים לא יצא לפועל כי רוב שטחי החקלאים מטופלים בכמויות גדולות יחסית של קומפוסט מדי שנה, באופן אשר לא יאפשר לקבל את הפעילות המיטיבה של המיקוריזה כממתן של עקות אביוטיות כגון מלח ויובש. עקות אלו הם מנת חלקו של הפלפל באזור הערבה. פעילות מחודשת תתכן כאשר יתבררו פעילויות החומרים הסופרסיביים בקומפוסט והשפעתם על המיקוריזה יתכן ובעקבות הידע הנ"ל ניתן יהיה לחזור ולבדוק את יישום המיקוריזה בפלפל בערבה. צמחי פלפל מודבקים במיקוריזה גדלו טוב יותר בכל רמת מליחות נתונה. השפעת המיקוריזה היתה מהירה מאוד והתבטאה מספר שבועות משתילה והתחזקה עם הזמן. ההשפעה החיובית של המיקוריזה לא היתה כתוצאה מקליטה מוגברת של יסודות ההזנה חנקן, אשלגן, סידן ומגנזיום וכנראה גם לא של זרחן. כמו גם צמצום ההשפעה השלילית של קליטת נתרן ו/או כלוריד. הצמחים הושקו בעודף ולא נחשפו למחסורי מים לכן לא סביר להניח שהתרומה של המיקוריזה היא בשיפור זמינות של מים במהלך הגידול. העובדה שהתגובה החיובית של צמחים מודבקים נמצאה בשלב מוקדם של הגידול יכולה להצביע על תרומה של גורם חשוב בהתפתחות בשלבים הראשונים של התבססות השתילים. גורם אחד יכול להיות פיתוח מערכת שורשים גדולה ופעילה יותר בצמחים המודבקים במיקוריזה זאת כתוצאה מזמינות זרחן או מים טובה יותר. זמינות זאת לא התבטאה תמיד בבדיקות העלים מאחר וההשפעה היתה בעיקר בשורשים לא על רקע של מחסורי זרחן משמעותיים. יתכן גם שתרומת המיקוריזה היא כתוצאה מעידוד צמיחה של גורם אחר כגון הורמונאלי. הממצאים מניסויי העציצים מצביעים על כך שנוכחות מיקוריזה אינה משפרת את הגידול בתנאי מליחות כאשר הזרחן והמים מסופקים כראוי.

הבעת תודה

תודה לחגי יסעור ממרכז המחקר גילת על העזרה בביצוע הניסויים, תודה למשתלות חישתיל על שיתוף הפעולה הפורה ביישום המיקוריזה בשתילי הפלפל.

קרמר ש', צביאלי י' (2011) המלצות השקיה ודישון לפלפל בערבה לעונת 2011/12

<http://www.arava.co.il/cgi->

[webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=546999_arava&act=show&dbid=files&dataid=998](http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=546999_arava&act=show&dbid=files&dataid=998)

Amer J, (1984). Soc. Hort. Sci. 109: 210-213.

Allen Bach Edith and Cunningham GL (1983). New Phytol. 93: 227-236.

Auge RM, Schekel KA and Wample RL (1986a). Plant Physiol. 82: 765-770.

Auge RM, Schekel KA and Wample RL (1986b). New Phytol. 103: 107-116.

Auge RM (2001). Mycorrhiza 11:3-42.

Azco'n R, El-Atrash F (1997). Biol Fert Soils 24: 81-6.

Ben Khaled L, Gomez AM, Ouarraqi EM, Oihabi A (2003). Agronomie 23: 571-80.

Boyer JS (1976). – In: water deficits and plant growth (TT Kozowski, ed). Academic Press, New York, NY. Pp 153-190.

Cho K, Heather Toler, Jaehoon Lee, Bonnie Ownley, Jean C. Stutz, Jennifer L. Moore, Robert M. Auge (2006). Journal of Plant Physiol. 163:517-528

Davies FT, Potter JR and Linderman RG. (1993). Physiol. Plantarum 87: 45-53.

Feng G, Zhang FS, Li XL, Tian CY, Tang C, Rengel Z (2002). Mycorrhiza 12: 185-90.

Fitter AH (1988). J. Exp. Bot. 202: 595-603.

Jindal V, Atwal A, Sekhon BS, Rattan S, Singh R (1993). Biochem 31: 475-81.

Haride K (1985). New Phytol. 101: 677-684.

Nelson CE (1987). In: Ecophysiology of VA Mycorrhizal plants (GR Safir. Ed) CRC Press. Boca Raton, FL pp 71-91.

Ruiz-Lozano JM, Azco'n R, Gomez M (1996). Physiol. Plant. 98: 767-72.

Safir GR, Boyer JS and Gerdemann JW (1972). Plant Physiol. 49: 700-703.

Impact of Endo Mycorrhiza (*Glomus intraradices*) on water balance and salt stress tolerance in pepper cultivation

Shabtai Cohen, Rivka Offenbach, Yoram Zvieli, Israel Tsabari, Rami Golan - Central and Northern Arava R&D

Uri Yermiyahu, Alon Ben-Gal, , Ina Finegold, Ahmed Oshala - Environmental Physics and Irrigation, Gilat Research Center, Agricultural Research Organization (ARO)

Yoram Kapulnik - Institute of Plant Science, The Volcani Center, Agricultural Research Organization

Shoshana Soriano - Institute of Soil Sciences, The Volcani Center, Agricultural Research Organization

Writer address: sab@inter.net.il

Keywords: Capsicum, salinity