

ממשק הדברה משולבת של מחלת ההתמוטטות של המלונים הנגרמת על ידי הפטרייה *Monosporascus cannonballus*

שמעון פיבוניה, רחל לויטה, עמי מדואל - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

תקציר

המלון הוא גידול מרכזי בערבה. מחלת הקרקע העיקרית של המלון בערבה ובאזורים אחרים בדרום הארץ היא ההתמוטטות הפתאומית הנגרמת ע"י הפטרייה *Monosporascus cannonballus*. כיום, אין עדיין תחליף למתיל ברומיד להדברת המחלה במלון בעונת הגידול האביבית. מטרת המחקר היא פיתוח שיטות להדברת מונוספורסקוס בערבה ללא שימוש במתיל ברומיד, מבלי לפגוע ביבול המלון. בניסויים שבוצעו במשך שלוש עונות גידול (2006/7-2008/9) בתחנת הניסויים "זהר" בכיכר סדום נבחנו דרכים למניעת התמוטטות מלון. בכל שנה היו שתי עונות גידול, סתוית קצרה בה המלון גדל בשטח פתוח ואביבית ארוכה בה המלון גדל במנהרות עבירות. נבחנה ההשפעה של שילוב שיטות, חיטוי סתווי, חיטול הגידול הסתווי באדיגן וישום פונגיצידי במהלך העונה על תמותת הצמחים והיבול במשך שלוש שנים בעונות האביב והסתיו. נמצא שהגורם העיקרי בהשפעתו היה השימוש בפונגיצידי. שילוב של שיטות הביא להגדלת היבול במלון האביבי. שילוב שיטות ההדברה לא תרם להגדלת היבולים במלון הסתווי. במידה ולא ניתן יהיה להשתמש במתיל ברומיד במלון האביבי בערבה, האגרוטכניה המוצעת עשויה למזער את הנזקים. שילוב מתיל ברומיד לקראת עונת האביב, עם פונגיצידי במהלך העונה מביא לעלייה משמעותית ביבולים.

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*. התכשירים לחיטוי קרקע שאמורים להחליף את המתיל ברומיד אינם יעילים בטמפרטורות נמוכות יחסית ו/או שמשך הזמן הדרוש לאוורור הקרקע הוא ארוך מאד. לכן כיום, אין עדיין תחליף למתיל ברומיד להדברת המחלה במלון בעונת הגידול האביבית וקיימת הקצאת מתיל ברומיד מיוחדת למלון אביב. הקצאה זו עתידה להיפסק בתוך שנים ספורות כאשר החומר ייאסר למכירה לשימושי חיטוי קרקע לחקלאות. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח - לימוד יעילות השימוש בשילוב שיטות, חיטוי קרקע, חיטול גידול במתאם סודיום ושימוש בפונגיצידיים בהגמעה, להדברת גורם המחלה. לימוד השפעת החיטוי הסתווי על הגידול האביבי.

עקרי הניסויים והתוצאות

במהלך השנים האחרונות בוצעה בתחנת "זהר" בכיכר סדום שורה של ניסויים על חלקות קבועות בהן נבדקה ההשפעה של גורמים שונים על התמוטטות המלון והיבול. בכל שנה היו שתי עונות גידול, עונת הסתיו בה המלון נשתל בתחילת ספטמבר בשטח פתוח ומגודל למשך כ-70 יום ועונת אביב. עונת האביב נבחנה בשתי מתכונות: המתכונת המקובלת בכיכר סדום, בה המלון נשתל בתחילת ינואר וגדל שרוע במנהרות עבירות עד לסוף מאי והמתכונת המקובלת בערבה המרכזית בה המלון נשתל בתחילת דצמבר והמלון גדל מודלה במנהרות עבירות עד לאמצע יוני. הניסוי כלל עם כן שתי חלקות ראשיות, אחת עם גידול לפי מתכונת כיכר סדום ואחת לפי מתכונת ערבה מרכזית, גודל חלקה היה כ-1.5 דונם. בכל חלקה נבחנה ההשפעה של מספר גורמים. בעונת הסתיו נבחנו הגורמים: חיטוי הקרקע טרום העונה וישום בפונגיצידיים במהלך

העונה. בעונת האביב נבחנו הגורמים: חיטוי הקרקע טרום עונת הסתיו, השפעת חיסול הגידול הסתווי עם מתאם סודיום והשפעת היישום עם פונגיצידיים במהלך העונה. בכל מועד נבחנו 5 חיטויים * 2 טיפולי חיסול הגידול הקודם (עם או בלי) * 2 טיפולי פונגיצידי במהלך העונה (עם או בלי), סה"כ 20 טיפולים לניסוי. ניסוי במתכונת זו על חלקות קבועות החל בסתיו 2006 ונמשך עד עתה. מתכונת הצבת הניסויים הייתה חלקות מפוצלות בבלוקים.

בטבלה 1: מוצגים הניסויים שנערכו במהלך השנים על חלקות אלו.

מתכונת גידול ערבה מרכזית				מתכונת גידול כיכר סדום			
סתיו		אביב – גידול מודלה		סתיו		אביב- גידול שרוע	
מועד שתילה	זן	מועד שתילה	זן	מועד שתילה	זן	מועד שתילה	זן
3/9/06	טרופר	5/12/06	6003	3/9/06	טרופר	7/1/07	6003
5/9/07	1625	14/12/07	6003	5/9/07	1625	10/1/08	6003
2/9/08	1625			2/9/08	1625		

ניסויי סתיו, שיטות

בכל עונת גידול נבחנו חיטויי קרקע שונים כאשר בכל הניסויים כביקורת חיובית שימש תמיד מתיל ברומיד במינון 25 גרם למטר מחופה בשילוב חיטוי סולרי וכביקורת שימש חיטוי סולרי בלבד. החיטויים בוצעו כחודש עד שלושה שבועות לפני מועד השתילה. בעונת סתיו 2006 מתכונת ערבה מרכזית נבחנו החיטויים: טלודריפ במינון 50 ג'מ', טלודריפ במינון 150 ג'מ', ומתיל ברומיד במינון 50 ג'מ'. במתכונת גידול כיכר סדום נבחנו החיטויים: טלודריפ במינון 40 ג'מ', טלודריפ במינון 100 ג'מ', ומתיל ברומיד במינון 50 ג'מ'. בעונת סתיו 2007, בשני שטחי הגידול נבחנו החיטויים: אדיגן 40 ליטר לדונם בשלוחה אחת ובשתי שלוחות, ואדיגן 30 + פורמלין 250. בעונת סתיו 2008 נבחנו החיטויים אדיגן 40 ליטר ואדיגן 120 ליטר לדונם. כמו כן נבחן הטיפול העשרה במיקוריזה לשתילים על רקע חיטוי סולרי. בניסוי סתיו 2007 מחצית מהשטח, לפי הטיפולים, חוסלה עם אדיגן במינון 10 ליטר לדונם בעונה קודמת. בכל השנים מחצית מהשטח, לפי טיפולים קיבלה טיפול עם פונגיצידי במהלך העונה, בשני מועדים: שבועיים וחמישה שבועות משתילה. טיפולי הפונגיצידי שנבחנו בכל שנה היו אוהיו ו/או עמיסטר במינון 150 סמ"ק לדונם.

ניסויי סתיו, תוצאות

בעונת סתיו 2006 טיפולי החיטוי הכימי בשילוב סולרי נבדלו במובהק מטיפול חיטוי סולרי בלבד. תוספת הפונגיצידי אוהיו במהלך העונה לא נבדלה מהביקורת. (טבלה 2). בעונת סתיו 2007 יבול טיפולי חיטוי הקרקע נבדלו מטיפול הביקורת, סולרי בלבד, באופן מובהק (טבלה 3). חיסול הגידול מעונה קודמת עם אדיגן לא תרם ליבול ואו להפחתה בתמותת צמחים וטיפול עם הפונגיצידי עמיסטר במהלך העונה מנע את תמותת הצמחים. טיפול עמיסטר ללא חיטוי קרקע כימי נבדל באופן מובהק ביבול ובתמותת הצמחים מטיפול ללא פונגיצידי וללא חיטוי קרקע. תוצאות דומות התקבלו גם בעונת סתיו 2008 (טבלה 4). לסיכום, בעונת הגידול הסתווי נערכו סה"כ שישה ניסויים. מבחינת חיטויי הקרקע הכימיים שנבחנו בשילוב עם סולרי, כל החיטויים שנבחנו היו יעילים ושיפרו את היבולים בהשוואה לחיטוי סולרי בלבד. חיסול הגידול האביבי הקודם עם אדיגן לא שיפר את תוצאות היבול הסתווי. יישום הפונגיצידי עמיסטר במהלך עונת הסתיו מנע את תמותת הצמחים ותרם לעלייה ביבול בהשוואה לטיפול ללא פונגיצידי

על רקע של חיטוי סולרי בלבד. שילוב בין חיטוי קרקע כימי לפני העונה ופונגיציד במהלך העונה הפחית את רמת התמותה, אך לא שיפר בדרך כלל את תוצאות היבול.

טבלה 2: תוצאות יבול ותמותה בניסוי סתיו 2006 בחלקת מתכונת גידול כיכר סדום

יבול (ק"ג לדונם)	תמותה סופית (%)	פונגיציד	יבול (ק"ג לדונם)	תמותה סופית (%)	חיטוי הקרקע
A 3,733	A 10	אוהיו 150	B 2,148	A 68	ביקורת
A 3,590	A 18	ללא פונגיציד	A 4,210	B 1	מתיל ברומיד 25
			A 3,947	B 0	מתיל ברומיד 50
			A 4,008	B 2	טלודריפ 40
			A 3,993	B 2	טלודריפ 100

טיפולים עם אות שונה נבדלים באופן מובהק לפי מבחן Tukey – Kramer ($P < 0.05$).

טבלה 3: תוצאות יבול ותמותה בניסוי סתיו 2007, חלקת מתכונת גידול כיכר סדום

יבול (ק"ג לדונם)	תמותה סופית (%)	טיפול ראשי: פונגיציד	יבול (ק"ג לדונם)	תמותה סופית (%)	טיפול ראשי: חיטוי הקרקע
A 3,733	A 10	עמיסטר 150	B 3,685	A 42	ביקורת
A 3,590	A 18	ללא פונגיציד	A 4,425	A 36	אדיגן שלוחה אחת לערוגה
			A 4,328	B 14	אדיגן, שתי שלוחות לערוגה
A 4,306	B 0	עמיסטר *150	A 4,436	B 11	אדיגן+פורמלין
B 3,064	A 85	ללא*	A 4,916	B 4	מתיל ברומיד

* כאשר מטיפולי החיטוי נבחנה רק הביקורת טיפולים עם אות שונה נבדלים באופן מובהק לפי מבחן Tukey – Kramer ($P < 0.05$).

טבלה 4: תוצאות יבול ותמותה בניסוי סתיו 2008, חלקת מתכונת גידול עין יחב.

יבול (ק"ג לדונם)	תמותה סופית (%)	טיפול ראשי: פונגיציד	יבול (ק"ג לדונם)	תמותה סופית (%)	טיפול ראשי: חיטוי הקרקע
A 3,665	B 6	עמיסטר 150	B 2,965	A 53	ביקורת
A 3,460	A 27	ללא פונגיציד	A 3,545	B 21	+ ביקורת מיקוריזה בשתיל
			A 3,559	B 3	אדיגן 40
A 3,548	B 17	עמיסטר *150	A 3,913	B 2	אדיגן 120
B 2,381	A 89	ללא*	A 3,831	B 2	מתיל ברומיד

* כאשר מטיפולי החיטוי נבחנה רק הביקורת טיפולים עם אות שונה נבדלים באופן מובהק לפי מבחן Tukey – Kramer ($P < 0.05$).

ניסויי אביב, שיטות

בעונת האביב אין עד עתה תחליפים מספקים למתיל ברומיד במלון. בתם העונה הסתווית יש לחקלאי פרק זמן קצר להכין את השטח לקראת השתילה האביבית. בתקופה זו, נובמבר-דצמבר, טמפרטורות הקרקע נמוכות יחסית ויעילות ההדברה של החומרים אדיגן ושילוב אדיגן עם פורמלין היא נמוכה מאד. החומר טלודריפ יעיל בעונה זו, אך פרק הזמן הדרוש לאוורור הקרקע לאחר החיטוי הוא ארוך מאד. לכן החומרים הנ"ל אינם מתאימים לשימוש במלון אביב.

בכל הניסויים שימש חיטוי קרקע עם מתיל ברומיד, טרום עונת האביב כביקורת חיובית. בשאר השטח לא בוצעו חיטויי קרקע כלשהם לפני העונה. בכל הניסויים מחצית מהשטח חוסלה עם אדיגן בתם עונת הסתיו שקדמה לה, לפי הטיפולים. טיפול עם פונגיציד עמיסטר במינון 100 ואו 150 סמ"ק לדונם ניתן לפי הטיפולים, שלוש פעמים במהלך עונת הגידול, כחודש משתילה ובהמשך באינטרוול של שישה שבועות. סך הכל בוצעו שני ניסויי אביב במתכונת גידול ערבה מרכזית, מודלה. ושני ניסויי אביב במתכונת כיכר סדום, גידול שרוע.

ניסויי אביב, תוצאות

בכל הניסויים הגורם הראשי טיפול פונגיציד נבדל במובהק וברמת מובהקות גבוהה מאד, ברמת המחלה והיבול מטיפולים ללא פונגיציד. השפעת החיטוי הסתווי הייתה מובהקת בכל הניסויים אולם בדרך כלל היא נבעה מתוצאות טיפול הביקורת החיובית של חיטוי במתיל ברומיד לפני עונת אביב. כאשר נטרלנו את אפקט הטיפול הנ"ל, גורם החיטוי הסתווי היה מובהק בחלק מהניסויים וגורם חיסול הגידול עם אדיגן בעונה קודמת היה מובהק בחלק מהניסויים, על היבול בלבד. לא הייתה השפעה לגורמים אלו על רמת התמותה הסופית.

בניסוי אביב 2007, מתכונת ערבה מרכזית, במבחן דו גורמי שבחן של השפעת החיטוי הסתווי והפונגיציד נמצא גורם הפונגיציד מובהק מאד וגורם החיטוי הסתווי על גבול המובהקות (טבלה 5). במבחן דו גורמי שבחן את השפעת הפונגיציד והחיסול באדיגן נמצאו שני הגורמים מובהקים מבחינת ההשפעה על היבול. בניסוי אביב 2008 מתכונת גידול ערבה מרכזית, רק גורם הפונגיציד היה מובהק, 8864 ק"ג לדונם בטיפולי הפונגיציד לעומת 6749 ק"ג לדונם בטיפולים ללא פונגיציד.

טבלה 5: ניתוח סטטיסטי לניסוי אביב 2007 מתכונת גידול ערבה מרכזית, הבוחן את שלושת הגורמים, החיטוי הסתווי, החיסול באדיגן ושימוש בפונגיציד בשני ניתוחים דו גורמים.

מקור	F ratio	Prob>f
חיטוי הקרקע הסתווי	2.69	0.054
פונגיציד	104.78	<0.0001
חיטוי * פונגיציד	0.48	0.69
חיסול גידול קודם באדיגן	8.73	0.005
פונגיציד	110.5	<0.0001
חיסול באדיגן * פונגיציד	0.48	0.69

בניסוי אביב 2007 מתכונת גידול כיכר סדום הפונגיציד שנבחן היה אוהיו ולא עמיסטר כפי שהיה בשאר הניסויים. במבחן דו גורמי שבחן של השפעת החיטוי הסתווי והשפעת הפונגיציד נמצאו שני הגורמים

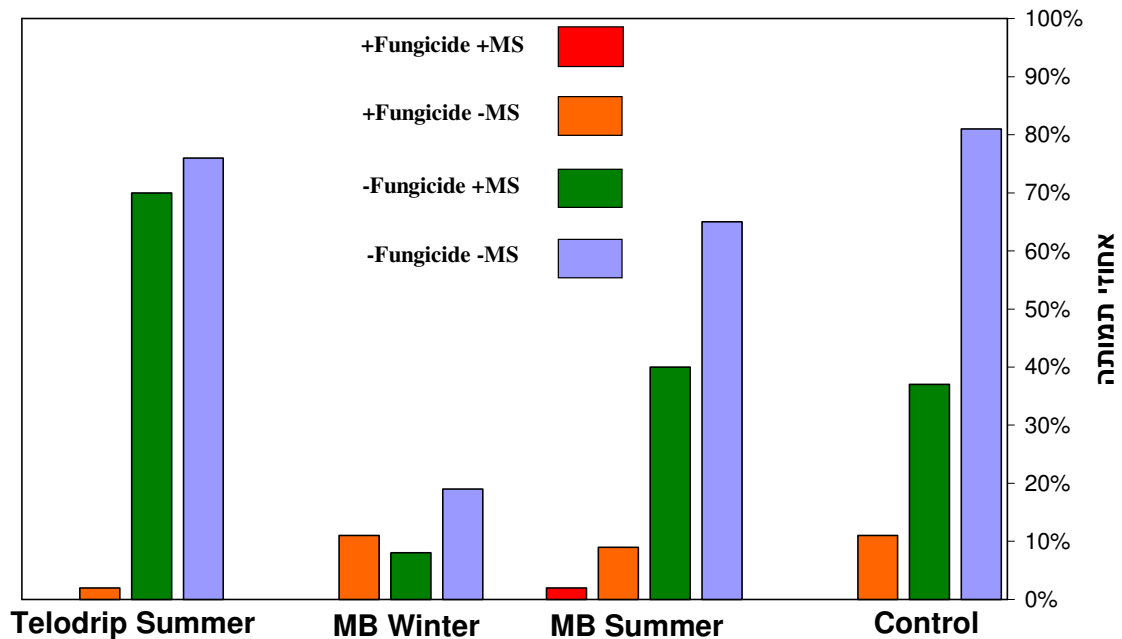
מובהקים. במבחן דו גורמי שבחן את השפעת הפונגיציד והחיסול באדיגן, רק גורם הפונגיציד היה מובהק. בניסוי אביב 2008 מתכונת גידול ערבה מרכזית נמצא הטיפול הפונגיציד מובהק מאד ונמצאה השפעת גומלין מובהקת חיסול באדיגן*פונגיציד, עם פונגיציד החיסול באדיגן תרם ליבול וללא פונגיציד החיסול באדיגן הפחית מהיבול (טבלה 6).

טבלה 6 : אינטרקציה בין חיסול באדיגן לשימוש בפונגיציד בניסוי אביב 2008 מתכונת גידול ערבה מרכזית. כאשר הוסף פונגיציד, החיסול באדיגן תרם ליבול וללא פונגיציד היבול, טיפול החיסול באדיגן פגע ביבול.

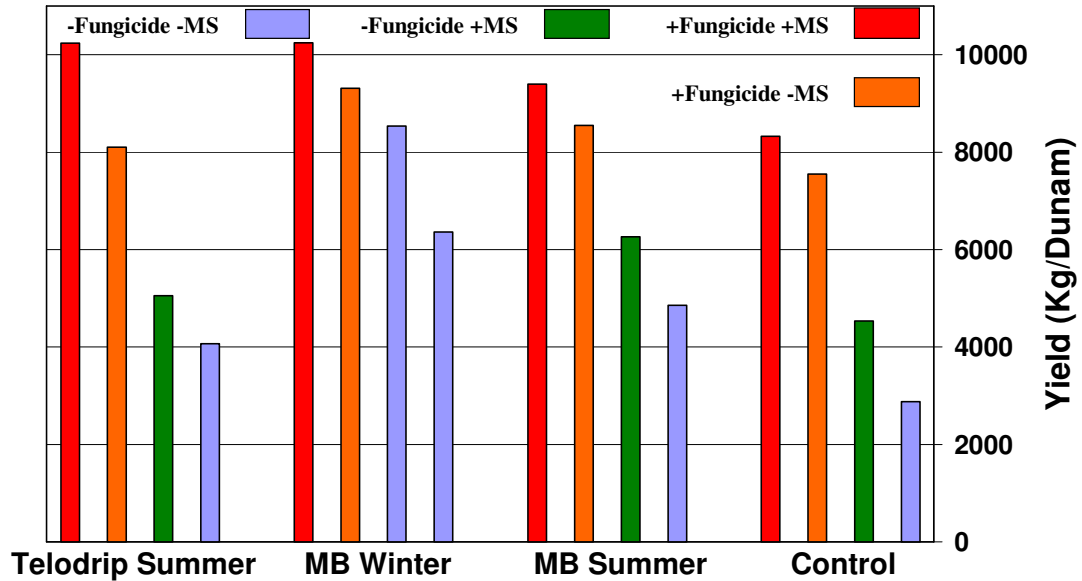
טיפול	תמותה סופית (%)	יבול (ק"ג לדונם)
ללא חיסול באדיגן, ללא פונגיציד	B 38	B 6,976
ללא חיסול באדיגן, עם פונגיציד	A 57	B 7,128
חיסול באדיגן, ללא פונגיציד	C 14	C 5,095
חיסול באדיגן, עם פונגיציד	C 2	A 8,589

טיפולים עם אות שונה נבדלים באופן מובהק לפי מבחן Tukey – Kramer ($P < 0.05$).

בסך כל הניסויים, השפעת הפונגיציד הייתה מובהקת מאד ותרמה באופן דרמטי להפחתת המחלה ולהגברת היבול. חיטוי הקרקע מעונת הסתיו תרם להגברה ביבול בשני ניסויים מתוך ארבעה וחיסול הגידול האחרון באדיגן תרם להגדלת היבול בשני ניסויים. דוגמא להפחתה הדרמטית בתמותת הצמחים ולהגדלת היבולים כתלות בהשפעת החיטוי הסתווי, חיסול הגידול הקודם באדיגן ושימוש בפונגיציד ניתן לראות באיורים 1,2.



איור 1 : השפעת החיטוי הסתווי, חיסול הגידול הסתווי באדיגן (מתאם סודיום) וישום עמיסטר במהלך העונה על רמת תמותת הצמחים ב-31/5/07, תם הגידול האביבי של שנת 2007. הצמחים נשתלו ב-10/12/06, וגודלו במנהרה עבירה בהדליה. טיפולי החיטוי שנבדקו היו: טלודריפ שניתן לפני עונת הסתיו (Telodrip Summer), מתיל ברומיד שניתן לפני עונת הסתיו (MB Summer), מתיל ברומיד שניתן לפני תחילת עונת האביב (MB Winter) וביקורת ללא טיפולי חיטוי בסתיו או באביב (Control). חיסול הגידול הסתווי באדיגן מסומן +MS, ללא חיסול הגידול הסתווי -MS. ישום עם עמיסטר 150 סמ"ק לדונם 3 פעמים בעונה מסומן +Fungicide, ללא ישום עמיסטר מסומן -Fungicide.



איור 2: השפעת החיטוי הסתווי, חיסול הגידול הסתווי באדיגן (מתאם סודיום) וישום עמיסטר במהלך העונה על סך משקל היבול של הגידול האביבי. הצמחים נשתלו ב-10/12/06, וגודלו במנהרה עבירה בהדליה. טיפולי החיטוי שנבדקו היו: טלודריפ שניתן לפני עונת הסתיו (Telodrip Summer), מתיל ברומיד שניתן לפני עונת הסתיו (MB Summer), מתיל ברומיד שניתן לפני תחילת עונת האביב (MB Winter) וביקורת ללא טיפולי חיטוי בסתיו או באביב (Control). חיסול הגידול הסתווי באדיגן מסומן +MS, ללא חיסול הגידול הסתווי -MS. יישום עם עמיסטר 150 סמ"ק לדונם 3 פעמים בעונה מסומן +Fungicide, ללא יישום עמיסטר מסומן -Fungicide.

כאשר נבחנה ההשפעה של שימוש בפונגיצידי עמיסטר לבד ללא חיטוי קרקע בסתיו ואו באביב לחיטוי קרקע במתיל ברומיד בסתיו ואו באביב לא נמצא הבדל ביבול בין הטיפולים באף אחד מהניסויים לדוגמה בניסוי אביב 2007 מתכונת גידול ערבה מרכזית היה היבול הממוצע בחלקות שחוטאו במתיל ברומיד לפני עונת האביב 7444 ק"ג לדונם ובחלקות שקיבלו פונגיצידי ללא חיטוי מקדים בסתיו ואו באביב 7933 ק"ג לדונם. בניסוי אביב 2008 מתכונת גידול כיכר סדום היה היבול הממוצע בחלקות שקבלו מתיל ברומיד טרום העונה וללא פונגיצידי 7926 ק"ג לדונם ובחלקות שקיבלו פונגיצידי ללא חיטויים מקדימים 8317 ק"ג.

דיון

לאורך מספר שנים נבחנה ההשפעה של שלושה גורמים על התפתחות המחלה וצבירת יבול במלון סתווי ואביבי בכיכר סדום. הגורמים שנבחנו היו חיטוי הקרקע בסתיו, חיסול הגידול עם מתאם סודיום (אדיגן) בתם העונה ושימוש בפונגיצידי אזוקסיסטרובין (עמיסטר). בניסוי הסתיו נמצא ששימוש בחיטוי קרקע מקביל ביעילותו לשימוש בפונגיצידי. לא נמצא יתרון לשימוש המשולב בחיטוי קרקע ובפונגיצידי. חיטוי הקרקע שנבחנו, אדיגן, אדיגן + פורדור וטלודריפ במינונים שונים לא נמצאו שונים ביעילותם, מבחינת היבול, מטיפול חיטוי במתיל ברומיד.

בעונת האביב לא ניתן להשתמש בחומרי החיטוי אדיגן וטלודריפ בגלל ירידה ביעילות ואו בגלל משך הזמן הארוך הדרוש לאוורור הקרקע. בעונה זו נבחנה ההשפעה של היסטורית החיטוי מהסתיו ושילוב עם האמצעים הנוספים, חיסול הגידול הקודם באדיגן ושימוש בפונגיצידיים במהלך העונה. הבחינה נעשתה על

שתי צורות גידול המקובלות במלון בערבה, גידול שרוע ואו מודלה במנהרות עבירות. נמצא שהגורם העיקרי שהשפיע על הפחתה בתמותה והגברת יבול היה השימוש בפונגיציד. תרומתו הייתה מובהקת מאד ($P < 0.0001$) בכל הניסויים. הרקע של החיטוי מהסתיו וחיסול הגידול הקודם עם אדיגן תרמו להגדלת היבול בחלק מהניסויים. גם באביב וגם בסתיו השימוש בפונגיציד לבד לא נפל ביעילותו מהשימוש במתיל ברומיד לבד.

בעידן שלאחר המתיל ברומיד, כדי להפחית הסיכון לתמותת צמחים וכדי להגיע למקסימום יבול רצוי שהחקלאים המגדלים מלון בערבה בשתי עונות גידול יחטאו את הקרקע עם אחד התחליפים למתיל ברומיד לפני עונת הסתיו ובהמשך יתנו מנת פונגיציד אחת במהלך העונה. בתום העונה, במידה ויש מספיק זמן, אפשר לחסל את הגידול הסתווי באדיגן, ולאחר תקופת אוורור והכנה לשתול את הגידול האביבי במנהרות עבירות. במהלך עונת האביב יש לתת 3-4 ישומים של פונגיציד לקרקע. כל עוד יש מתיל ברומיד זמין, הזמן הנכון להשתמש בו הוא לפני עונת האביב. שילוב של חיטוי אביבי במתיל ברומיד עם פונגיציד במהלך העונה יביא לקבלת יבול מרבי.

הבעת תודה

תודות לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות על העזרה במימון המחקר.