

מנגנון הפעולה של TerraBella™

מסמך הסברה שהוכן עבור "אקווה-בלה פתרונות אורגניים"
ע"י בני מילכגרוב, יועץ

תאריך הוצאה: 30 בינואר, 2013

1.0 אבסטרקט

מטרת דו"ח זה הוא לתאר את המשמעות של התרכיב TerraBella™, את מנגנון הפעולה שמאחורי המוצר לגבי שיפור הקרקע והתועלת הצפויה ממנו.

2.0 מבוא

מזה כמאתיים שנה, המחקר וכתוצאה מכך גם הייעוץ לגבי איך לקבל יבולים בריאים התרכזו בהמלצות דישון וטיפול בשני תחומים עיקריים: התנהגות הביולוגית של הצמחים ודרישותיהם, וכן הוספת דישון, גם אם מדובר בדשנים קונבנציונליים או עם פחות קונבנציונליים.

קיימים מחקרים רבים, בסיסיים וגם יישומיים ביחס ל מטבוליזם (חילוף החומרים) של הצמחים, ועם זה, מעקב, הקשר וההשפעה של חומרי תזונה מקרו (חנקן, זרחן, אשלגן או NPK) וגם של-חומרי תזונה מיקרו (גופרית (S), מנגן (Mn), מגנזיום (Mg), אבץ (Zn) ובהחלט ברזל(Fe)). השימוש במצע מנותק וכן בדשנים נוזליים או מסיסים שיפר מאד את היבולים, ויחד עם זה את הידע לגבי דרישות הצמחים. עם זאת נותרת בעינה העובדה שמרבית הירקות והפרחים, צמחים חד-שנתיים ורב-שנתיים כאחד, גדלים בקרקע.

בדרך כלל ראו בקרקע רק מעין עוגן שהצמחים מחוברים אליו, והתייחסו למבנה, לחדירות מים ול-pH, אך לא ראו בו שכבה חיה, פעילה ודינמית כפי שהיא באמת.

למעשה, הקרקע מהווה חלק אינטגרלי מחיי הצמחים והיבולים, וכן הקשרים בין חלקי הצמח, כלומר השורשים והשערות יונקות שלו וסביבתם, וזה מה שבסופו של דבר מאפשר צמיחה תקינה של הצמחים.

מבחינה זו, ניתן לומר שקיימת "קהילה" בקרקע, והיא כוללת יצורים טפילים, ספרופיטים וגם סימביוטיים, ובהם פטריות, בקטריות, תולעים ונמטודות וגם חרקים מסוימים. הטבע מוסיף את הצמחים ונוצרת סביבה הרמונית חדשה. אבל האדם, אם בחקלאות או בעיצוב נוף, מוסיף צמחים חדשים וכך מופר האיזון הקיים.

נוסחת הפטנט של TerraBella™ מיועדת להחדיר שורה מגוונת של מיקרואורגניזמים הקשורים לקרקע ולצמחים, אשר תתקן ותייצב את הסביבה הביולוגית של הקרקע וגם תחדיר לשורשים או לסביבתם את אותם אורגניזמים אשר מועילים לצמחים, באמצעות אינטראקציה עם השורשים ובפרט שערות השורשים.

TerraBella™ הינה תערובת מרוכזת מאד של אורגניזמים מיקרוסקופיים קרקעיים, בצורה רדומה לחלוטין. כאשר מפעילים אותם הם מסוגלים לבצע ולעודד כמה פעילויות אשר מאפשרים תהליכים חיוביים שונים, הן למטרות חקלאות והן למטרות עיצוב נוף (טבלה 1 TerraBella™ ממריצה ומעודדת התפתחות הצמחים (בדומה לדשן) TerraBella™ מבצעת פעילות זו בכמה צורות, ובהם:

1. קליטה/שחרור/הנעה של חומרי תזונה שכבר קיימים בקרקע/במים.
2. פירוק/ סילוק תרכובות/אורגניזמים המזיקים להתפתחות הצמחים.
3. הפקת חומרי תזונה המועילים להתפתחות הצמחים.
4. שינוי מטריצת הגידול לתנאים נוחים יותר להתפתחות הצמחים.
5. יצירת מבנים סימביוטיים בשורשים, כגון מיקוריזה ריזוביום ואחרים, אשר יצרים נתיבים מהקרקע אל תוך השורשים.

כפי שמשמע מהשם, TerraBella™ מיועדת לעבוד באופן אופטימלי בקרקע, ולשנות אותו באופן הנוח ביותר עבור הצמחים:

טבלה 1 רשימה של קרואורגניזמים קיימים בתוך TerraBella™

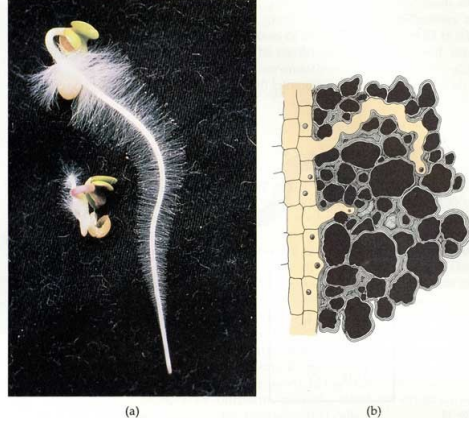
התהליך	המיקרוב	פעילות ספציפית
ניצול חנקן	<i>Azotobacter vinelandii</i>	קיבוע חנקן
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	קיבוע חנקן
	<i>Rhizobium ssp.</i>	קיבוע חנקן
	<i>Azospirillum brasilense</i>	קיבוע חנקן
	<i>Nitrosomonas spp.</i>	ניטריפיקציה, דה-ניטריפיקציה
	<i>Nitrococcus spp.</i>	ניטריפיקציה, דה-ניטריפיקציה
	<i>Nitrobacter spp.</i>	ניטריפיקציה
ניצול זרחן	<i>Micrococcus spp.</i>	התנעת זרחן
	<i>Pseudomonas spp.</i>	התנעת זרחן
אחר	<i>Bacillus spp.</i>	קוטל מחלות ומזיקים לצמחים
	<i>Trichoderma spp.*</i>	עמידות למחלות צמחים ודיכוי פטריות פתוגניות
	<i>Streptomyces spp.*</i>	דיכוי פטריות פתוגניות

*אורגניזמים פטרייתיים. כל יתר האורגניזמים הם בקטריות.

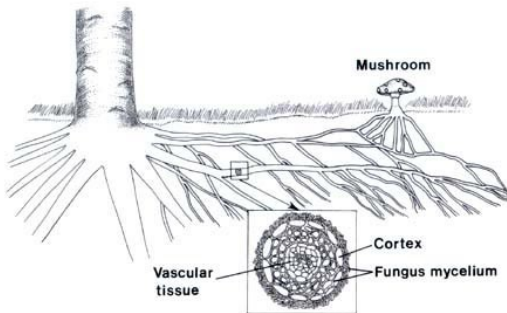
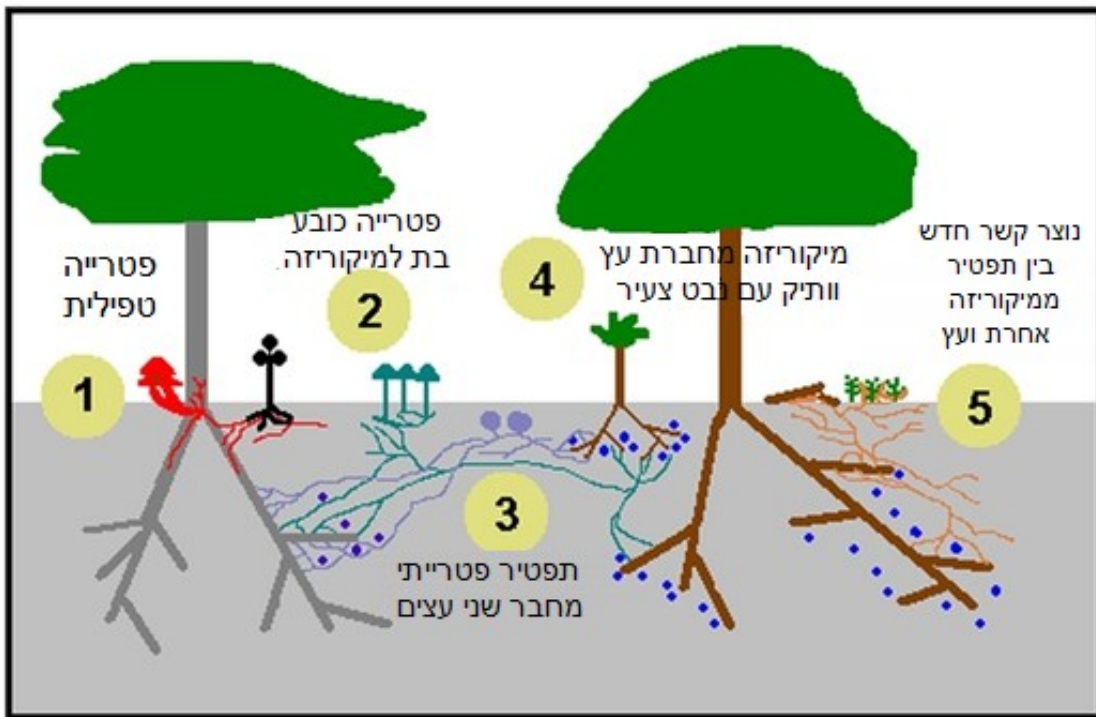
שורשים והתפתחות הצמחים

3.0

בעוד שהגזע והעלים צריכים להתמודד עם סביבה יבשה, עם בעיות החום, התנאים והמזיקים שבאוויר, הרי שהשורשים שקועים בקרקע וצריכים לספוג ממנה את המרב חומרי התזונה של הצמח, וצריכים להתמודד עם האתגרים המשתנים במדיום הזה.

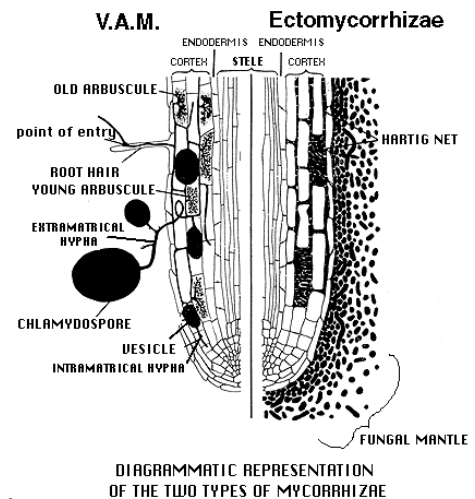
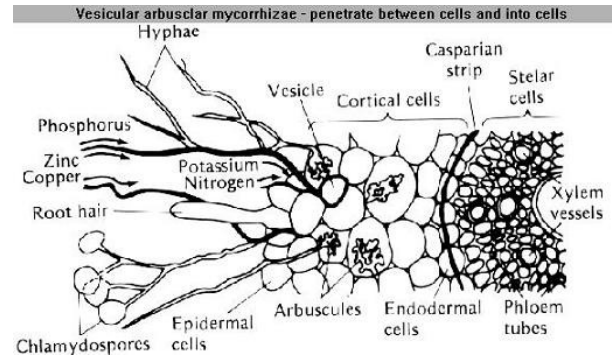


חקלאים ומנהלי ייעור יודעים מזה זמן רב על הצורך לחסן באמצעות בקטריות ופטריות את הקרקע כדי לקבל גדילה ויבולים של בקטניות וגם את עצי אורן, למשל. לכן, רעיון הקשר בין הצמחים לבין מיקרואורגניזמים אינו זר כלל ועיקר לחקלאות ולייעור.



הנה כי כן, TerraBella™ היא תערובת מאוזנת של מעל 120 מיקרואורגניזמים, אשר עם השימוש בשטח, הם מתחילים להיות מופעלים באופן סלקטיבי:

החלק הפעיל ביותר הקשור לקליטת חומרי התזונה עור הצמח, הוא השורש, ואותו אזור בקרקע המקיף ישירות את השורשים, הנקרא ריזוספירה (אזור 1). הריזוספירה היא די קטנה, כמה מילימטרים או לכל היותר סנטימטרים של קרקע סביב אזור השורש של הצמח.



DIAGRAMMATIC REPRESENTATION OF THE TWO TYPES OF MYCORRHIZAE

לריזוספירה נודעת חשיבות מיוחדת, כי היא מכילה אוכלוסיית מיקרוביינית אשר פועלות באופן שונה, משמעותית, מגושי קרקע גדולים אחרים (איור 1). הדבר קורה מפני ששורשי הצמח מפרישים תרכובות אורגניות אשר משמשים מזון למיקרובים. בתמורה המיקרובים מסייעים לצמח בקליטת חומרי תזונה, וזאת באמצעות מספר מנגנונים, ובהם: (1) שינוי ההרכב הכימי של חומרי התזונה באופן שיהיו זמינים לצמחים; (2) הנעת חומרי תזונה שנספגו/נספחו לתוך או מעל חלקיקי הקרקע; (3) השימוש בשני המנגנונים הנ"ל לספק את חומרי התזונה הדרושים להתפתחות תקינה של שורשי הצמחים. בפרט, חומרי התזונה הדרושים להתפתחות שערות היונקות והשורשיים.

לשערות אלה יש שטח פנים גדול, והם אחראים לקליטת רוב חומרי התזונה והמים לתוך הצמח. בטבע, המינים המועילים של בקטריות ופטריות מקדמים התפתחות בריאה של הצמח ואת פוריות הקרקע. לא זו בלבד שמיקרובים "טובים" אלה מקדמים את קליטת חומרי התזונה, אלא גם מסלקים מזיקים החיים בקרקע. כאשר חקלאות ועיצוב נוי, מחדירים גדולים זרים או מרוכזים (כמו, למעשה, כל הגידולים החקלאיים), אין וודאות שאותם מיקרובים "טובים" יהיו נוכחים בקרקע.

כיוון ש-TerraBella™ היא תערובת של מיקרואורגניזמים רבים, אירוביים וגם אנאירוביים, בקטריות וגם פטריות, היא מהווה חלופה חשובה לתיקון מגרעות קרקע ולחסן את השורשים בעזרת מיקרואורגניזמים מועילים, אשר פועלים בסינרגיה על מנת לקדם התפתחות נמרצת של הצמחים.

4.0 חומרי תזונה והתפתחות הצמחים

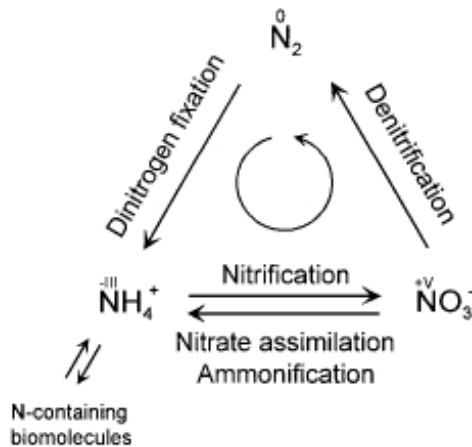
שימוש הקרקע לחקלאות באופן רצוף מדלדל את חומרי התזונה מהקרקע. מצב זה הוביל את החקלאים להוסיף דשנים ואף כי הדבר מאפשר שימוש חקלאי רציף, הרי זה יקר ולרוב בלתי יעיל.

(חנקן (N), אשלגן (K) וזרחן (P) הם שלושת חומרי התזונה של הצמח הדרושים לו בכמויות גדולות. תוספת חומרי תזונה אלה לקרקע וקליטת ע"י הצמחים מציבים קשיים ספציפיים לגבי כל אחד מחומרי תזונה הנ"ל.

4.1 חנקן (N)

לצמחים דרושים כמויות גדולות של חנקן, יותר מכל חומר תזונה אחר. אמנם חנקן נמצא בשפע בסביבה, אבל רובו הגדול נמצא באוויר במבנה של N_2 , אשר אינו זמין למרבית הצמחים. התוצאה של חוסר חנקן בצמחים היא מגבלה כוללת על התפתחותם. עלולה להופיע אצלם כלורוזה, אשר גורם שכל הצמח יהיה בהיר יותר, העלים הבוגרים מצהיבים, וזה מתקדם גם לעבר העלים הצעירים יותר. הסיבה לכך היא שהחנקן דרוש להתפתחות הכלורופיל וכן חלבונים שונים המעורבים בפוטוסינתזה המעניקה לעלים את צבעם הירוק.

איור 2: המרת החנקן שבסביבה ע"י הבקטריות



המרת החנקן מהרכב כימי אחד להרכב אחר בסביבה נעשה בדרך כלל ע"י מיקרואורגניזמים הנמצאים בקרקע באופן טבעי (איור 2). המרת הגז N_2 שבאטמוספירה לאמוניה נקראת קיבוע חנקן, והוא מתבצע בבליטות מיוחדות בשורשי הקטניות. בעבר נהגו להשתמש בתהליך זה על מנת לחדש החנקן בקרקע, ע"י גידול יבולים אשר מסוגלים לקבוע את החנקן לפי הצורך. כיוון שרק צמחים מעטים מסוגלים לתמוך בקיבוע החנקן, יש צורך להשתמש גם בתהליכים אחרים, כולל תוספת דשנים הכוללים חנקן, על מנת לדשן קרקעות מדולדלות מבחינת חומרי תזונה.

הדשנים הנפוצים ביותר למתן חנקן הם בצורת יונים של ניטרט (NO_3^-) ואמוניה (NH_4^+). אמנם הניטרט הוא תרכובת החנקן הנקלטת באופן הקל ביותר ע"י צמחי חקלאות רבים, כגון אפונה ועגבניות, אך השימוש כרוך גם בחסרונות משמעותיים: (1) הוא נייד מאד במרבית הקרקעות, ועובר בקלות מהקרקע ללוח המים, בפרט בקרקעות רוויות; (2) זה גורם זיהום גדול במי שתייה. בשל כך, בדרך כלל מוסיפים חנקן לקרקע בצורה של יוני אמוניה, אשר לאחר מכן עוברים

המרה לניטרטים באמצעות תהליך חמצון ביולוגי או כימי, תהליך הנקרא ניטריפיקציה. למעשה, ניטריפיקציה היא כה נפוצה שזיהום ניטרטים בלוח המים מתרחשת בקרקעות חקלאיים שמוסיפים להם אמוניה. ככל שצמח מסוגל להשתמש באופן אפקטיבי יותר בחנקן, נדרש פחות דשן חנקני מזהם, ובכך מצמצמים את הסיכוי שהניטרט יגיע ללוח המים המקומי.

הבקטריות של הריזוספירה מסוגלות לבצע תהליכי המרה נוספים של החנקן. אחד החשובים שבהם הוא דה-ניטריפיקציה, שבו ממירים את הניטרט חזרה לגז N_2 . בניגוד לתהליכי המרה אחרים שבהם עסקנו במסמך זה, דה-ניטריפיקציה יכולה להתבצע אך רק ע"י בקטריות. בפעילות החקלאית אשר נתקלת בייצור משמעותי של הפקת ניטרטים, דה-ניטריפיקציה היא התהליך העיקרי האחראי לפירוק הניטרטים.

4.2 אשלגן (K)

מבחינת כמויות, אשלגן הוא הבא אחרי החנקן כחומר התזונה הדרוש ביותר לצמחים. שלא כחומרי תזונה אחרים, אין לאשלגן תפקיד מבני בצמח, ואינו מרכיב חשוב בעלים, בשורשים או כל מבנה אחר בצמח. לעומת זאת הוא הנמצא בחלקי הצמח המכילים מים, וממלא תפקיד חשוב בצמיחת השורשים, חוזק הגבעול, העברת מים וחומרי תזונה, בקרת מחלות, pH של הצמח, וויסות הפוטוסינתזה, וכן הובלת סוכר ועמילן, בין תפקודי הצמח.

צמח הגדל ללא מספיק אשלגן חשוף הרבה יותר לסטרס מבחינת מים וטמפרטורה, והתוצאה היא יבול דל יותר בכמות ואיכות, הרבה לפני הופעת הסימנים הפיזיים. בצמחים הגדלים עם כמות מספקת של אשלגן, התוצאה תהיה חיי מדף ארוכים יותר לגבי פירות וירקות, וערך תזונתי משופר לגבי גרעינים ויבולי מספוא, וגם ערך טוב יותר לסיבי הכותנה.

למרות שישנה כמות גבוהה של אשלגן בקרקע, פחות מ-2% זמינים לשימוש הצמח, ואילו 90-98% נמצאים במינרלים כגון נציץ, שאינם זמינים לשימוש. כיוון שנדרשת כמות גדולה של אשלגן לכל היבולים החקלאיים, הכרח הוא להוסיף אשלגן לקרקעות חקלאיים.

מיקרובים אינם ממלאים תפקיד ישיר בקליטת אשלגן בצמחים, אלא רק בעקיפין, מפני שהם משנים את סביבת הריזוספירה, את ה-pH וקורמות החמצון, כך שהאשלגן מתקבל יותר בקלות או שהוא נשטף פחות. קיימת גם הנחה כי קהילה בריאה של בקטריות בריזוספירה, תגרום לצמצום הפטריות בריזוספירה. פטריות, בניגוד לבקטריות, גם זקוקות להרבה אשלגן, ולכן מתחרות עם הצמח על חומר תזונה זה. אומנם TerraBella™ כוללת פטריות, אך חלקן היחסי הוא כזה שאינו מהווה תחרות ממשית לצמחים על אשלגן.

אשלגן הוא נייד מאד בקרקע, אך כשלעצמו אינו מזהם מים, כמו החנקן. עם זאת, מליחות גבוהה בלוח המים בגלל אשלגן ויונים אחרים הכרוכים בשימוש דשנים בשטחי חקלאות, מהווים בעיה רצינית במקומות שהמים הם כבר מליחים. שימוש מופחת בדשנים יכול למזער את הבעיות של מליחות גבוהה.

4.3 זרחן (P)

לצמחים דרושה כמות גדולה יחסית של זרחן, אשר מעורב בכמה פונקציות של הצמח, בפרט אלה הקשורות לפוטוסינתזה, כי זרחן דרוש לכל התהליכים של הפקת אנרגיה. הוא גם דרוש להתפתחות השורשים, הבשלה, והתפתחות הפרחים. צמחים הגדלים בקרקע דלת-זרחן יגדלו פחות/ההבשלה תתאחר, צבע העלים הוא כחלחל ירוק/ארגמן (בפרט עלים בוגרים) וגם הפירות קטנים וחומציים. צמחים הגדלים בתנאים דלי-זרחן הם דלים גם ביסודות קורט אחרים, כגון ברזל ואבץ.

למעשה כל הזרחן בדשנים מתווסף בצורת פוספט אניון (PO_4^{3-}). זבל בע"ח גם הוא מקור נפוץ לדישון זרחן. לאחר ההוספה, הזרחן שוקע די מהר, ורק 10-30% מדשן הפוספט זמין עבור הצמחים. הזרחן שוקע עם מינרלים אחרים בקרקע, סידן, אלומיניום, קרבונט וברזל, שכולם

ממלאים תפקיד ברמות שונות של pH בקרקע. מתוך משקעים אלה הצירוף של זרחן-סידן (אשר קיים בעיקר בקרקעות הבסיסיות, כלומר pH גבוה), הוא הנוח ביותר לזמינות עבור הצמח, ולכן זמינות הזרחן היא בעיה קלה בקרקעות בסיסיות. אמנם חלק מהזרחן המקובע נעשה זמין בשנים הבאות, אבל הרוב הגדול נותר בלתי זמין.

זרחן מהווה איום גדול על איכות המים, בפרט במים עליים, שבהם רמות זרחן גבוהות יכולות לגרום לצמיחת מוגזמת של אצות. ריבוי אצות פוגמות בצלילות המים ולירידה בכמות החמצן המסיס עם ריקבון האצות. כיוון שזרחן שוקע במהירות לתוך הקרקע, אין חשש גדול שהוא יחלחל ללוח המים, שלא כמו הניטרט והאשלגן.

מיקרובים ממלאים תפקיד ישיר בקליטת זרחן ע"י גיוס הזרחן ששקע לשימוש של הצמח. כיוון שזמינות הזרחן תלויה מאד ב-pH, לכן שינויים מקומיים ב-pH יכולים להשפיע באופן משמעותי על זמינות חומר תזונה זה. הבקטריות טובות בפרט לנצל מחדש את הזרחן ששקע, כי אוכלוסיות של בקטריות פעילות זקוקות לזרחן על מנת לגדול.

4.4 חומרי תזונה משניים

הצמחים זקוקים לחומרי תזונה נוספים, מעבר לחומרי התזונה העיקריים שפורטו לעיל. על אלה נמנים סידן (Ca), מגנזיום (Mg) וגופרית (S). אמנם מחומרי תזונה משניים אלה ישנן כמויות מספיקות בקרקעות בעלות pH בינוני עד גבוה לתמוך בהתפתחות הצמחים. מקובל להוסיף סידן בקרקעות חומציות יותר, אשר מגביה את ה-pH של הקרקע. האורגניזמים של הריזוספירה יכולים להעלות את הזמינות של הסידן והמגנזיום, ע"י הנעת הסידן ומגנזיום ששקעו. המיקרובים של הריזוספירה ממלאים תפקיד מרכזי בקליטת גופרית, ע"י המרת הגופרית לצורה שהצמחים יכולים להשתמש בה, והם ממלאים תפקיד דומה לגבי הגופרית ממש כמו לגבי החנקן.

4.5 מיקרו חומרי תזונה

יסודות חיוניים להתפתחות הצמחים אשר דרושים רק בכמויות קורט זעירות נקראים מיקרו חומרי תזונה. מיקרו חומרי תזונה של הצמחים כוללים בור (B), נחושת (Cu), ברזל (Fe), כלור (Cl), מנגן (Mn), מוליבדנום (Mo), ואבץ (Zn). המיקרובים של הריזוספירה יכולים למלא בזמינות מרבית היסודות האלה. למשל, כמה מהמיקרובים של הריזוספירה מסוגלים לקשור ולהניעה מתכות שונות בקרקע. עם זאת, רק כמויות קורט זעירות דרושים מיסודות אלה להתפתחות הצמחים, ויתכן שהצמחים מסוגלים להשיג כמויות מספיקות ללא פעילות המיקרובים של הריזוספירה.

4.6 עמידותם של צמחים למחלות

TerraBellaTM מכילה בקטריות ופטריית של הריזוספירה, אשר ידוע כי הם משפרים את עמידותם של הצמחים למחלות. הדבר נעשה ע"י כך שהם מדכאים מספר אורגניזמים פתוגניים (גורמי מחלות), הנמצאים בריזוספירה של הצמח, ושם הם גורמים להרבה מחלות צמחים. האורגניזמים של TerraBellaTM פועלים ישירות, ע"י הפקת תרכובות כגון סוגי אנטיביוטיקה ואנטי-פטריית אשר בולמים באופן פעיל את צמיחת הפתוגניים, וגם בעקיפין, ע"י תחרות עם הגורמים הפתוגניים על חומרי תזונה בקרקע של הצמחים.



5.0 סיכומים והמלצות

אין ספק שתנאי הקרקע והביולוגיה של המיקרואורגניזמים בקרקע ממלאים תפקיד חשוב מאד לגבי התוצאות שמתקבלות מעל הקרקע. אוכלוסייה תת קרקעית מאוזנת ונכונה תתבטא על התפתחות היבולים שמעל הקרקע. כך, TerraBellaTM מהווה את אחת החלופות הטובות ביותר ליצירת "קהילה" מאוזנת של מיקרואורגניזמים, אשר יפעלו באינטראקציה עם שורשי הצמחים,

ובפרט עם השערות היונקות, וזאת על מנת לשפר ולקדם את קליטת חומרי התזונה ע"י הצמחים וגם לנטרל חלק מגורמי המחלות.

להלן רשימה קצרה של מקרים מעשיים שבהם רואים את היכולות של TerraBella™ להפיק תוצאות מעשיות בשטח.

איור 3: השפעת הטיפול על הירקות בחוות הנטינגטון

איור 3ב'	איור 3א
	

איור 3א' מציג עלי כרובית מצמחים מטופלים (מימין) לעומת בלתי מטופלים (משמאל). איור 3ב' מציג ראשי ברוקולי מצמחים מטופלים (מימין) לעומת בלתי מטופלים (משמאל). הבעלים של חוות הנטינגטון גילו שבצמחים מטופלים משני סוגי הירקות ישנם עלים וגבעולים בעלי צבעים טובים יותר, בריאים יותר ובהבשלה אחידה יותר, בהשוואה לצמחים בלתי מטופלים. הם גם גילו כי לכרובית מטופלת יש חיי מדף ארוכים יותר וגם עדיפה מבחינת התנובה.

בעזרת TerraBella™ ממריצים באופן משמעותי התפתחות בריאה של הצמחים, באמצעות כמה מנגנונים. כמה דוגמאות ספציפיות של תוצאות TerraBella™, ובהם (1) חוות הנטינגטון שבה לכרובית המטופלת הייתה תנובת יבול גבוהה ב-50%, חיי מדף משופרים וגם עלים בריאים יותר, בהשוואה לצמחים שלא טופלו (איור 3א'). גם צמחי ברוקולי שטופלו היו בריאים יותר ובצמיחה אחידה יותר בהשוואה לצמחים שלא טופלו (איור 3ב'). (2) גפנים אשר טופלו הבשילו שישה חודשים מהר יותר ועלים גדולים יותר, יותר סידן בעוקצי העלים ויבול פרי בכמות יותר גדולה בהשוואה לגפנים שלא טופלו (כרמי לאורה זטילה). (3) לחסת "מש" שטופלה היו עלים בצבע, מרקם ועובי טובים יותר וגם חיי מדף ארוכים יותר מאשר צמחים בלתי מטופלים, אפילו ללא תוספת דשן (חוות 4). (Epic Roots) בשעועית ירוקה שטופלה היה גידול של 23% ביבול בהשוואה לשעועית שלא טופלה (חוות סרביאן). (5) לגפנים שטופלו היה גידול של 10% ביבול הענבים, עם עלים גדולים ובריאים יותר וצבע טוב יותר בהשוואה לגפנים שלא טופלו (כרמי פסטריק). (6) חוות Rocking B (סונומה, קליפורניה) ניסו את על שורה ארוכה של צמחים ובהם בזיליקום, עצי תות, עצי אפרסק, פטל, וורדים, קורנית, עגבניות, קישואים, בטטות וזוקיני. בכל המקרים, הצמחים המטופלים היו בריאים יותר באופן מובהק, ועם יבול פרי/ירק גבוהים יותר בהשוואה לעונות קודמות. (7) בצמחי מריחואנה רפואית היה זמן הבשלה מהיר יותר ועליה של 25% ביבול, בהשוואה לצמחים בלתי מטופלים. (8) חצילים ופלפלים שטופלו היו בריאים יותר, הבשילו מהר יותר תוך יבול גבוהה יותר, בהשוואה לצמחים בלתי מטופלים (וויקטור דינטינו).

להלן תמצית של חלק מהמנגנונים של TerraBella™ להמריץ את הצמיחה. כמו כן נציין את מיקרואורגניזמים ספציפיים של TerraBella™ המפורטים בטבלה 1, והקשורים לתהליכים המתוארים.

- המיקרואורגניזמים של TerraBella™ יכולים להגביר את זמינות החנקן (N) ע"י שינוי ההרכב הכימי שלו. למשל, כאשר יש מחסור בחנקן, הם יכולים לקבע את גז החנקן N_2 לאמוניה NH_4 (למשל *Azotobacter vinelandii* טבלה 1). הם יכולים גם לשנות את הדשן החנקני הנפוץ ביותר להרכב חנקן של ניטרט NO_3 העדיף לקליטה בצמחים חקלאיים רבים (למשל *Nitrosomonas spp.* טבלה 1).
 - בעזרת TerraBella™ ניתן להגביר את זמינות האשלגן (K) ע"י שינוי רמת ה-pH והחמצון בסביבת הריזוספירה, באופן שהאשלגן יהיה זמין יותר בקלות או פחות ניד. טיפול ב-TerraBella™ גם מבטיח שתתקיים קהילה בריאה של בקטריות בריזוספירה, אשר מסוגלת להגביל את צמיחת הפטריות בריזוספירה. פטריות, בניגוד לבקטריות, מתחרות עם הצמחים לגבי חומר תזונה זה.
 - בעזרת TerraBella™ ניתן להגביר את הזרחן ע"י הנעת פוספט שקוע ומקובע לשימוש הצמחים (למשל *Pseudomonas spp.* בטבלה 1). זמינות הזרחן תלויה מאד ב-pH ולכן שינויים מקומיים ב-pH בריזוספירה בגלל פעילות מיקרובים, ישפיעו באופן משמעותי על זמינות חומר תזונה זה.
 - בנוסף לכך, TerraBella™ פועלת על חומרי תזונה משניים. המיקרואורגניזמים של TerraBella™ יכולים לשנות את ההרכב הכימי של גופרית (S) באופן הזמין לצמחים. הם יכולים לגייס משקעים של סידן (Ca) ומגנזיום (Mg). למעשה שפע של סידן נצפה בעוקצי העלים של גפנים אשר טופלו, בכרמי לאורה זטילה, בהשוואה לצמחים שלא טופלו. הדבר מצביע על כך שטיפול ב-TerraBella™ מגביר את זמינות הסידן בקרקע של הריזוספירה.
 - כמו כן TerraBella™ מדכאת אורגניזמים פתוגניים (גורמי מחלות) ע"י (1) תחרות על חומרי תזונה, וגם (2) יצירת תרכובות אשר מונעות צמיחת גורמי המחלות (למשל *Trichoderma spp.* בטבלה 1).
- התוצאה של כל הפעילויות הנ"ל היא גידול בצמיחת השורשים במהלך התפתחות הצמחים, וגם מגביר את קליטת חומרי התזונה ואת עמידות הצמח בתקופות בצורת. לסיכום, כל הפעילויות הנ"ל יכולים להקל על קשיים אחרים הקשורים לשימוש בדשנים. בכך שמאפשרים לגידולים לנצל את חומרי התזונה באופן אפקטיבי יותר שבקרקע ובדשנים, יש צורך בפחות דשנים, לכן פוחתים הסיכויים שניטרטים, פוספטים ומלחי הדשנים יגיעו ללוח המים.