

השפעת טיפולי מיקוריזה על התפתחות שורשים, צימוח וגטטיבי וכמות ואיכות הפרחים במגוון רחב של פרחי קטיף.

חוקרים שותפים:

קולטאי חננית- המחלקה לפרחים, מנהל המחקר החקלאי.
יורם קפולניק- המחלקה לגד"ש ומשאבי שדה, מנהל המחקר החקלאי.
מיכה רביב - המחלקה לפרחים, מנהל המחקר החקלאי.
עירית דורי – מו"פ דרום.
איתן שלמה, גדעון לוריא - שה"מ, מינהל המחקר החקלאי.

תקציר:

הפטריה המיקוריטית (מיקוריזה) מהווה גורם משמעותי בשיפור התפתחות צמחים רבים. ההצעה הנוכחית מתבססת על הצלחת השימוש במיקוריזה בגידולים חקלאיים, בעיקר בירקות. עד עתה לא הוכנסה המיקוריזה לשימוש בענף הפרחים. לאור זאת, אנו מבצעים סריקה רחבת היקף לשיפור/עידוד גדילת צמחי נוי על ידי טיפולי מיקוריזה. מספר זנים עשבוניים חד שנתיים ורב שנתיים וגיאופיטים נבחנו לגבי יכולתם ליצור סימביוזה עם פטריית המיקוריזה. במהלך המחקר אנו מאתרים את מיני צמחי הנוי היכולים לעבור אינטראקציה עם הפטרייה, ונבחנת היקלטותם וההשפעה על גידולם בתנאי הניסוי. בתום עונת הקטיף של הגל הראשון ניתן להבחין במספר מיני צמחי נוי אשר נוכחות המיקוריזה מועילה לגידולם ולמדדי פריחתם. בשנים הבאות של המחקר נבצע ניסויי שטח בהם ייבדק יישום המיקוריזה, על צמחי נוי שאותרו קודם לכן כמגיבים, בתנאי גידול הדומים (מבחינת הרכב קרקע ופוטוגנים) לאלו שאצל המגדלים, תוך בניה של פרוטוקול גידול בנוכחות מיקוריזה לכל צמח. פרוטוקולים אלו ייושמו במשקי מודל. בסוף המחקר יהיו בידינו תוצאות יישום התוכנית במשקי מודל, ונוכל לבחון את פוטנציאל הכנסת טכנולוגיה זו לענף הפרחים. המחקר יפתח את הפתח ליישום טכנולוגיה חדשה, בה יהיה שימוש במיקוריזה בגידול צמחי הנוי. דבר זה יכול להביא לשיפור מערכת היצור בענף הפרחים, ולשיפור בקליטת גידולים חדשים עקב השינויים בדרישות השוק.

מבוא ותיאור הבעיה:

לראשית הצימוח בגידולי צמחי נוי רבים השפעה רבה על יבול ואיכות הפרח הנקטף. בשלבים אלו- דישון כימי מוגבר אינו מועיל ואף עלול להזיק. בשנים אחרונות הוכח שהסימביוזה האנדו-מיקוריטית מהווה גורם משמעותי לשיפור התפתחות צמחים רבים, וכן נמצא כי בגידולים חקלאיים רבים יש צורך בהוספת המיקוריזה לשם עידוד גדילת הצמח.

חוסר במיקוריזה בגידולים חקלאיים עלול להיגרם עקב חיטוי קרקע ומצעים מנותקים בטרם זריעה או שתילה. טיפולים אלה מקטינים את אוכלוסיות הפטריות הטפיליות, אך בו-זמנית קוטלים את הפטריות המיקוריטיות דבר הגורם לעיכובים בתקופת ראשית הגידול. בהעדר מיקוריזה בשורש אובחן פיגור בהתפתחותם של גידולים רבים, גם אם זכו בהשקיה ובדישון אופטימליים. בנוסף, לאחר הפסקת השימוש במתיל ברומיד לחיטוי קרקע נצפית הצטברות מחוללי מחלות קרקע, שצפויה להחמיר עם השנים.

על כן, חשיבותה העיקרית של המיקוריזה בחקלאות הינה: 1. הגברת כושר הקליטה של מינרלים מהקרקע בשלבי גידול מוקדמים. 2. מענה לתופעת עיכובי **ראשית הגידול**. 3. הגברת עמידות הצמח בפני פתוגנים משניים בקרקע. 4. שיפור יעילות ניצול המים בקרקע.

עד עתה לא הוכנסה המיקוריזה לשימוש בענף הפרחים. לאור זאת, אנו מציעים סריקה רחבת היקף לשיפור/עידוד גדילת צמחי נוי על ידי ביסוס מיקוריזה בשורשי הצמחים, תוך בחינת השפעתה על שלבי הצימוח הראשונים, החשובים להצלחת היבול וכן השפעתה על גידול וגטטיבי ופריחה, במטרה לשלב את יישום המיקוריזה כטכנולוגית גידול חדשה בענף צמחי הנוי והתבלין.

הסימביוזה מקויימת על ידי קבוצה של פטריות קרקע המאלחת בטבע 80% ממיני הצמחים העילאיים. בסימביוזה זו משתתפים 80-90 מיני פטריה הנמנים עם משפחת *Endogonaceae* שאותרו ביותר מאלף

סוגי צמחים מ-200 משפחות. ניתן למצוא את פטריות המיקוריזה במגוון קרקעות ואיזורים אקלימיים. יחידות התפוצה של הפטריה בקרקע כוללות נבגים, תפטיר ושורשים מודבקים של צמחים. לאחר נביטת הנבג, נחשון הנביטה המתפתח ממנו גדל לקור החודר אל השורש, ומתפתח איבר דמוי שיח הקרוי ארבוסקולס (arbuscules) (נסקר לאחרונה ב-Harrison et al., 2005). ניסויים שנעשו בתנאי שדה ובתנאים מבוקרים הראו שהדבקה בפטרייה מיקוריטית משפרת את התפתחות הצמחים ומעודדת את גידולם. תרומתה העיקרית של הפטרייה להתפתחות מתבטאת בקליטת יסודות חיוניים לצמח. יסודות שונים נקלטים ע"י התפטיר החיצוני שבקרקע ומשם מועברים לתפטיר שבתוך השורש וממנו, דרך הארבוסקולס, לרקמת הפונדקאי (Mosse, 1973).

הקורים המצויים מחוץ לשורש מהווים מערכת קליטה יעילה, המגדילה את נפח הקרקע המנוצל. לקורים שטח פנים גדול ליחידת משקל, וכך הם מגדילים בהרבה את נפח הקרקע המנוצל ע"י הצמח (Cooper, 1986). בנוסף, נמצא כי לצמחים מיקוריטיים יתרון בקרקעות דלות בזרחן. בדיקות של נוכחות זרחן בקרקע הצביעו על כך שצמחים מיקוריטיים ניצלו יותר זרחן מהקרקע מאשר צמחים שאינם מיקוריטיים (Hayman and Mosse, 1972). בנוסף לזרחן, נקלטים גם יסודות אחרים כגון: Fe^{++} , Cu^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} , Na^+ , B^{+++} , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} ע"י תפטיר הפטרייה (Mosse, 1973; Gerdemann, 1975; Tinker, 1983). עוד נמצא כי צמחים מיקוריטיים עמידים יותר לתנאי יובש, וגם לאחר חשיפה חוזרת ליובש נמצא גידולם טוב יותר מזה של צמחים לא מיקוריטיים (Hardie and Leyton, 1981).

השפעת המיקוריזה בחקלאות הוכחה בעבר במיני גידולים שונים. בארה"ב פורסמו פיתוחים של ה-USDA משנת 2003 שמצהירים כי ניתן להשיא את יבולי הפלפל בכ-30% בעקבות אילוח השתילים בפטריית המיקוריזה (www.nps.ars.usda.gov/menn/htm?newsid). בארץ הוכח כי השפעת המיקוריזה אינה מסתכמת באספקת מינרלים ובתוכם זרחן לצמח. בגידול הפלפל נמצא כי לנוכחות המיקוריזה תרומה משמעותית בקביעת רמת יבול הצמחים. בנוסף, הקדמת גל ניבה נצפתה בחלקות המטופלות במיקוריזה. בצמחי עירית תוספת של מידבק פטריית המיקוריזה בחלקות מסחריות הביא להכנסה של 300 ש"ח ליחידת השקעה של 40 ש"ח (כולל עלות המידבק וישומו, יורם קפולניק, תוצאות לא מפורסמות). תפקיד נוסף וחשוב של פטריית המיקוריזה הוא יכולתה לעכב התפתחות מחלות שורש וקרקע בצמחים הנגרמות ע"י פטריות מסוגים שונים וע"י נמטודות. בארץ הוכח חלקה של המיקוריזה בהורדת נזקים הנגרמים לעירית על ידי הפטריה *Pyrenochaeta terrestris* הגורמת למחלת ה-Pink root בשומיים (Gamliel et al., 2004), ובעולם דווח על הקטנת נגיעות פוזריום וורטיציליום על ידי נוכחות מיקוריזה (Hwang et al., 1992).

במחקר המוצע נבחנה השפעתה של המיקוריזה על גידולים שונים. תרומתה עשויה להיות גדולה בייחוד בשלבי היקלטות ראשוניים של הצמח- בייחורים, שתילים, פקעות ובצלים. מחד- בשלבים אלו לא ניתן לדשן היטב את הצמחים עקב רגישות השורשים הצעירים הנוצרים. מאידך- ראשית הצמיחה, בגידולים רבים, משפיעה רבות על יבול ואיכות הצמח. תוספת מיקוריזה בשלבי צמיחה אלו ואחרים יכולה להביא לשיפור ניכר בכושר גדילת הצמחים ולהעלאת כמות ואיכות צמחי העציץ, הפרח או הצמח הנקטף.

מטרות המחקר:

ההצעה הנוכחית מתבססת על הצלחה של השימוש במיקוריזה בגידולים חקלאיים, בעיקר בירקות. עד עתה לא הוכנסה המיקוריזה לשימוש בענף הפרחים. לאור זאת, אנו מציעים סריקה רחבת היקף לשיפור/עידוד גדילת צמחי נוי על ידי ביסוס מיקוריזה בשורשי הצמחים. מכיוון ששלבי הצימוח הראשוניים

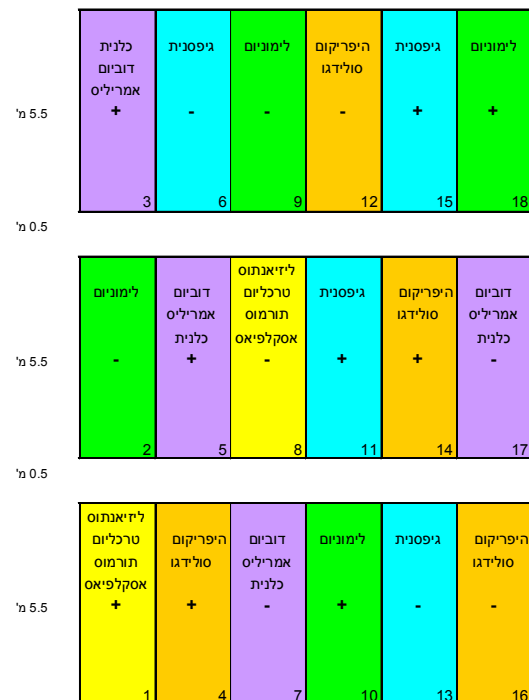
חשובים להצלחת היבול, הדגש יושם בהצעה הנוכחית על עידוד צימוח בשלבי גידול ראשוניים, במהלך הגידול האינטנסיבי, הכוללים שלבי קליטת שתילים ובצלים/פקעות. באם תוכח, במחקר המוצע, תרומתה הנכרת של פטריית המיקוריזה לצמיחה, ניתן יהיה ליישמה כטכנולוגית גידול חדשה בענף צמחי הנוי והתבלין.

מטרות ספציפיות:

1. סקירת מגוון צמחי נוי לאיתור אותם אלו היוצרים סימביוזה עם המיקוריזה
2. בדיקת תרומת המיקוריזה לקליטת והתפתחות הצמח:
 - א. שיפור קליטת שתילים/בצלים ועידוד גדילה וגטטיבית
 - ב. עידוד פריחה
 - ג. הפחתת מחלות שורש
3. יישום ראשוני של שימוש במיקוריזה בתנאי גידול בשדה (אצל המגדלים): בהיקף מצומצם יותר ולאחר מכן בהיקף חצי מסחרי

עיקרי הניסויים

בשנה הראשונה של המחקר ערכנו סקירת מגוון צמחי נוי לאיתור אותם אלו היוצרים סימביוזה עם המיקוריזה, תוך כדי בדיקה של תרומת המיקוריזה לקליטת והתפתחות הצמח. המדדים שנבחנו עוסקים בשיפור קליטת שתילים/בצלים ועידוד גדילה וגטטיבית, ובמדדי הפריחה. הניסויים נערכו במו"פ דרום, תחנת הבשור. בתמונה 1 מפת אתר הניסוי, נערכו תצפיות, במידת האפשר בשתי חזרות. בתמונה 1 מפת השתילה בחממה במו"פ דרום.



תמונה 1: מפת השתילה במו"פ דרום. השתילה נערכה במצעים מנותקים בערוגות, במצע של טוף.

נסרקו 11 זנים שונים של צמחי נוי. הצמחים שנשתלו או נורעו באתר הניסוי היו מכמה סוגים: צמחי בצל (היפריקום, דוביום, אמריליס), שתילים (כגון: סולידאגו, ליזיאנתוס), וזרעים (תורמוס). בטבלה 1 פירוט השתילים ועומדי השתילה בכל אחד מהזנים הנבחרים.

91.6

מארז	חלקה	מין	זן	מיקוריזה	עומד שתילה	גודל בצל/פקעת	גודל חלקה מ'	כמות חומר ריבוי	מקור חומר ריבוי
1		ליזיאנתוס	אקו לבן	+	80		1.3	100	חישתיל
1		טרכליום	סגול	+	60 (סינגל)		1.7	100	חישתיל
1		תורמוס צהוב		+	100		1	100	נטע
1		אסקליפס טוברוזה		+	80		1.30	100	נטע
8		ליזיאנתוס	אקו לבן	-	80		1.3	100	חישתיל
8		טרכליום	סגול	-	60 (סינגל)		1.7	100	חישתיל
8		תורמוס צהוב		-	100		1	100	נטע
8		אסקליפס טוברוזה		-	80		1.3	100	נטע
4+14		סולידגו	טרה	+	20		2.5	100	לב טוב
4+14		היפריקום	פינק פלייר	+	20		2.5	100	פוגה
12+16		סולידגו	טרה	-	20		2.5	100	לב טוב
12+16		היפריקום	פינק פלייר	-	20		2.5	100	פוגה
10+18		לימוניום 2X	דארק בלו	+	10		5	100	מיצפור
2+9		לימוניום 2X	דארק בלו	-	10		5	100	מיצפור
11+15		גיפסנית 2X	מיליון סטאר	+	10		5	100	דנציגר
6+13		גיפסנית 2X	מיליון סטאר	-	10		5	100	דנציגר
3+5		כלנית	מירון אדום	+	20	4-5	2.5	200	יודפת
3+5		דוביום	A-200	+	80	4-5	0.65	200	במזר
3+5		אמריליס	RED LION	+	12	28-30	2.1	100	סעד
7+17		כלנית	מירון אדום	-	20	4-5	2.5	200	יודפת
7+17		דוביום	A-200	-	80	4-5	0.65	200	במזר
7+17		אמריליס	RED LION	-	12	28-30	2.1	100	סעד

טבלה 1: פירוט לגבי הזנים שיושמו, עומד השתילה עבור כל זן יישום המיקוריזה וסוג ומקור חומר הריבוי.

המיקוריזה יושמה בקרקע בשני אופנים. אופן אחד: תוך ערבוב של שכבת הטוף העליונה ב-20% נפח של 'תכשיר מיקוריזה'. 'תכשיר המיקוריזה' הכיל שורשי סורגום מודבקים במיקוריזה המעורבים בורמיקוליט. יישום זה ניתן לצמחים בעלי עומד שתילה גבוה (תמונה 2). לצמחים בעלי עומד שתילה נמוך יותר, כגון לימוניום וסולידאגו, יושמה המיקוריזה כתכשיר בתוך גומת השתילה.

טיפול הדישון יושמו החל מהשבוע השלישי לשתילה וכללו דשן 7:1:7 (N:P:K).

השתילה נערכה בספטמבר, לכל הצמחים נערכה הארכה של אורך היום, בעזרת תאורת נורות ליבון. בתמונה 2 דוגמאות למראה החממה בעת פריחה, לפני לקיחת מדדי הפריחה עבור הצמחים השונים.



תמונה 2: דוגמאות למראה החממה בעת פריחה, לפני לקיחת מדדי הפריחה עבור הצמחים השונים.

עבור כל מין נלקחו מספר מדדי פריחה, הכוללים מספר פרחים, משקלם, אורך תפרחת ואורך גבעול, באופן רלוונטי עבור כל מין צמח.

להלן (טבלה 2) סיכום תוצאות מדדי הגידול והפריחה עבור כל זני הצמחים הנבדקים (עם- עם מיקוריזה, ללא- ללא מיקוריזה).

תורמוס:

מיקוריזה	מס חלקה	אורך	אורך תפרחת	מספר פרקים	משקל	סה"כ
עם	1 ממוצע	77	7.1	15	37	60
ללא	8 ממוצע	68	6.8	14	25	41

אמריגליס:

מיקוריזה	מס חלקה	אורך	מספר פקעים	משקל	יבול לחלקה
עם	3 ממוצע	41	2.3	81	37
עם	5 ממוצע	39	2.5	85	36
ללא	7 ממוצע	42	2.3	90	34
ללא	17 ממוצע	44	2.4	97	35

כלנית:

מיקוריזה	מס חלקה	אורך	משקל	קוטר גבעול	יבול לחלקה
עם	3 ממוצע	41.2	13.6	6.8	108
עם	5 ממוצע	40.4	12.9	6.0	62
ללא	7 ממוצע	37.4	12.2	5.7	80
ללא	17 ממוצע	40.6	13.4	6.0	124

דוביום:

אורך תפרחת	משקל	סה"כ פרחים	ממוצע	סטיית תקן
9.0	32.2	26	28	2.82843
9.2	33.6	30		
8.8	31.9	20	20.5	0.70711
8.6	31.1	21		

ליזיאנתוס:

מספר פרחים לחלקה	משקל	קוטר גבעול	מספר פרחים	מס פרקים	אורך	מס חלקה	
89	66.7	5.2	6.1	6.0	79.4	1 ממוצע	עם
93	58.7	5.0	6.6	5.6	75.5	8 ממוצע	בלי

לימוניום:

מיקוריזה	מס חלקה	אורך	משקל	ענף צדדי	ענף מרכזי
ללא	2 ממוצע	91.3	67.0	72.8	31.4
ללא	9 ממוצע	85.7	61.3	78.7	36.8
עם	10 ממוצע	80.9	64.0	69.1	22.3
עם	18 ממוצע	84.8	55.1	67.3	22.8

סולידאגו:

סה"כ פרחים		מספר פרקים		אורך תפרחת		מס חלקה	
מתחת 15 ג'	טובים	משקל	פרקים	אורך	אורך	12 ממוצע	מיקוריזה
28	204	38.4	26.1	38.1	90.5	12 ממוצע	ללא
11	151	32.4	26.1	35.1	87.7	16 ממוצע	ללא
18	152	31.6	27.0	35.5	92.6	4 ממוצע	עם
14	162	33.4	27.2	34.4	88.8	14 ממוצע	עם

אסקלפיאס:

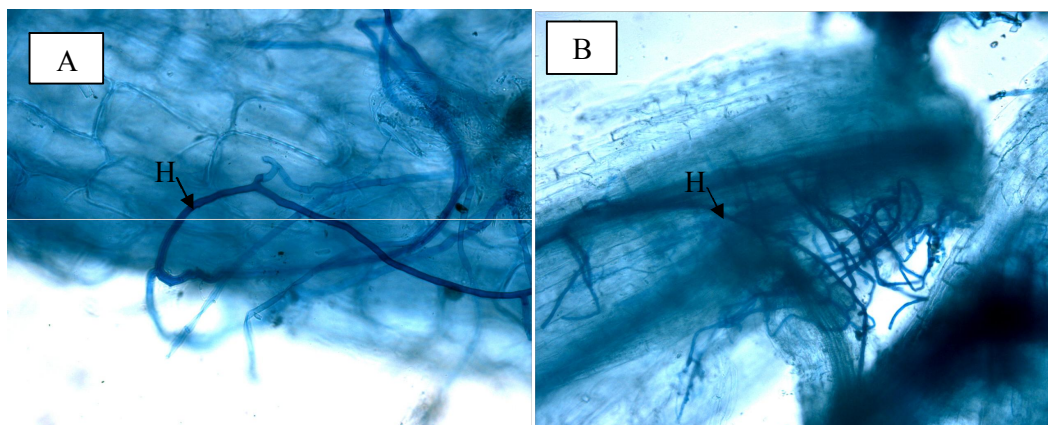
סה"כ פרחים	משקל	מספר פרקים	אורך	מס חלקה	מיקוריזה
183	35.9	39.4	84.5	1 ממוצע	עם
137	40.2	41.3	84.6	8 ממוצע	ללא

גיפסנית:

משקל	מספר	מתחת 20 ג'	עם מיקוריזה	ללא מיקוריזה	מתחת 20 ג'
ללא מיקוריזה	עם מיקוריזה	2090.55	2202.35	146.5	152.5
2090.55	2202.35	מתחת 20 ג'	עם מיקוריזה	ללא מיקוריזה	מתחת 20 ג'
991.95	1062.55	20-30 ג'	40.5	41	20-30 ג'
1607.5	1130.65	מעל 30 ג'	45.5	31.5	מעל 30 ג'
4690	4395.55	סה"כ	232.5	225	סה"כ

טבלה 2: תוצאות מדדי פריחה וגידול עבור כל גידול אשר נבחן לתגובה למיקוריזה

עבור היפריקום וטרכליום, עדיין לא ניתן היה לקחת מדדים. בנוסף, ערכנו בדיקות עבור נוכחות מיקוריזה בשורשי הצמחים השונים. בתמונה 3 דוגמה לשורשים מודבקים במיקוריזה (שורשי טרכליום).



תמונה 3: צילומי צביעת מיקוריזה בשורשי צמחים שנבדקו בניסוי. (A) - שורשי אמריליס, (B) שורשי טרכליום. H - קורי הפטרייה.

בטבלה 3 תוצאות בדיקת נוכחות המיקוריזה בשורשי הצמחים השונים.

					דגימות מיקוריזה ממו"פ דרום 27.11.07		
רמת הדבקה	צמח	אילוח			רמת הדבקה	אילוח	צמח
אין	היפריקום	ללא			חלשה	+	היפריקום
אין	כלנית	ללא			חלשה	+	כלנית
אין	טרכליום	ללא			חלשה	+	טרכליום
אין	לימוניום	ללא			בינונית	+	לימוניום
אין	גבסנית	ללא			בינונית	+	גבסנית
אין	ליזיאנטוס	ללא			גבוה מאוד	+	ליזיאנטוס
גבוה	אמריליס	ללא			גבוה	+	אמריליס
אין	דוביום	ללא			גבוה	+	דוביום

טבלה 3: תוצאות רמת ההדבקה במיקוריזה, בשורשי הצמחים, עבור צמחי הנוי שנבחנו

בתצפית.

מסקנות והשלכות:

1. בעבודה הנוכחית נמצא כי יישום תבדדי המיקוריזה בתערובת, במצע גידול מנותק, מעלה את איכות היבול, לעומת צמחי הביקורת שלא הודבקו במיקוריזה, במספר מיני צמחי נוי, ובעיקר תורמוס, דוביום, ליזיאנטוס ואסקלפיאס. זאת, ברמות זרחן היכולות לשמש גם בדישון מסחרי.
 2. בתורמוס חלה עליה משמעותית במספר הפרחים, בדוביום חלה עליה במספר הפרחים ובמשקלם, בליזיאנטוס חלה עליה במשקל הגבעול ובאורכו (יחד עם זאת חלה ירידה במספר הפרחים), באסקלפיאס חלה עליה במספר הפרחים.
 3. בשאר מיני הצמחים לא חלה עליה משמעותית במדדי הצימוח והגידול, לחלקם עדיין לא התקבלו נתונים.
 4. אנו מחכים כעת לתוצאות הקטיף בגל השני, בכדי לקבל תמונה מלאה יותר לגבי השפעת המיקוריזה על צמחי הנוי הנבחים.
 5. נוכחות המיקוריזה אותרה בשורשי חלק מן הצמחים, בהמשך יש למצוא דרך לייעל את תהליך ההדבקה והאכלוס, אפשרות שתבדק היא איכלוס בשלב המשתלה ובטרם העתקה לחממה.
- השלכות העבודה:** התצפית שנערכה השנה הראתה כי שימוש בטכנולוגיית המיקוריזה מביאה לעליה במדדי יבול וצימוח של חלק מצמחי הנוי הנבדקים. מכך- יתכן והיא בעלת פוטנציאל לשיפור איכות וכמות היבול. בנוסף, יישום המיקוריזה יכול להביא לחיסכון ביישום הדשן הזרחני, עובדה המוזילה עלויות הגידול מחד, ומקטינה את הנזק הסביבתי הנגרם לקרקע, מאידך. העבודה פותחת צוהר גם לצורך בדחיקת חומרי הדברה כימיים (בארץ ובעולם) שמכתיבים חיפוש אחר אלטרנטיבות יעילות - לטכנולוגיית המיקוריזה פוטנציאל לענות על דרישות אלו באזורי גידול רבים באופן יעיל וזול.

רשימת ספרות מצוטטת

- Cooper, K.M. 1986. Physiology of VA mycorrhizal associations. In VA mycorrhiza (Powell CL and Bagyaraj DJ, Eds.) CRS Press, Inc., Boca Raton, FL pp. 155-86.
- Escudero V. and Mendoza R. 2005. Seasonal variation of arbuscular mycorrhizal fungi in temperate grasslands along a wide hydrologic gradient *Mycorrhiza* 15: 291-299
- Gamliel, A; Gadkar, V; Zilberg, V; Beniches, M; Rabinowich, E; Manor, H; Winger, S; Kapulnik, Y. 2004. Effect of solarization intensity on the control of pink root of chives, and the response of the crop to AM fungal application. *SYMBIOSIS*. 37(1-3):233-247.
- Gerdemann, J.W. 1975. Vesicular-arbuscular mycorrhiza. The development and function of roots. (J.G. Torrey and Clarkson, Eds.). Academic Press, New York, NY. pp. 575-591.
- Hardie, K. and Leyton, L. 1981. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and water relations of red clover. I. In phosphate deficient soil. *New Phytol* 89: 599-608.
- Harrison MJ. 2005. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annu Rev Microbiol*. 59: 19-42.
- Hayman, D.S. and Mosse, B. 1972. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. *New Phytol*. 71: 41-47.
- Hwang SF., Chang K.F. and Chakravarty, P. 1992. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the development of Verticillium and Fusarium wilts of alfalfa. *Plant Disease* 7: 239-243
- Lugo MA, Cabello MN (2002) Native arbuscular mycorrhizal (AMF) from mountain grassland (Córdoba, Argentina) I. Seasonal variation of fungal spore diversity. *Mycologia* 94:579–586
- Mosse, B. 1973. Advances in the study of the vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Ann. Rev. Phytopathol*. 11: 171-196.
- Shoaf W.T. and Lium W.B. 1976. Improved Extraction of Chlorophyll a and b from Algae Using Dimethyl Sulfoxide. *Limnology and Oceanography*, 21: 926-928.
- Tinker, P.B. 1983. Mycorrhizal fungi and ion uptake. Metals and micronutrients. Uptake and utilization by plants. Edited by Robb DA and Pierpoint WS. Academic Press, London pp 21-32.
- פריימן ז., ויניגר ס., בן-דור ב., קפולניק י. וקולטאי ח. (2006) השפעת המיקוריזה על שיפור הגדילה בצמחי תבלין ובפטוניה. עולם הפרח, אפריל 2006, עמודים 48-51.