

תרומת פטריית המיקוריזה לצימוח וליבול פרח הקטיף לזיאנתוס

ניב פינג¹, דורון מאיר¹, נטלי רזניק¹, סמדר וינגגר¹, דר' איתן שלמה², עירית דורי³, ליאנה גנות³;
דר' חננית קולטאי¹

¹המכון למדעי הצמח, מכון וולקני; ² איתן שלמה בע"מ; ³ מו"פ דרום
המחקר מומן מקרן המדען הראשי של משרד החקלאות

תקציר

ענף גידול צמחי הנוי הינו אחד מענפי החקלאות הרווחיים ביותר בישראל, ותוצרתו מיוצאת בעיקרה לאירופה. לזיאנתוס כפרח קטיף לייצוא מגודל בארץ באזורי גידול צחיחים וצחיחים למחצה, ונמנה בין הגידולים פרחי הקטיף העיקריים המיוצאים לאירופה. לפיכך, עלייה ביבול יכולה להוות שיפור כלכלי משמעותי למגדלים הישראליים. פטריית המיקוריזה הינה פטריית קרקע המתבססת בשורשי צמחים ומקיימת סימביוזה, אשר הוכחה כתורמת לגידול צמחים רבים. גידול הליזיאנתוס שימש במחקרינו כמודל לבחינת השפעתה של המיקוריזה על מדדי היבול ואיכות גבעולי הפריחה. יישום מדבק פטריית המיקוריזה הביא לשיפור צימוח הליזיאנתוס, ולעליה ניכרת במדדי היבול והאיכות, הכוללים אורך הגבעול ומספר הפרחים למ"ר. כמו כן, צמחים שהיו מודבקים בפטריית המיקוריזה שרדו טוב יותר בקרקע נגועה פטריות פתוגניות מאלו שלא היו מודבקים; העלייה המשמעותית במספר הפרחים למ"ר בעקבות ההדבקה במיקוריזה נצפתה בעיקר בגל הקטיף השני. תרומת המיקוריזה לעליה במדדי היבול ניכרה גם לאחר שתילה מאוחרת וכן בתנאי גידול תת-מיטביים בהם הופחתה השקיה או ניתן דישון דל זרחן. בתנאים אלו השימוש בפטריית המיקוריזה הביא לעלייה במדדי היבול, עד לרמה המתקבלת בתנאי גידול מיטביים. יחד עם זאת, תרומתה של המיקוריזה התקיימה גם בתנאי גידול מסחריים. מפאת יכולתה של המיקוריזה לאכלס מינים רבים של צמחים, סביר להניח כי תוכל לתרום לשיפור מדדי הצימוח והיבול והאיכות של גידולי פרחי-נוי נוספים.

מבוא

ענף גידול צמחי הנוי הינו אחד מענפי החקלאות הרווחיים ביותר בישראל, ותוצרתו מיוצאת בעיקרה לאירופה. לפיכך, הגדלת היבול בענף זה הינה בעלת ערך כלכלי רב. הליזיאנתוס (*Eustoma grandiflorum*) הינו פרח נוי שמקורו מאמריקה הצפונית (Halevy and Kofranek, 1984). הליזיאנתוס גדל לאיטו כשושנת עלים לאורך חודשי החורף; משושנת זו מתארך גבעול הפריחה בחודשי האביב ופורחת בחודשי הקיץ (Roh et al., 1989). טיפוח רב שנים של הליזיאנתוס כפרח קטיף הביא ליצירת מגוון זנים (Harbaugh, 2007). צמח הליזיאנתוס רגיש לטמפרטורה ועוצמת אור (Harbaugh, 1995, 2000; Harbaugh and Scott, 1999), ונחשב לצמח יום-ארוך פקולטטיבי (Zaccai and Edri, 2002). בארץ מגדלים את הליזיאנתוס ליצוא חורפי באזורי גידול צחיחים וצחיחים למחצה, בתנאי חממה. הליזיאנתוס נמנה בין הגידולים

העיקריים המיוצאים לאירופה בענף גידול פרחי הקטיפה בישראל. לפיכך, הגדלת יכולו יהווה שיפור כלכלי משמעותי למגדלים הישראלים.

פטריית המיקוריזה (AMF ; Arbuscular Mycorrhiza Fungi), נמנית על פטריות קרקע אובליגטורית מסדרת ה-Glomales המתבססות בשורשי צמחים ומקיימות סימביוזה עם למעלה מ-80% מהצמחים העילאיים; סימביוזה זו הוכחה כתורמת לגידול צמחים רבים. הוספה של מדבק פטריית המיקוריזה לצמחים ממינים שונים הביאה להספקה מוגברת של יסודות חיוניים מהקרקע ובעיקר זרחן לצמח ותרמה בין היתר להקניית עמידות מוגברת לעקות סביבתיות כגון מליחות ויובש ועמידות לפתוגנים אשר התבטאה בשיפור מדדי הצימוח והיבול (Porcel *et al.*, 2007; Bolandnazar *et al.*, 2003; Azcón-Aguilar and Barea, 1997; 2003; Linderman, 2003; Meir *et al.*, 2010; Pinior *et al.*, 2005; 2005). שיפור במדדי יבול מספר תנאים על-מנת להבטיח אכלוס מוצלח של הפטרייה בשורש. יש להבטיח כי המדבק יכיל מספר יחידות הדבקה מינימאלי הדרוש לאכלוס השורש. כמו-כן, ככל שהאילוח מתבצע בשלב מוקדם בהתפתחות הצמח כך גדל הסיכוי לאכלוס השורשים על ידי פטריית המיקוריזה (Barea *et al.*, 1993; Koltai 2010).

תרומתה של הסימביוזה ניכרת בצמחים אשר סובלים מעיכוב גדילה; עיכוב זה יכול להיווצר מפעילות אגרו-טכנית טרם השתילה הכוללת שימוש בפונגצידים, המפחיתים את אוכלוסיית המיקרואורגניזמים, ובכללם זו של פטריות המיקוריזה. המיקוריזה מעודדת צימוח גם תחת תנאי גידול תת-מיטביים הכוללים הפחתת השקיה, איכות מים ירודה ותנאי סביבה בעלי טמפרטורות גבוהות, אידיוי גבוה ו/או מליחות קרקע גבוהה (Barea *et al.*, 1993). תנאי סביבה אלו מאפיינים את איזור הנגב הצפוני בישראל; באזור זה מתקיים מרבית גידול ענף פרחי הקטיפה, ובכללם ליזיאנתוס. על כן- קיימת האפשרות שיישום מיקוריזה בתחום גידול פרחי הקטיפה תביא לעידוד צימוח פרחי הקטיפה ואף לשיפור מדדי היבול.

לשם בחינת השפעתה של המיקוריזה על מדדי היבול ואיכות הפרחים, שימש גידול הליזיאנתוס כמודל חקלאי. בניסויים אשר נערכו במו"פ דרום בשנים 2008-2009, בהן נבחנו מספר שיטות ליישום הפטרייה בליזיאנתוס, הוכח כי יישום מדבק המיקוריזה הביא לשיפור צימוח הליזיאנתוס, ולעליה ניכרת במדדי היבול שלו. תרומתה של המיקוריזה ניכרה גם בתנאי גידול תת-מיטביים וגם בתנאי גידול מסחריים.

שיטות וחומרים

חומר צמחי ופטרייתי

שתילי ליזיאנתוס (*Eustoma grandiflorum*) אקו לבן (Echo White) גודלו במשתלת "חישתיל" בסוסיא, ישראל, למשך 70 יום טרם העברתם לשתילה במו"פ דרום. במשתלה זו קיים אקלים קר יחסית אשר דימה טיפול קיוט ההכרחי לשלב האנדוקציה לפריחה. מדבק פטריית המיקוריזה (whole inoculum) הכיל תערובת של נבגים מזן *Glomus intraradices*, שורשים

מאוכלסים בפטרייה ווירמיקוליט כנשא. המרכיבים נטחנו יחדיו למקטע אחד של 2 מ"מ (Wininger *et al.*, 2003).

יישום מיקוריזה

מספר שיטות יישום שונות של מדבק המכיל פטריית מיקוריזה נבחנו על צמחי ליזיאנתוס. שיטות היישום השונות כללו: יישום בקרקע באמצעות הוספת מדבק בנפח 10 מ"ל לבור השתילה, טרם השתילה (מסומן כ-G – Ground); יישום במשתלה, הוספת מדבק בריכוז 10% נפחי במצע השתילה בשלב ההנבטה (מסומן כ-N – Nursery); יישום המשלב בין שתי השיטות: יישום בבור השתילה ויישום במשתלה (מסומן כ-B – Both); יישום באמצעות אילוח שורשים על ידי טבילתם במדבק לאחר 70 יום מנביטה (מסומן כ-D – Dipping) וקבוצת ביקורת אשר לא יושמה כלל במדבק (מסומן כ-C – Control).

תנאי גידול

הניסויים נערכו במו"פ דרום, בשנים 2008-2009, בקרקע חולית בעלת ערך מוליכות חשמלית (EC) של 2.73 בעומק 0-20 ס"מ ו-1.72 בעומק 20-40 ס"מ. ריכוז הזרחן הצרוף בקרקע נקבע כ-42.5-52.5 ppm (על פי שיטת Olsen-sodium bicarbonate). הצמחים גדלו תחת תנאים מבוקרים בחממה. לכל טיפול 4 חזרות אשר סודרו בבלוקים אקראיים. בכל בלוק נשתלו 100 צמחים אשר נבחנו ונמדדו. השתילה נעשתה בשני מועדים שונים: שתילה מוקדמת ב-28 באוגוסט, ושתילה מאוחרת ב-20 בספטמבר.

בעונת גידול 2008 ניתן טיפול בדישון דל זרחן (N:P:K) 7:1:7, הדשן ניתן במינון של 1 ליטר למ"ק מים. בעונת גידול 2009 נערך נעשה שימוש בדשן 7:3:7 שניתן במינון של 1 ליטר לקוב מים ביחס N:P:K. הדשן הוסף לכל החלקות במשך כל הגידול מלבד טיפול בדישון דל זרחן (7:1:7). בשתי עונות הגידול מנת ההשקיה שניתנה הייתה 2 מ"ק מים לדונם (עד אמצע אפריל) ו-3 מ"ק לדונם עד סוף הניסוי, מלבד הטיפול בהשקיה מופחתת (בעונה 2009) בו ניתן 1.5 מ"ק מים לדונם (עד אמצע אפריל) ו-2 מ"ק לדונם עד סוף הניסוי.

מדדי יבול

מספר מדדי יבול ואיכות נבחנו על-מנת לקבוע את תרומת מדבק המיקוריזה. מדדים אלה כללו גובה צמח, מספר פרחים לגבעול פריחה, קוטר משקל גבעול הפריחה, ויבול - מספר גבעולים למ"ר. כמו כן נספרו הצמחים השורדים בתום הקטיף של כל גל בנפרד.

צביעות שורשים לנוכחות מיקוריזה

אכלוס הפטרייה בשורש נבחן בכל טיפול באמצעות חיתוך דוגמאות שורשים אשר נשטפו ונצבעו בטרופן-בלו (Trypan-Blue; Philip and Hayman 1970): השורשים הוכנסו למבחנות עם תמיסת KOH 10% עד לכיסויים. המבחנות חוממו במשך 3 שעות במים בטמפ' 80°C, לאחר מכן תמיסת ה-KOH 10% הורחקה והמבחנות הושרו בתמיסת HCL 1% למשך 10 דקות. לאחר

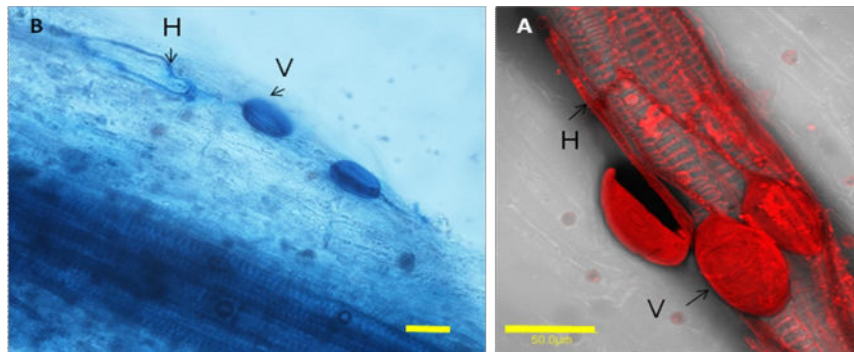
הרחקת תמיסת HCl הוספה תמיסת הצבע (Lactic Acid 20%, Glycerol 40%, DH₂O)
 והשורשים הוחזרו לחימום במים בטמפי 80°C למשך 10 דקות.
 לאחר הרחקת הצבע והוספת מים מזוקקים נצפתה נוכחות הפטרייה תוך הסתכלות במיקרוסקופ
 אור Leica DMLB וצולמה במצלמת Leica (Leica DC200 camera, Heidelberg, Germany)
 צבע נוסף אשר שימש בעבודה זו הוא צבע פלורוסנטי Acid Fuschin (Lactic Acid 33%,
 Glycerol 33%, DH₂O 32.9%, Acid fuschin 0.1%). שלבי הצביעה הם כמתואר ב- (Floss et al., 2008),
 למעט השלב האחרון בו הושרו השורשים עם הצבע בטמפי החדר למשך 24 שעות
 ולאחר מכן הורחק הצבע והוספו מים מזוקקים. נוכחות הפטרייה נצפתה תוך הסתכלות
 במיקרוסקופ קונפוקלי (Olympus Ix81 inverted microscope).

תוצאות דיון

יישום מדבק המיקוריזה הביא לשיפור צימוח הליזיאנתוס, ולעליה ניכרת במדדי היבול,
 דהיינו מספר פרחים למ"ר והאיכות של הפרחים. צמחים אשר גדלו בנוכחות פטריית המיקוריזה
 היו בעלי צימוח וגטטיבי נמרץ יותר (תמונה 1). נוכחות המיקוריזה נצפתה בשורשי הליזיאנתוס, 3
 חודשים לאחר השתילה (תמונה 2).



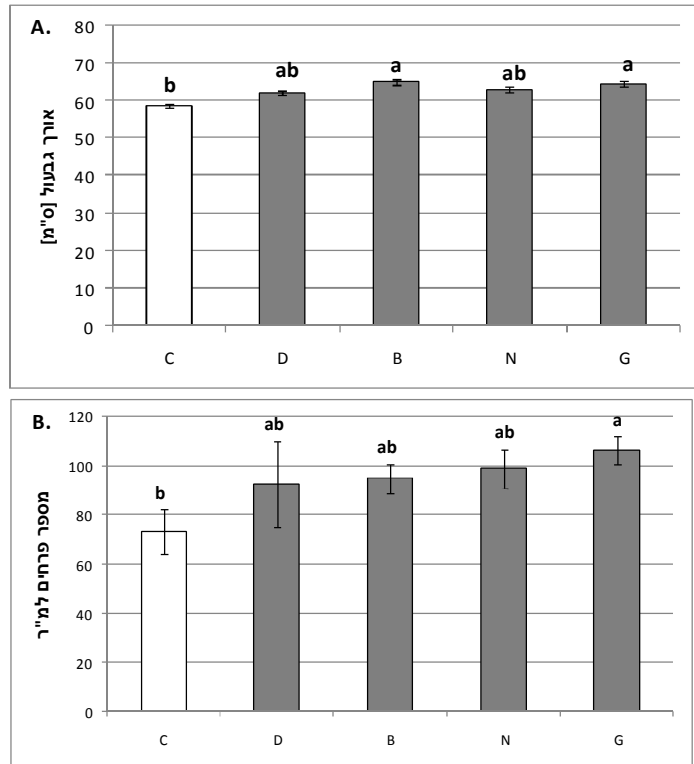
תמונה 1: דוגמה להשפעה יישום מדבק המכיל פטריית מיקוריזה (AMF) על הצימוח הוגטטיבי של צמח הליזיאנתוס (*Eustoma grandiflorum*), כ-3 חודשים לאחר השתילה.



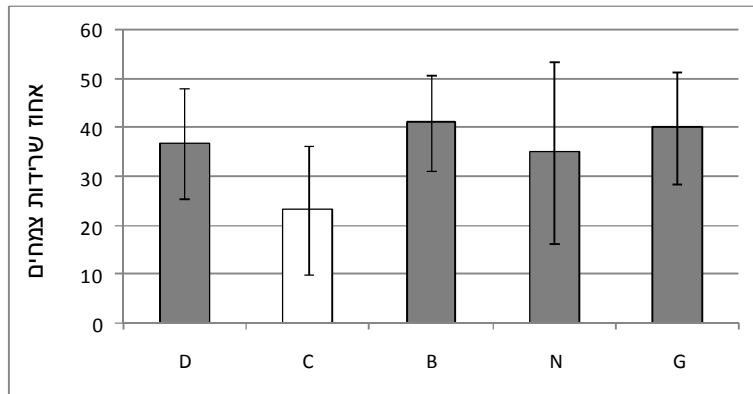
תמונה 2: מבנים של פטריית המיקוריזה בשורש צמחי ליזיאנתוס (*Eustoma grandiflorum*) שהודבקו במדבק המכיל פטריית מיקוריזה לאחר צביעה ב-Acid Fuschin (A) וב-Trypan Blue (B). ניתן להבחין בקורי הפטרייה (H) ובשלפוחיות (V) האופייניות לה. מדד: 50 מיקרומטר.

יישום מדבק המיקוריזה בשיטות השונות הוביל לשיפור מובהק באורך הגבעול ובמספר הפרחים למ"ר בהשוואה לביקורת. מתוכם, יישום המדבק בבור השתילה (G) ויישום משולב של המדבק במשתלה ובבור השתילה (B) הובילו בעונת גידול 2008 לשיפור הגבוה ביותר בהשוואה לביקורת (תמונה 3). מכך, שאילוח של שתילי ליזיאתוס במדבק המכיל פטריית מיקוריזה בשיטות יישום שונות תרם לגידול במספר הפרחים למ"ר, ובאורך הגבעול של הפרח הקטוף אך שאר המדדים לא הושפעו באופן מובהק מנוכחות פטריית המיקוריזה.

תמונה 3: השפעת יישום מדבק המכיל פטריית מיקוריזה בכמה שיטות (G) - יישום בבור השתילה, (N) - יישום במשתלה, (B) - יישום משולב של בור שתילה ומשתלה, (D) - יישום על ידי טבילה, (C) - ביקורת, ללא מדבק), על אורך הגבעול (A) ומספר פרחים למ"ר (B). אותיות שונות (a,b) מעידות על שונות מובהקת בין הממוצעים ($p < 0.05$).



יתרה מכך, חלקות הניסוי נדבקו באופן ספונטני בפטריות פטוגניות. אלו אובחנו על ידי הגנת הצומח של משרד החקלאות, וזוהו כריזוקטוניה סולני (*Rhizoctonia solani*) ופוזריום אוקסיספורום (*Fusarium oxysporum*). צמחים שהיו מודבקים במיקוריזה הראו שרידות רבה יותר מאלו שלא היו מודבקים, בחלקות בהן נמצאו הפטריות הפתוגניות (תמונה 4). בטיפול המשולב (B) שרד מספר הצמחים הרב ביותר שהיה גבוה ב- 77% ממספר הצמחים ששרדו בביקורת, אך אין התוצאות מובהקות עקב שונות גדולה בין החלקות.

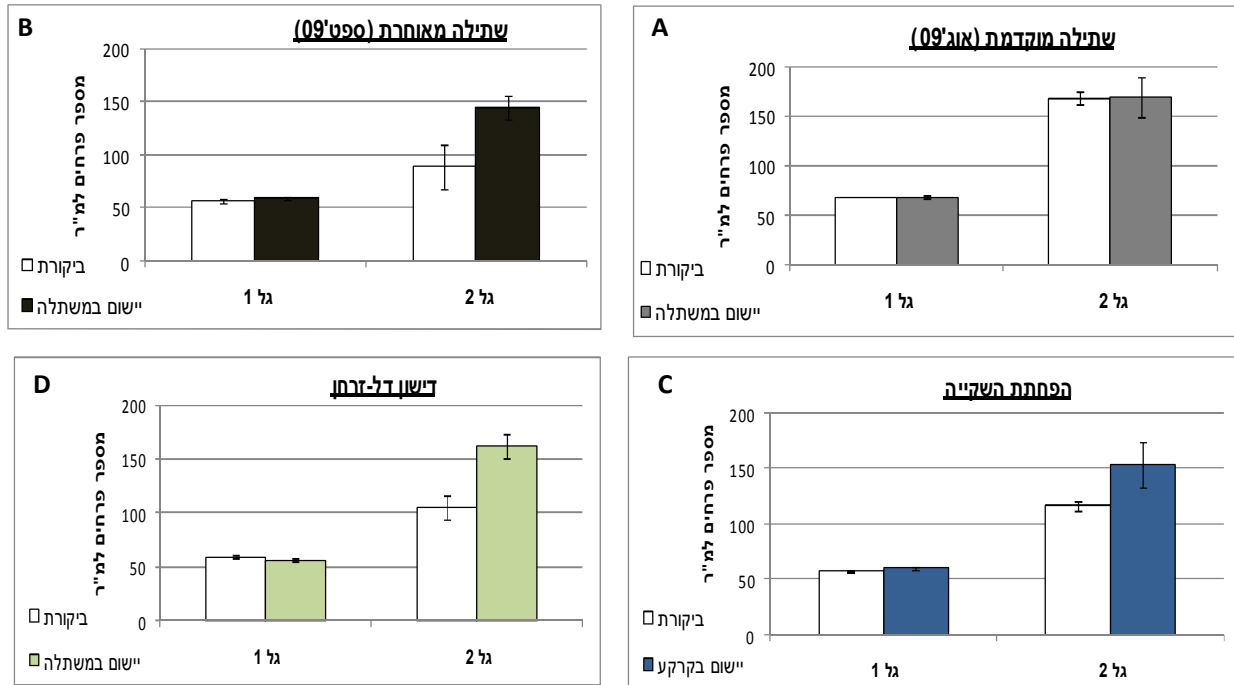


תמונה 4: אחוז השרידות של צמחי הליזאנתוס (*Eustoma grandiflorum*) לאחר הידבקות בפוזריום ובריזוקטוניה, בצמחים אשר בהם יושם מדבק פטריית המיקוריזה בשיטות יישום שונות וביקורת (G) יישום בבור השתילה, N- יישום במשתלה, B- יישום משולב בבור השתילה ובמשתלה, D- יישום על ידי טבילה, C- ביקורת, ללא מדבק). לא נמצאה שונות מובהקת בין הממוצעים ($p < 0.05$).

בעונת גידול 2009 נבחרו שיטות היישום בקרקע (G) ובמשתלה (N) לבחינת תרומת המדבק למדדי ההתפתחות והיבול אל מול קבוצת ביקורת שבה לא יושמה הפטרייה. שיטת היישום בקרקע נמצאה כיעילה ביותר (על בסיס התוצאות שהתקבלו בעונת גידול 2008, בתמונה 3), ואילו שיטת היישום במשתלה הינה חסכונית יותר מבחינת השימוש במדבק המיקוריזה, מכיוון שעושה שימוש בכמויות מעטות יחסית של מדבק (המדבק מהווה כ-10% מנפח מצע השתילה בלבד), והביאה גם היא לעלייה במדדי הגידול (תמונה 3). תרומת המיקוריזה ליבול נבחנה ב-2 גלי הקטיף של הליזאנתוס. מבין מדדי הצימוח שנבחנו בתנאי הגידול השונים, נצפתה עלייה משמעותית במספר הפרחים למ"ר בעקבות ההדבקה במיקוריזה, בעיקר בגל הקטיף השני, וזאת לעומת צמחי הביקורת (תמונה 5). מספר הפרחים למ"ר בגל הקטיף השני בדרך כלל גבוה מאשר בגל הראשון, על כן העלייה ביבול שנצפתה עם יישום פטריית המיקוריזה היא בעלת משמעות כלכלית וביכולתה להוביל לשיפור בנתוני היבול הכלליים.

יתכן כי העלייה ביבול הפרחים בגל הקטיף השני נבעה גם מתרומת פטריית המיקוריזה לשרידות רבה יותר של הצמחים כנגד פתוגנים בקרקע. עמידות זו העניקה לצמחים לאחר גל הקטיף הראשון יכולת שרידות גבוהה יותר, ובכך הביאה לעלייה מובהקת ביבול הפרחים בגל הקטיף השני.

תרומת המיקוריזה למדדי היבול נבחנה במספר תנאי גידול שונים של הליזיאנתוס. כאשר נבחנו שתילה מוקדמת לעומת מאוחרת, תרומת המיקוריזה לעליה במדדי היבול ניכרה לאחר שתילה מאוחרת. יישום המיקוריזה הביא לעלייה במספר הפרחים (ב-63% לעומת הביקורת), עד לרמתם המתקבלת לאחר שתילה מוקדמת (תמונה 5A,B). על כן יכולה המיקוריזה לשמש לעידוד היבול כאשר חל עיכוב במועד השתילה.



תמונה 5: השפעת יישום מדבק המכיל פטריית מיקוריזה בתנאי גידול שונים על מספר פרחים למ"ר בגידול הליזיאנתוס (*Eustoma grandiflorum*), בשני גלי הקטיפ. A- שתילה מוקדמת (אוג'09), B- שתילה מאוחרת (ספט'09), C- דישון דל זרחן, D- הפחתת השקיה. תרומת המדבק נבחנה בניסויים השונים באמצעות יישום במשתלה, מלבד בניסוי D אשר בו יושם המדבק בקרקע. לא נמצאה שונות מובהקת בין הממוצעים ($p < 0.05$).

תרומת המיקוריזה ליבול הליזיאנתוס ניכרה גם בתנאי גידול תת-מיטביים של הפחתת השקיה. ההעלאה הניכרת של היבול בתנאי הפחתת השקיה על ידי המיקוריזה (תמונה 5C), ב-32% לעומת הביקורת, עד לרמה המתקבלת בתנאי השקיה רגילים (5A), מעידה כי ניתן לבחון אפשרות של הפחתת השקיה בגידול זה תוך שימוש בפטריית המיקוריזה.

מכיוון שבעונה 2008 נבחנה תרומת המיקוריזה בתנאים דלים בזרחן, בעונה 2009 בחנו את תרומתה בתנאי דישון מסחרי, העשירים יחסית בזרחן. תרומת המיקוריזה בחלקות הדלות בזרחן (תמונה 5D; עליה של 54% ביבול) אך גם באלו שדושו בתנאי דישון מסחרי (תמונה 5B,C) מעידה כי אין צורך בהפחתת הזרחן על מנת לעשות שימוש במידבק המיקוריזה. מאידך- ניכר כי בתנאי מחסור בזרחן המיקוריזה מביאה לעלייה ניכרת ברמת היבול, המשתווה לרמת היבול בחלקות שדושו בתנאי הדישון המסחרי, וגדלו בתנאים מיטביים (תמונה 5A). דבר זה מוכיח כי תרומתה של פטריית המיקוריזה בתנאי גידול תת-מיטביים ניכרת ומביאה לעלייה ברמת היבול, ולהשוואתה לזו המתקבלת בתנאי גידול מיטביים. אולם תרומתה של המיקוריזה קיימת גם

בתנאי גידול מסחריים, הכוללים דישון עשיר יחסית בזרחן, כך שייטכן וניתן יהיה ליישם את מדבק המיקוריזה ללא צורך בשינוי תנאי הגידול המקובלים כיום בארץ. מפאת יכולתה של המיקוריזה לאכלס מינים רבים של צמחים, סביר להניח כי תתרום לשיפור מדדי הצימוח והיבול של גידולי פרחי-נוי נוספים. יישום פטריית המיקוריזה ותרומתה לגידולים נוספים נבחנים בימים אלה.

מקורות ספרותיים

- AZCÓN-AGUILAR C., BAREA J.M., 1997. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens—an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza* 6, 457-464.
- BAREA J.M., AZCÓN R., AZCÓN-AGUILAR C., 1993. Mycorrhiza and crops. In: *Advances in plant pathology*, vol. 9: Mycorrhiza: a synthesis. (Tommerup I., ed). Academic Press, London, pp. 167-189.
- BOLANDNAZAR S., ALIASGARZAD N., NEISHABURY M.R., CHAPARZADEH N., 2007. Mycorrhizal colonization improves onion (*Allium cepa* L.) yield and water use efficiency under water deficit condition. *Sci Hort* 114, 11-15.
- FLOSS D.S., HAUSE B., LANGE P.R., KÜSTER H., STRACK D., WALTER M.H., 2008. Knock-down of the MEP pathway isogene 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate synthase 2 inhibits formation of arbuscular mycorrhiza-induced apocarotenoids, and abolishes normal expression of mycorrhiza-specific plant marker genes. *Plant J* 56, 86-100.
- HALEVY A.H., KOFRANEK A.M., 1984. Evaluation of Lisianthus as a new flower crop. *HortScience* 19, 845-847.
- HARBAUGH B.K., 1995. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars influenced by photoperiod and temperature. *HortScience* 30, 1375-1377.
- HARBAUGH B.K., 2000. Evaluation of forty-seven cultivars of Lisianthus as cut flowers. *HortTechnology* 10, 812-815.
- HARBAUGH B.K., 2007. Lisianthus *Eustoma grandiflorum*. In: *Flower breeding and genetics issues, challenges and opportunities for the 21st century* (Anderson N.O., ed). Springer, Netherlands. pp. 644-663. doi: 10.1007/978-1-4020-4428-1_24.
- HARBAUGH B.K., SCOTT J.W., 1999. 'Florida Pink' and 'Florida Light Blue'—semi-dwarf heat tolerant cultivars of lisianthus. *HortScience* 34, 364-365.
- KOLTAI H. 2010. Mycorrhiza in floriculture: difficulties and opportunities. *Symbiosis*; special issue, in press.
- LINDERMAN R.G., 2003. Arbuscular mycorrhiza and growth responses of several ornamental plants grown in soilless peat-based medium amended with coconut dust (Coir). *HortTechnology* 13, 482-486.
- MEIR D., PIVONIA S., LEVITA R., DORI I., GANOT L., MEIR S., SALIM S., RESNICK N., WININGER S., SHLOMO E. and KOLTAI H. 2010. Application of Mycorrhizae to Ornamental Horticultural Crops: Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a Test Case. *Spanish J. Agri. Res.* 8, 85-810
- PHILLIPS, J.M. and HAYMAN, D.S. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55, 158-161.

- PINIOR A., GRUNEWALDT-STÖCKER G., VON ALTEN H., STRASSER R.J., 2005. Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of rose plants probed by chlorophyll a fluorescence, proline content and visual scoring. *Mycorrhiza* 15, 596-605.
- PORCEL R., BAREA J.M., RUIZ-LOZANO J.M., 2003. Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytol* 157, 135-143.
- ROH M.S., HALEVY A.H., HAROLD E.W., 1989. *Eustoma grandiflorum*. In: Handbook of flowering, vol. 6 (Halevy A.H., ed). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 322-327.
- SOHN B.K., KIM K.Y., CHUNG S.J., KIM W.S., PARK S.M., KANG J.G., RIM Y.S., CHO J.S., KIM T.H., LEE J.H., 2003. Effect of the different timing of AMF inoculation on plant growth and flower quality of chrysanthemum. *Sci Hort* 98, 173-183.
- WININGER S., GADKAR V., GAMLIEL A., SKUTELSKY Y., RABINOWICH E., MANOR H., KAPULNIK Y., 2003. Response of chive (*Allium tuberosum*) to AM fungal application following soil solarization under field conditions. *Symbiosis* 35, 117-128.
- ZACCAI M., EDRI N., 2002. Floral transition in lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Sci Hort* 95, 333-340.

*הממצאים בדוח זה הם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים
תודה לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות על מימון המחקר, וכן ליוני סלמי, ברוריה בן-דור
ודני לוי על עזרתם בביצוע המחקרים.