

מועצה אזורית אשכול
מועצה אזורית שדות נגב
מועצה אזורית מרחבים



משרד החקלאות ופיתוח הכפר
קרן קיימת לישראל
המשרד לפיתוח הנגב והגליל
ההסתדרות הציונית העולמית-החטיבה להתישבות

NEGEV AGRICULTURAL R&D CENTER



דו"ח מסכם 2023-2025

תכנית 92-02-0024



1. מו"פ דרום / דו"ח סופי מסכם

- מספר מחקר: 92-02-0024

- שם התוכנית: פיתוח טיפולי קרקע מיקרוביאליים ליצירת אדמה סופרסיבית בתפוח אדמה.

- חוקר ראשי: טל אוגד, מו"פ דרום, אחראי על ניהול המחקר;

- חוקרים שותפים: טלי אילני, מו"פ דרום, חוקרת קרקע ומים. חגי רענן, מנהל המחקר החקלאי מרכז גילת, כימות מיקרוביולוגיה כללית בקרקע; זיו מי-טל, שה"מ מדריך ראשי לתפוח"א, ליווי ויעוץ מקצועי

- סטטוס תוכנית: הסתיימה

- מועד התחלה וסיום התוכנית: ינואר 2023 – דצמבר 2025

2. תקציר

גידול תפוח"א מהווה מקור מזון השלישי בגודלו לבני אדם בעולם, גדל ביותר מ 150 מדינות שונות ומשמש לתזונה של מיליוני אנשים. גידול תפוח אדמה הינו מבין הגדולים בין הגידולים החקלאיים בישראל בהיקף הדונמים ומהגדולים בהיקף הפדיון. הירידה באיכות הגידול כתוצאה מגידול עוקב של שנה אחר שנה באותו שטח ידועה לא רק בתפוח"א אלא בכל ענפי החקלאות ומיוחסת להתפתחות מיקרוביאלית בקרקע (מיקרוביום) שיש בה רמות גבוהות של פתוגנים. במחקר זה שהתבצע במשך שלוש שנות מחקר 2023-2025 נבחנו מספר רב של תכשירים ותוספי קרקע לשיפור גידול תפוח"א בתנאים של גידול עוקב. נמצאו מספר תוספי קרקע במהלך שלושת שנות המחקר שיש להן יעילות בשיפור היבול, הבולט שבם הוא תכשיר חברת EM. מחקר זה מבסס את פוטנציאל השימוש בתוספי קרקע לשיפור גידול תפוח"א בישראל.

3. רקע קצר ותיאור הבעיה

בישראל מגדלים תפוח"א בהיקף גדול ליצוא לאירופה ונדרשת טכנולוגיה שמאפשרת את הורדת עלות הגידול כדי להתמודד עם גידול מתחרה באירופה ובארצות אחרות. מחזור גידול בתפוח"א הינו בן 3-4 שנים, עלות השכרת קרקע הינה מרכיב כלכלי חשוב ולכן גידול עוקב של שנה אחר שנה או מחזור קצר יותר מהקיים יכולים להוריד בצורה משמעותית את עלות הגידול של תפוח"א. הרכב האוכלוסייה המיקרוביאלית של הקרקע הינה גורם עיקרי לירידה באיכות הגידול בגידול עוקב שנה אחר שנה (1,3). כתוצאה מגידול עוקב מתפתחים מחלות קרקע שפוגעות ביבול ובאיכות הפקעות. מחלות הקרקע בתפוח"א כוללות את המחלות הבאות: דוררת, גרב אבקי, גרב חיידקי, רקבון רך, רגל שחורה ופיתיום (2). כל אחת מהמחלות הללו עשויה להתעורר כתוצאה מגידול עוקב. מניעת מחלות קרקע יכולה להימנע על ידי טיפולים שמשנים את הרכב

המיקרוביאלי של הקרקע. טיפולים אלה כוללים תוספת קומפוסט ממקורות שונים (בקר או עוף) והוספת תכשירים מיקרוביאליים לקרקע. בשנים האחרונות פותחו תכשירים מסחריים לטיפול מיקרוביאלי לקרקע שניתן לבחון אותם לבד ובשילובים שונים.

4. מטרת המחקר

מטרה עיקרית:

1) פיתוח טיפול יעיל המשלב תכשירים מיקרוביאליים עם תוספת קומפוסט או זבל עוף שיאפשר את קיצור משך מחזור הזרעים שנדרש בגידול תפוז"א.

מטרות משניות:

- 2) פיתוח טיפולים מיקרוביאליים במקום טיפולים כימיים כנגד מחלות קרקע דבר שימנע את הסכנה בשאריתיות חומרי הדברה ובסכנה האקולוגית שלהם.
- 3) הבנה טובה יותר של האוכלוסייה המיקרוביאליית בקרקע בגידול תפוז"א.

5. מהלך המחקר ושיטות העבודה.

דוח זה הינו דוח מסכם שנכתב בשנה ג של המחקר. הדוח כולל בתוכו את תוצאות שנה ג וסיכום של שלושת שנות מחקר. במחקר נעשה ביצוע בהתאם לתוכנית, בוצעו שלושה ניסויים שבהם גודל תפוז"א על שטח עם גידול עוקב, בכל אחד מהניסויים בוצעו טיפולים של תוספי קרקע שיש בהם יכולת לשנות הרכב מיקרוביאלי בקרקע. בכל אחד מהניסויים נבחנה ההשפעה של הטיפולים על בריאת וחוזק הצמח ועל יבול ואיכות פקעות תפוז"א. במהלך המחקר בשנים ב ו ג בוצעו בדיקות קרקע לאפיון ההשפעה של תוספי הקרקע על הספירה הכללית של אוכלוסייה המיקרוביאליית בקרקע. תנאי גידול: במהלך שלושת שנות המחקר התבצעו גידולים עוקבים על שטחי תפוז"א במו"פ דרום ובקרבת מו"פ דרום. בשנה א של המחקר בוצע גידול תפוז"א על שטח שגודל בו תפוז"א לפני שנתיים, בשנה ב של המחקר בוצע גידול על שטח שגודל בו תפוז"א לפני שנה ובשנה ג גודל תפוז"א על שטח שגודל בו לפני שנה בדומה לשנה ב. שטחי הגידול נעשו בתנאי גידול מסחריים על שטחים של כ 3 דונם שתנאי הגידול שלהם הוצמדו לאלה של גידול מסחרי מקביל בקרבת מו"פ דרום. במהלך שלושת השנים הניסוי נעשה על זנים שונים בהתאם לזן של בגידול המסחרי שאליו הוצמד הניסוי.

תנאי גידול שנה א: שטח תפוז"א של 5 דונם שגודל בו תפוז"א בשנה לפני קודמת נזרע בזרעי זן רודאו שמקורם מחו"ל בעומד של 8 זרעים למטר רץ, גודל הזרעים של 28-35 מ"מ ומשקל 275 ק"ג זרעים לדונם. תוכנית המקור הייתה לזרוע זן סיפרה במהלך דצמבר, השינוי נעשה עקב אילוצים טכניים. דישון יסוד נעשה לאחר בדיקת קרקע של זרחן ואשלגן והשלמה ל 30

יחידות זרחן ו 120 יחידות אשלגן ובנוסף יושם קומפוסט עוף בכמות של 3 קוב לדונם בהתאם למקובל בגידול מסחרי. תאריך הזריעה היה ב 7/2/23 והגידול נמשך ל 127 יום עד ליום הוצאת הפקעות, נביטה ראשונה נצפתה לאחר 40 יום, שרפת נוף בוצעה לאחר 106 יום מזריעה כך שמשך הקמלת הנוף נמשך 14 יום (מיום שרפת נוף ועד הוצאת הפקעות). מהלך הגידול בוצעו טיפולי הגנת הצומח כמקובל בגידול מסחרי על ידי יישום טיפולים מונעים

תנאי גידול שנה ב: שטח תפוא"א של 5 דונם שגודל בו תפוא"א בשנתיים האחרונות שנה אחר שנה נזרע בזרעי זן סיפרה שמקורם מייצור מקומי. הזריעה נעשתה בעומד של 3.5 זרעים למטר רץ, גודל הזרעים של 55-65 מ"מ ומשקל 401 ק"ג זרעים לדונם. דישון יסוד נעשה לאחר בדיקת קרקע של זרחן ואשלגן והשלמה ל 30 יחידות זרחן ו 120 יחידות אשלגן ובנוסף יושם קומפוסט עוף בכמות של 3 קוב לדונם או זבל עוף בכמות של 3 קוב לדונם, בהתאם למקובל בגידול מסחרי. תאריך הזריעה היה ב 13/10/24 והגידול נמשך ל 120 יום עד ליום הוצאת הפקעות. נביטה ראשונה נצפתה לאחר 30 יום. במהלך הגידול בוצעו טיפולי הגנת הצומח כמקובל בגידול מסחרי על ידי יישום טיפולים מונעים כנגד חלפת וכימשון מידי שבוע וטיפולים כנגד מזיקים לפי צורך בלבד בהתאם לניטור מזיקים בשטח. השקיה בוצעה פעמים בשבוע כמקובל בגידול מסחרי בהתאם למקדם התאדות פנמן שמותאם לשלבי הגידול השונים. דישון חנקני נעשה על ידי הוספת אמון חנקני למי ההשקיה במנות בהתאם לשלבי הגידול. סה"כ כמות המים לדונם שניתנה במהלך הגידול הייתה 700 מ"מ וסה"כ כמות החנקן שניתנה הייתה 32 יחידות (ק"ג לדונם).

תנאי גידול שנה ג: בשנה ג של המחקר הזריעה התבצעה בעומד של 5 זרעי-פקעות למטר רץ, גודל הזרעים היה 35-45 מ"מ ובמשקל של 328 ק"ג לדונם. מקור הזרעים היה מגידול סתווי בישראל בשנת 2024. דישון יסוד נעשה לאחר בדיקת קרקע של זרחן ואשלגן והשלמה ל 30 יחידות זרחן ו 120 יחידות אשלגן ובנוסף יושם קומפוסט עוף בכמות של 3 קוב לדונם. תאריך הזריעה היה ב 1/10/24 והגידול נמשך למשך 90 יום עד ליום הוצאת הפקעות לטובת הניסוי ללא תקופת קמילת נוף שמשמשת לייצוב קליפה. הסיבה לכך נבעה מהצורך להספיק לכתוב את הדו"ח המסכם בחודש ינואר. ריסוס נגד עשבייה לפני גידול נעשה על ידי יישום תכשיר עם חומר פעיל Linuron שבוע אחרי זריעה ולפני הצצה, נביטה ראשונה נצפתה לאחר 18 יום. במהלך הזריעה ייושמו תכשירים בפס הזריעה, מסוג אוהיו כנגד מחלות קרקע ותכשיר אטלס כנגד מזיקים. במהלך הגידול בוצעו טיפולי הגנת הצומח כמקובל בגידול מסחרי על ידי יישום טיפולים מונעים כנגד חלפת וכימשון מידי שבוע וטיפולים כנגד מזיקים לפי צורך בלבד בהתאם לניטור מזיקים בשטח. השקיה בוצעה פעמים בשבוע כמקובל בגידול מסחרי בהתאם לתחזית ומקדם התאדות פנמן שמפורסמים באתר אגרו מטאו של משרד החקלאות. מקדמי השקיה וכמות הדישון היו מותאמים לשלבי הגידול בהתאם למקובל בגידול מסחרי בחברת הגד"ש גידולי אגו. דישון חנקני נעשה על ידי הוספת אמון חנקני למי ההשקיה במנות בהתאם לשלבי

הגידול ובהתאם לניטור כמות החנקן על ידי בדיקות קרקע. סה"כ כמות המים לדונם שניתנה במהלך הגידול הייתה 700 מ"מ וסה"כ כמות החנקן שניתנה הייתה 32 יחידות (ק"ג לדונם).

טיפולים בתוספי קרקע:

במהלך שלושת שנות המחקר נבחנו תוספות קרקע לבחינת ההשפעה שלהם לשיפור הבריאות והיבול של צמחי תפוז"א שגדלים על רקע של גידולים עוקבים. טבלה 1 מציגה את סוגי תוספות הקרקע שבוצעו במהלך שלושת שנות המחקר. בשנה א נבדקו 18 טיפולים של תוסף קרקע, בשנה ב נבדקו 20 טיפולים ובשנה ג נבדקו 4 טיפולים. הטבלה מציגה את שם הטיפול, שם מקוצר של הטיפול, מינון תוספת הקרקע ביחידות של ליטר לדונם, אופן היישום, שם החברה שסיפקה את תוסף הקרקע ושנת המחקר בה התבצע הטיפול. חלק מהטיפולים כוללים שילוב של מספר תוספי קרקע. מינון של כל תוספת בשילוב נעשה במינון של התוספת כשנעשתה כטיפול נפרד.

הערכת בריאות נוף הצמח וחוזק צימוח: נעשתה באפן דומה במהלך שלושת הניסויים של שלושת שנות המחקר. ההערכה נעשתה על ידי הסתכלות בעין כמתוכנן. צמחים בריאים מאוד קיבלו ציון 5 ואילו צמחים חולים קיבלו ציון 1. מחלת הנוף היחידה שנצפתה היה חלפת שמאפיינת צמחים מבוגרים. חוזק צימוח נעשה גם הוא על ידי הסתכלות ומתן ציון אינדקס כאשר צמחים עם חוזק צימוח גבוהה קיבלו ציון 5 וצמחים עם צימוח חלש מאוד קיבלו ציון 1. הערכת חוזק צימוח נעשתה בשלב של 30-45 יום מזריעה לפני סגירת הנוף.

הוצאת פקעות מהקרקע: הוצאת הפקעות נעשתה באופן דומה במהלך המחקר. הוצאת הפקעות בשלב שלפני הקמלת נוף כ 100 יום מזריעה. פקעות תפוז"א מהטיפולים השונים הוצאו בעזרת קלשון, נאספו לשקים, נשטפו היטב במים. כאמור כל טיפול כלל ארבע חזרות ומכל חזרה הוצאו פקעות משטח של 4 מטר רץ גדודית (כ 4 מ"ר).

הערכת מחלות ונראות פקעות: הערכה של מחלות על הפקעות נעשתה באופן דומה במהלך המחקר. ההערכה נעשתה על ידי הסתכלות על סמך תסמינים ידועים. בניסוי לא נמצאו מחלות כל שהן על הפקעות. הערכה של נראות פקעות, כפי שמצוין בטבלה 2, נעשתה על ידי הערכה בהסתכלות ומתן ציון אינדקס. הפקעות שהתקבלו מכל אחת מחלקות החזרה של הטיפולים עברו מיון לפי שלוש קטגוריות על בסיס נראות קליפה. הקטגוריות כללו: פקעות עם נראות טובה, פקעות עם נראות בינונית ופקעות עם נראות גרועה. ציון נראות פקעות חושב לכל אחת מחלקות החזרה ולאחריו נעשה ניתוח סטטיסטי למובהקות בין הטיפולים השונים. ציון אינדקס לנראות הפקעות חושב על ידי הנוסחה הבאה: (ציון אינדקס לנראות פקעות) = (אחוז פקעות עם נראות טובה X 5) + (אחוז פקעות עם נראות בינונית X 3) + (אחוז פקעות עם נראות גרועה X 1). לפי נוסחה זאת, פקעות עם ציון גבוהה היו בעלות נראות טובה מזו של פקעות עם נראות גרועה. הפקעות התקבלו כמפורט בסעיף "הוצאת פקעות מהקרקע".

הערכת יבול ואיכות פקעות: הערכת היבול נעשתה באופן דומה במהלך המחקר. הערכה נעשתה על סמך ארבעה משתנים שנמדדו הכוללים יבול (ק"ג למ"ר), משקל פקעת ממוצע, אחוז פקעות במשקל 45 גרם ויותר ונראות קליפה על סמך ציון אינדקס. ציון אינדקס לנראות קליפה נעשה בהתאם למפורט בטבלה 2 ובסעיף "הערכת מחלות ונראות פקעות". מכל אחת מארבעת חלקות החזרה של כל טיפול, התקבלו פקעות כמפורט בסעיף "הוצאת פקעות מהקרקע". בכל אחת מחלקות החזרה, הפקעות נשקלו, נספרו ומויננו לפי קטגוריות גודל. לאחר מכן התבצע חישוב של יבול ביחידות של ק"ג למ"ר, משקל פקעת ממוצע, אחוז יבול של פקעות בגודל 45 גרם ומעלה וציון אינדקס לנראות פקעות.

בדיקת נוכחות פטריות וחיידקים כללים. בקרקע: בכל אחד משלושת הניסויים, דגימות קרקע מכל אחד מהטיפולים נבדקו לספירה כללית של חיידקים ופטריות בהתאם לפרוטוקול מהספרות (4). דגימות הקרקע נלקחו לאחר חודש מיישום התכשירים. דגימה של כ 9 גרם קרקע עורבבה עם 91 מ"ל מים סטריליים, עברה השהייה של 24 שעות וממנה נלקחו 3 דגימות נוזל לזריעות דילול על מצעים סלקטיביים לגידול חיידקים ופטריות. כמות המושבות שנספרו לאחר השהייה של 3 ימים מהזריעה בטמפרטורת חדר שימשו לחישוב של כמות החיידקים והפטריות הכללים בקרקע. כמצע סלקטיבי לפטריות שימשו צלחות מצע (PDA) potato dextrose agar בתוספת אנטיביוטיקה nystatin בריכוז 100 חלקי מיליון (ח"מ). כמצע סלקטיבי לגידול חיידקים שימוש צלחות עם מצע (NA) nutrient agar בתוספת אנטיביוטיקה chloramphenicol בריכוז 100 ח"מ. הצלחות נרכשו מחברת טיבאן ביוטק בע"מ. סה"כ נלקחו 80 דגימות קרקע מ 20 טיפולים עם 4 חזרות לכל טיפול. אחוז מושבות פטריות עם תפטיר דמוי ריזופוס חושבו לאחר 6 ימי השהייה בטמפרטורת חדר.

ניתוח סטטיסטי של התוצאות: הנתונים עברו מבחן ANOVA לבדיקת השונות בין הממשקים. הניתוח הסטטיסטי לשונות נערך בחבילת תוכנת JMP 7.0 בשיטת Anova Oneway ושונות בעזרת מבחן Tukey, pairs All HSD Kramer - אותיות שונות בין הממשקים מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05.

6. תוצאות

הערכת בריאות וחוזק נוף: טבלה 3 מציגה את תוצאות בריאות וחוזק צימוח של צמחי תפוא"א במהלך שלושת שנות המחקר. בריאות וחוזק נוף נמדדו על ידי מתן ציון אינדקס שהתבסס על מראה עין כאשר ציון גבוה מעיד על בריאות וחוזק צימוח גבוהים. צמחים עם נראות בריאה מאוד ואון צימוח חזק קיבלו ציון 5 וצמחים עם נראות חולה ואון צימוח חלש מאוד קיבלו ציון 1. טבלה 3A מציגה תוצאות של שנה א, בה הניסוי נעשה על שטח שגודל בו תפוא"א לפני שנתיים בלבד. כפי שניתן לראות לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בבריאות הנוף ובחוזק הצימוח. טבלה 3B מציגה תוצאות שהתקבלו בשנה ב של המחקר

בשטח שנעשה בו גידול עוקב של לפני שנה. ניתן לראות שיש הבדל מובהק בבריאות הנוף בלבד בין חלק מהטיפולים. טבלה 3C: מציגה את התוצאות שהתקבלו במהלך השנה השלישית של המחקר שנעשתה בניסוי תפוא"א על שטח עם גידול עוקב של לפני שנה.. כפי שניתן לראות נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במדד חוזק הצמח. תכשיר חברת EM במינון בינוני של 30 ליטר לדונם נבדל בצורה מובהקת מטיפול הביקורת. טיפולי תכשיר EM במינון נמוך וגבוה לא נבדלו מטיפול הביקורת אך הראו מגמה של חוזק צימוח טוב יותר. הגורם העיקרי לירידה בבריאות הצמח נבע ממחלת החלפת שהתפתחה ככל שהגידול התקרב לסיומו, לעומת זאת חוזק צימוח נבע מאון צימוח שניתן היה להבחין בו כבר בשלבים הראשונים של הגידול. במהלך שלושת שנות המחקר בשלושת הניסויים שנעשו על תפוא"א בגידול עוקב, לא נמצאו תסמינים של מחלות קרקע בפקעות ובצמחים (דוגמת רגל שחורה). במהלך הגידול הצמחים עברו טיפולים מונעים כנגד חלפת וכימשון על ידי ריסוס אחד לשבוע ונראות הכללית של החלקה הייתה אופיינית לגידול מסחרי מקובל.

הערכת יבול, משקל ואיכות פקעות: טבלה 4 מציגה תוצאות של שלושת הניסויים שבוצעו במהלך המחקר. טבלה 3A מציגה תוצאות של שנה א, סה"כ לא היו נמצאו הבדלים מובהקים בכל ארבעת המדדים של יבול, משקל פקעת ממוצע, אחוז פקעות מעל 45 גרם ונקרות קליפה. טבלה 3B מציגה תוצאות של שנה ב, הבדלים מובהקים בין הטיפולים נמצאו במדד היבול. בשנים א ו ב התבלט לטובה תכשיר EM במינון נמוך של 30 ליטר לדונם (טבלה 1, אופן יישום התכשירים). טבלה 3C מציגה תוצאות של שנה ג של המחקר שבה נבדק תכשיר EM בשלושה מינונים שונים מול ביקורת. טיפול תכשיר EM במינון בינוני הראה תוצאות טובות יותר משל הביקורת בכל ארבעת המדדים של יבול, משקל פקעת ממוצע, אחוז פקעות מעל 45 גרם ונראות קליפה. טיפולים בתכשיר EM במינון 30 ליטר לדונם מסומנים בירוק בהתאם למוצג בטבלה 1.

הערכת מספר חיידקים ופטריית כללים בקרקע: טבלה 5 מציגה את הספירה הכללית של מיקוראורגניזמים בקרקע במהלך המחקר. הטבלה מציגה שלושה מדדים: ספירה כללית של חיידקים, ספירה כללית של פטריות ואחוז מושבות פטרייתיות עם תפטיר דמוי ריזופוס. טבלה 5A מציגה תוצאות של שנה בניסוי של שנה ב, נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים, צופת קרקע מסוג קומפוצ'אר בלטה בכמות גבוהה מאוד של חיידקים ופטריית. תוספת של תכשירי EM לא נבדלו מהביקורת. טבלה 5B מציגה את תוצאות של שנה ג, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין המינונים השונים של תכשיר EM ומול הביקורת.

7. דיון

מחקר זה הינו סיכום של שלושת שנות מחקר במסגרתו נבחנה היכולת של מספר רב של תוספות קרקע מיקרוביאליות לשפר את גידול תפוז"א בתנאים של גידול עוקב. בשנה הראשונה של המחקר (שנה א) של המחקר נבחנו שישה תכשירים ששולבו ל 18 טיפולי קרקע שונים, בשנת המחקר השנייה (שנה ב) נבדקו עוד חמישה תכשירים ששולבו ל 20 טיפולים שונים ובשנה השלישית הנוכחית של המחקר (שנה ג) נבדק תכשיר חברת EM בלבד במספר מינונים. תכשיר חברת EM נבחר על סמך תוצאות של שנים א ו ב ונרצה לבדוק את יעילותו בעתיד בשטחים מסחריים. במהלך שלושת שנות המחקר לא התעוררו מחלות ספונטניות בקרקע כתוצאה מגידול עוקב ולכן ההשוואה בין התכשירים השונים נעשתה על בסיס תוצאות שיפור ביבול .

גידול תפוז"א בתנאים עוקבים: במהלך שלושת שנות המחקר התבצע גידול תפוז"א בתנאים מסחריים על שטח שגודל בו תפוז"א בשנה קודמת או לפני שנתיים. נמצא שמצב גידול עוקב כזה הינו מצב שכיח אצל מספר רב של חקלאים ונובע מהצורך לחסוך עלויות של שכירות וניצול אדמה קיימת. כיוון שגידול תפוז"א גדול בהיקפו משאר סה"כ גידולי השטח הפתוח האחרים, נוצר מצב שאין תחליף כלכלי מספיק טוב. בגידול מסחרי של תפוז"א נעשים מספר פעולות כדי למנוע מחלות קרקע הכוללות שימוש בזרעים נקיים, חיטוי זרעים, חיטוי קרקע לפני הזריעה ויישום תכשירים כנגד מחלות בפס הזריעה. כתוצאה מכך שכיחות מחלות הקרקע יורדת אך עדיין מחלות קרקע גורמות לנזק כלכלי כאשר הן מופיעות. גידול עוקב מיוחס גם לירידה באון צימוח ויבול. אצל חלק מהחקלאים נמצא שניתן להעלות את יבול תפוז"א על רקע של גידול עוקב בעזרת חיטוי קרקע לפני שתילה המשלב יישום תכשיר אדיגן יחד עם חיפוי פלסטיק על פני הקרקע במהלך החודשים החמים של הקיץ ולפני זריעות הסתיו.

הערכת מחלות נוף: בריאות נוף הצמח בגידול תפוז"א יכולה להצביע על מחלות קרקע. במהלך שלושת שנות המחקר הנוכחי כאמור לא נמצאו הבדלים מובהקים בבריאות הנוף בטיפולים שנבחרו לעומת טיפול הביקורת. בריאות הנוף עשויה להיות מושפעת ממחלות שוכנות קרקע דוגמת קומפלקס חיידקים פקטוליטים ומחלת הדוררת שגורמים לתסמיני נוף של רגל שחורה, נבילה, ותמותת צמחים (2). ניטור מחלות הנוף נעשה פעם בשבועיים ומחלות הנוף היחידה שהופיעה במהלך הגידול הייתה חלפת שאופיינית לשלב הזדקנות הצמחים.

הערכת מחלות קרקע בפקעות: כאמור, במהלך שלושת שנות המחקר לא נמצאו מחלות קרקע, ניתן להסביר זאת על ידי מספר סיבות הכוללות שימוש בתכשירים כנגד מחלות קרקע בפס הזריעה ושכיחות סטטיסטית נמוכה להופעת מחלות קרקע. במחקר זה הערכת מחלות קרקע בפקעות נעשתה על ידי הסתכלות בעין כפי שמתואר בחלק של "מהלך המחקר ושיטות עבודה".

הערכת יבול: במדד היבול נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים הנבחרים לביקורת בשנים ב ו ג בלבד. הסבר לכך יכול לנבוע מהעובדה שבשנה א מידת הגידול העוקב לא השפיע על היבול ולכן גם לטיפולים הייתה פחות השפעה. תכשיר EM הראה תוצאות מובהקות בשנים ב ו ג של המחקר לעומת הביקורת, בשנה ג נבדר טווח מינונים של תכשיר ה EM. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין המינונים אך ייתכן וישנה מגמה לפיה מינון של 30 ליטר לדונם של תכשיר EM הוא מינון אופטימלי. בעתיד נצטרך לבצע עבודה רחבה יותר לבחינת תכשיר EM בשטחים מסחריים כדי לקבל תמונה טובה יותר לגבי יעילותו.

הערכת נראות קליפה: נראות קליפה במחקר זה מיוחסת למספר גורמים פיסולוגים הכוללים אחידות צבע, חלקות ומידת הרישות. הבדלים מובהקים בין הטיפולים הנבחרים והביקורת נמצאו רק בשנה ג.

הערכת חוזק צימוח: בדומה לנראות קליפה גם הבדל בחוזק צימוח נמצא רק בשנה ג של המחקר, ייתכן שהשפעתו של תכשיר ה EM תלויה מאוד בתנאי הגידול שבו מתבצע כל ניסוי.

בדיקת ספירת כללית של פטריות וחיידקים בקרקע: ספירה כללית של חיידקים ופטריות בקרקע הראתה הבדלים מובהקים כתלות בטיפולים שונים של תוספי קרקע. על פי התוצאות מהמחקר הנוכחי נראה שאין התאמה בי הספירה הכללית לבין שיפור היבול. הסיבה לכך כנראה נובעת מכך ששיפור בבריאות ופוריות הקרקע נובע מהרכב האוכלוסיה המיקרוביאלית ופחות מהספירה הכללית שלה. הספירה הכללית בטיפול תכשיר ה EM לא נבדלה בצורה מובהקת מזו של הביקורת. במחקר המשך של מחקר זה נרצה להשתמש בשרות של חברת BECROP שמספק שירות לחקלאי ומאפשר ניטור מורכב של הקבוצות המיקרוביאליות השונות בהקשר של נוכחות פתוגנים בקרקע ובהקשרים רבים נוספים הכוללים קליטה של חומרי הזנה ופיתוח אוכלוסיה מיקרוביאלית שמאפשרת תנגודת למחלות קרקע ולעקות אביוטיות.

סיכום

מטרה עיקרית של המחקר הייתה פיתוח טיפול המשלב תוספי קרקע עם קומפוסט או זבל עוף שיאפשר שיפור מחזור זרעים בתפוא"א. מטרות משניות כללו הבנה טובה יותר של האוכלוסייה המיקרוביאלית בקרקע ובחינה האם תוספי קרקע יכולים לשמש תחליף לתכשירים כימיים.

נמצא שתוספות קרקע שונות יכולות לשנה את ההרכב המיקרוביאלי בקרקע ולהשפיע בחיוב או בשלילה על מדדי גידול דוגמת יבול, נראות קליפה ועוצמת צימוח. במהלך שלושת שנות המחקר נבדקו טיפולים רבים של תוספות קרקע ומתוכם נבחר טיפול של חברת EM כטיפול בעל פוטנציאל לשיפור הגידול על רקע של עייפות הקרקע כתוצאה מגידולים עוקבים בתפוא"א. לכן המטרה העיקרית של המחקר הושגה בכך שניתן יהיה לקדם את תכשיר EM

לשיפור יבול ואיכות פקעות תחת גידולים עוקבים. מטרה משנית הכוללת הבנה טובה יותר של אוכלוסייה המיקרוביאלית בקרקע הושגה על ידי אפיון ההשפעה של התוספים השונים על הספירה הכללית של מיקרואורגניזמים בקרקע. מטרה שלישית של בחינת היכולת של תוספי הקרקע לשפר או להחליף תכשירים כימיים כנגד מחלות לא הושגה מהסיבה שמחלות קרקע לא נמצאו במהלך שלושת שנות המחקר. במחקר המשך נרצה להמשיך ולבסס את התוצאות, לבחון תוספי קרקע חדשים ולבחון אפשרות של יישם בדיקות להרכב מיקרוביאלי של הקרקע שיכולות לבא את מידת עייפות הקרקע לפני ובמהלך הגידול. בסקר ספרות נמצא שתהליך תנגודת למחלות קרקע ועקות אביוטיות (סופרסיביות) נחקר בצורה אינטנסיבית בשנים האחרונות ויש בו פוטנציאל לשיפור בריאות ופוריות הקרקע בתפוא"א ובגידולים חקלאיים אחרים (1,3).

8. מקורות ספרות

1) Thakur R. et al. 2022. Role of Soil Health in Plant Disease Management: A Review. Agricultural review. Vol. 1856, pages: 1-7.

2) כנס לסיכום תוצאות מחקרים בתפוא"א, משרד החקלאות בית דגן, 26/02/2020, https://www.gov.il/BlobFolder/reports/booklet-summarizing-research-on-potatoes/he/vegetables_and_fruits_hovert_sicum_mechkarim_tapuach_adama.pdf

3) Fiers M. et al. 2012. Potato soil-borne diseases. A review. Agron. Sustain. Dev. Vol. 32, pages: 93–132.

4) Mwangi L. and Lelei D. Method for Isolation and Enumeration of Bacteria and Fungi. STANDARD OPERATING PROCEDURE. https://www.cifor-icraf.org/resources-documents/Method-for-Isolation-and-Enumeration-of-Bacteria-and-Fungi.pdf?utm_source=perplexity

טבלה 1. טיפולי קרקע שבוצעו במהלך שלושת שנות המחקר. **A** טיפולים שבוצעו בשנה א של המחקר. **B:** טיפולים שבוצעו המהלך שנה ב של המחקר. **C:** טיפולים שבוצעו במהלך שנה ג של המחקר. הטבלה כוללת את שם הטיפול, שם מקוצר של הטיפול, מינון בליטר לדונם, תוספת קומפוסט או זבל עוף שנעשתה כחלק מהגידול, אופן היישום, שם החברה שסיפקה את תוספת הקרקע, שנת המחקר בה התבצע הטיפול. חלק מהטיפולים כוללים שילוב של מספר תוספי קרקע.

A

שנת מחקר	שם החברה	אופן היישום	תוספת קומפוסט עוף (קוב לדונם)	מינון לידונם ל"ט/ק"ג	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
א	שילוב של תוספים ממספר חברות שונות	כל תוספת יושמה באופן שמפורט ביישום של התוספת ללא שילוב	3	100	'01	ביקורת
			3	60	'02	תכשיר EM מינון גבוהה
			3	30	'03	תכשיר EM מינון בינוני
			3	37	'04	תכשיר EM מינון נמוך
			3	0.8	'05	רוט-פח (טרובודמה)
			3	0.3	'06	בצילוס
			3		'07	מיקואפ (מיקרוזה)
			3		'08	שילוב: EM נמוך+טרובודמה+בצילוס+מיקרוזה
			3		'09	שילוב: EM נמוך+טרובודמה+בצילוס
			3		'10	שילוב: EM נמוך+טרובודמה+מיקרוזה
			3		'11	שילוב: EM נמוך+בצילוס+מיקרוזה
			3		'12	שילוב: טרובודמה+בצילוס+מיקרוזה
			3		'13	שילוב: EM נמוך+טרובודמה
			3		'14	שילוב: EM נמוך+בצילוס
			3		'15	שילוב: EM נמוך+מיקרוזה
			3		'16	שילוב: טרובודמה+בצילוס
			3		'17	שילוב: טרובודמה+מיקרוזה
			3		'18	שילוב: בצילוס+מיקרוזה

B

שנת מחקר	שם החברה	אופן היישום	קומפוסט או זבל עוף במינון 3 קוב לדונם	מינון לידונם ל"ט/ק"ג	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ב		כל תוספת יושמה באופן שמפורט ביישום של התוספת ללא שילוב	קומפוסט		'01	ביקורת
			זבל עוף		'02	ביקורת+ זבל עוף
			קומפוסט	100	'03	תכשיר EM מינון גבוהה
			זבל עוף	100	'04	תכשיר EM מינון גבוהה + זבל עוף
			קומפוסט	30	'05	תכשיר EM מינון נמוך
			זבל עוף	30	'06	תכשיר EM מינון נמוך + זבל עוף
			קומפוסט	0.4	'07	טרובודמה
			זבל עוף	0.4	'08	טרובודמה + זבל עוף
			קומפוסט		'09	שילוב: EM נמוך+טרובודמה+בצילוס+מיקרוזה
			זבל עוף		'10	שילוב: EM נמוך+טרובודמה+בצילוס+מיקרוזה + זבל עוף
			קומפוסט		'11	שילוב: EM נמוך+טרובודמה+בצילוס
			זבל עוף		'12	שילוב: EM נמוך+טרובודמה+בצילוס + זבל עוף
			קומפוסט		'13	שילוב: טרובודמה+מיקרוזה
			זבל עוף		'14	שילוב: טרובודמה+מיקרוזה
			קומפוסט	0.8	'15	בצילוס
			קומפוסט	0.05	'16	ריזובקטריוליס
			קומפוסט	3000	'17	קומפואר
			קומפוסט	3000	'18	נוטריצ'אר
			קומפוסט		'19	חומצה סיטילצ'לית
			קומפוסט	200	'20	ציאנובקטריה

C

שנת מחקר	שם החברה	אופן היישום	תוספת קומפוסט עוף (קוב לדונם)	מינון לידונם ל"ט/ק"ג	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ג		פיזור מים בנפח כולל של 2 ליטר למ"ר	3		Con	ביקורת
			3	15	EML	תכשיר EM מינון נמוך
			3	30	EMM	תכשיר EM מינון בינוני
			3	60	EMH	תכשיר EM מינון גבוהה

טבלה 2. הערכת נראות קליפה בפקעות ידי ציון אינדקס. 20 פקעות שנבחרו בצורה אקראית מכל חזרה עברו מיון לשלושת הקטגוריות שבטבלה. אחוז הפקעות בכל קטגוריה הוכפל באינדקס הקטגוריה כפי שמופיע בטבלה. רמת הנגיעות התקבלה על ידי הנוסחה הבאה: (ציון אינדקס נראות פקעות) = (אחוז נראות טובה X 5) + (אחוז נראות בינונית X 3) + (אחוז נראות גרועה X 1). לפי נוסחה זאת, פקעות עם ציון גבוהה היו בעלות נראות טובה מזו של פקעות עם נראות גרועה. הפקעות התקבלו על ידי הוצאה בעזרת קלשון משטח של 4 מ"ר מכל אחת מארבעת חלקות החזרה של כל טיפול.

אינדקס קטגוריה	תיאור קטגוריה	קטגוריה
5	פקעות עם נראות קליפה טובה	נראות טובה
3	פקעות עם נראות קליפה בינונית	נראות בינונית
1	פקעות עם נראות קליפה גרועה	נראות גרועה

טבלה 3. הערכת בריאות וחוזק צימוח : הערכת בריאות נוף נעשתה על ידי הסתכלות בעין אחת לשבועיים. נגיעות גבוהה קיבלה ציון 5 ואילו נגיעות נמוכה קיבלה ציון 1. מחלת הנוף היחידה שנצפתה הייתה חלפת שהופיעה בשלבים מאוחרים יותר של הגידול עם הזדקנות הצמחים. הערכת חוזק צימוח נעשתה בשלב של 30-45 יום מזריעה לפני סגירת הנוף, הערכה נעשתה על ידי מתן ציון אינדקס כאשר צמחים חזקים מאוד קיבלו ציון 5 וצמחים חלשים מאוד קיבלו ציון 1. בשלב של הניתוח הסטטיסטי לשונות נערך בחבילת תוכנה JMP 7.0 בשיטת Tukey, אותיות שונות מייצגות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05.

A

שנה	חוזק צימוח	בריאות נוף	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
א	4.1±0.3 A	3.5±0.3 A	'01	ביקות
א	3.9±0.4 A	3.7±0.3 A	'02	תכשיר EM מיטן גבהה
א	4±0.3 A	3.8±0.3 A	'03	תכשיר EM מיטן בינוני
א	5.2±0.2 A	3.5±0.3 A	'04	תכשיר EM מיטן נמוך
א	3.9±0.4 A	3.7±0.3 A	'05	חט-פח (טריכודרמה)
א	3.8±0.3 A	3.6±0.3 A	'06	בצילוס
א	4.1±0.4 A	3.7±0.3 A	'07	מיקואפ (מיקוריזה)
א	4.2±0.3 A	3.6±0.3 A	'08	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה+בצילוס+מיקוריזה
א	4±0.3 A	3.8±0.3 A	'09	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה+בצילוס
א	4±0.2 A	3.5±0.3 A	'10	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה+מיקוריזה
א	4.1±0.4 A	3.6±0.3 A	'11	שילוב: EM נמוך+בצילוס+מיקוריזה
א	3.9±0.3 A	3.8±0.3 A	'12	שילוב: טריכודרמה+בצילוס+מיקוריזה
א	3.8±0.3 A	3.7±0.3 A	'13	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה
א	4.1±0.2 A	3.9±0.3 A	'14	שילוב: EM נמוך+בצילוס
א	4.2±0.3 A	3.8±0.3 A	'15	שילוב: EM נמוך+מיקוריזה
א	4.1±0.3 A	3.6±0.3 A	'16	שילוב: טריכודרמה+בצילוס
א	3.8±0.4 A	3.7±0.3 A	'17	שילוב: טריכודרמה+מיקוריזה
א	3.9±0.3 A	3.8±0.3 A	'18	שילוב: בצילוס+מיקוריזה

B

שנה	חוזק צימוח	בריאות נוף	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ב	4.8±0.3 A	4.1±0.3 A	'03	תכשיר EM מיטן גבהה
ב	4.8±0.4 A	4.1±0.4 A	'05	תכשיר EM מיטן נמוך
ב	4.7±0.4 A	4±0.4 A	'17	קומפוז'אר
ב	4.6±0.3 A	4±0.2 A	'19	חומצה סיאליצילית
ב	4.7±0.3 A	3.9±0.4 A	'01	ביקות
ב	4.6±0.3 A	3.9±0.3 A	'04	תכשיר EM מיטן גבהה + זבל עוף
ב	4.6±0.4 A	3.9±0.3 A	'14	שילוב: טריכודרמה+מיקוריזה
ב	4.6±0.3 A	3.8±0.1 A	'16	ריזובקטריוס
ב	4.6±0.4 A	3.8±0.2 A	'08	טריכודרמה + זבל עוף
ב	4.5±0.3 A	3.8±0.4 A	'15	בצילוס
ב	4.7±0.3 A	3.7±0.1 A	'07	טריכודרמה
ב	4.6±0.3 A	3.7±0.1 A	'13	שילוב: טריכודרמה+מיקוריזה
ב	4.8±0.2 A	3.6±0.2 AB	'09	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה+בצילוס+מיקוריזה
ב	4.7±0.4 A	3.6±0.1 AB	'12	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה+בצילוס + זבל עוף
ב	4.7±0.3 A	3.5±0.2 AB	'06	תכשיר EM מיטן נמוך + זבל עוף
ב	4.6±0.4 A	3.5±0.2 AB	'20	ציאם בקטריה
ב	4.7±0.3 A	3.4±0.1 AB	'11	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה+בצילוס
ב	4.8±0.3 A	3.3±0.1 AB	'18	נוטריצ'אר
ב	4.6±0.4 A	3.1±0.2 B	'02	ביקות + זבל עוף
ב	4.8±0.3 A	3.1±0.2 B	'10	שילוב: EM נמוך+טריכודרמה+בצילוס+מיקוריזה + זבל עוף

C

שנה	חוזק צימוח	בריאות נוף	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ג	4.5 ± 0.09 A	4.1 ± 0.14 A	EMM	תכשיר EM מיטן בינוני
ג	4.2 ± 0.13 AB	3.9 ± 0.13 A	EML	תכשיר EM מיטן נמוך
ג	4.0 ± 0.15 AB	3.7 ± 0.14 A	EMH	תכשיר EM מיטן גבהה
ג	3.6 ± 0.16 B	3.8 ± 0.13 A	Con	ביקות

טבלה 4. הערכת יבול, משקל ואיכות פקעות: הטבלה מציגה תוצאות של שלושת הניסויים שבוצעו במהלך המחקר. **A**: תוצאות של שנה א של המחקר. **B**: תוצאות של שנה ב של המחקר. **C**: תוצאות של שנה ג של המחקר. יבול והערכת איכות פקעות נעשו על סמך ארבעה משתנים, יבול, משקל פקעת ממוצע, אחוז פקעות בגודל 45 גרם ומעלה ונראות פקעות על סמך ציון אינדקס. אופן יישום תוספות הקרקע מתואר בטבלה 1. טיפול בתכשיר EM במינן 30 סמ"ק לדונם מסומן בירוק. בכל אחת מחלקות החזרה הוצאו פקעות משטח של 4 מ"ר. הפקעות עברו הערכה למדדי יבול, משקל פקעות ממוצע ונראות. בכל אחד מהמדדים חושב ממוצע ובוצע ניתוח סטטיסטי למובהקות. הניתוח הסטטיסטי לשונות נערך בחבילת תוכנה JMP 7.0 בשיטת Tukey, אותיות שונות מייצגות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05.

A

שנה	נראות פקעות (אינדקס 1-5)	שיעור פקעות במשקל 45 גרם ומעלה	משקל פקעת ממוצע (גרם)	יבול (ק"ג למ"ר)	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
א	3.2±0.1 A	0.77±0.03 A	109±9 A	4.2±0.2 A	'04	תכשיר EM מינן נמוך
א	3.0±0.1 A	0.78±0.01 A	113±5 A	4.1±0.3 A	'17	שילוב: טריכודמה+מיקוריה
א	2.7±0.2 A	0.78±0.01 A	108±4 A	4.0±0.3 A	'08	שילוב: EM נמוך+טריכודמה+בצילוס+מיקוריה
א	2.5±0.2 A	0.79±0.02 A	109±4 A	4.0±0.2 A	'05	רוט-פח (טריכודמה)
א	2.8±0.3 A	0.78±0.01 A	111±7 A	4.0±0.2 A	'09	שילוב: EM נמוך+טריכודמה+בצילוס
א	3.1±0.1 A	0.8±0.02 A	117±7 A	3.9±0.4 A	'02	תכשיר EM מינן גבוה
א	2.8±0.1 A	0.75±0.03 A	105±2 A	3.9±0.3 A	'16	שילוב: טריכודמה+בצילוס
א	2.7±0.2 A	0.76±0.03 A	96±10 A	3.9±0.2 A	'13	שילוב: EM נמוך+טריכודמה
א	2.7±0.1 A	0.77±0.02 A	97±7 A	3.8±0.4 A	'11	שילוב: EM נמוך+בצילוס+מיקוריה
א	2.8±0.2 A	0.79±0.01 A	115±2 A	3.8±0.2 A	'03	תכשיר EM מינן בינוני
א	2.8±0.5 A	0.8±0.01 A	115±7 A	3.8±0.2 A	'06	בצילוס
א	2.9±0.1 A	0.79±0.02 A	101±7 A	3.7±0.4 A	'07	מיקואפ (מיקוריה)
א	2.8±0.2 A	0.79±0.01 A	122±7 A	3.7±0.2 A	'14	שילוב: EM נמוך+בצילוס
א	3.2±0.2 A	0.82±0.02 A	121±7 A	3.6±0.2 A	'01	ביקורת
א	3.2±0.4 A	0.77±0.03 A	106±3 A	3.6±0.2 A	'10	שילוב: EM נמוך+טריכודמה+מיקוריה
א	3.0±0.2 A	0.79±0.01 A	111±7 A	3.5±0.2 A	'12	שילוב: טריכודמה+בצילוס+מיקוריה
א	2.8±0.1 A	0.77±0.03 A	96±7 A	3.3±0.4 A	'15	שילוב: EM נמוך+מיקוריה
א	3.0±0.2 A	0.78±0.02 A	109±7 A	3.3±0.3 A	'18	שילוב: בצילוס+מיקוריה

B

שנה	נראות פקעות (אינדקס 1-5)	שיעור פקעות במשקל 45 גרם ומעלה	משקל פקעת ממוצע (גרם)	יבול (ק"ג למ"ר)	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ב	2.7±0.2 A	0.91±0.05 A	189±10 A	7.4±0.5A	'05	תכשיר EM מינן נמוך
ב	3.2±0.2 A	0.97±0.01 A	197±22 A	6.0±0.4ABC	'10	שילוב: EM נמוך+טריכודמה+בצילוס+מיקוריה + זבל שף
ב	2.7±0.4 A	0.94±0.03 A	193±19 A	6.0±0.4AB	'11	שילוב: EM נמוך+טריכודמה+בצילוס
ב	2.7±0.2 A	0.95±0.01 A	206±16 A	5.9±0.8ABC	'08	טריכודמה + זבל שף
ב	3.0±0.4 A	0.96±0.01 A	181±10 A	5.9±0.4ABC	'09	שילוב: EM נמוך+טריכודמה+בצילוס+מיקוריה
ב	2.7±0.4 A	0.99±0.01 A	199±13 A	5.6±0.2ABC	'15	בצילוס
ב	3.2±0.2 A	0.94±0.04 A	196±14 A	5.4±0.4ABCD	'19	חומצה סיליציילית
ב	3.0±0.4 A	0.98±0.01 A	233±12 A	5.2±0.4BCD	'12	שילוב: EM נמוך+טריכודמה+בצילוס + זבל שף
ב	2.7±0.2 A	0.98±0.01 A	216±15 A	5.1±0.3BCD	'20	ציאם בקטריה
ב	2.7±0.2 A	0.98±0.01 A	196±11 A	5.0±0.3BCD	'03	תכשיר EM מינן גבוה
ב	3.0±0.4 A	0.98±0.01 A	171±8 A	4.9±0.3BCD	'04	תכשיר EM מינן גבוה + זבל שף
ב	2.7±0.2 A	0.97±0.01 A	186±14 A	4.8±0.2BCD	'17	קומפוז'אר
ב	2.7±0.4 A	0.95±0.01 A	176±11 A	4.7±0.3BCD	'18	נטריר'אר
ב	2.5±0.2 A	0.94±0.02 A	169±11 A	4.6±0.5BCD	'13	שילוב: טריכודמה+מיקוריה
ב	2.7±0.4 A	0.96±0.01 A	224±17 A	4.6±0.3BCD	'14	שילוב: טריכודמה+מיקוריה
ב	2.7±0.4 A	0.97±0.01 A	161±7 A	4.5±0.6BCD	'06	תכשיר EM מינן נמוך + זבל שף
ב	2.7±0.2 A	0.97±0.01 A	192±21 A	4.5±0.3BCD	'07	טריכודמה
ב	2.7±0.6 A	0.95±0.03 A	200±9 A	4.0±0.2BCD	'01	ביקורת
ב	2.7±0.2 A	0.95±0.02 A	193±13 A	3.8±0.3CD	'16	רזובקטריוליס
ב	3.0±0.4 A	0.96±0.02 A	214±18 A	3.3±0.4D	'02	ביקורת + זבל שף

C

שנה	נראות פקעות (אינדקס 1-5)	שיעור פקעות במשקל 45 גרם ומעלה	משקל פקעת ממוצע (גרם)	יבול (ק"ג למ"ר)	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ג	4.3 ± 0.2 A	0.90 ± 0.02 A	176 ± 8 A	6.1 ± 0.1 A	EML	תכשיר EM מינן בינוני
ג	4.0 ± 0.2 A	0.85 ± 0.04 AB	156 ± 9 AB	5.8 ± 0.2 AB	EMH	תכשיר EM מינן גבוה
ג	3.9 ± 0.2 A	0.84 ± 0.03 AB	154 ± 11 AB	5.7 ± 0.2 AB	EMM	תכשיר EM מינן נמוך
ג	3.5 ± 0.1 B	0.08 ± 0.02 B	141 ± 6 B	5.5 ± 0.2 B	Con	ביקורת

טבלה 5. ספירה מיקרוביאלית של דגימות קרקע במהלך המחקר. A: ספירה מיקרוביאלית שנעשתה בשנה ב של המחקר. B: ספירה מיקרוביאלית משנה ג של המחקר. מכל אחת מחלקות החזרה נלקחו דגימות קרקע כחודש לאחר יישום התכשירים המיקרוביאלים. דגימות הקרקע נבדקו לספירה כללית של חיידקים ופטريات על ידי זריעות דילול על צלחות עם מצעים סלקטיביים. מושבות התקבלו לאחר 3 ימים בטמפרטורת חדר. אחוז פטריות עם תפסיר דמוי ריזופוס נספרו לאחר השהייה נוספת של 3 ימים בטמפרטורת חדר עד לקבלת תפסיר של המושבות.

A

שנה	שיעור פטריות עם תפסיר דמוי ריזופוס	פטריות כללי (אלף מושבות לסמ"ק)	חיידקים כללי (מליון מושבות לסמ"ק)	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ב	0.45±0.07 ABCD	4.75±0.44 A	3.33±0.52 A	'17	קומפוז'אר
ב	0.40±0.08 ABCD	3.25±0.32 BC	1.17±0.09 B	'04	תכשיר EM מינון גבוה + זבל עוף
ב	0.31±0.06 BCD	2.92±0.34 CD	1.08±0.1 BC	'03	תכשיר EM מינון גבוה
ב	0.50±0.08 ABCD	2.96±0.17 BCD	0.65±0.07 BCD	'06	תכשיר EM מינון נמוך + זבל עוף
ב	0.50±0.04 ABCD	1.28±0.24 HI	0.58±0.07 BCD	'02	ביקורת + זבל עוף
ב	0.28±0.05 CD	2.71±0.16 CDEF	0.56±0.08 BCD	'05	תכשיר EM מינון נמוך
ב	0.20±0.03 D	1.66±0.2 DEFGHI	0.56±0.04 BCD	'15	ביצילס
ב	0.36±0.06 ABCD	1.47±0.25 EFGHI	0.52±0.06 BCD	'08	טריסודמה + זבל עוף
ב	0.56±0.05 ABC	2.97±0.19 BCD	0.51±0.07 BCD	'12	שילוב EM נמוך+טריסודמה+ביצילס + זבל עוף
ב	0.43±0.06 ABCD	2.78±0.12 CDE	0.47±0.05 CD	'11	שילוב EM נמוך+טריסודמה+ביצילס
ב	0.38±0.04 ABCD	1.21±0.18 I	0.44±0.09 CD	'01	ביקורת
ב	0.30±0.04 BCD	1.31±0.17 HI	0.43±0.05 CD	'07	טריסודמה
ב	0.41±0.08 ABCD	1.37±0.15 GHI	0.42±0.05 CD	'19	חומצה סיאליצילית
ב	0.23±0.05 CD	4.27±0.35 AB	0.36±0.06 D	'18	נטריצ'אר
ב	0.67±0.07 A	2.37±0.21 CDEFGHI	0.28±0.03 D	'14	שילוב טריסודמה+מיקוריה
ב	0.71±0.08 A	1.41±0.28 FGHI	0.28±0.04 D	'16	ריזובקטוריליס
ב	0.20±0.07 D	1.11±0.12 I	0.28±0.04 D	'20	ציאם בקטריה
ב	0.70±0.09 A	2.9±0.33 CD	0.2±0.04 D	'10	שילוב EM נמוך+טריסודמה+ביצילס+מיקוריה + זבל עוף
ב	0.65±0.06 AB	2.6±0.18 CDEFGH	0.2±0.023 D	'13	שילוב טריסודמה+מיקוריה
ב	0.58±0.07 ABC	2.67±0.29 CDEFG	0.18±0.04 D	'09	שילוב EM נמוך+טריסודמה+ביצילס+מיקוריה

B

שנה	שיעור פטריות עם תפסיר דמוי ריזופוס	פטריות כללי (אלף מושבות לסמ"ק)	חיידקים כללי (מליון מושבות לסמ"ק)	שם מקוצר של הטיפול	שם טיפול
ג	0.35 ± 0.04 A	3.15 ± 0.18 A	0.61 ± 0.09 A	EMM	תכשיר EM מינון נמוך
ג	0.37 ± 0.03 A	3.22 ± 0.17 A	0.65 ± 0.09 A	EML	תכשיר EM מינון בינוני
ג	0.33 ± 0.04 A	3.53 ± 0.20 A	0.85 ± 0.17 A	EMH	תכשיר EM מינון גבוה
ג	0.45 ± 0.06 A	4.1 ± 0.26 A	0.63 ± 0.11 A	Con	ביקורת

טבלה 6. השוואה בין טיפולי קרקע נבחרים משנים א, ב ו ג של המחקר. טיפולי קרקע שנבחנו בשנה ג של המחקר. טיפול של תכשירי טריכודרמה + מיקוריזה לא נבחנו בגלל יציאתו מהשוק של תכשיר המיקוריזה ששווק על ידי חברת ביובי. **B** טיפולים שנבחרו בשנה ב להמשך בדיקה בשנה ג. **C** טיפולים שנבחרו בשנה א. טיפולי הקרקע מורכבים מתכשירים מיקרוביאליים שונים ונבחרו על סמך יבול, נראות קליפה, בריאות נוף וחוזק צימוח. בשנים א ו ב נראות קליפה נעשתה על סמך בעיית קליפה מסוג כסות חומה. בשנה ג אותיות שונות מייצגות הבדלים במובהקות. מובהקות נמצאה רק ביבול (טון לדונם) בין טיפול אי אם במינון נמוך לביקורת, יתר ההבדלים היו ללא מובהקות. הניתוח הסטטיסטי למובהקות בין הטיפולים נערך בחבילת תוכנה JMP 7.0 בשיטת Tukey, אותיות שונות מייצגות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05.

A

שנת מחקר	שם טיפול	יבול (ק"ג למ"ר)	נראות קליפה	בריאות נוף	חוזק צימוח
שנה ג	תכשיר EM מינון 15	5.7 AB	3.9 A	3.9 A	4.2 AB
שנה ג	תכשיר EM מינון 30	6.1 A	4.3 A	4.1 A	4.5 A
שנה ג	תכשיר EM מינון 60	5.8 AB	4.0 A	3.7 A	4.0 AB
שנה ג	ביקורת	5.5 B	3.5 B	3.8 A	3.6 B

B

שנת מחקר	שם טיפול	יבול (ק"ג למ"ר)	נראות קליפה	בריאות נוף	חוזק צימוח
שנה ב	תכשיר EM מינון 30	7.4 A	2.5 A	4.7 A	4.5 A
שנה ב	תכשירי טריכודרמה + מיקוריזה	4.7 B	2.8 A	4.8 A	4.7 A
שנה ב	ביקורת	4.0 B	2.5 A	4.9 A	4.6 A

C

שנת מחקר	שם טיפול	יבול (ק"ג למ"ר)	נראות קליפה	בריאות נוף	חוזק צימוח
שנה א	תכשיר EM מינון 30	3.7 A	4.0 A	4.1 A	4.2 A
שנה א	תכשירי טריכודרמה + מיקוריזה	4.3 A	4.0 A	3.9 A	4.2 A
שנה א	ביקורת	4.1 A	3.8 A	4.2 A	4.3 A



איור 1. נראות קליפה על סמך ציון אינדקס: נראות קליפה טובה קיבלה ציון 5, נראות בינונית ציון 3 ונראות לא טובה ציון 1. הנראות מבוססת בעיקרה על סמך תופעה של "כסות-חומה".

