



העמידות הגנטית של חימצה והדברה הכימית בה ותרומתן לצמצום נזקי מחלת האסקוכיטה

מבוא

דני שטיינברג, המחלקה לבחולוגיה
ברוך רשיג, המחלקה לגידולי שדה
מינהל המחקר החקלאי*

תקציר

בשנים 1992/3 - 1994/5 ערכנו סדרה שלניסויים, שבהם נבחנו גישות שונות להדברת מחלת האסקוכיטה בחימצה. במאמר זה נותחו תוצאות הניסויים בצורה כוללת, והוערכה התרומה היחסית של העמידות הגנטית ושל ההדברה הכימית בצמצום נזקי המחלה. בעת ניתוח הנתונים שוקללה גם מידת ההתאמה של תנאי הסביבה לפטרייה מחוללת המחלה. המסקנות העיקריות שעלו מהניתוח הן: (1) קיימת עדיפות לשימוש בזנים בעלי עמידות רבה ככל האפשר לאסקוכיטה; העמידות הגנטית היא האמצעי העיקרי להתמודד עם המחלה. (2) ההדברה הכימית כדאית בחלק מהמקרים, וכשהיא מיושמת בצורה מושכלת - התמורה המתקבלת ממנה משמעותית. בכל מקרה, ההדברה הכימית היא אך אמצעי משלים לעמידות הגנטית. (3) בתנאי אי-ודאות - כדאי לנקוט הדברה מונעת, בכל מקרה, בזני חימצה בעלי רגישות רבה או בינונית למחלה, אך לא בזנים בעלי עמידות בינונית או עמידות רבה. הדברה תגובתית (לאחר הדבקה) כדאי להפעיל בכל המקרים.

* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ב', 1996, מספר 1233.

ושריפתם, דישון מיטבי והגדלת הרווחים בין השורות. חלק משיטות אלה אינו ניתן ליישום מלא, מפני שרמת היבולים תיפגע בסופו של דבר. בנוסף, כשהתנאים המטאורולוגיים מעודדים את התפרצות המחלה - גם אמצעים אלה אינם יכולים למנוע את התפתחותה ואת הנזק ליבול. ההדברה הכימית תידון בהמשך.

בשנים 1992/3 - 1994/5 ערכנו סדרת ניסויים לבחינת גישות שונות להדברת המחלה. תוצאות מפורטות פורסמו בסדרת מאמרים (4/3/2/1). במהלך שנות המחקר התפתחו מגפות בדרגות חומרה שונות. במאמר זה נותחו תוצאות הניסויים בצורה כוללת, והוערכה התרומה היחסית של העמידות הגנטית ושל ההדברה הכימית בצמצום נזקי המחלה. על פי התוצאות הוגדרו, עקרונית, המצבים שבהם כדאי ליישם תכשירים כימיים להדברת המחלה. ניתוח התוצאות והדיון בהם הם כלליים; לא נתייחס כאן לפרי הטיפוליים בניסויים. אלה תוארו במאמרים הרלוונטיים.

העמידות הגנטית

העמידות לאסקוכיטה נשלטת על-ידי גן דומיננטי אחד. יש ראיות לקיום כמה גזעים פיזיולוגיים של אסקוכיטה (7), אך קיימים מקורות עמידות לרובם. רב זני החימצה העמידים לאסקוכיטה הם מטיפוס Desi (טיפוס בעל זרעים קטנים, עגולים ובדרך כלל בצבע שחור, חום, צהוב או ירוק); ואילו הטיפוס המבוקש והמקובל ברוב ארצות אגן ים-התיכון (כולל ישראל) הוא Kabuli, טיפוס בעל

מחלת האסקוכיטה, שמחוללת הפטרייה *Ascochyta rabiei*, היא הגורם הפתוגני החשוב ביותר בגידול החימצה בישראל. המחלה תוקפת את כל חלקי הצמח הירוקים: העלעלים, פטוטות העלים, הגבעולים, התרמילים ואף הזרעים. היא גורמת כתמים נקרוטיים, שבמרכזם ניתן לראות את גופי-הפרי של הפטרייה, המכלאים (פיקנידיות), כנקודות שחורות. נגיעות הגבעולים עלולה לגרום את חיגורם, וכן התייבשות ותמותה של חלקי הצמח שמעל למקום החיגור. ככל שמקום החיגור קרוב יותר לבסיס הצמח - הפגיעה חמורה יותר והנזק ליבול רב יותר. כשמתפתחת מגפה חמורה - מתייבשים הצמחים לגמרי, ואינם מגיעים להנבה. רכיב היבול העיקרי הנפגע מהמחלה הוא מספר הזרעים לצמח, בעקבות הפלה והתייבשות של התרמילים שמעל לנקודות החיגור בגבעולים, וכן כתוצאה מדיכוי ההתפתחות הווגטיבית ובעקבותיה גם הרפרודוקטיבית. הפגיעה בגודל הזרעים - ברוב המקרים מצומצמת. ניתן לצמצם את המחלה ואת נזקה באמצעים כימיים ולא-כימיים.

האמצעי הלא-כימי החשוב ביותר הוא עמידות גנטית, ועניין זה יפורט בהמשך. נפוצות גם שיטות הדברה קולטורליות, ביניהן מחזור גידולים, שימוש בזרעים פטורים ממחולל המחלה, זריעה מאוחרת, השקיה בטיפטוף, הטמנת שאריות צמחים נגועים בקרקע או הרחקתם מהשטח

את נתזי הגשם או ההשקיה ולעתים אף מעיפה שאריות צמחים נגועים. כן עשויה המחלה לעבור מעלה או מצמח נגוע לבריא על-ידי חיכוך הדדי, אולם באופן זה טווח ההפצה מצומצם. התפתחות המגפה בשדה, לפחות בשלביה הראשונים, מאופיינת בצורה של כתמים. בדרך-כלל, הצמחים הנמצאים במרכז הכתם (אלו שנפגעו ראשונים) נגועים יותר, וככל שמתרחקים ממרכז הכתם לשוליו הנגיעות פוחתות. מרחק ההפצה של הנבגים וקצב התפשטות הכתם משפיעים על רמת הנגיעות הכללית של השדה, וכשתנאי מזג-האוויר האמורים מעודדים את התפתחות הפטרייה מחוללת המחלה עלולים הכתמים להתאחד - ואז יהיה כל השדה נגוע. הזמן העובר מהדבקה ועד להופעת הסימפטומים הוא 5 - 7 ימים (6).

תרומת העמידות הגנטית ותכשירי ההדברה

תוצאות של שמונה ניסויי שדה שבוצעו בחוות הניסיונות בבית דגן בשנים 1992/3 - 1994/5 שימשו לקביעת תרומת העמידות הגנטית ותכשירי ההדברה ליבול החימצה. פכפי שכבר צוין, התפתחו בניסויים מגפות בדרגות חומרה שונות, כך שהיה אפשר גם להגדיר את התרומה - כתלויה בהתאמת תנאי הסביבה לפטרייה מחוללת המחלה. רמת היבול, בניסויים השונים ובזנים השונים, היתה שונה. לכן, בניתוח הכולל לא התייחסנו לערכים המוחלטים של היבול, אלא רק לתרומה שהתקבלה הודות לעמידות הגנטית או להדברה הכימית. הוגדרו ארבע קבוצות זנים: בעלי רגישות רבה, בעלי רגישות בינונית, בעלי עמידות בינונית ובעלי עמידות רבה. ההתייחסות היא לתגובה הכללית של הקבוצה, ולא לזנים ספציפיים, מפני שהללו עשויים להתחלף בעתיד.

הנזק מהמחלה חושב כהפרש ביבול בין חלקות נגועות לחלקות בריאות של אותו זן. בכל הניסויים היו חלקות שלא אולחו

הביוסינתזה של שומנים (אורגוסטרולים) המשמשים רכיב בממברנות של הפטרייה. השפעתו על תהליך נבית הנבגים מוגבלת, אך הוא מעכב את צמיחת תפטרי הפטרייה ומונע את התבססותה בצמח. בשנה האחרונה בחננו גם את יעילותם של תכשירים סיסטמיים אחרים מקבוצת הטריאזולים - סקור ואימפקט, - וגם הם היו יעילים בהדברת המחלה. הימצאות תכשיר סיסטמי יעיל נגד הפטרייה מחוללת המחלה איפשר לפנות להדברה תגובתית: ישום תכשיר ההדברה לאחר ההדבקה ולא לפני. דבר זה כבר פורט בהרחבה במאמרים קודמים (1, 2, 3), לא יידון כאן. יעילות ההדברה ותוספות היבולים שהתקבלו כשישום תכשיר הסיסטמי פוליקור היו דומות לאלה שהתקבלו בשימוש בתכשיר המונע מנבג. מכאן שסוג התכשיר המיושם (פרוטקטני או סיסטמי) ושיטת ההדברה (הגנטית או תגובתית) אינם משנים לגבי יעילות ההדברה, ובלבד שהריסוסים ייושמו במועד הנכון ובתדירות המתאימה.

הגורמים המשפיעים על חומרת המגפה

תרומת העמידות הגנטית וההדברה הכימית ליבול תלויה בחומרת המגפה. זו נקבעת על-פי כמות המידבק הראשוני, תגובת הזן ותנאי הסביבה. מקור המידבק הראשוני של אסקוכיטה הוא ממכלאים שמקורם בשאריות צמחים או מפסיגים שגדלו מזרעים נגועים. התנאים המיטביים להתפתחות מחולל המחלה הם טמפרטורה של 20 - 25 מ"צ ולחות יחסית מרובה מ-85%. בטמפרטורות נמוכות מ-10 מ"צ או גבוהות מ-30 מ"צ, ובלחות פחותה מ-60%, או כשמשך הזמן בו הצמחים רטובים קצר מ-6 שעות ביממה - התפתחות המחלה מעוכבת. אולם הגורם המרכזי למגפות קשות הוא גשם או המטרה, שכן נבגי המחלה מופצים על-ידי טיפות המים. גם לעוצמת הרוח השפעה על הפצת המחלה: הרוח מעבירה

זרעים גדולים, מקומטים, בצבע בז' או לבן. גם בקבוצה זו נמצאו כמה זנים עמידים, אך אלו מהם שנבחנו בישראל מצאו בלתי מתאימים לגידול חקלאי, אם בגלל היבולים הירודים, ואם משום שהזרעים לא היו גדולים דיים או משום שהעמידות היתה חלקית בלבד. לכן מוקדשים מאמצי הטיפול בישראל - בהעברת תכונות העמידות מזני החימצה מהטיפוס הראשון לזנים מהטיפוס השני. הטיפול לעמידות נעשה במינהל המחקר החקלאי, וקיימים זנים מסחריים עם דרגות שונות של עמידות. החשוב שביניהם הוא הדס, שלו עמידות בינונית לאסקוכיטה. זנים אחרים, כגון WIR-32, נמצאים בשלבי בחינה מתקדמים.

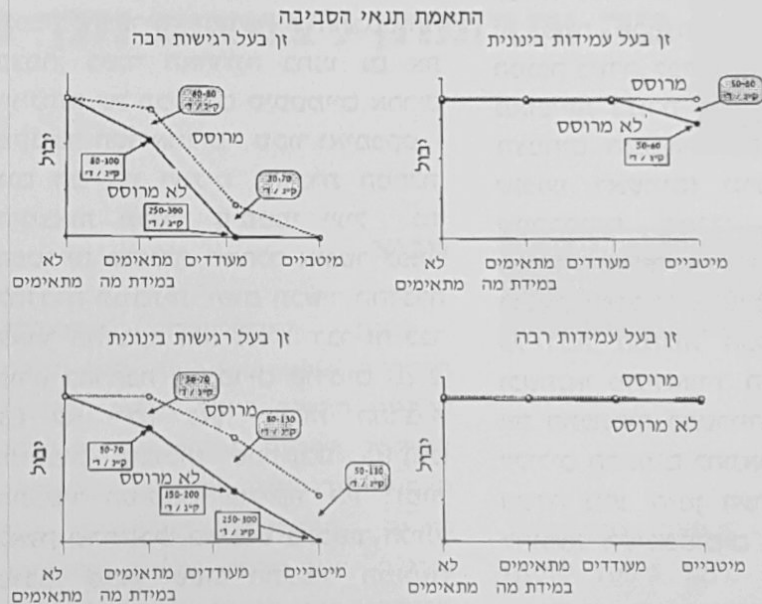
מנגנון העמידות למחלה קשור, כנראה, עם הפרשת חומצה מאלית מבלוטות שעל איברי הצמח השונים, ודרגת העמידות תלויה בכמות החומצה המופרשת (5). בעבר ניסו להשתמש בתכונה זו ככלי לבירית טיפוסים עמידים, אך התברר שהקביעה הכמותית של חומצה או מלית היא מסובכת, אטית, ואינה מתאימה לעבודה עם אוכלוסיות צמחים גדולות. רגישותם של צמחים למחלה משתנה במהלך הגידול. בחלק מהמחקרים נמצא שצמחים מבוגרים בשלב הרפרודוקטיבי רגישים מאלה שעדיין בשלב הווגטטיבי, ובאחרים (9,8) דווח על ההיפך.

הדברה כימית

הפטרייה *A. rabiei* יחסית היא קשת-הדברה, ויעילות התכשירים המשמשים להדברתה כיום - מצומצמת. ברוב המקרים לא ניתן לעצור את התפתחות המחלה ולמנוע לחלוטין את נזקה. משמשים להדברה - תכשירים מונעים, והיעיל ביותר ביניהם הוא מנבגן. הם פעילים נגד נבגי הפטרייה ומעכבים את נביתם. מכאן שיש ליישם לפני הפצת הנבגים והתרחשות ההדבקות. לאחרונה נבחן ואושר לשימוש תכשיר הדברה סיסטמי מקבוצת הטריאזולים: פוליקור. תכשיר זה מעכב את תהליך

בנבגי המחלה;
הם גם רוססו
בתכשירי
הדברה
כימיים.
חלקות אלה
שימשו
לקביעת היבול
הפוטנציאלי
של הזנים
השונים
שבניסוי אולם,
בחלק
מהניסויים
התפתחה
המחלה גם
בחלקות אלה.
אז חושב
היבול
הפוטנציאלי

דיאגרמה 1. יכולי זני חימצה בעלי עמידות שונה לאסקוכיטה, מרוססים או לא מרוססים בתכשירי הדברה, כתלות בהתאמת תנאי הסביבה לפטרייה מחוללת המחלה. בצד השמאלי של העקומים מצוין הנזק מהתפתחות המחלה, ובצד הימני - תרומת ההדברה הכימית.



קבוצה זו הוא הזן הספרדי. לזנים אלה נגרם נזק ניכר (80 - 100 ק"ג לדונם) גם בתנאים שהתאימו לפטרייה מחוללת המחלה רק במידת-מה ישום תכשירי הדברה כימיים צמצם את הנזק - אך לא מנע אותו לחלוטין. כשתנאי הסביבה היו מעודדים או מיטביים לפטרייה מחוללת המחלה - הושמדו הצמחים, והנזק היה מוחלט. תכשירי ההדברה הפחיתו את הנזק רק במידה מועטה (30 - 70 ק"ג לדונם) כשהתנאים היו מעודדים, ולא היו יעילים כלל כשהתנאים היו מיטביים לפטרייה מחוללת המחלה.

ב) זנים בעלי רגישות בינונית. מייצגה של קבוצה זו הוא הזן איילת. נמנים עמה גם הזן איילה, הזן הפורטוגלי, וזנים קליפורניים שונים. לזנים אלה נגרם נזק מסוים (50 - 70 ק"ג לדונם) כששררו תנאים שהתאימו במידת-מה לפטרייה מחוללת המחלה, אך היה אפשר למנוע את הנזק בשימוש בתכשירי הדברה. כשתנאי הסביבה היו מעודדים לפטרייה - נגרם נזק ניכר ליבול, וכשהם היו מיטביים לה - הושמד היבול לחלוטין. ישום תכשירי הדברה כימיים, במקרים אלה,

בדרך הבאה. תחילה תואר הקשר שבין רמת הנגיעות ליבול - וקשר זה אופיין באמצעות רגרסיה; הוא נקרא "פונקציית הנזק". פונקציות הנזק בניסויים השונים היו קוויות בכל המקרים (מכאן, שכל שחומרת המחלה רבה יותר - היבול פחות). פונקציות הנזק שימשו לקביעת היבול הפוטנציאלי (זה שהיה מתקבל בחלקות בריאות) כמקום המפגש של קו הרגרסיה עם האורדינטה (ציר Y).

תרומת ההדברה הכימית בכל אחד מהזנים חושבה על-ידי השוואת היבול שהתקבל בחלקות שרוססו בתכשירי הדברה - ליבול חלקות לא מרוססות. מכיון שסוג תכשירי ההדברה (פרוטקטנטיים או סיסטמיים) או שיטת ההדברה (הגנתית או תגובתית) לא השפיע על התרומה ליבול, - לא הובא גורם זה בחשבון.

בדיאגרמה 1 מתואר יבול זני חימצה בעלי עמידות שונה לאס קוכיטה, מרוססים או לא מרוססים בתכשירי הדברה, כתלות בהתאמת תנאי הסביבה לפטרייה מחוללת המחלה.

א) זנים בעלי רגישות רבה. מייצגה של

הפחית את הנזקים במידת מה (50 - 130 ק"ג לדונם) אך לא מנע אותם לחלוטין.

ג) זנים בעלי עמידות בינונית. מייצגה של קבוצה זו הוא הזן הדס. עם קבוצה זו נמנים גם הזנים רונית עופרה ו-1761 - WIR. לאלה לא נגרם נזק, כשהתנאים היו מתאימים לפטרייה במידה מה או מעודדים אותה. מכאן, שבמקרים אלה אין צורך ביישום תכשירי הדברה. כשתנאי הסביבה היו מיטביים לפטרייה - נגרם נזק מסוים ליבול (50 - 60 ק"ג לדונם), אך ניתן היה למנוע באמצעות תכשירי הדברה כימיים.

ד) זנים בעלי עמידות רבה. מייצגה של קבוצה זו הוא הזן הבולגרי. נמנים עמה גם הזנים WIR-32 ו-WIR-1960, וכן קווים רבים שטופחו במינהל המחקר החקלאי ועדיין נמצאים בשלבי מבחן שונים. זנים מקבוצה זו הם בעלי עמידות רבה, המבטיחה שליבולם לא ייגרם נזק בכל המקרים, אף שפה ושם אפשר למצוא צמחים נגועים. תרומתם של ריסוסים כימיים, כשישום, היתה שולית. את התרומה ליבול, שהתקבלה בעקבות ההדברה הכימית - היה אפשר לחשב במדויק; אך לא ניתן לעשות זאת לגבי העמידות הגנטית, שכן ההפרשים ביבול בין זנים בעלי תגובה שונה לאסקוכיטה עשויים לנבוע מנזק שנגרם מהתפתחות

דיאגרמה 2. תרומת העמידות הגנטית ליבול החימצה. - כתלות בהתאמת תנאי הסביבה לפטרייה המחוללת את מחלת האסקוכיטה. התרומה מחושבת יחסית לזו של זנים בעלי רגישות רבה.



המחלה, וכן מהבדלים בפוטנציאל היבול שלהם. ההערכה של תרומת העמידות הגנטית היא אפוא איכותית ולא כמותית.

טבלה 2.

טבלה 1. מספר הריסוסים והתועלת הכספית נטו המתקבלת מההדברה הכימית של מחלת האסקוקיטה בחימצה, בזנים בעלי תגובה שונה למחולל המחלה ובתנאי סביבה שונים. ההנחות שעל פיהן נעשו החישובים מפורטות בטקסט.

התאמת תנאי הסביבה לפטריה						תגובת הזן לפטריה
מתאימים במידת מה		מעודדים		מיטביים		
מספר ריסוסים (ש"ח לדונם)	תמורה נטו (ש"ח לדונם)	מספר ריסוסים (ש"ח לדונם)	תמורה נטו (ש"ח לדונם)	מספר ריסוסים (ש"ח לדונם)	תמורה נטו (ש"ח לדונם)	
א. ריסוסים בתכשיר פרוטקטנטי על פי שיטת ההדברה ההגנתית						
10	165	10	95	8	-60	רגישות רבה
10	70	10	180	10	120	רגישות בינונית
6	-45	6	-45	8	95	עמידות בינונית
2	-15	2	-15	4	-30	עמידות רבה
א. ריסוסים בתכשיר סיסטמי על פי שיטת ההדברה התגובתית						
3	200	5	95	3	-45	רגישות רבה
2	120	4	200	5	120	רגישות בינונית
0	0	0	0	2	110	עמידות בינונית
0	0	0	0	0	0	עמידות רבה

נקודה חשובה נוספת היא, שתרומת העמידות הגנטית היא פרמטר השוואתי ולא מוחלט, ובכל מקרה יש להגדיר את קבוצת הזנים שהיא נשוא ההשוואה. תרומת העמידות הגנטית של קבוצות הזנים השונות, יחסית לזנים בעלי הרגישות הרבה, בתנאי סביבה שונים - מתוארת בדיאגרמה 2. ככל שתנאי הסביבה התאימו יותר לפטריה מחוללת המחלה, וככל שדרגת העמידות היתה גבוהה יותר - היתה תרומת

שלה. אומדן כזה חיוני לתהליכי קבלת ההחלטות להדברה. ההנחות והמשמעויות הנגזרות מהן מפורטים להלן.

1) המחלה קיימת בשטח הגידול; מכאן, שיש צורך בהדברה כימית.
2) בשלב שבו מיושמים הריסוסים לא ניתן להעריך את מידת ההתאמה של תנאי הסביבה לפטריה מחוללת המחלה. מכאן, שההחלטות לגבי פעולות ההדברה צריכות להתקבל בתנאים של חוסר ודאות. בתנאים כאלה, הפעולה הננקטת היא שמרנית: הגנה מרבית על הצמחים. פירוש של דבר, שזנים בעלי רגישות רבה או בינונית מרוססים בתכיפות רבה, ואילו זנים בעלי עמידות בינונית או רבה מרוססים בתכיפות פחותה.

3) כדי להדביר את המחלה ביעילות - יש ליישם את הריסוסים במועד; ישום מאוחר או חלקי יגרום כשל בהדברה.

4) מחירו של ריסוס בודד בתכשיר סיסטמי (16.5 ש"ח לדונם) שווה, בקירוב, למחיר שני ריסוסים בתכשיר פרוטקטנטי (15 ש"ח לדונם). מחירים אלה כוללים את עלות היישום - מהאוויר. יעילותו של ריסוס אחד בתכשיר סיסטמי

העמידות משמעותית יותר. נקודה מעניינת היא, שתרומת העמידות של זנים בעלי רגישות בינונית ושל זנים בעלי עמידות בינונית היתה פחותה כשהתנאים היו מיטביים לפטריה, מאשר כשהתנאים היו מעודדים אותה. השוואה של תרומת העמידות הגנטית לזו של ההדברה הכימית - מעניינת גם היא. כשתנאי הסביבה היו מתאימים במידה-מה לפטריה מחוללת המחלה - היתה תרומת ההדברה הכימית בסדר-גודל דומה לתרומת העמידות הגנטית. אולם כשהתנאים היו מעודדים את הפטריה או מיטביים לה - תרומת העמידות הגנטית היתה מרובה במידה ניכרת של ההדברה הכימית (דיאגרמות 1, 2).

כדאיות הטיפול הכימי

על פי תרומת ההדברה ליבול (דיאגרמה 1) אפשר לחשב את התועלת הכספית נטו המתקבלת מהזנים השונים ובתנאי סביבה שונים. החישוב מבוסס על מספר הנחות-יסוד. באמצעותו לא ניתן כמובן, לקבוע במדויק את התועלת הכספית, אלא רק לאמוד את סדרי הגודל

שווה, בקירוב ליעילותם של שני ריסוסים עוקבים בתכשיר פרוטקטנטי. שווה היכול של הזנים בעלי הרגישות המרובה (והזרעים הגדולים) הוא 3.5 ש"ח לק"ג, ושל שאר הזנים - 2.5 ש"ח לק"ג (מחירים אלה ניתנו כדוגמה, וניתן לחשב על בסיס שונה). החישובים נעשו פעמיים. בפעם הראשונה - בהנחה שמיושמים תכשירים פרוטקטנטיים על-פי שיטת ההדברה ההגנתית, ובפעם השנייה - בהנחה שמיושמים תכשירים סיסטמיים על-פי שיטת ההדברה התגובתית. החישוב היה שמרני, ונעשה בהנחה שירוססו ריסוסים

רבים, אפילו מרובים מכפי הנדרש למעשה. הניתוחים יאפשרו אפוא לאמוד את התועלת המתקבלת מההדברה - גם אם ההוצאות גבוהות.

התועלת הכספית נטו (בניכוי הוצאות היישום), המתקבלת מהריסוסים בנגד מחלת האסקוקיטה בזנים השונים, בתנאי סביבה שונים, - מופיעה בטבלה 1. הניתוח הראשון נעשה בהנחה שיושמו תכשירים פרוטקטנטיים על-פי שיטת ההדברה ההגנתית. המתוצאות ניתן ללמוד, שהדברה כימית של מחלת האסקוקיטה בזנים בעלי רגישות רבה או בינונית - משתלמת כמעט בכל המקרים. התמורה-נטו חיובית ומשמעותית גם נוכח תנאי הא-ודאות וגם כשמיושמים ריסוסים רבים, הרבה מעבר לדרוש למעשה. צירוף התנאים היחיד שבו התמורה מהתקבלת מההדברה היתה שלילית (משמע, נגרם הפסד כספי) הוא כשנזרע זן בעל רגישות רבה והתנאים היו מיטביים לפטריה מחוללת המחלה. במקרה כזה, על-פי תוצאות הניסויים, לא ניתן להתגבר עת המחלה, והיכול נשמד למרות הריסוסים. ניתן להניח שבמקרה

חימצה בעלי רגישות רבה או בינונית לפטרייה מחוללת המחלה, אך לא כדאי לרסס כלל זנים בעלי עמידות בינונית או עמידות רבה. אם מיושמת שיטת ההדברה התגובתית - ניתן להפעיל את ההדברה הכימית לפי הצורך, ולקבל תמורה כספית משמעותית בכל המקרים.

ספרות

1. שטיינברג ד., וינטל, ח., בלצינסקי ד., רטיג ב., ברנר, ש., גלפנדבין ל., יניב ע. (1995). "השדה" ע"ו (א'): 31 - 37.
2. שטיינברג ד., יניב ע., לרר ו., רטיג ב. (1994). "השדה" ע"ד: 830 - 833.
3. שטיינברג ד., יניב, לרר ו., ברנר ש., רטיג ב. (1995). "השדה" ע"ה (ד'): 27 - 30.
4. שטיינברג ד., לרר ו., רטיג ב. (1994). "השדה" ע"ד: 938 - 942.
5. Koundal, K.R/ and Sinha, S. (1983). *Physiol. Plant* 58: 189 - 192.
6. Nene, Y.I. (1982). *Trop. Pest Manag.* 28: 61 - 70.
7. Singh, K.B., Hantin, G.C., Nene, Y.L., and Reddy, M.v. (1981)/ *Plant Dis.* 65: 586 - 587.
8. Singh, K.B., and Reddy, M.V. (1993). *Phytopathol. medit.* 32: 52 - 155.
9. Trapero-Casas, A., and Kaiser, W.J. (1992). *Phytopathology* 82: 586 - 596.

נקודה חשובה: אין לנו לא ממליצים להעדיף, בהכרחי את שיטת ההדברה התגובתית(שבה מיושמים תכשירים סיסטמיים) משיטת ההדברה ההגנתית (שבה מיושמים תכשירי הדברה פרוטקטנטיים). על-פי נסיונינו ניתן להגיע לאותה יעילות הדברה - בשתי השיטות: אולם, בכל אחת מהן יש ליישם את תכשירי ההדברה במועד הנכון ובתכיפות הנדרשת. ישום מאוחר, או ברווחי-זמן גדולים מדי - לא יאפשר להפיק מההדברה את המירב.

סיכום

הניתוח הכולל שת תוצאות הניסויים שנעשו בשנים האחרונות הוא נדבך חשוב בפיתוח מערכת משולבת להדברת מחלת האסקוקיטה בחימצה. על פיו לאמוד, בקירוב, את התרומה היחסית של העמידות הגנטית ושל ההדברה הכימית בתנאי סביבה שונים. המסקנות החשובות העולות מהניתוח הן:

- 1) קיימת עדיפות לשימוש בזנים שעמידותם לאסקוקיטה רבה ככל האפשר. העמידות הגנטית היא האמצעי העיקרי להתמודדות עם המחלה.
- 2) ההדברה הכימית היא אך אמצעי משלים לעמידות הגנטית. אולם, כשההדברה מיושמת בצורה מושכלת התמורה המתקבלת ממנה משמעותית.
- 3) בתנאי אי-ודאות, כשמיושמת שיטת ההדברה ההגנתית. - כדאי לרסס בכל מקרה (עם הופעת המחלה בשטח) זני

כזה יוחלט עוד במהלך העונה שלא כדאי ליישם את כל הריסוסים המתוכננים. לכן, מספר הריסוסים הנאות במקרה כזה הוא 8, ולא 10 כבשאר המקרים (טבלה 1). נקודה חשובה נוספת העולה מהנתונים היא, שברוב המקרים אין צורך לרסס זנים בעלי עמידות בינונית או רבה, שכן המחלה אינה גורמת נזק בהם. צירוף התנאים היחיד שבו התמורה המתקבלת מההדברה בזנים אלה היא חיובית (משמע, התקבל רווח כספי) הוא כשנזרע זן בעל עמידות בינונית והתנאים מיטביים לפטרייה מחוללת המחלה.

הניתוח השני נעשה בהנחה שמיושמים תכשירים סיסטמיים על-פי עקרונות ההדברה התגובתית. מספר הריסוסים נקבע על-פי החומרה הצפויה של המגפה (בתנאים מיטביים - לפטרייה - יותר ריסוסים מאשר בתנאים המעודדים אותה ומאשר באלה המתאימים לה במידת-מה). תוצאות חישוב זה מופיעות בחלק השני של **טבלה 1**. בכל המקרים (חוץ מאשר בצירוף תנאים אחד), התועלת הכספית נטו שהתקבלה כתמורת ההדברה כימית היתה חיובית. משמע, לא זו בלבד שעלות הריסוס כושתה, אלא גם התקבלה הכנסה נוספת. תוספת ההכנסה, במקרה זה, היתה גבוהה מזו שהתקבלה כשיושמה שיטת ההדברה ההגנתית. הסיבה לכך היתה הקטנת מספר הריסוסים ולא שיפור ביעילות ההדברה. יותר מכך: שימוש בשיטת ההדברה התגובתית מנע את רוב המקרים בהם נגרם הפסד כספי עקב ישום מיותר של ריסוסים.

הבעת תודה

מחקר זה לא יכול היה להגיע לידי מימוש ללא עזרתם המסורה של וולף לרר, שמעון ברנר ולב גלפנדבין מהמחלקה לגידולי שדה, ושל חיים וינטל ודפנה בלצינסקי מהמחלקה לפתולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, ועמוס יניב מחברת לידור כימיקלים. אנו מודים להם.