

פטרייה המיקוריזה - כוח עולה בחקלאות



יורם קפולניק

הפטרייה יוצרת יחסי סימביוזה
עם צמחים רבים ומאפשרת
קליטה טובה יותר של יסודות
מזון הנחוצים לצמח

← חננית קולטאי¹ ויורם קפולניק²

1 המחלקה לצמחי נוי והמחלקה לגידולי שדה ומשאבי טבע
2 המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

התבססותה בשורשי גידולים חקלאיים.

תרומת פטריית המיקוריזה לצמח בנוכחות רמות נמוכות של יסודות מזון

ניסויים הראו שהדבקה בפטרייה מיקוריטית משפרת את התפתחות הצמחים ומעוררת את גידולם. תרומתה העיקרית מתבטאת בקליטת יסודות חיוניים לצמח. היסודות נקלטים ע"י התפטיר החיצוני של הפטרייה שבקרקע ומשם מועברים לתפטיר שבתוך השורש, וממנו דרך מבנים פטרייתיים תוך תאיים, לרקמת שורשי הצמח. הקורים המצויים מחוץ לשורש מהווים מערכת קליטה יעילה, המגדילה את נפח הקרקע המנוצל.

מבין היסודות הנקלטים על ידי תפטיר הפטרייה נכלל זרחן שהוא אחד היסודות החשובים להתפתחות תקינה של צמחים, אך זמינותו לצמח בקרקע קטנה. בנוסף לזרחן, נקלטים גם יסודות אחרים ע"י תפטיר הפטרייה יה כגון ברזל, מנגן, קלציום, נתרן, אבץ, מגנזיום וזרחן נחושת. נמצא, כי צמחים מיקוריטיים הם

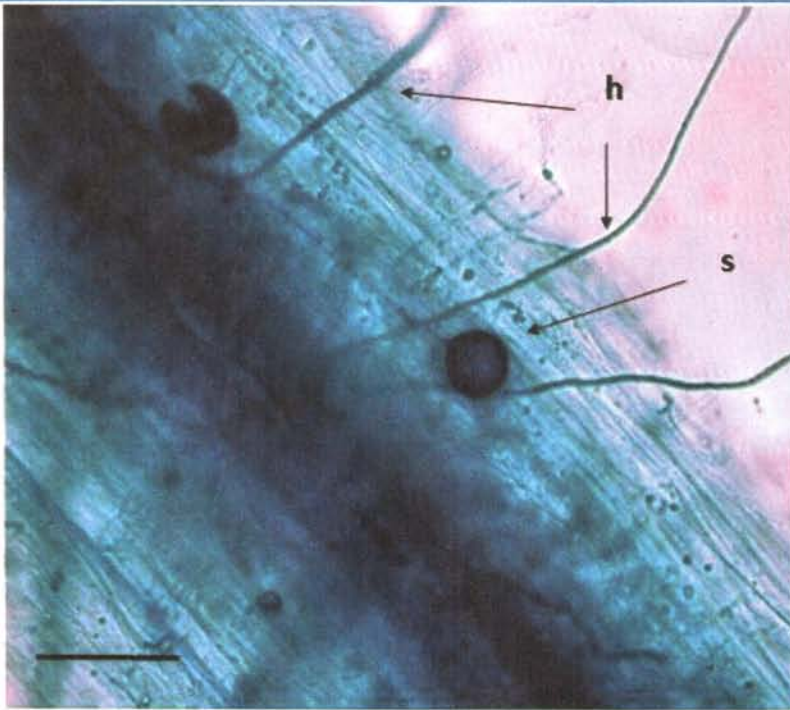
צמחים בחקלאות הקונבנציונאלית.

פטריית המיקוריזה בקרקעות טבעיות וחקלאיות

פטריית האנדומיקוריזה הן פטריות קרקע סימביונטיות המאכלסות שורשים של למעלה מ-80% מכלל הצמחים העילאיים (תמונה 1). ניתן למצוא אותן בקרקעות ובאזורי אקלימיים שונים. יחידות התפוצה של הפטרייה בקרקע כוללות נבגים, תפטיר ושורשים מורבקים של צמחים.

בניגוד לתפוצה הרחבה של פטריית המיקוריזה בקרקעות טבעיות, בקרקעות חקלאיות תפוצתה נמוכה. חיטוי קרקע בחומרים כימיים (כמו אדיגן או פורמלין), או באמצעים פיסיקליים (חיטוי סולרי) או פעולות אגרוטכניות אחרות, כמו העיבודים התכופים והשימוש באמצעי הרברה ודישון משפיעים על הקרקע ופוגעים באוכלוסיית המיקורואורגניזמים שבה, ובכלל זה בפטריית המיקוריזה. על כן ברוב המקרים יש להוסיף את הפטרייה לקרקע לשם

פטריות המיקוריזה הולכות ותופסות מקום של כבוד כתוסף ביולוגי המסייע להתפתחותם של גידולים חקלאיים וצמחי נוי. הפטרייה יוצרת יחסי סימביוזה עם צמחים רבים ומאפשרת קליטה טובה יותר של יסודות מזון הנחוצים לצמח, ובתמורה היא מקבלת מהצמח מוטמ"ע המיוצרים בתהליך הפוטוסינתזה. צמחים המורבקים במיקוריזה הם בעלי צימוח מוגבר, ובעלי עמידות טובה יותר כנגד פתוגנים שונים ועקות אביוטיות, ובכלל זה עקת מים ומלח. מכך, יישום הפטרייה בחקלאות הוא פתח להקטנת התשומות ובכללם כמויות הדישון וההשקיה המיושמות בעת הגידול. יישור מה של הפטרייה אפשרי בשלבים שונים של הפרקטיקה החקלאית, במשתלה ובעת היישום בשדה. במאמר שלפניכם תיסקר תרומתה של הפטרייה לגדילת צמחים וגידולים חקלאיים. כן יוצגו דרכים בהן ניתן ליישם את פטריית המיקוריזה, כחלק מפרוטוקולי ריבוי וגידול



בעלי יכולת מוגברת לקלוט יסודות אלה. כיום, לאחר שמחירי הדשנים לחקלאות נסקו בשנה האחרונה במאות אחוזים יש חשיבות רבה להימצאות גורם ביולוגי המסייע בהזנת הצמח ומשפר ניצולת ויעילות קליטתו מהקרקע. אחת הדוגמאות החקלאיות הבולטות לתריר מת המיקוריוזה בהזנת גידולים חקלאיים נצפתה בשדות חקלאיים של אגוזי-אדמה באזור גבולות כשנמצא עיכוב בהתפתחות אגוזי האדמה בתחילת הגידול ("תסמונת גבר לות") בקרקעות עניות, או בקרקעות שעברו חיטוי טרם הזריעה. העיכוב בהתפתחות נמצא כהתאמה למחסור באבץ בתזונת הצמח וכן להעדר מיקוריוזה בשורשי הצמחים. תופעה דומה נמצאה גם בבצל, בגור ובגידולים אחרים. במקרים הללו גם תוספות דישון לא הביאו לשיפור משמעותי בצימוח, אולם אכלוס צמחים בפטריית המיקוריוזה הביא לשיפור הגדילה ולעליה ניכרת ביבול (תמונה 2).

תרומה נוספת

תרומת פטריית האנדומיקוריוזה AM לצמח בתנאי יובש ומליחות קרקע גבוהה: מדינת ישראל שוכנת על סף המידבר ואינה ברוכה במשקעים ובמקורות מים טבעיים. אזור רים חקלאיים נרחבים בארץ סובלים מעקות יובש וממליחות. ומשום כך באזורים הללו נחשי פים הצמחים לטמפרטורה גבוהה, קצב אירוי מוגבר של מים, מחסור במים להשקיה, איכויות מים נחותות, ובאזורים מסוימים אף מליחות גבוהה של הקרקע. באזורים כאלו יכולה המיקוריוזה לתרום להתבססות וגדילת צמחים.

פטריית המיקוריוזה מגבירה את סבילות הצמח לתנאי יובש. צמחים מיקורייטיים גדלים טוב יותר בתנאי יובש לעומת צמחים שאינם מיקורייטיים. נמצא, כי ההולכה ההידראולית ופר טנציאל המים גבוהים יותר בצמחים מיקורייטיים בהשוואה לצמחים לא מיקורייטיים. מחקרים מראים, כי שיפור מאזן המים בצמח מקורו, כנראה, במספר גורמים שעליהם משפיעה הפטרייה, כמו: מידת קליטת המים על ידי שורשי הצמח, מידת פתיחת או סגירת פיוניות הצמח, ומידת הלחות של הקרקע; האחרון מושפע כנראה מהפרשות הנוצרות כתוצאה מהסימביוזה, ומביאות לשינוי בכמות תלכיד הקרקע שסביב לשורש המסוגלים להחזיק במים ולמנוע נגירתם אל מתחת לבית שורשי הצמח.

הפטרייה מגבירה גם את סבילות הצמח לתנאי מליחות קרקע גבוהה. במחקרים רבים נמצא, כי צמחים מיקורייטיים גדלים טוב יותר בתנאי מליחות קרקע גבוהה, לעומת צמחים שאינם מיקורייטיים. כאן תורמת הפטרייה כנראה לשינויים במאזן המלחים: רמות מלחים הנמצאים בכמות עודפת בקרקע (כמו נתרן) היו נמוכות יותר בצמח, ורמות מלחים, שהצמח נזקק להם (כמו פוספט, מגנזיום וזנק) נמצאו גבוהות יותר בצמחים מיקורייטיים לעומת צמחים שאינם מיקורייטיים.

לאחרונה נערכו ניסויים בערבה בידי צוות המחקר בחוות יאיר בראשותו של ד"ר שמעון פיבוניה ורחל לויטא, שהראו, כי בנוכחות פטריית המיקוריוזה ניתן להפחית כ-30% ממנת

תמונה 1: אכלוס שורשי בזיל על ידי פטריית המיקוריוזה. התבוננות מיקרוסקופית, אורך הקו השחור 50 מיקרומטר.



ללא מיקוריוזה

עם מיקוריוזה

השפעת אילוח עם מיקוריוזה על צימוח אגוזי-אדמה בקיבוץ כרם שלום

מוכחת כתורמת להתפתחות צמחים ואף לצימוח ויבול גידולים חקלאיים, נשאלת השאלה: כיצד ניתן ליישם את המיקוריוזה, כך שתאכלס גידולים ברמות אשר יביאו להשפעה ממשית על כמות ואיכות היבול. יישום אופטימאלי של מידבק מיקוריוזה בחקלאות, בשדה הפתוח או בחממות ובתי רשת, צריך להתחשב בכך שמידבק המיקוריוזה הוא חומר ביולוגי חי, בני-

המים הניתנת לצמח ללא ירידה ביבול. ממצא שאת מהותו ממשיכים החוקרים לברוק, שכן הוא חשוב ביותר לחבל ארץ זה, שבו מחסור במים לחקלאות מגביל את המשך התפתחות המשקים באזור.

פרקטיקה חקלאית

יישום פטריית המיקוריוזה בפרקטיקה החקלאית מכיוון שמחד מצויה המיקוריוזה ברמות נמוכות (אם בכלל) בקרקעות חקלאיות, ומאידך



עם מיקוריזה

ללא מיקוריזה

תמונה 4. השפעת נכחות מיקוריזה על גידול צמח הנוי לזיאנתוס, בעת העלייה לגל מריחה שני. ניסיונות נעשו בתחנת יאיר כמייץ ערבה באביב 2008

יתרה מכך, רצוי שהיישום ישתלב במהלך העייבוד או הזריעה הנהוג, ובאמצעות כלים חקלאיים קיימים. במנהל המחקר החקלאי עוסקים כעת בפיתוח של מגוון מוצרים על בסיס המידבק הפטרייתי, שיהיו יעילים ונוחים לשימוש. בנוסף, החוקרים עושים מאמצים לשלב את היישום והשימוש בכלל במוצר ביולוגי שכזה בפרקטיקה החקלאית. לכן נבחנים מספר דשנים מסחריים בשילוב עם מיקוריזה ליצירת תכשיר דישון ביולוגי/כימי אופטימאלי, לעייבוד צימוח ויבול.

סיכום

הפיתוחים בשנים האחרונות הביאו להצבת פטריית המיקוריזה כתוסף חקלאי-ביולוגי מתפתח, בעל פוטנציאל כדאיות כלכלית. המשך פיתוח של המדבק הפטרייתי, תוך התאמה נוספת לפרקטיקה החקלאית, ועידוד ייצורו ושיווקו המסחריים, יביאו ודאי בעתיד הקרוב לשימוש במיקוריזה כחלק מפרוטוקולי הגידול של מגוון רחב של גידולים, במגוון של ענפים חקלאיים בארץ. זאת ועוד, השימוש במיקוריזה יכול להביא להפחתה משמעותית של הצורך ברישון ובעיקר להפחתה בכמויות המים הנדרשות על ידי הצמח. דבר זה יפתח פתח להטבת תנאי הגידול של גידולים חקלאיים המגודלים באזורים מדבריים, ומאידך-לחסכון בתשומות ובעיקר במי השקיה, שהם היעדים המרכזיים של החקלאות בת זמננו. ■

של מגוון גידולים חקלאיים בפטרייה. על פי הערכות מחיר התכשיר סביר עבור שימוש בגידולים רבים. צעדים נוספים נעשים על מנת להזיילו עוד יותר, כך שיהווה תשומה כדאית מבחינה כלכלית.

ג. מועד ומקום היישום: גורמים משמעותיים ביותר באכלוסם של צמחים בפטרייה הם מינון ומועד היישום של המידבק הפטרייתי. למרות שיחידת ריבוי בודדת עשויה לאכלס מערכת שורשים, קצב האכלוס עלול להיות איטי מדי על מנת שתהיה לו משמעות חקלאית. כמו כן, הוצע כי ככל ששלב האכלוס מוקדם יותר כך גדלה גם התועלת לצמח. על כן, יש עדיפות ליישום של הפטרייה כבר בשלב המשתלה, בכמויות משמעותיות, מתוך מטרה להביא לחקלאי שתיל משופר, שהוא נשא-סימביונט של פטריית המיקוריזה. אפשרות נוספת ובעלת השפעה של יישום הפטרייה היא בשדה או בחממה, בעת השתילה או הזריעה. ניסיונות נעשו לאחרונה בעניין זה בצמחי נוי תוך שיתוף פעולה עם ר"ד שמעון פיבניה ורחל לויטא מתחנת יאיר בערבה ועם אלי מתן ועיריית דורי ממו"פ הבשור. נמצא כי המיקוריזה משפרת באופן ניכר את צימוח השתיל בתנאי משתלה ואת התפתחותו לאחר העתקתו לשדה או לחממה (תמונה 3).

ד. נוחות היישום והתאמה לפרקטיקה החקלאית: על המידבק הפטרייתי להיות בעל נפח שאינו גדול מדי, נוח לתובלה ושינוע, בעל חיי מדף ארוכים ועמיד לתנאי הסביבה.

גוד לרשן או חומר הדברה כימי. יש חשיבות לחיותו וחיוניותו ולשמירתו במהלך האחסון והיישום. יש לאפשר תנאים האופטימאליים להתבססות הפטרייה בשורשי הצמחים. מאידך חשוב, כי הפטרייה תישום בגידולים חקלאיים בנוחות מרבית, כך שלא תיפגע או תשונה באופן משמעותי הפרקטיקה החקלאית. מכך, יש לבחון ולשנות, במידת הצורך, מספר גורמים על מנת לענות על הדרישות הללו.

מדבק הפטרייה

תבריד: בשנים האחרונות בודדנו מקרקעות ישראל תברדי מיקוריזה בעלי כושר תחרות והישרדות גבוהים. אלה מותאמים, קרוב לודאי, לתנאי החום והלחות השוררים בארץ, ולמי גוון הפלורה המקומית.

א. התאמה לגידול החקלאי: למרות הספציפיות הנמוכה של המיקוריזה, ויכולתה לאכלס מינים רבים של צמחים, עדיין יש מידת התאמה בין זנים שונים של הפטרייה לבין צמחים שונים, ובין זנים שונים של הפטרייה לבין תנאי הגידול השונים (כגון, חומציות הקרקע או מידת הלחות בקרקע). על כן- יש טעם ליישום של מספר תברידים או זנים שונים של הפטרייה, לשם התאמה מרבית למגוון גידולים ותנאי גידול.

ב. זמינות ומחיר: במנהל המחקר החקלאי פותח בשנים האחרונות תהליך לגידול המיקוריזה, המאפשר יצירה של כמויות גדולות של מידבק פטרייתי יעיל שיכול לשמש להדבקה