



הדברת רקבון באחסון אשורשי בטטה על ידי תכשירים מיקרוביאליים ומיצויי צמחים. 2024

1.

- חוקרת ראשית:

- חוקרים שותפים: טל אוגד, ירקות, מו"פ דרום. יואל מסיקה, הגנת הצומח, מו"פ דרום. אבי נחמיאס, פיטופתולוג, יועץ חיצוני.



תקציר

בישראל יש גידול נרחב של צמח הבטטה המשמש בעיקר לשיווק אשורשים לשוק המקומי ובמידה פחותה לייצוא לאירופה. רוב אשורשי הבטטה שנאספים מהשדה עוברים תהליך של הקשחה והגלדה של הקליפה (קירינג) וכניסה לאחסון למשך חודשים רבים שבמהלכם יש פחת גדול כתוצאה מריקבון אשורשים. פחת נוסף כתוצאה מריקבון אשורשים נוצר לאחר המיון והמשלוח שלהם ליצוא ולשוק המקומי. תכשירים כימיים משמשים ברובם למניעת ריקבון לאחר מיון בלבד בגלל שיש קושי לוגיסטי וכלכלי לטפל באשורשי הבטטה שנאספים בקצב גבוהה ונכנסים לחדרי אחסון גדולים מאוד ללא מיון. בעבודה זאת נמצאו תכשירים על בסיס מיקרוביאלי ומיצוי צמחי עם יכולת הדברה טובה ביחס לתכשיר סקולר שמשמש היום להדברת ריזופוס בבטטה.

רקע קצר ותיאור הבעיה

היקף גידול בטטה בישראל הוא כ 11 אלף דונם (מתוכם כ 6000 דונם בחבל הבשור). כמות האשורשים לשיווק בישראל כוללת כ 5 אלף טון לייצוא לאירופה וכ 28 אלף טון לשוק המקומי. אסיף הבטטה מתחיל בחודש אוגוסט ומסתיים בדצמבר ואחסון הבטטה מתחיל בחודש ספטמבר עד חודש אוגוסט של השנה הבאה. הריקבון במהלך אחסון האשורשים מתגבר ככל שמשך האחסון ארוך יותר ותלוי גם בבריאות שטח הגידול שממנו נאספו האשורשים ובמועד האסיף. לדוגמה ככל שאסיף הבטטה נעשה בחודשים קרים יותר (נובמבר – דצמבר) יש סכנה של פגיעה בבריאות האשורשים כתוצאה מטמפרטורת קרקע נמוכה מ 14 מעלות (1,2). אסיף אשורשי הבטטה מהשדה נעשה בתהליך שבו יש קצב איסוף גבוהה לתוך דולבים או מכלי עץ גדולים ולכן מסיבות כלכליות ולוגיסטיות לא מתאפשר טיפול של האשורשים בתכשירים כימיים כנגד ריקבון לפני הכניסה לחדרי אחסון. תהליך היחידי שמשמש להורדה של רמת ריקבון אשורשי בטטה לפני כניסה לאחסון נקרא תהליך קירינג שבו נכנסים האשורשים מייד לאחר ההוצאה מהשדה לחדר אחסון עם טמפרטורה של 30 מעלות ולחות גבוהה למשך שבוע. בתהליך זה נוצרת הקשחה והגלדה של קליפת האשורש וירידה ברמת הריקבון בהמשך. לאחר טיפול הקירינג מועברים האשורשים כשהם במכלי האסיף הגדולים לחדר אחסון לטווח ארוך שבו יש תנאי טמפרטורה של 14 מעלות ולחות גבוהה. הגורם העיקרי לריקבון באחסון אשורשי בטטה נגרם על ידי פטריית ריזופוס (*Rhizopus stolonifera*) (1,2). החדירה של הפטרייה לאשורש הבטטה נעשית דרך פצעים נראים לעין ודרך פצעים מיקרוסקופים בקליפת הבטטה. ההדבקה והריקבון יכולים להתרחש במהלך האחסון על ידי הדבקה משנית של אשורשים בריאים על ידי אשורשים נגועים שמשחררים נבגי פטריית ריזופוס לאוויר חדר האחסון. נמצא שאוורור של חדרי האחסון מוריד את רמת הריקבון כנראה על ידי הורדת רמת הנבגים באוויר של חדר האחסון (1,2). בעבודה זאת אנחנו בוחנים תכשירים ביולוגים שמבוססים על מיקרואורגניזמים ומיצוי צמחי אנטגוניסטים לפטריית הריזופוס שיכולים להיות מיושמים בחדרי אחסון גדולים בזכות נדיפות גבוהה ובזכות

יכול התבססות שלהם על קליפת האשרושים. נוכחות מיקרואורגניזמים אנטגוניסטים על קליפת האשרוש צפויה להוריד את שיעור ההדבקה המשנית ולכן גם את רמת הרקבון. הנזקים שנגרמים כתוצאה מריקבון בטטה בחדרי האחסון מוערכים בשיעור ממוצע של כ 20% מסה"כ היבול וערכם הכלכלי מוערך בעשרות מיליוני שקלים מידי שנה.

מטרות המחקר

- מטרה עיקרית של המחקר היא מניעת רקבון כתוצאה מפטריית הריזופוס בחדרי אחסון של אשרושי בטטה על ידי שימוש בתכשירים שיש להם רמת שארתיות נמוכה מאוד ופוטנציאל להיות מיושמים בחדרי אחסון גדולים על ידי ערפול ואידוי.
- מטרה משנית היא הבנה טובה יותר של יכולת אנטגוניסטית של מיקרואורגניזמים כנגד רקבון ריזופוס באשרושי בטטה.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

טיפול, סוג תכשירים ואופן היישום: כפי שניתן לראות בטבלה 1 נבדקו סה"כ 8 טיפולים שונים שכוללים 6 סוגי תכשירים שונים, ביקורת חיובית וביקורת שלילית. הביקורת השלילית כללה אשרושים לא עברו שלא עברו אילוח ואילו ביקורת חיובית כללה טיפול במים במקום תכשיר. כל טיפול כלל 4 חזרות, חזרה כללה ארגז עם 8 אשרושים שכוסה בניילון עם פתח אוורור. נפח הארגז היה כ 10 ליטר. אשרושי הבטטה עברו טיפול ראשון עם התכשירים בהתאם לכתוב בטבלה, השהייה של 3 ימים ולאחריה אילוח. האילוח כלל פציעה על ידי חריצה בעזרת מזלג, יישום שני של התכשירים, השהייה ליום והכנסה של פיסת בטטה עם תפטיר ריזופוס לארגז למשך שבוע אחד בלבד. פיסת בטטה עם תפטיר ריזופוס התקבלו על ידי השהייה ב 14 מעלות למשך שבוע בשקית סגורה של פיסות בטטה חתוכות בגודל של 4x4 ס"מ שבסופה כל אחת מפיסות הבטטה נשאה תפטיר פטריה. לאחר האילוח הארגזים נשמרו בחדר עם טמפרטורה של 14 מעלות ולחות גבוהה בדומה לתנאי אחסון מקובלים לאשרושי בטטה בתנאים מסחריים.

טבלה 1: טיפולים, סוג תכשירים ואופן היישום: הטבלה מציגה את שם הקיצור של הטיפול, שם התכשיר, החברה המסחרית שמשווקת את התכשיר, ריכוז התכשיר ואופן היישום של התכשיר. התכשירים נבדקו בארגז קרטון שמכיל 8 אשרושי בטטה וכוסו בשקית ניילון עם פתח אוורור. נפח הארגז היה כ 10 ליטר. אשרושי הבטטה עברו טיפול ראשון עם התכשירים בהתאם לכתוב בטבלה, השהייה של 3 ימים ולאחריה אילוח. האילוח כלל פציעה על ידי חריצה בעזרת מזלג, יישום שני של התכשירים והכנסה של פיסת בטטה עם תפטיר ריזופוס לארגז האשרושים.

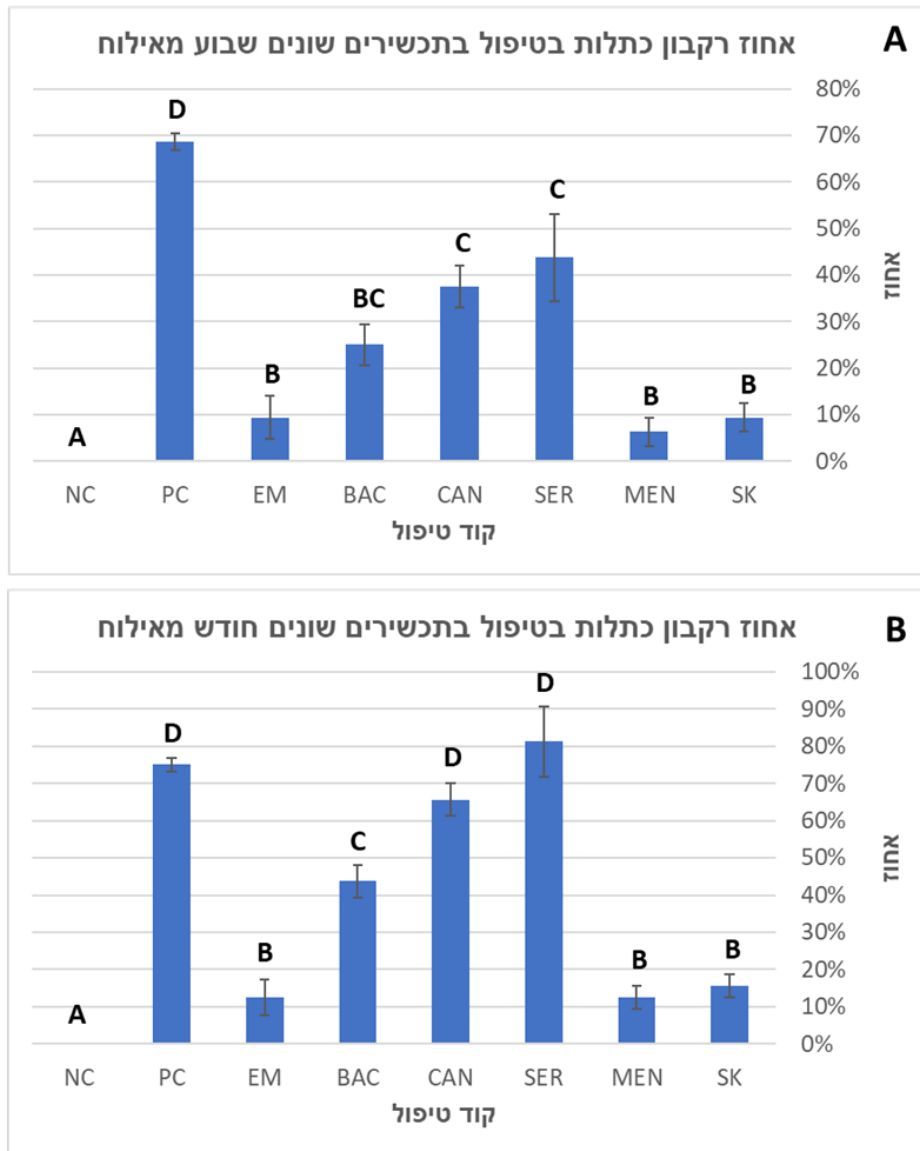
שם קיצור טיפול	שם התכשיר	שם החברה	ריכוז בתמיסה	אופן יישום	כמות יישום לארגז (סמ"ק)	כמות אשרושים בארגז	אילוח	חזרות
SK	סקולר	אדמה	0.10%	ריסוס על פני האשרושים	20	8	כן	4
MEN	מנטה	ביואקס אם	100%	אידוי קר בארגז	20	8	כן	4
SER	סרניד	לוקסמבורג	1%	ריסוס על פני האשרושים	20	8	כן	4
CAN	קנון pH	לוקסמבורג	1.15%	ריסוס על פני האשרושים	20	8	כן	4
BAC	בצילום	מיקרוביום	100%	ריסוס על פני האשרושים	20	8	כן	4
EM	EM אדמה	EM	1%	ריסוס על פני האשרושים	20	8	כן	4
PC	ביקורת חיובית			ריסוס על פני האשרושים עם מים	20	8	כן	4
NC	ביקורת שלילית			ריסוס על פני האשרושים עם מים	20	8	לא	4

מעקב אחר כמות רקבון בטיפולים השונים: המעקב אחר רקבון נעשה בשני מועדים: שבוע וחודש לאחר האילוח. בכל מועד נבדקו אחוז האשרושים הנגועים בכל ארגז מתוך סה"כ 8 אשרושי בטטה שהיו בכל ארגז. בבדיקה הראשונה שנעשתה שבוע לאחר אילוח אשרושים נגועים הושארו בארגז.

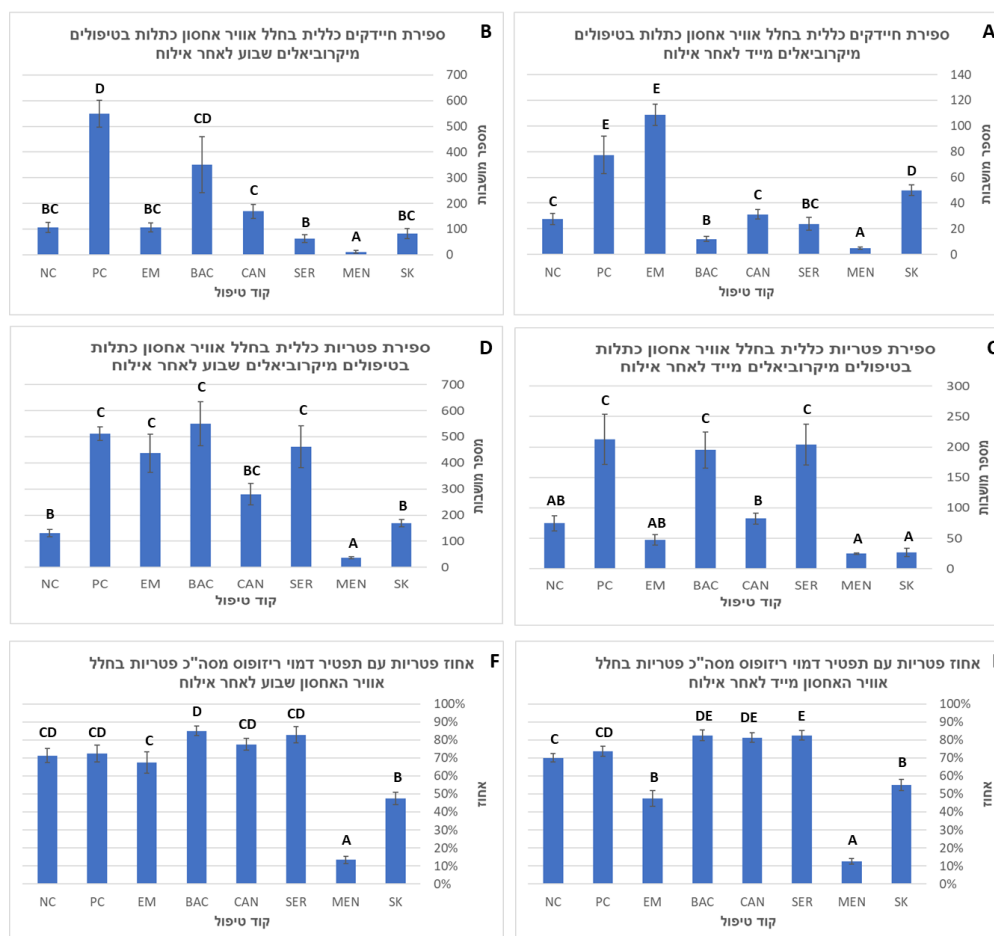
ספירה מיקרוביאלית בארגז: ספירה כללית של חיידקים ופטריות בחלל הארגז נעשתה פעמים. פעם ראשונה נעשתה שבוע לאחר אילוח ופעם שנייה חודש לאחר אילוח. הספירה נעשתה תוך שימוש בצלחות פטרי בקוטר 9 ס"מ עם מצע סלקטיבי לפטריות ולחיידקים. בכל ארגז הצלחת נפתחה לאוויר שבארגז למשך 10 דקות, נסגרה והוצאה מהארגז. כמות המושבות נספרה לאחר 3 ימים בטמפרטורת חדר. מצע סלקטיבי לספירה כללית של פטריות וחיידקים. כמצע סלקטיבי לפטריות שימשו צלחות מצע potato dextrose agar (PDA) בתוספת אנטיביוטיקה nystatin בריכוז 100 חלקי מיליון (ח"מ). כמצע סלקטיבי לגידול חיידקים שימשו צלחות עם מצע nutrient agar (NA) בתוספת אנטיביוטיקה chloramphenicol בריכוז 100 ח"מ. הצלחות נרכשו מחברת טיבאן ביוטק בע"מ.

תוצאות

הערכת רקבונות כתלות בטיפולים השונים: איור 1 מציג את אחוז האשרושים הנגוע ועוצמת הנגיעות שבוע (איור A1) וחודש (איור B1) לאחר אילוח. ניתן לראות שישנם הבליים מובהקים בהתפתחות הרקבון כתלות בטיפולי התכשירים השונים. טבלה 1 מציגה את הטיפולים התכשירים ואופן היישום שלהם. הניסוי כלל ביקורת חיובית (PC) שטופלה במים במקום תכשיר וביקורת שלילית (BC) שלא בוצע בה אילוח. טיפול SK נעשה על ידי שימוש בתכשיר כימי סקולאר שמשמש כיום בהדברת רקבון בבטטה ולכן משמש כמדד לטיפול יעיל כנגד רקבון. ניתן לראות שטיפול בתכשירים EM ו NEM הראו תוצאות טובות בדומה לטיפול ה SK שבוע וחודש לאחר אילוח. תכשיר ה EM מבוסס על תערובת מיקרוביאלית שמשמשת כיום לטיפול קרקע כנגד מחלות ותכשיר ה NEM מבוסס על שמן מנטה שמשמש כיום למניעת נביטה של פקעות תפוז"א באחסון. ספירה מיקרוביאלית בחלל אוויר ארגזי הטיפול: איור 2 מציג את הספירה הכללית של חיידקים ופטריות בחלל האוויר של הטיפולים השונים. ניתן לראות שישנם הבדלים מובהקים בין הטיפולים ושבטיפול הביקורת החיובית (PC) יש יותר חיידקים ופטריות מאשר בביקורת השלילית (NC) שלא עברה אילוח. באופן כללי יש יותר פטריות מחיידקים והספירה המיקרוביאלית גבוהה יותר שבוע לאחר אילוח מאשר מיד לאחר אילוח. אחוז פטריות עם תפטיר דמוי ריזופוס גבוהה מ 50% נמצא ברוב הטיפולים למעט בטיפול עם סקולר (SK), שמן מנטה (MEN) ו תכשיר EM מייד אחרי אילוח(EM). שלושת הטיפולים הללו נמצאו אכן יעילים ביותר כנגד רקבון ריזופוס.



איור 1: השפעת טיפולים בתכשירים שונים על התפתחות רקבון באחסון בטטה. כפי שניתן לראות בטבלה 1 נבדקו סה"כ 8 טיפולים שונים שכוללים 6 סוגי תכשירים שונים, ביקורת חיובית (PC) וביקורת שלילית (NC). הביקורת השלילית כללה אשרושים שלא עברו אילוח ואילו ביקורת חיובית כללה טיפול במים במקום תכשיר. כל טיפול כלל 4 חזרות, חזרה כללה ארגז עם 8 אשרושים שכוסה בניילון עם פתח אורור. נפח הארגז היה כ 10 ליטר. המעקב אחר רקבון נעשה בשני מועדים: שבוע (A) וחודש (B) לאחר האילוח. בכל מועד נבדקו אחוז האשרושים הנגועים בכל ארגז מתוך סה"כ 8 אשרושי בטטה שהיו בכל ארגז. בבדיקה הראשונה שנעשתה שבוע לאחר אילוח אשרושים נגועים הושארו בארגז. התוצאות מציגות את הממוצע יחד עם שגיאת התקן ואותיות שונות מצביעות על מובהקות. ניתוח סטטיסטי נעשה על ידי מבחני ANOVA של תוכנת JMP pro 16. אותיות שונות מצביעות על מובהקות שונה ברמה של $P < 0.05$.



איור 2: ספירה מיקרוביאלית בחלל אוויר במהלך האחסון. ספירה מיקרוביאלית כללה ספירה כללית של חיידקים ופטריות (A, B), ספירה כללית של פטריות (C, D) וכימות של אחוז פטריות עם תפסיר דמוי ריזופוס מסה"כ פטריות (E, F). הספירה נעשתה מייד לאחר תהליך האילוח (A, C, E) וכשבוע לאחר אילוח (B, D, F). שמות הטיפולים והתכשירים מוצגים בטבלה 1. ספירת חיידקים ופטריות בחלל אוויר האחסון נעשתה על ידי פתיחת צלחות עם מצע סלקטיבי לחלל אוויר האחסון למשך 10 דקות. לאחר מכן הצלחות נשמרו במשך יומיים בטמפרטורת חדר עד להופעת מושבות. הערכת אחוז פטריות עם תפסיר דמוי ריזופוס נעשתה על ידי השהייה למשך יומים נוספים בטמפרטורת חדר עד להופעת התפסיר.

דיון

מטרה עיקרית של עבודה זאת היא מציאת טיפול כנגד רקבון מסוג ריזופוס באחסון בטטה שמשלב תכשירים שאין להם שאריות ושיש להם יכולת להיות מיושמים בחללי חדר אחסון גדולים על ידי אידוי וערפול. הסיבה לכך כאמור היא שחדרי אחסון בטטה מתמלאים בקצב מהיר מאוד של עשרות טונות מידי יום ולכן אין אפשרות לטפל באשרושים על ידי ריסוס ישיר. תכשיר סקולר משמש כיום למניעת רקבון ריזופוס בבטטה על ידי ריסוס ישיר במהלך המיון והוא בעל שאריות גבוהה וכנראה שיידרש לו תחליף בעתיד. בניסוי הנוכחי נמצא שלתכשירי שמן מנטה (MEN) ו EM יש יכולת טובה ביחס לתכשיר הסקולר למנוע רקבון ריזופוס באשרושי בטטה. לשני התכשירים אין שאריות ויש להם פוטנציאל ליישום בחדרי אחסון גדולים על ידי אידוי או ערפול. כיוון שהמערכת הניסיונית בעבודה שנעשתה בשנה הנוכחית אינה מדמה חללי ניסוי גדולים נרצה בשנה השנייה של המחקר לבדוק את היעילות שלהם בתנאים שמדמים אחסון בחלל גדול. נרצה לבדוק את יעילות ההדברה שלהם בחלל אחסון גדול יחד עם יכולת ההתפשטות שלהם והשפעות שיווקיות אחרות (לדוגמה האם לשמן המנטה יש השפעה על ריח וטעם האשרושים במהלך האחסון).

מטרה משנית של המחקר היא הבנה טובה יותר של מנגנון פעולת התכשירים. בעבודה הנוכחית מצאנו שתכשירי המנטה וה EM מורידים את הספירה הכללית של חיידקים ופטריות בחלל האחסון ובנוסף נמצא שהם מורידים גם את אחוז הפטריות עם תפטיר דמוי ריזופוס. שמן המנטה הוריד בצורה חזקה יותר את הספירה המיקרוביאלית מזו של תכשיר ה EM וניתן לייחס את זה לאפשרות שמנגנון שמן המנטה מבוסס על קטילת נבגים ופטריות בעוד שמנגנון תכשיר ה EM מתבסס על יכולת אנטגוניסטית של מיקרואורגניזמים.

ביבליוגרפיה

1: Scruggs AC, 2011. Cultural, chemical and alternative control strategies for Rhizopus soft rot of sweet potato. Plant Disease, Vol 100, pages: 1532-1540 .

2: Edmunds BA, 2009. Evaluation of Alternative Decay Control Products for Control of Postharvest Rhizopus Soft Rot of Sweet potatoes. Plant health progress. 6 February 2009.