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 נבחנים 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 ופתוגנים) 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 חיטויי 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^{++}, Mg^{++}, Ca^{++}, K^{+}, B^{+++}, Na^{+}, 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 ₪ ליחידת השקעה של 40 ₪ (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 ראשונים 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 הראשונים

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 הניכרת של פטריית המיקוריזה לצמיחה, ניתן יהיה ליישמה כטכנולוגית גידול חדשה בענף צמחי הנוי והתבלין.

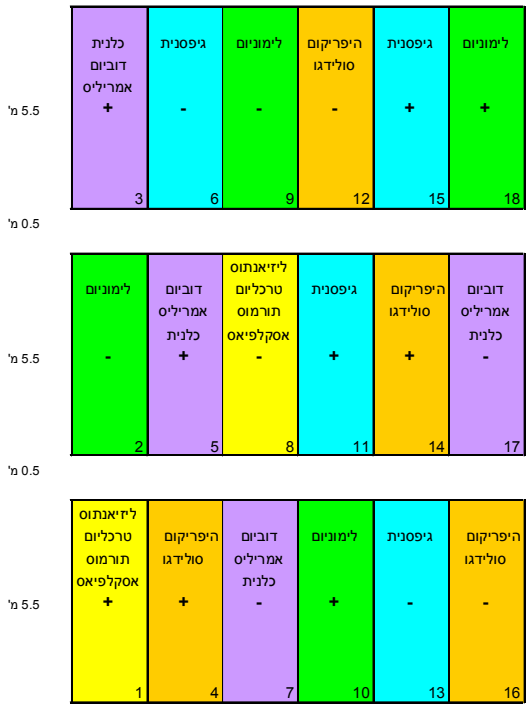
<u>מטרות ספציפיות:</u>

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

<u>עיקרי הניסויים</u>

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 נזרעו 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.

מארז	חלקה	מין	זן	מיקוריזה	עומד שתילה	גודל בצל/פקעת	גודל חלקה מ'	כמות חומר ריבוי	מקור חומר ריבוי
								91.6	
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		אסקלפיאס 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		אסקלפיאס 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		לימוניום2X	דארק בלו	+	10		5	100	מיצפור
2+9		לימוניום2X	דארק בלו	-	10		5	100	מיצפור
11+15		גיפסניתX2	מיליון סטאר	+	10		5	100	דנציגר
6+13		גיפסניתX2	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	בנצור
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	בנצור
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 ב20% 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.

טיפולי 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**

אמריליס:

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	**ממוצע 3**	**41.2**	**13.6**	**6.8**	**108**
עם	**ממוצע 5**	**40.4**	**12.9**	**6.0**	**62**
ללא	**ממוצע 7**	**37.4**	**12.2**	**5.7**	**80**
ללא	**ממוצע 17**	**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:

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

לימוניום:

		ענף מרכזי		ענף צדדי	
מיקוריזה	מס חלקה	אורך	משקל	אורך	משקל
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:

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

אסקלפיאס:

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

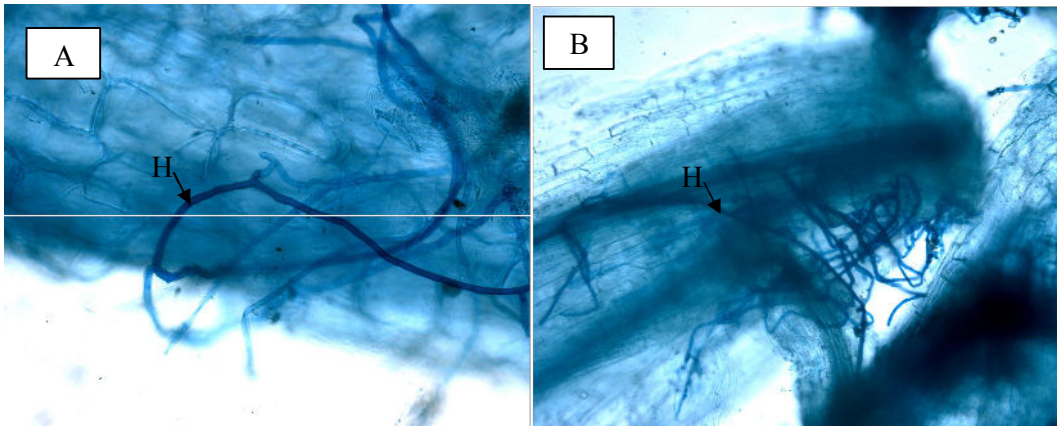
גיפסנית:

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

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		
צמח	אילוח	רמת הדבקה	צמח	אילוח	רמת הדבקה		
היפריקום	+	חלשה	היפריקום	ללא	אין		
כלנית	+	חלשה	כלנית	ללא	אין		
טרכליום	+	חלשה	טרכליום	ללא	אין		
לימוניום	+	בינונית	לימוניום	ללא	אין		
גבסנית	+	בינונית	גבסנית	ללא	אין		
ליזיאנטוס	+	גבוה מאוד	ליזיאנטוס	ללא	אין		
אמריליס	+	גבוה	אמריליס	ללא	גבוה		
דוביום	+	גבוה	דוביום	ללא	אין		

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

<u>מסקנות והשלכות:</u>

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, ליזיאנתוס ואסקלפיאס. זאת, ברמות זרחן היכולות לשמש גם בדישון מסחרי.
2. בתורמוס חלה עליה משמעותית במספר הפרחים, בדוביום חלה עליה במספר הפרחים ובמשקלם, בליזיאנתוס 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 הנבחנים.
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 בטכנולוגית 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 - לטכנולוגית 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; Wininger, 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 fanction 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 relayions 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 51-48.