

TerraBella ומחלות צמחים**מבוא ל-TerraBella**

בטבע, סוגים מסוימים של בקטריות ופטריית מועילים מקדמים צמיחה בריאה של צמחים ופוריות הקרקע. אותם מיקרובים "טובים" לא זו בלבד שהם מסייעים בקליטת חומרי התזונה, אלא גם מסלקים חיים קרקעיים מזיקים אשר עלולים להיות קיימים שם. בעוד שבסביבה טבעית, אוכלוסייה זו של מיקרובים היא נפוצה למדי, הנה בנופים עירוניים ושל מגורים היא דלה למדי, כולל אדמת עציצי משתלות וקרקעות חקלאיים. בטרה-בלה קיימת תערובת מרוכזת של אורגניזמים מועילים המסוגלים לשפר מאד את פוריות הקרקע ובכך להגדיל את הכמות והאיכות של היבולים.

החלק הפעיל ביותר של הצמח לקליטת חומרי תזונה הוא השורש, והאזור של הקרקע המקיף ישירות את השורשים נקרא ריזוספירה (Rhizosphere) או אזור השורש. הריזוספירה היא די קטנה וגודלה אך מ"מ ספורים או לכל היותר סנטימטרים סביב אזור השורש של הצמח. חשיבותה של הריזוספירה נעוץ בכך שהיא מכילה את אוכלוסיית המיקרובים אשר פועלת באופן שונה מגושי קרקעות גדולים. זה מתרחש כך מפני ששורשי הצמחים משחררים תרכובות אורגניות, אשר יכולים להוות מקור מזון למיקרובים. בתמורה, המיקרובים מסייעים לצמח בקליטת חומרי התזונה, תוך שימוש בכמה מנגנונים, ובהם:

- (1) שינוי ההרכב הכימי של חומרי התזונה באופן שיהיו זמינים לשימוש הצמח;
- (2) התנתת חומרי התזונה אשר נספגים בחלקיקי הקרקע;
- (3) שימוש בשני המנגנונים הקודמים לספק את חומרי התזונה הדרושים להתפתחות טובה של שורשי הצמח. בפרט, חומרי התזונה דרושים להתפתחות שערות השורשים. לשערות אלה יש שטח פנים גדול יחסית לשאר חלקי השורש, והם האחראים לקליטת מרבית המים וחומרי התזונה לתוך הצמח.

Phylloxera

הנימפות של הפילוקסרה בוקעות מביצים ועוברות לעלים ולשורשים, ושם הן מתחילות בהדבקה חדשות בצורת השורש. בצורה זו, הן מנקבות את השורש כדי למצוא מזון, ומדביקות את השורש בהפרשה רעילה אשר מונעת את ההחלמה. רעל זה בסופו של דבר הורג את הגפן.

מחקרים רבים הראו כי המגבלה על כמות חומרי התזונה שהצמחים יכולים לקלוט בקרקע מדושנת היא הזמינות של אותם חומרי תזונה (כמות חומרי התזונה שמשחררים מחלקיקי הקרקע) ולא הריכוז הממשי של אותם חומרי תזונה בקרקע. כאשר המיקרובים של טרה-בלה מיישבים את אזור השורש בקרקע (הקרקע המקיפה ישירות את השורש), אזי המיקרובים של טרה-בלה משחררים לאזור השורש ולא ישירות לשורש של הצמח. כך הנימפות של הפילוקסרה יכולות לקבל את המזון הדרוש להן מחומרי תזונה אלה שמשחררים באמצעות טרה-בלה באזור השורש ואינן צריכות להשקיע את האנרגיה הדרושה להדביק את שורש הצמח, ולכן נותר שפע של חומרי תזונה עבור הצמח.

Verticillium Wilt ו-Fusarium

סוגים שונים של פטריית פוסריום יכולים להדביק יבולים שונים. היבול בעל העניין המסחרי הרב ביותר הוא בננה. הגורם למחלות "פנמה" של הבננות הוא *Fusarium oxysporum* וגרם להיעלמות זן "גרוס מישל" ברחבי העולם. גם זן הבננות "קבנדיש" מתחיל להראות רגישות לפוסריום, והדבר מעורר חשש רב בקרב מגדלי הבננות, כי אין כיום זן זמין אחר.

ראינו גם הבדלים בסוגי קרקעות לגבי רגישות לפוסריום במטעי הבננות, ולפחות חלק מהבדלים האלה נעוץ במיקרוביולוגיה של הקרקע. בפרט, הנוכחות של כמה סוגים של בקטריה *Actinomyces* אשר לכאורה מצליחה לדכא את גידול הפוסריום בקרקע. טרה-בלה מכילה בקטריות *Actinomyces*, לכן היא אכן מונעת את הדבקות הפוסריום במטעי בננות ו/או גם בסוגים אחר של צמחים.

נמטודות שונות (Root knot, Ring, Dagger)

אמנם בגפנים אשר טופלו בטרה-בלה ישנן יותר נמטודות מאלה שלא טופלו, אך לא נצפו השפעות מזיקות של נמטודות בגפנים אשר טופלו בטרה-בלה. אנחנו סבורים כי טרה-בלה מגדילה את כמות חומרי התזונה בקרקע הדרושה לנמטודות, והדבר מסביר את היעדר ההשפעה המזיקה על גפנים אשר טופלו בטרה-בלה. נראה כאילו שטרה-בלה מסייעת למנוע את הדבקות השורשים ע"י אספקת די חומרי תזונה לנמטודות, כך שהנמטודות אינן זקוקות להשיג את חומרי תזונה מהגפנים.

חיפושית Western Corn Rootworm

אחת השיטות העיקריות שנחקרו להדברת חיפושית זו, הוא הנדסת יבולים רגישים (כגון תירס), וליצור שני רעלנים קוטלי חרקים אשר מופקים באופן טבעי ע"י הבקטריה *Bacillus thuringiensis*. ה- *Bacillus thuringiensis* (ועוד סוגי בקטריות קרובים נכללים בתוך טרה-בלה). בטרה-בלה נמצאות בקטריות נוספות בעלות יכולות של קוטלי חרקים אשר גם הן יכולות להיות אפקטיביות.

הערת אזהרה אחת מנתוני הניתוח של נמטודות בקרקעות גפנים – שבהן נמצאה כמות משמעותית של נמטודות מסוג Root knot, Ring בחלקות שטופלו בטרה-בלה. זה היה כנראה כתוצאה מהכמות המוגברת של חומרי תזונה בקרקעות שטופלו, אך תוצאות דומות ניתן לצפות לגבי חיפושית Western Corn Rootworm. יש להעיר כי למרות שהיו יותר נמטודות מסוג Root knot, Ring, לא הייתה השפעה שלילית תואמת על גידול הגפנים, אשר מרמז על כך שהנמטודות לא הזיקו לשורשי הצמחים במועד המחקר. שוב, כנראה בגלל שהנמטודות יכלו להשיג את חומרי התזונה הדרושים להן מתוך הקרקע שטופלה בטרה-בלה, במקום לגזול מזון מהצמח עצמו.

פטריית Southern Blight/crown rot/white mold

1. הפטרייה הפתוגנית *Sclerotium rolfsii* גורמת למחלות צמחים, אשר קשורה בכ-200 מיני צמחים, כולל צמחי נוי וגם יבולי שדה, ובהם אך לא בלבד, עגבניות, בוטנים, גזר, תפוז"א, בטטות, וכו'. היא מכונה בשם הכולל Southern blight ("מכת הדרום") בגלל השפעתה הקטלנית על יבולי דרום ארה"ב, בפרט בוטנים. המחלה משגשגת באקלים חם, אבל ניתן למצוא אותה גם באקלימים קרים יותר. היא מכונה גם בשמות white mold ו-crown rot.

2. ההדבקה בדרך כלל מוגבלת לחלקי הצמח הנמצאים במגע עם הקרקע, בפרט שורשים.

3. ההדברה של Southern blight מהווה אתגר, והמניעה היא האסטרטגיה הטובה ביותר.

כיוון ש-Southern blight מדביק צמחים במקום חיבורים לקרקע, לכן טיפול בטרה-בלה אמור לסייע במניעת ההדבקה או להקל על תופעות ההדבקה, כיוון שטרה-בלה יוצרת ריזוספירה (אזור השורש) בריאה, כולל צמיחה של מיקוריזה בריאה באזור השורש.

כתמי בקטריות (Bacterial speck)

מחלת Bacterial speck תוקפת עגבניות, ובפרט החשש הוא לגבי עגבניות צעירות המתפתחות באקלימים לחים – לכן זו בעיה גדולה בקליפורניה השנה, בגלל הכמויות האדירות של גשמים מחוץ לעונה שהיו לנו. המחלה נגרמת ע"י *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, אשר נמצא בקרקע ובשורשי הצמחים, לכן טרה-בלה יכולה לעזור במחלה זו. לשם גילוי נאות, לא נעשו ניסויים ספציפיים במוצר שלנו נגד Bacterial speck ולכן יש לערוך ניסויים דפניטיביים לקבוע האם אנחנו יכולים להקל על המחלה.

פטריית Fairy Ring

מחלה זו בדרך כלל נגרמת ע"י basidiomycete שהן מקבוצת "פטריית כובע". בדרך כלל מבחינים ב-Fairy ring לפי הטבעות או קשתות המפוזרות שהן ירוק כהה יותר מהמשטח. הצבע הכהה יותר נגרם בשל שחרור החנקן כאשר פטריית Fairy ring מפרקות את החומר האורגני. שולי הטבעות הן בדרך כלל אינן סדירות או גליות. הן נמצאות על שטח הפנים בדרך כלל, וכל השטח המגודר ע"י הטבעת יכול להיות כהה יותר בשוליים מאשר השטח הבלתי נגוע. הטבעות יכולות להישאר ירוקות או להתקדם עד אשר עשב מת מתפתח בשוליים. את מות העשב בשוליים ייחסו בעבר לסטרס לחות, מפני שמתפתחים תנאי קרקע הידרופוביים עם גידול פטריית ה-Fairy ring. כמו כן ייחסו את המוות לשחרור עודף חנקן או היווצרות ציאניד החנקן או רעלים מטבוליים אחרים.

• פטריית Fairy ring נפוצות יותר בעשבייה צפופה.

• טבעות סוג 2 מתקדמות באופן סביר לטבעות סוג 1 המזיקות, כאשר הלחות היא מוגבלת.

• בסימני Fairy ring ניתן בדרך כלל להבחין יתר מאשר בעשבייה חסרת חנקן.

טרה-בלה יכולה לסייע במניעת סימני המחלה בגלל חוסר חנקן, ע"י הפיכת החנקן שכבר קיים בקרקע כך שיהיה זמין לשורשי הצמחים. כמו כן, טרה-בלה יכולה לעזור בהבטחת מערכת שורשים בריאה לצמחים, כולל גידול מיקוריזה "טובה", אשר יוצרת קרקע מאווררת יותר סביב מערכת השורשים. הדבר מסייע לאפשר שהמים יחדרו לקרקע ויגיעו לשורשי הצמחים.

פטריית Dollar Spot

זו נגרמת בדרך כלל ע"י הפטריית *Moellerodiscus* spp-*I Lanzia* spp. הן יוצרות כתמים עגולים של 23 אינץ' על עשבייה bent-grass ועיגולים או כתמים בגודל 4-6 אינץ' על מדשאות bluegrass (הן יכולות להדביק גם סוגי

עשב אחרים) וגורמת כתמים בצבע קש. על העלים הצמחים הנגועים ניתן לראות גידול בגוון חיוור דמוי קורי עכביש אשר מכוסים בטל בשעות הבוקר המוקדמות. בשלבים הראשונים של המחלה, העלים מפתחים כתמים אופייניים של כתמים ופסים בצבע חום בהיר; לעתים די קרובות, ניתן לראות גבול אדמדם-חום על כתמי העלים.

- עשבייה צפופה מאד במדשאה מהווה תנאים מושלמים להתפתחות פטריות, בפרט בחורף.
- לחות דלה בקרקע היא סיבה נוספת למחלת Dollar Spot.
- גם מחסור בחנקן יכול לגרום לסימני המחלה.

באופן דומה שטרה-בלה יכולה לסייע להקל על בעיית fairy ring (ראה לעיל), היא יכולה לסייע במניעת חוסר חנקן, ע"י הפיכת החנקן שכבר קיים בקרקע כך שיהיה זמין לשורשי הצמחים. כמו כן, טרה-בלה יכולה לעזור בהבטחת מערכת שורשים בריאה לצמחים, כולל גידול מיקוריזה "טובה", אשר יוצרת קרקע מאווררת יותר סביב מערכת השורשים. הדבר מסייע לאפשר שהמים יחדרו לקרקע ויגיעו לשורשי הצמחים.

עובש Pink snow

זו מחלת חורף של מדשאות אשר לעתים קרובות קשורה בהמסת שלגים או בתקופות קרות ולחות. המחלה יכולה לתקוף Fescues (Festuca sp.) (bluegrass (Poa sp.) (ryegrass (Lolium sp.) אבל הרגיש ביותר הוא bent-grass (Agrostis palustris). הפטרייה Microdochium nivale אשר גורמת את עובש Pink Snow, יוצרת עיגולים לבנים בקוטר של עד 60 ס"מ. לעתים קרובות ניתן ממש לראות את התפטיר של הפטרייה. המחלה נעשית חמורה אם העשבייה נחשפת לתקופות ארוכות מזג אוויר קר ולח מתחילת הסתיו ועד סוף האביב, אין הכרח בכיסוי שלג להתפתחותה. הדבקה חמורה של Microdochium nivale הורגת את העשבייה. הסיבות:

- רמות גבוהות של דשנים במזג אוויר קר.
 - תנאי לחות גבוהה (כגון בעת המסת שלגים, או אם העשב מכוסה בעלים, וכו', והלחות נלכדת תחתם).
- טרה-בלה יכולה לעזור בהבטחת מערכת שורשים בריאה לצמחים, אשר יוצרת קרקע מאווררת יותר סביב מערכת השורשים. הדבר מסייע לאפשר שהמים יחדרו לקרקע ויגיעו לשורשי הצמחים. כמו כן, טרה-בלה לא תגרום להרעה במצב של רמות חנקן גבוהות, כיוון שאיננה דשן המכיל חנקן. אמנם טרה-בלה עוזרת לצמחים ע"י לקלוט את החנקן שכבר קיים בקרקע, אך לא תגביר את כמות החנקן הקיים.

קוטל עשבים TerraBella

סראנו (Cerano - clomazone) הוא קוטל עשבים "מלבין" – משתמשים בו לטפל בשדות אורז בתחילת מחזור החיים (שתילים), כאשר השדות מוצפים במים, על מנת לטפל בעשבי מים ועשבים שוטים. אומנם יתכן שלסראנו יש השפעה שלילית על הפטריות בטרה-בלה, אך הוא לא ישפיע על הבקטריות בטרה-בלה.

שארק (Shark - carfentrazone) הוא קוטל עשבים "רחב עלים" – משתמשים בו לטפל בשדות אורז בשלב מאוחר יותר של מחזור החיים (שלב 2-3 עלים), והוא פועל היטב בשדות מוצפים במים, יחד עם קוטלי עשבים אחרים. בשארק משתמשים בצורת ריסוס על העלים, ולכן הוא לא אמור להשפיע על טרה-בלה באופן משמעותי, כי טרה-בלה פועלת על הקרקע.

את קוטלי עשבים מסוג Propanil (זהו שם כימי, לא שם מסחרי, דוגמא לאחד השמות המסחריים הוא Stam), גם כן מרססים על העלים, והוא זקוק לאור השמש ולטמפרטורות גבוהות יותר על מנת שיהיה אפקטיבי. הוא פועל באמצעות חסימת הפוטוסינתזה. לכן, גם הוא לא אמור להשפיע על פעילות טרה-בלה, כי טרה-בלה פועלת על הקרקע.

טיפול בתירס ע"י TerraBella

הסיבות שטרה-בלה יכולה להועיל לתירס: לצמח התירס יש מערכת שורשים די שטחית, לכן אינם עמידים לבצורת ולקרקעות דלות בחומרי תזונה. טרה בלה מסייעת לצמחים ליצור ריזוספירה, וכתוצאה מכך גידול בזמינות חומרי התזונה שהצמח יכול לקלוט. כמו כן, הטיפול בטרה-בלה מסייע למיקוריזה מסוג arbuscular ליישב את מערכת השורשים, והתוצאה היא עמידות טובה יותר לבצורת ובקליטת חומרי תזונה.

חשש פוטנציאלי אחד לגבי טיפול תירס בטרה-בלה: צמחי תירס צעירים צוברים חומר נוגד-מיקרובים די חזק מערכת שורשים די שטחית, לכן אינם עמידים לבצורת ולקרקעות דלות חומרי תזונה. טרה בלה מסייעת לצמחים (DIMBOA). אמנם DIMBOA נמצא בשורשי התירס, אבל השאלה האם זה יפריע לפעילות טרה-בלה תלוי בכמות DIMBOA אשר תחלחל מהשורשים לקרקע שמקיפה אותם. בספרות המקצועית

ישנם דיווחים סותרים על עשבים מפיקי DIMBOA (מרביתם נעשו על חיטה, לא תירס), באשר לסבירות ש-DIMBOA תחלחל לקרקע שמקיפה אותה. לכן, לא ניתן לנבא עד כמה משמעותית היא הבעיה בשלב זה.