

## הדברה כימית של מחלת ההתמוטטות הפתאומית של המלונים הנגרמת

### על ידי הפטרייה *Monosporascus cannonballus*

שמעון פיבוניה, רחל לויטה, עמי מדואל - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית  
רוני כהן - היחידה לדלועיים נווה יער, מינהל המחקר החקלאי

#### תקציר

המלון הוא גידול מרכזי בערבה. מבין מחלות המלון המועברות בקרקע, המחלה העיקרית המסכנת את גידול המלון בערבה ובאזורים אחרים בדרום הארץ היא ההתמוטטות הפתאומית הנגרמת ע"י הפטרייה *Monosporascus cannonballus*. מחלה זו טופלה בעבר ע"י חיטוי קרקע במתיל ברומיד שיושם טרום שתילה. כיום, אין בנמצא חומר לחיטוי קרקע הדומה ביעילותו למתיל ברומיד להדברת המחלה בעונת הגידול האביבית. במחקר המוצג נלמדה יעילות פונגיצידיים שונים להדברת הפטרייה *M. cannonballus* (מונוספורסקוס) בערבה; לימוד עיתוי היישום, תדירות היישום והמינון הדרוש של הפונגיצידיים. בשלב ראשון נבחנה במעבדה היכולת של פונגיצידיים מקבוצות כימיות שונות לעכב את הגידול הוגטטיבי של הפטרייה בצלחות פטרי. לפונגיצידיים נבחרים נערכו ניסויי שדה בעונות הסתיו והאביב 2006 – 2007, בהם נבחנה יעילות ההדברה של המחלה וההשפעה על יבול המלון. תוצאות המחקר תמכו בקבלת רישוי לשימוש בקוטל הפטריות עמיסטאר (Azoxystrobin) להדברת מחלת ההתמוטטות במלונים. על פי הידע שנצבר עד היום, נמסרו המלצות ראשוניות ליישום הפונגיצידיים במלון בעונות השונות. המלצות אלו אומצו ע"י מירב החקלאים בערבה ובאזורים אחרים בארץ ותורמות להפחתה ניכרת בתמותת הצמחים בשדות ולעליה ביבולים. ההמלצות יעודכנו במהלך השנים הקרובות בהתאם להתקדמות המחקר.

#### מבוא

מלון הוא גידול מרכזי בערבה. מחלת הקרקע העיקרית של המלון בערבה ובאזורים אחרים בדרום הארץ היא ההתמוטטות הפתאומית הנגרמת ע"י הפטרייה *Monosporascus cannonballus*. מחלה זו טופלה בעבר ע"י חיטוי קרקע במתיל ברומיד שניתן טרום השתילה. כידוע, על פי תקנות בין לאומיות, הוחלט להוציא את חומר חיטוי מתיל ברומיד משימוש שיגרתני אצל החקלאים. מצאי התכשירים הזמינים כיום לחיטוי קרקע והאמורים להחליף את המתיל ברומיד אינם יעילים בטמפרטורות נמוכות ומשך הזמן הדרוש לאוורור הקרקע הוא ארוך מאד. לפיכך, עד עתה, אין עדיין תחליף יעיל למתיל ברומיד להדברת המחלה במלון בעונת הגידול האביבית. בשלב זה קיימת הקצאת מתיל ברומיד מיוחדת לגידול המלון האביבי. הקצאה זו עתידה להיפסק בתוך שנים ספורות כאשר החומר ייאסר לחלוטין לחיטוי קרקע. הדברה כימית באמצעות פונגיצידיים המיושמים לקרקע במהלך עונת הגידול כמעט ולא מוכרת בירקות. יוצא מכלל זה היא הדברה כימית של מחלות נבטים דוגמת ריזוקטוניה ופיתיום. במערכות אלו הדברה כימית יעילה היות ונפח הקרקע עליו יש להגן הוא קטן ומשך הזמן בו הצמח רגיש למחלות הנבטים הוא קצר. לפני כעשר שנים מצאנו שהפונגיצידי אוהיו המיושם לקרקע במהלך עונת הגידול מסוגל להפחית את נזקי המחלה. ואכן חומר זה אושר במלון וחקלאי הערבה עשו בו שימוש. מטרת המחקר הנוכחי הייתה למצוא קוטלי פטריות נוספים היעילים בהדברת המחלה ופיתוח מימשק מיטבי.

## שיטות עבודה ותוצאות

### בחינת מעבדה לאיתור פונגיצידיים יעילים להדברת *M. cannonballus*

כדי למצוא קוטלי פטריות בעלי פוטנציאל להפחתת נזקי המחלה נבחנה תחילה הרעילות של חומרי הדברה למונוספורסקוס במעבדה. הפטריה נחשפה לפונגיצידיים בריכוזים של 0.1, 1, ו-10 ח"מ. מידת העיכוב חושבה על פי אחוז עיכוב גידול התפטיר ביחס לביקורת, שבוע מתחילת הניסוי. הפונגיצידיים אוהיו, סקולר, אוקטאב, ספורטק, סוויץ, סטרובי, פלינט, עמיסטר וסיגנום עיכבו לחלוטין את גידול הפטריה במבחן המעבדה כבר בריכוז של 0.1 ח"מ. הפונגיצידיים אוריוס, דלסן, קליפמן ורינגו היו פחות יעילים.

### ניסויי שדה

בדיקת יעילות פונגיצידיים במעבדה יכולה להוות אינדיקציה בלבד לגבי יעילותם בשדה. היעילות בשדה תלויה לא רק ביעילות עיכוב התפטיר כפי שנמדד בצלחות. זוהי מערכת מורכבת הכוללת אינטרקציות בין הפונגיצידי לבין הקרקע והצמח. המדדים העיקריים המשפיעים על יעילות ההדברה כוללים מסיסות במים, פיזור וספיחה בקרקע, קצב פירוק כימי וביולוגי ותנועה בצמח. ניתן להעריך את היעילות בשדה ע"י בחינה של תכונות החומרים המפורסמים ע"י יצרני הפונגיצידיים. כדי לעזור לקורא לשחות בסבך החומרים שנבחנו בשדה כנגד מונוספורסקוס במהלך הניסויים השונים מצורפת טבלה מספר 1.

טבלה 1: שם גנרי, מסחרי וחברת השיווק של החומרים שנבחנו בשדה כנגד מונוספורסקוס.

שם מסחרי	שם גנרי וריכוז	חברת השיווק
אוהיו	Fluazinam 500 g/l	לוקסמבורג
אוקטב	Prochloraz Mn 50%	אחים מילצין
סטרובי	Kresoxim methyl 50%	אגן
סיגנום	Pyraclostrobin 6.7% + Boscalid 26.7%	אגן
ספורטק	Prochloraz Z 450 g/l	אחים מילצין
סקולר	Fludioxonil 50%	כצ"ט
עמיסטאר	Azoxystrobin 250 g/l	מכתשים
פלינט	Trifloxystrobin 50%	לידור

### ניסויים בעונת הסתיו

יעילות הפונגיצידיים סקולר, אוהיו, עמיסטאר, סיגנום ואוקטב למניעת מחלת ההתמוטטות במילון נבחנה באביב 2006. כל טיפול נבחן בארבע חזרות של 25 צמחים במבנה ניסוי של אקראיות גמורה. זן המלון היה 7303, השדה נשתל בתאריך ה-6/9/06, עומד הצמחים היה 1,500 לדונם. הפונגיצידיים ניתנו בהגמעה לשתיים לפני השתילה ודרך מערכת המים במהלך העונה במינונים ובמועדים המופיעים בטבלה 2.

טבלה 2 : מועדי היישום והמינונים לדונם של קוטלי הפטריות שנבדקו בניסוי סתיו 2006.

טיפול	בשתילה	שבוע משתילה	שלושה שבועות משתילה	חמישה שבועות משתילה
עמיסטר	הגמעה 0.1%	300 סמ"ק	300 סמ"ק	300 סמ"ק
סיגנום	הגמעה 0.1%	200 גרם	200 גרם	200 גרם
אוקטאב		250 גרם	250 גרם	250 גרם
סקולר	הגמעה 0.1%	75 סמ"ק	75 סמ"ק	75 סמ"ק
אוהיו	הגמעה 0.1%	150 סמ"ק	150 סמ"ק	150 סמ"ק

בטיפול האוקטב לא ניתן טיפול הגמעה לשתיים מחשש לפיטוטוקסיות והיישום הראשון ניתן בשדה שבוע לאחר השתילה. לאחר השתילה נראו סימני פיטוטוקסיות בעלים של טיפולי האוהיו והסקולר, אך עם קצב הצימוח המהיר המאפיין את עונת הגידול הסתיו, הצמחים התאוששו מהר. בהמשך, נצפו בטיפול הסקולר סימני פיטוטוקסיות של הקשחת עלים בוגרים והתקפלותם כלפי מטה. בשאר הטיפולים לא נראו תופעות של רעילות לצמחים. תמותת צמחים ממונוספורסקוס החלה כ- 45 ימים משתילה בחלקות הביקורת והגיעה לרמה של 80% בחלקות שעברו חיטוי סולרי ו-100% בחלקות ללא חיטוי סולרי. בטיפול העמיסטאר, סיגנום, אוקטב וסקולר לא נצפתה התמוטטות משמעותית. בניסוי זה נמצא שבטיפול האוהיו רמת התמותה הייתה דומה לביקורת. תוצאות התמותה והיבול מופיעות בטבלה 3.

טבלה 3 : יבול המלונים ורמת התמותה בניסוי ההדברה הכימית שנערך בסתיו 2006 בעין תמר.

טיפול	יבול כללי (ק"ג/דונם)	יבול באיכות יצוא (ק"ג/דונם)	תמותת צמחים (%)
עמיסטר	3985	3181	20
סיגנום	3621	2872	26
אוקטאב	3528	2811	23
סקולר	2837	2109	27
אוהיו	2427	1707	65
בקורת	2194	1447	80

טיפולים בכל עמודה המלווים על ידי אות שונה נבדלים באופן מובהק ( $P \leq 0.05$ )

בתום העונה נערכה בחינה של מערכת השורשים של ארבעה צמחים מכל טיפול להמצאות גופי פרי של *M. cannoballus* בשורשים. גופי הפרי של הפטריה נמצאו ברמה גבוהה על השורשים של כל צמחי הביקורת. גופי הפרי נמצאו על שניים מהצמחים שנבדקו מטיפול האוהיו ועל צמח אחד מטיפול הסיגנום ברמה נמוכה מאד. גופי פרי של הפתוגן לא נמצאו על שורשי הצמחים שטופלו בסקולאר, אוקטאב ועמיסטאר. פרי מהיבול הראשון נדגם לבדיקת נוכחות שאריות חומרי ההדברה בפרי. בטיפול הסיגנום נמצא 0.7 ח"מ בוסקליד (אחד החומרים בסיגנום). בטיפול העמיסטאר נמצאה רמה הנמוכה מסף הגילוי של החומר ובשאר הטיפולים לא נמצאו עקבות פונגיצידיים בפרי. בתם העונה נצפתה נגיעות גבוהה של העלים בקימחון בכל הטיפולים למעט הטיפול בסיגנום ובעמיסטאר. הדברת הקימחון מוסברת בפעילות סיסטמית של

הפונגיצידיים, בסיגנום בשל הפעילות הסיסטמית של הבוסקליד ובעמיסטאר בשל הפעילות הסיסטמית של הסטרובילורין. לעמיסטאר פעילות סיסטמית דרך מערכת העצה. לפעילות זו חשיבות רבה בממשק ההדברה הכולל של מחלות שורש, גבעול תחתון ועלווה במלון. בשל הימצאות שאריות חומרי הדברה בטיפול הסיגנום הוגבל השימוש בו בהמשך הניסויים ליישום ראשון בלבד.

#### ניסויים לבחינת המינון ומספר היישומים הדרוש בעונת האביב

מלון מודלה מגדלים באביב לאורך עונה ארוכה המתחילה מסוף נובמבר ונמשכת כמעט עד סוף יוני, בערבה המרכזית. לכן גידול זה מייצג את התנאים הקשים ביותר להתמודדות הצמח עם מחלות קרקע. צורות גידול אחרות, כמו הגידול השרוע הנהוג בכיכר סדום בין ינואר למאי, או גידול מודלה על שתי עונות קצרות הנהוג בערבה מרכזית, אוקטובר עד פברואר וסוף פברואר עד יוני, מייצגות מצבים עם סיכון נמוך יותר להתפתחות התמוטטות פתאומית.

באביב 2007 נערך ניסוי לבחינת מינוני פונגיצידיים ומספר היישומים הדרושים למניעת מחלה במלון מודלה, עונת גידול ארוכה. בניסוי נבחנו שני גורמים, גורם החיטוי שכלל שני טיפולים: מתיל ברומיד במינון 50 ג' למטר מחופה וללא חיטוי קרקע וגורם הפונגיצידי. נבחנו הפונגיצידיים עמיסטאר, אוהיו ואוקטב במינונים ומספר יישומים שונה (טבלה 3). כל טיפול נבחן בארבע חזרות של 25 צמחים במבנה ניסוי דו גורמי באקראיות גמורה. שתילי מלון מהזן 6003 נשתלו בתאריך ה-5/12/06, עומד הצמחים היה 1,500 לדונם, גידול בהדליה במנהרות עבירות מחופות פוליאיתילן. מתיל ברומיד יושם בתאריך ה-25/11/06. הפונגיצידיים ניתנו בהגמעה לשתילים במגשים לפני השתילה ובאמצעות מערכת המים במהלך העונה. מועדי היישום בשדה היו: 14/1/07, 28/2/07 ו-15/4/07. מועדי הטיפול של יישום אחד או שניים בשדה היו הראשון ואו השניים הראשונים בהתאמה.

התמוטטות צמחים בביקורת החלה בתחילת מרץ בסמוך למועד הבשלת הגל הראשון. ההתמוטטות בטיפולי האוהיו החלה באפריל. ההתמוטטות בטיפול עמיסטאר שניתן פעם אחת, החלה בסוף מרץ וההתמוטטות בטיפול עמיסטאר שניתן פעמיים החלה במאי. שלושה יישומים של עמיסטאר במינון של 50 סמ"ק היו עדיפים על שני יישומים במינון של 150 סמ"ק (איור 1). רמת התמותה הסופית והיבולים לכל הטיפולים מופיעים בטבלה 4. גורם החיטוי ( $P < 0.0001$ ) וגורם הפונגיצידי ( $P = 0.0004$ ) נמצאו מובהקים מאד. מבחינת מניעת תמותת הצמחים עמיסטאר ואוקטב היו יעילים במידה שווה. למעט הטיפול עמיסטאר 50, היבולים הגבוהים ביותר התקבלו בטיפולים ששילבו חיטוי קרקע במתיל ברומיד יחד עם יישום פונגיצידי שלוש פעמים במהלך העונה (טבלה 4 א, ב).

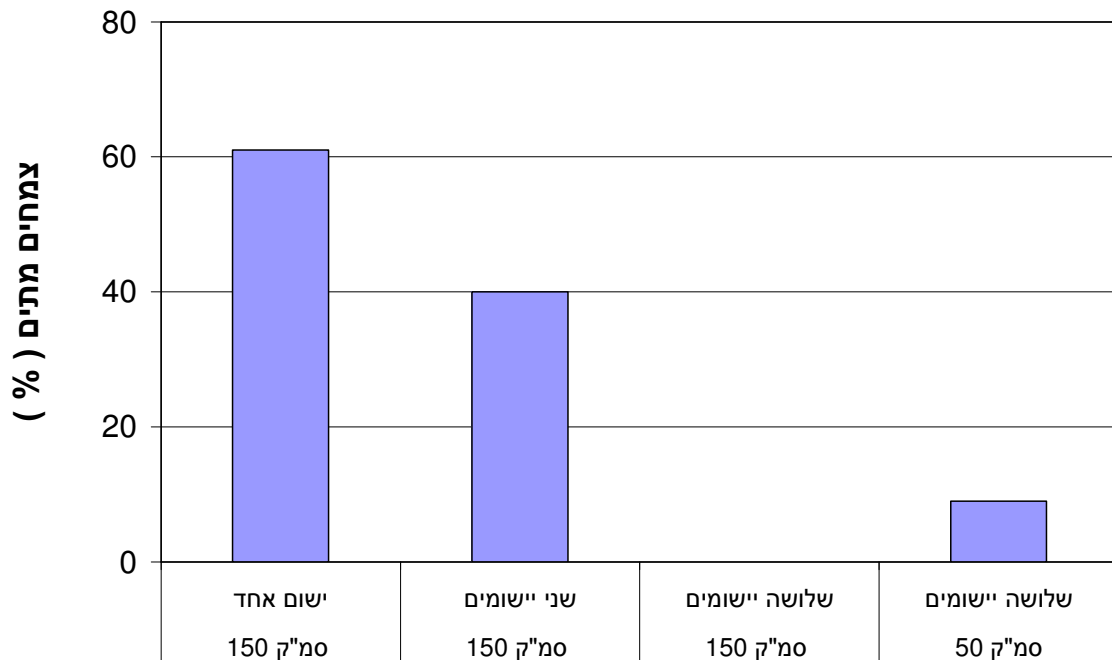
טבלה 4: תמותת צמחים בטיפולים השונים בניסוי שנערך בתחנת "זהר" כיכר סדום באביב 2007. הצמחים נשתלו ב- 5/12/06 והערכת הנגיעות האחרונה נערכה ב- 31/5/07. מועדי הטיפולים שקיבלו יישום אחד או שניים בשדה היו במועד הראשון ואו בשני המועדים הראשונים, בהתאמה.

א4: ללא חיטוי קרקע במתיל ברומיד.

יבול לדונם (ק"ג)	תמותה סופית (%)	מספר יישומים בשדה	טיפול
5464	69	0	בקורת
3400	70	0	עמיסטאר טבילה
4636	61	1	עמיסטאר 150 סמ"ק
6222	40	2	עמיסטאר 150 סמ"ק
7050	0	3	עמיסטאר 150 סמ"ק
8069	9	3	עמיסטאר 50 סמ"ק
8907	4	3	עמיסטאר 300 סמ"ק
5766	54	3	אוהיו 150 סמ"ק
6778	42	3	אוהיו 300 סמ"ק
6608	6	3	אוקטב 150
6610	10	3	אוקטב 300

ב4 : חיטוי קרקע במתיל ברומיד לפני עונת האביב.

יבול לדונם (ק"ג)	תמותה סופית (%)	מספר יישומים בשדה	טיפול
7538	22	0	בקורת
5874	10	0	עמיסטאר טבילה
8594	8	1	עמיסטאר 150 סמ"ק
7419	4	2	עמיסטאר 150 סמ"ק
8334	0	3	עמיסטאר 150 סמ"ק
7368	4	3	עמיסטאר 50 סמ"ק
10034	0	3	עמיסטאר 300 סמ"ק
6965	4	3	אוהיו 150 סמ"ק
7467	7	3	אוהיו 300 סמ"ק
8080	7	3	אוקטב 150
9188	1	3	אוקטב 300



איור 1 : רמת התמותה הסופית של צמחי מלון כתלות במספר טיפולי העמיסטאר שניתנו במהלך העונה ובמינון לדונם שניתן בכל יישום.

ניסוי לבחינת חומרים, מועדי יישום ומינונים בעונת הסתיו

בעונת גידול סתיו 2007 נבחנו מועדי יישום ומינונים לקוטלי הפטריות עמיסטאר, אוקטאב, סקולאר, פלינט וסטרובי. הניסוי נערך על קרקע שחוטאה בחיטוי סולרי בלבד. הניסוי הוצב במתכונת של אקראיות גמורה עם שש חזרות לכל טיפול. גודל החזרה 10 מטר-שורה המכילה 25 צמחים. הזן שנבדק היה 1625. הצמחים נשתלו ב-5/09/07 המינונים ומועדי היישום לכל טיפול מוצגים בטבלה 5. נמצא שהסטרובילורינים סטרובי ופלינט, שהיו יעילים מאד בעיכוב מונוספורסקוס במבחן המעבדה בצלחות לא היו יעילים במניעת התמותה בשדה (טבלה 5). תופעה דומה נצפתה בניסויים קודמים גם עם החומר אוהיו. טיפול יחיד בעמיסטאר על רקע של קרקע ללא חיטוי כימי לא היה מספק למניעת תמותות צמחים גם כשניתן בשלב המוקדם, שבועיים משתילה, וגם כשניתן 5 שבועות משתילה. אולם, היישום היחיד בתחילת העונה היה עדיף על היישום המאוחר. עמיסטאר במינון של 25 סמ"ק לדונם לא מנע תמותת צמחים ומינון של 50 סמ"ק היה גבולי. בטיפול הספורטק 75 סמ"ק לדונם נצפתה תמותה של 30% אך מינון 150 סמ"ק לדונם היה מספיק. בדומה לעונת סתיו 2006, סקולר במינון 75 סמ"ק לדונם הראה שוב תופעות של פיטוטוקסיות לצמח ונצפתה פגיעה ביבול. רמת תמותת הצמחים בטיפול הסקולר במינונים נמוכים יותר, 25 ואו 50 סמ"ק לדונם, הייתה גבוהה יחסית. בניסוי אחר בו נבחן היישום של החומר סיגנום בתחילת העונה בלבד, יישום כשבועיים משתילה, בשילוב עם חומר נוסף בהמשך נמנעה מחד התמוטטות הצמחים ומאידך לא נמצאו שאריות חומר ההדברה בפירות שנבדקו ממועד הקטיף הראשון.

טבלה 5: מועדי היישום, המינונים לדונם, רמת התמותה הסופית, והיבול לטיפולים השונים מניסוי סתיו 2007. יישום ראשון ניתן כשבועיים לאחר שתילה ויישום שני ניתן 35 יום לאחר שתילה.

טיפול (סמ"ק/דונם)	מספר ישומים במהלך הגידול	הגמעה בזמן השתילה (%)	תמותת צמחים (%)	יבול (ק"ג/דונם)
עמיסטאר 25	2	0.2	49	3457
עמיסטאר 50	2	0.2	20	3934
עמיסטאר 150	2	ללא הגמעה	8	3787
עמיסטאר 150	2	0.2	8	4292
עמיסטאר 150	יישום אחד מוקדם	0.2	18	3137
עמיסטאר 150	יישום אחד מאוחר	0.2	32	2732
עמיסטאר 300	2	0.2	6	3817
ספורטק 75	2	ללא הגמעה	30	3411
ספורטק 150	2	ללא הגמעה	8	3464
ספורטק 300	2	ללא הגמעה	4	3565
סקולר 25	2	ללא הגמעה	38	3524
סקולר 50	2	ללא הגמעה	40	3599
סקולר 75	2	ללא הגמעה	21	3162
סטרובי 150 גרם	2	0.2	54	3434
פלינט 150	2	0.2	46	3221
בקורת	0	ללא הגמעה	76	2114

## דיון

במחקר המדווח נמצאו מספר קוטלי פטריות שעשויים לשמש למניעת תמותת מלון הנגרמת ע"י הפטריה מונוספורסקוס. קוטלי הפטריות סיגנום, אוקטאב, ספורטק ועמיסטאר היו יעילים במידה שווה. סקולאר במינון גבוה הפחית את ההתמוטטות אך גרם לפיטוטוקסיות לצמח ובמינונים נמוכים יותר יעילות ההדברה נפגמה. אוהיו שהיה בשימוש משנת 2000 נמצא בניסויים הנוכחיים פחות יעיל. הפונגיצידי סטרובי ופלינט לא היו יעילים בהדברת המחלה. החומרים שהראו יעילות במתן בקרקע מתאפיינים בקצב פירוק איטי יחסית בקרקע וברמת ספיחה בינונית עד גבוהה לקרקע. נתונים אלה מאפשרים משך פעילות והגנה ארוכה יחסית על הצמח. אנו משערים שפעילות הפונגיצידי אפקטיבית בעיקר כאשר נבג הפטריה נבט וחדר או שעדיין לא חדר לשורש. כאשר הנבג בתרדמה הוא אינו רגיש לפונגיצידי. על כן בניגוד לחיטוי קרקע האמור להשמיד את כל צורות הקיימא של הפטריה, בעת השימוש בפונגיצידי דרושה הגנה לאורך כל עונת הגידול. ככל שהחומר יהיה פעיל לאורך זמן רב יותר בקרקע, מספר היישומים הדרוש יהיה קטן יותר. לכן, כנראה החומרים סטרובי ואוהיו, להם משך חיים בקרקע של כשבוע או פחות, לא היו יעילים למניעת ההתמוטטות. סביר שאם נצופף את תדירות היישומים, גם חומרים אלה יהיו יעילים. מבחינת הספיחה לקרקע, חומרים עם תכונות ספיחה חזקה יישארו בסמוך לטפטפת ולא יגיעו לאזור המטרה וחומרים שטיפים ייעלמו מהר מאזור בית השורשים. חומר שיגיע במהלך היישום למרבית בית השורשים וישאר שם לאורך זמן ארוך הוא חומר המתאים ליישום בקרקע. בקרקעות שונות התנהגות החומרים, מבחינת רמת ספיחה ואורך חיים, צפויה להיות שונה.

על פי התוצאות שהושגו עד עתה נראה שבעונת הסתיו נדרשים שני יישומי פונגיצידי כאשר הקרקע לא חוטאה בחיטוי כימי מקדים ויישום אחד במידה והקרקע טופלה עם חיטוי כימי. בעונת האביב לעומת זאת, נדרשים 3-5 יישומים כדי למנוע התמוטטות וכדי לשפר יבולים. התכונות הפיזיקליות של הקרקע הינן שונות באזורי הגידול השונים. שונות זאת משפיעה בהכרח על הפוטנציאל שיהיה לחומר ההדברה בהגנה מפני מחלות מועברות בקרקע. לפיכך, המינון שנבחר כהמלצה לחקלאים נלקח עם מקדם בטחון. כיום החקלאים משתמשים בעיקר בחומר עמיסטאר באופן נרחב למלון ועד היום התגובות מהחקלאים נלהבות. בשל הסיסטמיות של החומר הוא נמצא בתצפיות שדה יעיל גם כנגד מחלות אחרות במלון, כמו דידימלה התוקפת באזור הגבעול התחתון ובכל חלקי הצמח, מירוטציום התוקף את הצמח באזור הגבעול התחתון וגורם לתמותה, כשותית וקמחון. המחלות דידימלה, מירוטציום וכשותית תוקפות את הצמחים בעיקר במהלך החורף. עם ההתחממות בהמשך עונת האביב ובעונת הסתיו מחלת הקרקע הדומיננטית היא מונוספורסקוס. בעתיד הקרוב, כאשר ישולבו חומרים נוספים בממשק ההדברה למחלות קרקע במלון, החומרים בתחילת עונת האביב יכולים להיות סיגנום ביישום ראשון ועמיסטאר ביישומים הבאים. עם ההתחממות בהמשך עונת האביב ובסתיו ניתן יהיה להשתמש בספורטק. אלטרנציה בין חומרים ושימוש בחומרים המורכבים משני חומרים פעילים כמו הסיגנום, תאפשר להערכתנו להקטין מאד את הסיכונים לשבירת החומרים וליצירת קרקעות עם פירוק מואץ לחומרים אלו.

## הבעת תודה

אנו מודים מקרב לב לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ולמועצה הצמחית על הסיוע במימון המחקר. כמו כן תודה לכל האגרונומים של חברות הכימיקלים מכתשים, אגן, אחים מילצין, כצ"ט, לוקסמבורג, רימי ולידור על הסיוע, העצה ואספקת החומרים. תודה מיוחדת לעמוס עובדיה מחברת אגרונומיה על שיתוף הפעולה הפורה.