

זישה משולבת (הצברת מחלה ההתמוטטת של האלונים בצרבה)

הנזלת צ"י הפטרייה *Monosporascus cannonballus*

1997/98

שמעון פיבוניה,¹ רוני כהן,² אדלשטיין מנחם,² יוסף בורגר,²
חיים קיגל³ ויעקב קטן³

¹ מו"פ ערבה, מרכז ספיר.

² מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי.

³ הפקולטה למדעי החקלאות המזון ואיכות הסביבה, רחובות, האוניברסיטה העברית.

מחלת התמוטטות הפתאומית (Sudden wilt) של המלונים בערבה הנגרמת בעיקר ע"י הפטרייה *Monosporascus cannonballus*, היא מחלה הרסנית שזוהתה ותוארה גם באזורי גידול מלונים במקומות רבים בעולם כגון הודו, דרום ספרד, דרום ארה"ב, ערב הסעודית ומרכז אמריקה.

הנזק הנגרם מהמחלה חמור ויכול הגיע לכדי אבדן כל היבול. כיום אין אפשרות לגדל מלונים בערבה ללא חיטוי מקדים של הקרקע במתיל ברומיד. בעתיד הקרוב ייאסר השימוש בשיטת הדברה זו, ואז יעמדו המגדלים בפני שוקת שבורה. לפיכך יש להיערך בדחיפות למציאת חלופות למתיל ברומיד כדי שהמשך גידול מלונים בערבה יהיה אפשרי. בשנים האחרונות הושקע מאמץ מחקרי ללימוד הביולוגיה של המחלה, לימוד האינטראקציה בין הצמח החולה לתנאי הסביבה ולימוד ופיתוח גישות שונות להדברת המחלה. במאמר זה נסקור בקצרה את כיווני המחקר שנועדו להדביר את המחלה: זיהוי גורם המחלה, טיפוח לעמידות, הדברה כימית של גורם המחלה ע"י פונגיצידיים, הרכבות מלונים על כנות דלעת, פיתוח שיטה של חיטוי סולרי משופר, והפחתת רמת המידבק של הפטרייה בקרקע ע"י טיפול במתם סודיום (Vapam, אדיגן).

הפטרייה *Monosporascus cannonballus* זוהתה ויוחסה למחלת ההתמוטטות של המלונים כבר בתחילת שנות השמונים ע"י ראובני וחוברין, אך רק לאחרונה הושלם מבחן קוד בתנאי שדה ובו הוכח שאכן פטרייה זו גורמת לחלק ניכר של התמוטטויות במלונים. בסקר מקיף שנערך בערבה נמצאו שפטריית נוספות (*Pythium aphanidermatum*, *Fusarium solani*) מסוגלות לגרום לסימפטומי נבילה דומים אך חלקם בהתמוטטויות של מלונים בערבה קטן יחסית.

להלן תיאור תמציתי של גישות ההדברה השונות שנלמדו:

1. **טיפוח לעמידות** - גידול צמחים עמידים היא השיטה היעילה ביותר להפחתת הנזק הנגרם ממחלות צמחים. קיימים הבדלים ברגישות גנוטיפים שונים של מלונים למחלת ההתמוטטות. בסקירה של 50 קווי מלונים ממקומות שונים בעולם שנערכה בערבה בין השנים 1990-1992, נמצאו שני קווים שמקורם בדרום מזרח אסיה, בעלי סבילות גבוהה לגורם המחלה, צמחים אלו לא התמוטטו, או התמוטטו בשיעור נמוך יחסית לזנים המסחריים מטיפוס גליה המגודלים בערבה. מתוצאות ניסויים אלו נראה שיש להגדיר את ההבדלים בתגובה למחלה כעמידות כמותית,

דהינו, צמחים שנמצאו עמידים למחלה בשדה מסוים עלולים להתמוטט בשדה בעל רמות מידבק גבוהות או בעונה בה שוררים תנאי סביבה המעודדים את המחלה. במהלך השנים 1993-1996 בוצעו הכלאות בין הקווים העמידים למלונים רגישים מטיפוס גליה, כאשר ברירת הצמחים העמידים נעשתה בעין יהב, בשדה מאולח ברמה גבוהה של גורם המחלה. בשנת 1997 נבחרו שמונה קווי טיפוח שהראו רמת מחלה נמוכה יחד עם איכות פרי גבוהה. בקיץ 1998 הוכנו 24 מכלואים שיכילו תכונות עמידות ואיכות פרי. מכלואים אלו יבחנו בערבה בסתיו 1998.

2. **הדברה כימית** - יישום כימיקלים (פונגיצידיים), לקרקע במהלך הגידול (להבדיל מחיטוי כימי של הקרקע כטיפול קדם שתילה), מקובל בעיקר להדברת מחלות נבטים כדוגמת אלו הנגרמות ע"י Pythium או Rhizoctonia. במחלות אלו, האינטראקציה בין גורם המחלה לצמח מתרחשת לפרק זמן קצר יחסית ובנפח קרקע קטן. הדברה כימית של מחלות התוקפות את מערכת השורשים העמוקה או צמחים מבוגרים דוגמת Fusarium, Verticillium או Monosporascus, בעייתית הרבה יותר ולפיכך פחות מקובלת. יעילות עיכוב הפטריה M. cannonballus נבדקה במעבדה. מתוך 29 פונגיצידיים שנבדקו נמצא הפונגיציד fluazinam (אוהיו) כיעיל ביותר בהדברת הפטרייה. פונגיציד זה עיכב ביעילות גם את הפטריה Pythium apanidermatum שנמצאה כבעלת פוטנציאל לגרום להתמוטטות צמחי מלון בערבה. בניסויי שדה שנערכו בערבה נלמדו המינונים ומועדי היישום להשגת התוצאות האופטימליות. בניסויים אלו הוכיח הפונגיציד את יעילותו בהפחתת סימפטומי המחלה בתנאי שדה. סיכום התוצאות המיטביות שהושגו בארבעה ניסויי הדברה מוצגות בטבלה מס' 1.

טבלה מס' 1: סיכום תוצאות הדברת מחלת התמוטטות המלונים בארבעה ניסויי שדה בערבה

מחלה בטיפול המיטבי (%)	מחלה בטיפול ההיקש (%)	שיטת יישום הפונגיציד	מיקום הניסוי ותאריך ביצוע
13	94	שפיה - Drench	חצבה - אביב 1996 ניסוי בדליים
64	100	שפיה - Drench	עין תמר - סתיו 1996 קרקע מאולחת טבעית
11	94	טפטוף	עין תמר - סתיו 1997 קרקע מאולחת טבעית
4	96	טפטוף	עין תמר - סתיו 1996 תצפית מסחרית *

* התצפית בוצעה ע"י ישי בירתי - חברת לוכסמבורג

3. **הרכבת מלון על כנה עמידה** - הרכבת צמחי מלון ואבטיח נפוצה באזורים שונים בעולם כשיטה להפחתת הנזק ממחלות מועברות בקרקע. בעיקר משמשות ההרכבות להפחתת הנזק ממחלות פוזריום הנבילה של אבטיחים ומלוניים במקרים בהם עמידות גנטית איננה בנמצא. למיטב ידיעתנו לא קיים בספרות המדעית דיווח על שימוש בצמחים מורכבים להפחתת הנזק הנגרם ע"י *M. cannonballus*. בניסויי שדה שנערכו בערבה בין השנים 1995-1997 מצאנו שצמחים מורכבים נתקפו במחלת ההתמוטטות בשיעורים נמוכים ביותר בהשוואה לצמחי בקרת לא מורכבים. נמצאו הבדלים בתגובה למחלה בין כנות שונות. צמחי דלעת מוגדרים כפונדקאי (Host) לגורם המחלה, אבל נראה שקצב התפתחות המחלה בצמח הדלעת איטי ומערכת השורשים חזקה מסועפת וחודרת לעומק רב יותר מזה של המלון. הבדלים אלו מאפשרים לצמח המורכב להשלים את חנטת והבשלת הפירות. ההבדל בתגובה למחלה נובע כנראה בגלל הבדלים גנטיים והבדלים בתנאי הסביבה. דוגמה לחלק מההבדלים שנמצאו מסוכם בטבלה מס' 2.

טבלה מס' 2: תגובת למחלת ההתמוטטות של צמחי מלון מהזן ערבה, מורכבים על כנות שונות בשלושה ניסויי שדה שנערכו בערבה

כנה	עין תמר - סתיו 1995	עין יהב - סתיו 1995	עין תמר - סתיו 1995
	צמחים חולים (%)		
ערבה לא מורכב	89	100	93
TZ-148 / ערבה	28	96	10
Brava / ערבה	33	65	0
Tetsukabuto / ערבה	50	65	13

מהתוצאות נראה שכל הצמחים המורכבים חלו בשיעורים גבוהים יותר בחלקת הניסוי בעין יהב. חלקה זו הנה חלקה אורגנית שלא חוטאה בעבר במתיל ברומיד וגודלו בה מלוניים במשך מספר רב של שנים. נראה שעומס המידבק הגבוה בחלקה זו גרם למחלה גם בצמחים מורכבים שלא התמוטטו או התמוטטו בשיעור נמוך יחסית בחלקת הניסוי בעין תמר.

בצירופים מסוימים של עונת גידול, כנה ורוכב יש ולעתים מתקבלת עליה ביבול שאינה מוסברת בהדברת המחלה כפי שהתקבל בהשוואת גידול צמחים מורכבים וצמחים רגילים על קרקע מאולחת בגורם המחלה וקרקע שחוטאה במתיל ברומיד (טבלה מס' 3). נראה שהבדלים אלו נובעים מזמינות טובה יותר של חומרי הזנה והורמונים צמחיים שמקורם בשורשי כנת הדלעת הגורמים להתפתחות טובה יותר של צמח המלון המשמש כרוכב.

טבלה מס' 3: השפעת טיפולי הקרקע וסוג הצמח על שיעור מחלת התמוטטות ויבול המלונים.

בניסוי נבחנו צמחי מלון לא מורכבים מהזן ערבה או מלונים שהורכבו על כנת דלעת מהזן Brava. הניסוי התבצע בעין תמר באביב 1997.

טיפול קרקע	סוג הצמח	מחלה (%)	יבול (טון/דונם)
מאולח	רגיל	100	1.3
מאולח	מורכב	16	4.7
מחוטא במתיל ברומיד	רגיל	2	5.0
מחוטא במתיל ברומיד	מורכב	0	7.2

הגישות שתוארו עד כה, משמשות להפחתת הנזק מהמחלה בשדה עם צמחים במשך עונת הגידול. כל הגישות נמצאו יעילות אך יעילותן תלויה בעומס המידבק בקרקע. צמחים סבילים וצמחים מורכבים לא ישרדו בקרקע המכילה רמת מידבק גבוהה או בתנאי סביבה המעודדים את התפתחות המחלה. יעילות הטיפול בפונגציד תלויה אף היא במידת אילוח הקרקע ובתנאי הסביבה. כדי לאפשר שימוש יעיל לאורך זמן בשיטות שפורטו להלן, יש להפחית את רמת המידבק ולמנוע ככל האפשר את התעצמותו (Inoculum build up).

4. **חיטוי סולרי למצע מנותק בנפח קטן** - בתחנת הניסויים 'זהר' בכיכר סדום פותחה שיטה לגידול מלונים במצעים מנותקים בנפח קרקע קטן. הצמחים נשתלו בתוך שרוול פוליגל ברוחב של 20 ס"מ ובגובה של 15 ס"מ. חיטוי סולרי פותח במיוחד לשיטת גידול זו. דפנות שרוול 'הפוליגל' המכיל את מצע הגידול ניתנות לפריסה ומצע הגידול משוטח בתום עונת הגידול ולפני החיטוי לגובה של שישה ס"מ בלבד. חיטוי מצע משוטח מאפשר חימום יעיל יותר מזה המושג בחיטוי סולרי של נפח קרקע גדול יותר. החיטוי הסולרי שהותאם לשיטת גידול זו הוכיח יעילות גבוהה בקטילת נבגי הפטרייה *M. cannonballus* ובהפחתת שיעור נבילת הצמחים כתוצאה מהמחלה (טבלה מס' 4).

טבלה מס' 4: השפעת חיטוי סולרי משופר של מצע מנותק (נפח קרקע קטן - קרקע מאולחת) על מחלת ההתמוטטות של המלון.

1997		1996		טיפולי קרקע
יבול (טון/דונם)	מחלה (%)	יבול (טון/דונם)	מחלה (%)	
0.9	90	0	100	בקרת - שרוול פתוח לא מחוטא
3.5	30	1.6	62	שרוול סגור מחוטא
4.0	20	3.2	7	שרוול פתוח מחוטא

5. **חיטוי קרקע באדיגן בתום עונת הגידול, לאחר קטיף אחרון - חיטוי קרקע**
ניתנים בדרך כלל זמן קצר לפני השתילה. עיתוי זה מאפשר לגורם המחלה של הגידול הקודם ליצור אברי קיימא בקרקע. אברים אלו הם בדרך כלל קשיי הדברה ויש צורך באמצעי הדברה חריפים כדי להדבירם.
לאחרונה נוסתה בערבה גישה חדשנית של קטילת צמחי המלון יחד עם תפטיר הפטרייה ע"י מתם סודיום (אדיגן), מיד עם סיום הקטיף. במהלך עונת הגידול מתקיימת הפטריה בצמח החולה בצורה של תפטיר והוא הגורם העיקרי להדבקת הצמח ולהתפתחות סימני למחלה. לאחר תמותת הצמח נוצרים אברי הקיימא בשורשים המתים בכמות גדולה, כפי הנראה כתגובה לאות על שינוי בהרכב חומרי המזון.. קטילת הצמח יחד עם התפטיר תמנע יצירה של אברי הקיימא והגדלת כמותם בקרקע. הנחה זו אומתה במספר ניסויי שדה ואכן הזרמת אדיגן בצינורות הטפטוף מדי לאחר הקטיף האחרון הפחיתה ב 90% את המחלה בעונת הגידול העוקבת. הטיפול באדיגן הפחית כצפוי את יצירת הפריטציות (גופי הפרי של הפטרייה הפתוגנית המכילים צברי נבגים). צמחים נגועים במחלה שעדיין לא התמוטטו, נקטלו לאחר הקטיף האחרון בריכוזים של 5, 10 ו 30 ליטר לדונם אדיגן. לאחר שבועיים נבדקה התפתחות גופי פרי על השורשים המתים. נמצא שהרמה הנמוכה ביותר של האדיגן הפחיתה משמעותית יצירה של פריטציות. מספר קטן בלבד של גופי פרי נמצאו על שורשים מעטים שגדלו בחלקות שטופלו ב 5 ליטר לדונם בעוד שהשורשים מהחלקות שטופלו בריכוזים גבוהים יותר היו חופשיים לחלוטין מגופי הריבוי של הפטריה. שורשי מלונים שנקטלו ע"י קוטל העשבים ראונדאפ שניתן כטיפול בקרת (קוטל את הצמח ולא את הפטרייה), יצרו כמויות גדולות של גופי פרי.

סיכום

המידע שנצבר בשנים האחרונות מצביע על מספר דרכים להפחתת הנזק הנגרם ממחלת ההתמוטטות של המלונים בערבה ללא צורך להשתמש בחיטוי קרקע במתיל ברומיד. יש צורך במחקר נוסף כדי לפתח אסטרטגיית הדברה אינטגרטיבית.