

מהו המועד האופטימלי להדבקה שתילים במיקוריזה? ניסוי בער אציל ובאיקליפטוס המקור

אירה מור־חייטין, ניר עצמון, יוסי משה, איתן בני־משה, עזרא בן משה, יורם קפולניק
Ira_haitin@walla.com המחלקה למשאבי טבע, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן

תקציר

בשנים האחרונות גובר העניין בנטיעת מיני עצים רחבי עלים המהווים את התשתית ליער ים־תיכוני בר־קיימא. אחת הדרכים לשיפור איכות השתילים היא אילוח מוקדם בפטריות מיקוריזה. הפטרייה מספקת לפונדקאי בעיקר מינרלים, ובתמורה הצמח מספק לפטרייה מקורות פחמן זמינים. בניסויים קודמים במעבדתנו, שבהם נבדקה תרומת המיקוריזה לרחבי עלים שונים, נמצא שיש מינים כגון ער אציל, אשר תגובתם למיקוריזה לא התבטאה בתוספת גובה אלא רק בעליית המשקל היבש.

המועד המקובל לאילוח השתילים במיקוריזה הוא בשלב העתקת השתילים מהמנבטה למכלי הגידול. אולם, בחלק מהמקרים, הדבקה זאת לא תרמה כמעט להתפתחות השתילים. בניסוי זה נבדק האם מועד הדבקה זה הוא המיטבי מבחינת תרומת המיקוריזה להתפתחות השתילים, בהשוואה למועדי הדבקה אחרים. הניסוי בחן תגובה של ער אציל ואיקליפטוס המקור בארבעה מועדי הדבקה שונים: בהנבטה, בהעתקה, בהדבקה כפולה וללא הדבקה (היקש).

הממצאים שהתקבלו מלמדים, כי בשתילי ער אציל וגם באיקליפטוס, המועד היעיל ביותר להדבקה הוא בהנבטה. בער אציל הדבקה בהנבטה והדבקה כפולה תרמו בצורה הרבה ביותר לצבירת המשקל. במקרה של איקליפטוס, ההבדלים היו פחות מובהקים. ממצאים אלה מצביעים על כך, שעל ידי אילוח במיקוריזה במועד המתאים אפשר לשפר בהרבה את איכות השתילים שיוצאים מהמשתלה.

מילות מפתח נוספות על מילות הכותרת: איכות שתילים, יער בר־קיימא.

מבוא

בשנים האחרונות גובר העניין בנטיעת מיני עצים רחבי עלים, המהווים את התשתית ליער ים־תיכוני בר־קיימא. במקרים רבים, השתילים לא שורדים ולא מצליחים להתבסס בשטח. עצים רחבי עלים דורשים לאחר הנטיעה טיפול אינטנסיבי יחסית למחטניים ולכן שיפור איכות השתילים היוצאים מהמשתלות מהווה גורם חשוב לשיפור קליטתם. אחת הדרכים לשיפור איכות השתילים היא אילוח מוקדם בפטריות מיקוריזה.

מיקוריזה (*Mycorrhizae*), משמעותה ביוונית: פטריית־שורש (Merryweather, 2001). זוהי סימביוזה מוטואליסטית (לא פתוגנית) בין פטריות קרקע לשורשי צמחים עילאיים, אשר מתקיימת ברוב מיני הצמחים מהקרקע ומעבירה לצמח. בתמורה, הצמח מספק לפטרייה תרכובות פחמן מתוצרי הפוטוסינתזה (Auge, 2001; Quilambo, 2003; Selvaraj & Chellappan, 2006). הפטרייה מספקת לפונדקאי בעיקר מינרלים שהיא קולטת מקובל לחלק את פטריות המיקוריזה לשתי קבוצות עיקריות. החלוקה (Strack et al., 2003; Turk et al., 2006).



מבוססת על עקרונות אנטומיים-מורפולוגיים, על פי מיקום הפטרייה ביחס לשורש: אקטומיקוריזה – הפטרייה חודרת אל בין תאי השורש, אך לא לתוכם, ואנדומיקוריזה – הפטרייה חודרת אל בין תאי השורש וגם אל תוך התאים.

עצים רחבי עלים נהוג לאלח באנדומיקוריזה, אשר יוצרות בשורשים שני מבנים אופייניים: שלפוחיות אגירה (Vesicles), ומצצים (Arbuscules), המשמשים לחילוף חומרים בין הפטרייה לבין הפונדקאי. בנוסף לכך, נוצרים קורים חיצוניים, המאפשרים קליטה של מים ומינרלים מהרקע. את ההדבקה לא ניתן לזהות בהתבוננות חיצונית. הפצת הפטרייה נעשית על ידי התפטר, הגדל דרך הקרקע מצמח לצמח, או על ידי נבגים אשר נוצרים ישירות על התפטר. בניסיונות קודמים שנעשו בארץ (טוקר, 2001; צורף, 2003) נמצא, כי ישום פטריות *Glomus intraradices* גרם להתפתחות מהירה של מיני רחבי עלים שונים. שתילים מיקורייטיים צברו יותר משקל יבש ומינרלים חיוניים, בעיקר ברזל וזרחן, מה שעשוי לשפר בצורה משמעותית את התבססותם בשטח ולהגביר את עמידותם לתנאים קשים. בניסויים קודמים שלנו (טרם פורסמו), שבהם נבדקה תרומת המיקוריזה לרחבי עלים שונים, נמצא שישנם מינים, כגון ער אציל, אשר תגובתם למיקוריזה לא התבטאה בתוספת גובה, אלא רק בעליית המשקל היבש. עובדה זו מצביעה על כך, שלמיקוריזה יש פוטנציאל בשיפור איכות השתילים, אך הוא אינו ממומש במלואו (לקריאה נוספת: ברלינר, ר', 1986).

המועד המקובל היום, בארץ ובעולם, לאילוח השתילים במיקוריזה הוא בשלב העתקת השתילים מהמנבטה למכלי הגידול, אחרי שקיימת כבר מערכת שורשים (Asghari et al., 2005; Berta et al., 1995; Caravaca et al., 2005; Cruz et al., 2000; Roldan-Fajardo et al., 1982). עובדה זאת, יחד עם התוצאות הקודמות שלנו, הביאו אותנו לנסות ולמצוא דרך להגדיל את פוטנציאל המיקוריזה בתרומתה לשיפור איכות השתילים. בניסוי זה נבדק האם מועד ההדבקה המקובל הוא המיטבי מבחינת תרומת המיקוריזה להתפתחות השתילים בהשוואה למועדי הדבקה נוספים. את הניסוי ערכנו בער אציל (*Laurus nobilis*) כמייצג עצי חורש, ובאיקליפטוס המקור (*Eucalyptus camaldulensis*), כמייצג עץ יער ותיק ומהיר צימוח.

חומרים ושיטות

כאמור, הניסוי התבצע בער אציל (*Laurus nobilis* L.) ובאיקליפטוס המקור (*Eucalyptus camaldulensis*) (Dehn. בתנאים מבוקרים בחממה ובבית רשת. נבחנו ארבעה מועדי הדבקה שונים: "הדבקה בהנבטה", "הדבקה בהעתקה" (המקובלת היום), "הדבקה כפולה" (בזמן ההנבטה והדבקה נוספת גם בהעתקה) ו"היקש" (ללא הדבקה). בחממה, מחצית הזרעים הונבטו בוורמיקוליט רגיל והמחצית השנייה הונבטה בוורמיקוליט שהכיל 15% (בנפח) תערובת אילוח של אנדומיקוריזה *Glomus intraradices* (נבגים, שורשי צמחים מאולחים ורמיקוליט שבו גדלו צמחים מאולחים). לאחר שהנבטים גדלו מעט, הם הועתקו למכלי גידול בנפח של 320 מ"ל. מחצית מהזרעים שהונבטו במיקוריזה אולחה פעם נוספת בעת ההעתקה בהוספת המיקוריזה למצע הגידול ("הדבקה כפולה"); המחצית השנייה של אותם נבטים הועתקה ללא תוספת מיקוריזה ("הדבקה בהנבטה"); מחצית מהנבטים שהונבטו ללא מיקוריזה אולחה בהעתקה ("הדבקה בהעתקה"); המחצית השנייה של נבטים אלה הועתקה ללא תוספת מיקוריזה כלל ("היקש"). בכל טיפול היו 24 חזרות. לאחר שהנבטים התבססו, הם הועברו לבית רשת להמשך גידול של כחצי שנה. השתילים הושקו בכל יום בהמטרה ודושנו בתמיסת ג'ונסון (עם ריכוז נמוך של זרחן), אחת לשבוע.

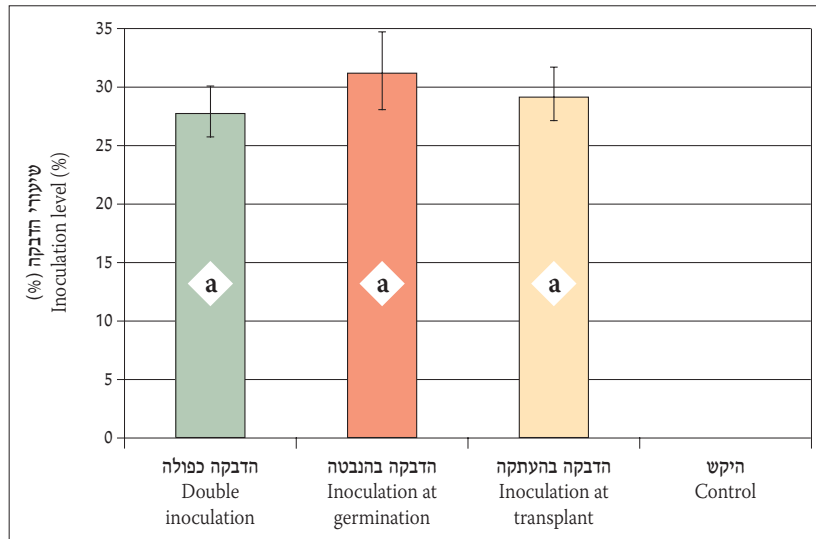
במהלך הגידול הוערכה התפתחות השתילים על ידי מדידות גובה. נוסף לכך, פעמיים במהלך הגידול נלקחו שישה שתילים מכל קבוצה לשקילה (לאחר ייבוש) של אברי הצמח השונים (עלים, גזע, שורשים). כדי להעריך את רמת ההדבקה במיקוריזה, נעשתה צביעה מיוחדת ב-Trepan blue, הצובעת בכחול את אברי הפטרייה ובכך מאפשרת לזהות אותה בבינוקולר.



תוצאות

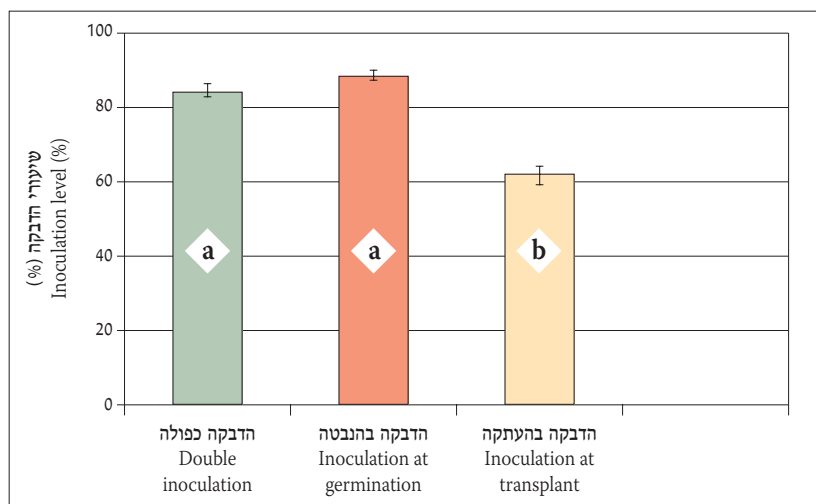
שיעורי ההדבקה של השורשים על ידי הפטרייה מוצגים באיורים 1-3.

Figure 1:
The effect of inoculation period on inoculation level of *Laurus nobilis* 1 month after transplant



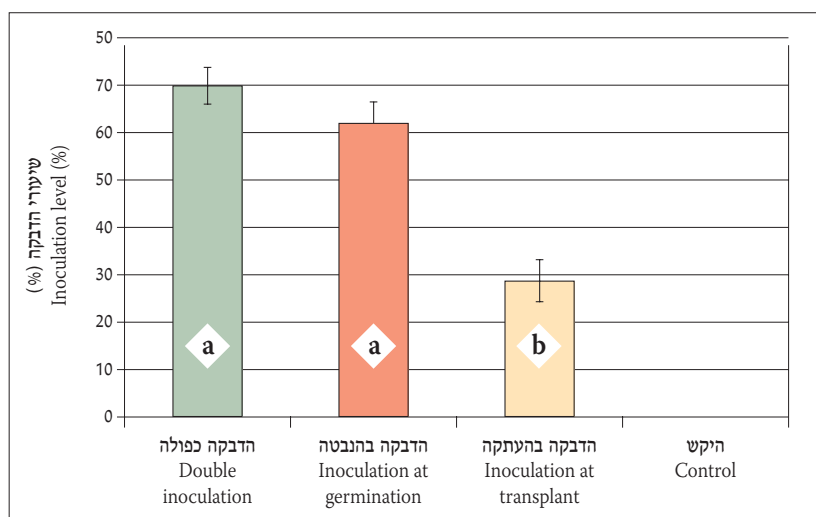
איור 1: שיעורי ההדבקה של ער אציל במועדי ההדבקה השונים, חודש לאחר ההעתקה למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=16). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים לגבי כל אבר בנפרד (P=0.05)

Figure 2:
The effect of inoculation period on inoculation level of *Eucalyptus camaldulensis* 1 month after transplant



איור 2: שיעורי ההדבקה של איקליפטוס המקור במועדי ההדבקה השונים, חודש לאחר העתקה למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=16). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים לגבי כל אבר בנפרד (P=0.05)

Figure 3:
The effect of inoculation period on inoculation level of *Eucalyptus camaldulensis* 3.5 month after the transplant



איור 3: שיעורי ההדבקה של איקליפטוס המקור במועדי ההדבקה השונים, 3.5 חודשים לאחר העתקה למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=16). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים לגבי כל אבר בנפרד (P=0.05)

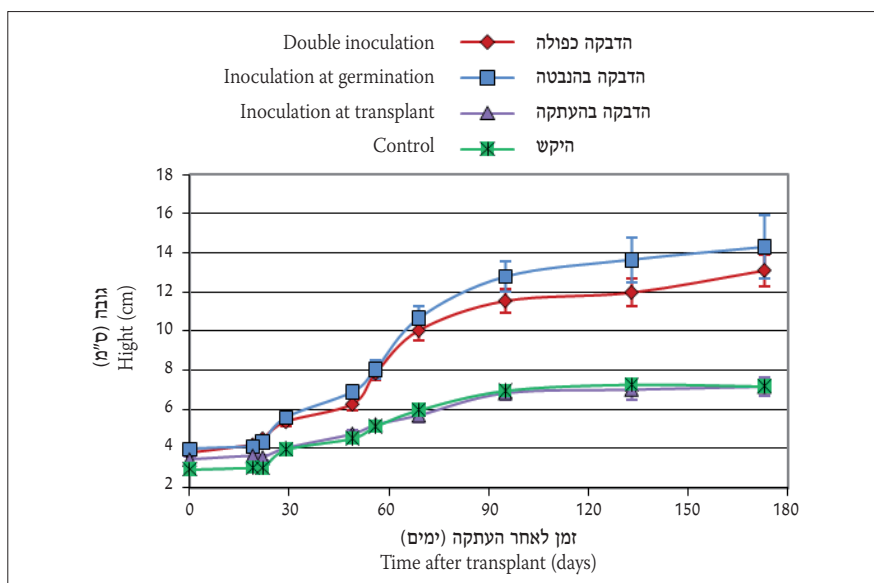


שיעורי ההדבקה של ער אציל, חודש לאחר העתקה למכלי הגידול, היו דומים בכל טיפולי ההדבקה, אך מכיוון שמשקל השורשים בהדבקה בהנבטה גדול יותר (תוצאות שלא מוצגות), יש סך הכול יותר הדבקה. במועד מאוחר יותר לא היה ניתן לבחון את שיעורי ההדבקה של ער אציל, מכיוון שהשורשים שלו התעבו והשתעמו מאוד, ולא היה ניתן לראות את הצבע.

שיעורי ההדבקה של איקליפטוס המקור, חודש ושלושה וחצי חודשים לאחר ההעקתה למכלי הגידול, בטיפולי ההדבקה המוקדמת (בהדבקה כפולה ובהנבטה) גבוהים באופן מובהק מאשר בהדבקה בעת ההעקתה בלבד. שלושה וחצי חודשים לאחר ההעקתה, שיעורי ההדבקה של טיפול בהדבקה המוקדמת אף מגיעים לפי שניים מאשר בטיפול של הדבקה בהעקתה.

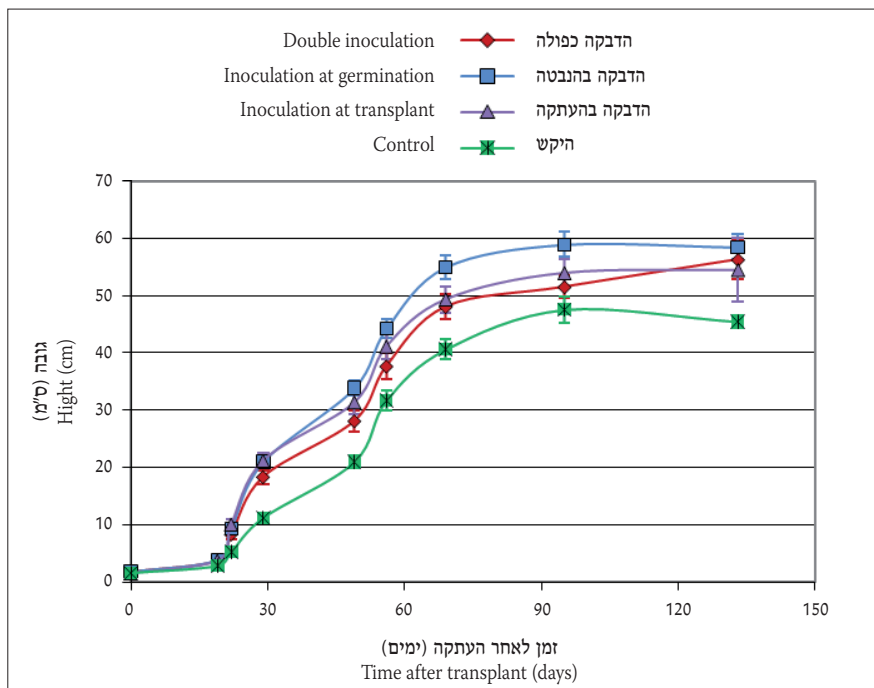
התפתחות גובה השתילים מסוכמת באיורים 4 (עבור ער אציל) ו-5 (עבור איקליפטוס המקור) וראו גם תצלומים 1 (עבור ער אציל) ו-2a ו-2b עבור איקליפטוס המקור.

Figure 4:
The effect of inoculation period on height of *Laurus nobilis* seedlings after transplant



איור 4: גובה שתילי ער אציל ממועדי ההדבקה השונים, לאחר העתקתם למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=24)

Figure 5:
The effect of inoculation period on height of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings after transplant



איור 5: גובה שתילי איקליפטוס המקור ממועדי ההדבקה השונים, לאחר העתקתם למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=24)

ניתן לראות, שבשתילי ער אציל, השינוי במועד ההדבקה השפיע בצורה משמעותית על התפתחות השתילים. המועד היעיל ביותר להדבקה הוא בהנבטה, ומעט פחות יעיל בהדבקה הכפולה. הדבקה בהעתקה בלבד, שהיא המועד המקובל היום, אינה יעילה כלל וגובה השתילים כמעט זהה להיקש.



Picture 1: Heights of *L. nobilis* seedlings with the different inoculation times, 6 months after transplant. From left to right: at germination, double inoculation (at germination and at transplant) at transplant, and without inoculation (control)

תצלום 1: גבהים מייצגים (ס"מ) של שתילי ער אציל במועדי ההדבקה השונים, חצי שנה מההעתקה

גם באיקליפטוס המועד המיטבי להדבקה הוא בשלב הנבטת הזרעים. הדבקה בהעתקה והדבקה כפולה מעט פחות יעילות (ההבדל מובהק סטטיסטית) מההדבקה בהנבטה.



Picture 2: Heights of *E. camaldulensis* seedlings with the different inoculation times.

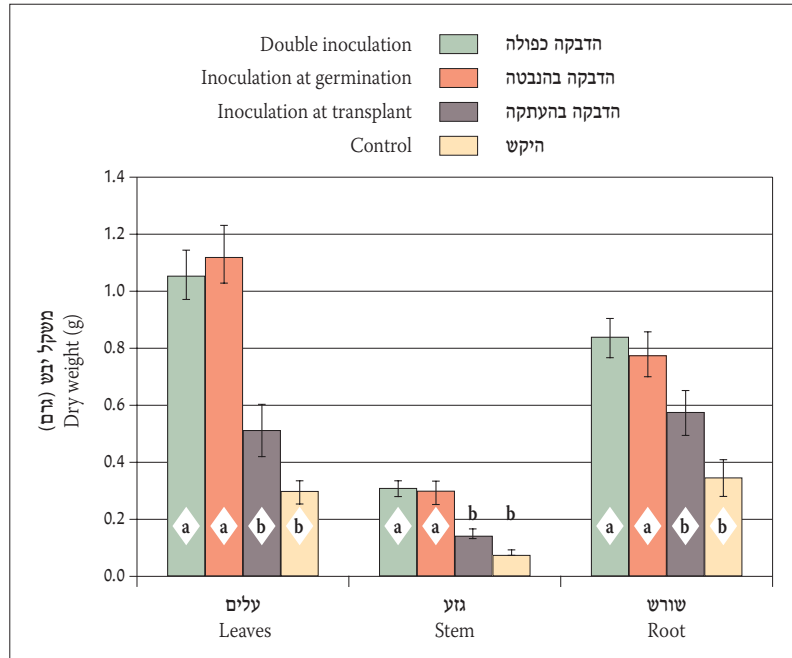
A: 2 months after transplant. From left to right: at germination, double inoculation (at germination and at transplant), at transplant, and without inoculation (control)

B: 5 months after transplant; From left to right: at germination, at transplant, double inoculation (at germination and at transplant), and without inoculation (control)

תצלום 2: גבהים מייצגים (ס"מ) של שתילי איקליפטוס המקור במועדי ההדבקה השונים. A: חודשיים מההעתקה B: 5 חודשים מההעתקה

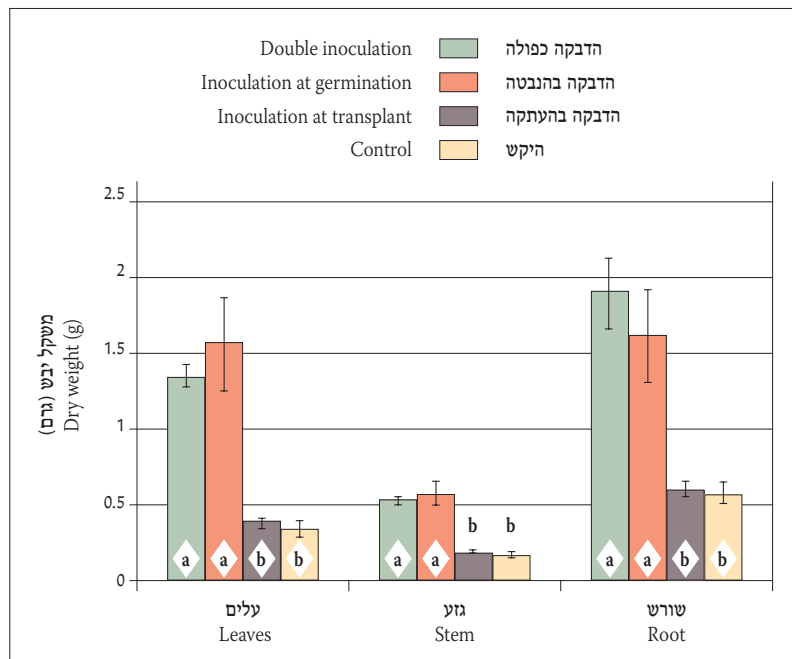
השוואת המשקל היבש של אברי השתיל השונים, במועדי ההדבקה השונים, מוצגת באיורים 6-8.

Figure 6:
The effect of inoculation period on dry weight of *Laurus nobilis* 3.5 months after transplant



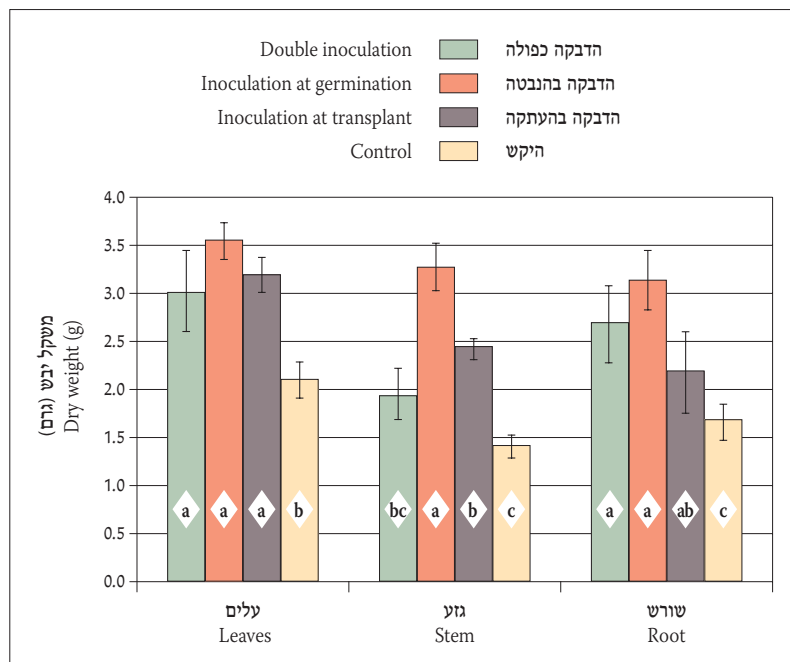
איור 6: המשקל היבש של ער אציל ממועדי הדבקה שונים, 3.5 חודשים לאחר העתקתם למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=6). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים לגבי כל אבר (P=0.05) בנפרד

Figure 7:
The effect of inoculation period on dry weight of *Laurus nobilis* six months after transplant



איור 7: המשקל היבש של ער אציל ממועדי הדבקה שונים, שישה חודשים לאחר העתקתם למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=6). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים לגבי כל אבר בנפרד (P=0.05)

Figure 7:
The effect of inoculation period on dry weight of *Eucalyptus camaldulensis* 3.5 months after transplant



איור 8: המשקל היבש של איקליפטוס המקור 3.5 חודשים לאחר העתקתם למכלי הגידול. הקווים האנכיים מציינים שגיאות תקן (n=6). אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים לגבי כל אבר בנפרד (P=0.05)

במקרה של ער אציל ניתן לראות, שגם המשקל, בדומה לגובה, הושפע בצורה משמעותית ממועד ההדבקה. הדבקה בהנבטה והדבקה כפולה תרמו במידה הרבה ביותר לצבירת המשקל, בעוד שצבירת המשקל בהדבקה בעת ההעתקה כמעט זהה לשתילי ההיקש. במקרה של איקליפטוס, ההבדלים במשקלים פחות מובהקים, אך עדיין ניתן לראות מגמה ברורה של צבירת משקל רב יותר כאשר ההדבקה נעשתה בהנבטה בהשוואה למועדים האחרים.

דיון ומסקנות

הרעיון לעבודה זו התעורר כאשר מצאנו (במחקר שנועד לשפר את הקליטה וההתפתחות של עצי החורש בנטיעות), שבמהלך שנת הגידול הראשונה לא נראתה כל תרומה של המיקוריזה להתפתחות השתילים לגובה (תוצאות שטרם פורסמו).

אחד המינים שעוררו עניין מיוחד היה ער אציל. שיעורי ההדבקה שלו היו נמוכים מאוד (2%–3%) לאחר הגידול במשתלה. בשטח, גובה השתילים המאולחים היה כמעט זהה לשתילי ההיקש ולא היה הבדל בהישרדות השתילים. אולם, לשתילים המיקוריטיים היה יתרון ברור בצבירת המשקל היבש לאחר הגידול במשתלה. עובדה זו מצביעה על כך, שלמיקוריזה, במקרה זה, יש פוטנציאל בשיפור איכות השתילים, אך יש צורך לשפר אותן. על מנת לנסות להשיג זאת, ניסינו קודם כל להגדיל את שיעורי ההדבקה בפטרייה. לצורך כך, בחנו הדבקה בשלבים שונים בהתפתחות השתיל להשגת תוצאות מיטביות. המועד המקובל כיום לאילוח במיקוריזה הוא כאשר מעבירים את השתילים הצעירים למכלי הגידול (הוספת הפטרייה לתוך מצע הגידול), לאחר שכבר קיימת מערכת שורשים. השווינו בין מועד ההדבקה הזה להדבקה בשלב מוקדם יותר (לפני התפתחות השורשים): הוספת הפטרייה לתוך מצע ההנבטה וכן הדבקה בשני מועדים אלה (תוספת למצע ההנבטה ועוד תוספת למצע הגידול בהעתקה). כאשר בוחנים את הגובה (כמדד להתפתחות) במועדי ההדבקה השונים, רואים בבירור שמועד ההדבקה היעיל ביותר היה המועד המוקדם ביותר, בשלב ההנבטה. דומה מאוד בייעילותה הייתה גם ההדבקה הכפולה, מכיוון שהיא כוללת גם הדבקה בהנבטה, למרות שגם בין שניהם היה הבדל מובהק בגובה השתילים. בעצם, אין צורך באילוח נוסף לאחר

שלב ההנבטה, ובמקום לתרום יותר להתפתחות השתילים, אילוח נוסף אף עיכב מעט את ההתפתחות (הפטרייה מהווה מבלע חזק, הגורם לתחרות על תוצרי הפוטוסינתזה בין הפטרייה לצמח). הדבקה בהעתקה בלבד לא תרמה כלל להתפתחות השתילים ולאורך כל הניסוי (כחצי שנה לאחר העתקת השתילים למכלי הגידול) גובהם היה כמחצית (עד 7 ס"מ) מגובה השתילים שאולחו מוקדם יותר (עד 14 ס"מ). גובהם של השתילים שאולחו בהעתקה בלבד היה זהה לגובהם של שתילי ההיקש שלא אולחו כלל. תוצאות אלה תאמו את התוצאות של התפתחות השתילים שנצפו בשטח בניסויים הקודמים שלנו (תוצאות שטרם הוצגו). כאשר בוחנים את צבירת המשקל היבש של השתילים במועדי ההדבקה השונים, רואים שלשתילים שאולחו בשלב ההנבטה היה יתרון ברור. צבירת משקל דומה הייתה לשתילים שאולחו בהדבקה הכפולה. צבירת המשקל של שתילים שהודבקו בהעתקה, לאחר כחצי שנה של גידול, הייתה זהה למשקל שתילי ההיקש.

על מנת לחזק את המסקנה, שהדבקה השתילים במיקוריזה בשלב ההנבטה היא היעילה ביותר, ערכנו את הניסוי גם באיקליפטוס המקור, שהוא עץ ייעור ותיק ומהיר צימוח. במקרה זה, התמונה הייתה מעט שונה. נראה, כי ההדבקה המקובלת בהעתקה עדיין תרמה להתפתחות השתילים (מבחינת גובה וצבירת משקל יבש) בהשוואה להיקש, ותרומתה הייתה דומה מאוד להדבקה הכפולה. ובכל זאת, גם כאן היעילה ביותר הייתה ההדבקה בהנבטה. ההדבקה בהנבטה הוסיפה לגובה שתילי האיקליפטוס כ-17% בהשוואה להדבקה בהעתקה (הבדל מובהק). גם מבחינת צבירת משקל יבש, להדבקה בהנבטה היה יתרון בהשוואה להדבקה בהעתקה, אך ההבדל לא היה מובהק.

מבחינת שיעורי הדבקה השורשים בפטרייה, בטיפולים השונים עולה, שלהדבקה בהנבטה היה יתרון בולט ברוב המקרים. במקרה של איקליפטוס, שיעורי ההדבקה בטיפולי הדבקה מוקדמת ("הנבטה" ו"כפולה") מגיעים עד פי שניים מאשר בטיפול הדבקה בהעתקה בלבד. קורי הפטרייה חודרים רק לחלקים הצעירים של השורש. כאשר מוסיפים את הפטרייה למצע ההנבטה, ברגע שהזרע מתחיל לנבוט, היא "פוגשת" את השורש הצעיר, שלתוכו היא יכולה לחדור מיד. לעומת זאת, כאשר מוסיפים את הפטרייה לתוך מצע הגידול (כאשר מעתיקים את השתילים), חלק מהשורשים כבר התעבו והשתעמו והפטרייה איננה יכולה לחדור אליהם, אלא רק ליונקות החדשות.

ממצאים אלה מצביעים על כך, שעל ידי אילוח במיקוריזה במועד המתאים – בזמן הנבטת הזרעים – אפשר לשפר בהרבה את איכות השתילים היוצאים מהמשתלה ובכך להבטיח התבססות טובה יותר בשטח. בנוסף לכך, לאילוח מוקדם ישנו גם יתרון כלכלי: מכלי ההנבטה הם בעלי נפח קטן יותר מאשר מכלי הגידול ודרושה כמות קטנה יותר של מיקוריזה להשגת שתילים טובים יותר. כדי להרחיב את ההמלצה, יש צורך בבחינה נפרדת גם למינים רחבי עלים אחרים.

מקורות

ברלינר, ר' (1986). השפעת המצע על התפתחות צמחי בתה והמיקוריזה שלהם. עבודת דוקטור. האוניברסיטה העברית בירושלים.

טוקר, ר' (2001). גורמים המשפיעים על איכות שתילי אלון התבור במשתלה והתפתחותם בשטח עם דגש על מיקוריזה. עבודת גמר לתואר מוסמך. האוניברסיטה העברית בירושלים, הפקולטה לחקלאות.

צורף, י' (2003). בחינת תרומת תבדידי אקטור ואנדו-מיקוריזה לשיפור איכות שתילי עצי יער. עבודת גמר לתואר מוסמך, האוניברסיטה העברית בירושלים, הפקולטה לחקלאות.

Asghari, H.R., Marschner, P., Smith, S.E. & Smith F.A. (2005). Growth response of *Artiplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. *Plant and Soil* 273:245–256.



- Auge, R.M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11:3–42.
- Berta, G., Trotta, A., Fusconi, A., Hooker, J.E., Munro, M., Atkinson, D., Giovannetti, S., Morini, S., Fortuna, P., Tisserant, B., Gianinazzi-Pearson, V. & Gianinazzi, S. (1995). Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree Physiology* 15:281–293.
- Caravaca, F., Alguacil, M.M., Diaz, G., Marin, P. & Roldan A. (2005). Nutrient acquisition and nitrate reductase activity of mycorrhizal *Retama sphaerocarpa* L. seedlings afforested in an amended semiarid soil under two water regimes. *Soil Use and Management* 21:10–16.
- Cruz, A.F., Ishii, T. & Kadoya, K. (2000). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on tree growth, leaf water potential, and levels of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and ethylene in the roots of papaya under water-stress conditions. *Mycorrhiza* 10:121–123.
- Merryweather, J. (2001). Meet the Glomales – the ecology of mycorrhiza. British Wildlife.
- Quilambo O.A. (2003). The vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *African Journal of Biotechnology* 2:539–546.
- Roldan-Fajardo, B.E., Barea, J.M., Ocampo, J.A. & Azcon-Aguilar C. (1982). The effect of season on VA mycorrhiza of the almond tree and of phosphate fertilization and species of endophyte on its mycorrhizal dependency. *Plant and Soil* 68:361–367.
- Selvaraj, T. & Chellappan, P. (2006). Arbuscular mycorrhizae: a diverse personality. *Journal of Central European Agriculture* 7:349–358.
- Strack, D., Fester, T., Hause, B., Shlemann, W. & Walter, M.H. (2003). Arbuscular mycorrhiza: biological, chemical, and molecular aspects. *Journal of Chemical Ecology* 29:1955–1979.
- Turk, M.A., Assaf, T.A., Hameed, K.M. & Al-Tawaha, A.M. (2006). Significance of mycorrhizae. *World Journal of Agricultural Sciences* 2:16–20.

