

יעמדו בגבולותיה של יכולת-המיקח, — מצויה אפשרות של הרחבה בקנה-מדה גדול. וביחס לחמאה ראוי לציין, שאמנם אין אפשרות הרחבה ניתנת לה ע"י העלאת מנת-הגולגולת, אבל היא נפתחת מתוך דחיקת האימפורט. גם כאן בעית מחירים לפנינו; מכל-מקום יש כאן יסוד גם לתיקונים מסחריים-מדיניים, מפני שהאימפורט מחזיק במחירי-דומפינג.

מחלת הכמשון של תפוחי האדמה *Phytophthora infestans* (Mont.) De By.

ד"ר פ. ליטואר

המחלקה לפתולוגיה של צמחים

המחלה הזאת ידועה בתור מחלה מסוכנת ומבהילה בכל ארצות הצפון. בשנים הראשונות לגידול תפוחי-האדמה בארץ-ישראל לא הופיעה המחלה, או שהיא היתה נדירה מאד; אפשר היה להניח, שלא יהיה לה ערך כלל בגידול תפוחי-האדמה בארץ. לפתע הופיעה המחלה והתפשטה יותר ויותר, ובמקומות אחדים גם בצורה אפידמית. היא הסבה נזקים ניכרים ליבול תפוחי-האדמה. האימפורט המוגבר בר של ת"א לזריעה הגדיל את סכנת התפרצות המחלה, כי יחד עם תפוחי-האדמה שהובאו מחו"ל נכנס גם מעורר המחלה, הדבק על פני הקליפה או הנמצא מתחתה. סיבה נוספת להתפשטות המחלה היא הגדלת שטחי תפוחי-האדמה בתקופת החורף והאביב, בחדשים הנוחים ביותר להתפתחות גורם המחלה. כך התגברה והתפשטה בשנים האחרונות מחלת הכמשון בכל חלקי ארצנו, ויש סכנה גדולה לגידולי תפוחי-האדמה שלנו, אם היא תוסיף להתפשט.

תיאור המחלה:

המחלה מופיעה בשתי צורות: (1) כמישת חלקי הצמח מעל פני הקרקע (גבעול, עלים), (2) רקבון הפקעות, הידוע כמחלת הרקבון החום.

(1) כמישת חלקי הצמח מעל פני הקרקע.

קשה להכיר את הסימנים הראשונים של המחלה. ראשונה מופיעים כתמים מימיים בצבע חום-כהה, סמוך לצואר השורש ועל העלים הקרובים לקרקע. לאט לאט מופיעים גם כתמים דומים בחלקים העליונים של הצמח. בתנאים נוחים להתפתחות המחלה נתקפים בבת אחת חלקים גדולים של גבעולים ועלים, והופכים שחור. כשמוג האויר נשאר לח וקבוע מתכסים העלים מצדם התחתון — בפרט במקומות המעבר שבין השכבה החולה ובין הבריאה — בשכבה לבנה-סגולה מב-ריקה. אם לחות האויר נשארת קבועה נרקבים החלקים הנתקפים ע"י המחלה במשך



תמונה א'

כתמים חומים על עלי"ח"א נגועים במחלת הכמשון.

יום עד 4 ימים; התקפה חזקה של הגבעולים גוררת אחריה שבירת הצמח. אם מזג האויר הופך יבש, מתייבשים חיש מהר כל חלקי הצמח החולים. התקפת המחלה גורמת לכן לחלקי הצמח שמעל פני הקרקע נזק פחות או יותר גדול, וע"י כך פוחת באופן ניכר גודל הפקעות וכמותן. קשה להכיר את התקופה הראשונה של המחלה היות ובזמן שרק העלים התחתונים נגועים המחלה מתפתחת לאט-לאט, ורק אחרי זמן ממושך, לפעמים אחרי חודש, תוקפת המחלה במהירות הברק את כל השדה; ואז היא יכולה להשמיד את כל הצמחים במשך ימים מספר.

(2) רקבון הפקעות.

בשטח העליון של הפקעות מופיעים כתמים פחות או יותר שקועים, מצבע אפור-עופרת. גודל הכתמים שונה וצורתם בלתי מסויימת. הפקעת נשארת מוצקת, אולם בזמן לחות גדולה מתפתח רקבון לח. כשחותכים פקעת חולה רואים כי הרקמה מתחת לקליפה היא מימית, צבעה חום-אדמדם. ההחמה מתחילה מתחת לקליפת הפקעת ומתקדמת כלפי פנים, באופן רגיל לא יותר משלשה-חמשה מילימטרים. פנים הפקעת נשאר עפי' רוב בריא.



תמונה ב'.

כמישת הגבעול והעלים בשיח נגוע.

עד היום לא נמצאה בארץ תופעת מחלה זאת של הפקעות. פקעות גנועות במחלת הכמשון הובאו מחו"ל לזריעה. עצמת הנגע שונה; כמות הנגע שמצאנו הגיעה ל-5%.

גורם המחלה.

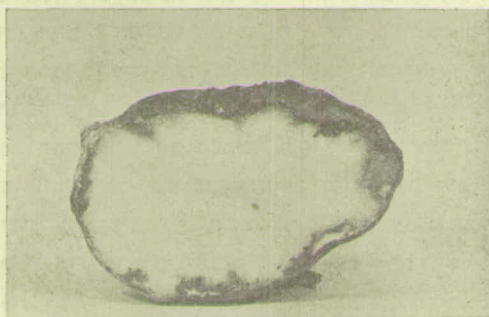
מעורר המחלה, בשתי צורותיה המתוארות לעיל, היא פטריה פרזיטרית *Phytophthora infestans*. הפטריה חודרת אל השכבות העליונות של העלים והגבעולים ונכנסת לפנים הצמת. היא יכולה לחדור גם מצדו התחתון של העלה וגם מצדו העליון. הפטריה היא פרזיטרית בהחלט, אמנם אם כל התנאים נוחים להתפתחותה היא מסוגלת לחדור לעלה בלתי פצוע. קורי הפטריה — או התפטיר — מתפשטים מהר בתוך רקמת הצמה, מתכלכלים שם על חשבוננו וממיתים אותו. התפטיר גדל ויוצא החוצה דרך הפיפיות (Stomata), יוצר תפטיר אירי, שקור-



תמונה ג'.

רקבון הפקעות: כתמים שקועים בקליפה.

איים לו נושא-הנבגים. על נושא-הנבגים נוצרים גופי-ריבוי של הפטריה, הנבגים (ספורות), אשר בקבוצות גדולות מהוות את המכסה הסגול-לבנבן הנזכר לעיל. הרוח מעיפה את הנבגים, המים מזרימים והחרקים מעבירים אותם למקור מות קרובים ומרוחקים יותר; הנבגים באים במגע עם צמחי תפוחי-אדמה אחרים, וכשהתנאים נוחים לנביטתם הנבגים נובטים ומדביקים צמחים חדשים. ההתפשטות הראשונה של המחלה מתחילה מפקעות זרע חולים. הצמח הנובט מזריעה חולה נתקף הראשון במחלת הפיטופתורה, וממנו מתפשטת המחלה על הצמחים השכנים. בזה אפשר להסביר את ההתפשטות האיטית של המחלה בהתחלתה.



תמונה ד'.

רקבון הפקעות: מראה החתך.

השפעת גורמי חוץ על התפתחות המחלה והתפשטותה. לגורמים החיצוניים, ובפרט לגורמים האקלימיים, השפעה גדולה על התפתחות הפטריה ועל כוחה המדביק (Virulenz). הלחות היא הגורם העיקרי

להתפתחות מהירה של הפטריה. הנבגים נובטים רק בלחות מתאימה, ומתים על נקלה ביובש. התנאים האלה מתקיימים בעיקר בתקופות הגשמים או בלילות טל חזק. חוץ, מהלחות יש ערך גדול למידת החום. המחלה איננה מתפתחת לגמרי כשמידת החום עוברת 25° — 26° צ'. הטמפרטורות שבין 13° — 24° צלסיוס הן מתאימות ביותר להתפתחות המחלה. שנויים פתאומיים בטמפרטורה בגבולות הנזכרים (13° — 24°) נוחים במיוחד להתפתחות הפטריה. משום כך מתפשטת המחלה באופן חזק ביותר בתקופות כשהלילות קרירים והימים חמים ולחים.

מציאות המחלה בארץ ושכיחותה.

מצאנו שמעורר המחלה תוקף את צמחי תפוחי-האדמה בארץ רק בחדשי פברואר ומרץ וחצי אפריל. אחרי הזמן הזה נפסקת המחלה בעקב רוחות חמים ויבשים המתחילים לנשב והטמפרטורה המתחילה לעלות. תפוחי-אדמה זרועים בחדשי ינואר או בהתחלת פברואר נרקבים במידה הגדולה ביותר ע"י המחלה, כי היא תוקפת את הצמחים באמצע גידולם. צמחים מהזריעה המוקדמת, ז. א. צמחי נובמבר-דצמבר נתקפים ע"י המחלה רק בסוף תקופת גידולם. וככה נשמרים הצמחים מנזק גדול. צמחים הנזרעים בסוף פברואר או התחלת מרץ נתקפים במידה הקטנה ביותר, כי זמן גידולם העיקרי חל בשעה שמעורר המחלה מאבד את כוח ההתקפה שלו. המחלה לא נמצאה עד כה בארץ בתפוחי-אדמה סתויים, ז. א. באלה הנזרעים בחדשי אוגוסט-אוקטובר. ושני טעמים לדבר: א) הגידול של תפוחי-אדמה אלה מתחיל בתקופה אשר בה הפטריה אינה עוצרת כוח להתקפת הצמחים. אמנם הלילות הטלולים השוררים בעונה זאת מסייעים להתפתחות מעורר המחלה, אבל חום-היום והרוחות החמות הנושבות בזמן זה מספיקים לעכב בעד נביטת הנבגים. ב) בפקעות הזריעה שמשמשים בהן בתקופת סתיו המחלה עד כה לא פגעה. נראה לנו, כי סיבת הדבר היא, שהפקעות האלה מקורן בארץ או בארצות הסמוכות (סוריה, קפריסין), במקומות ששם הפקעות עד כה לא נוגעו ע"י המחלה.

המחלה נפוצה על פני כל ארץ-ישראל ומדי שנה היא מתפשטת והולכת. עד שנת 1932 הופיעו מקרים בודדים של המחלה. בשנת 1934/35 היו התקפות חזקות בשני מקומות (כפר אז"ר, רמות השבים). בשנת 1934/35 בשלושה מקומות ובשנת 1935/36 התפשטה המחלה באופן אפידמי וחזק ב-22 מקומות. המספרים האלה נותנים לנו תמונה כללית, היות ועד עתה לא נעשה מפקד כולל מדויק. השנה (1937) יש סכנה שהמחלה תתפשט בעקב החורף הגשום.

השמירה בפני המחלה והמלחמה בה.

1. ברור הזריעה.

פקעות הזריעה המובאות מחו"ל הן המעבירות העיקריות של המחלה. באופן

רגיל נגועות הפקעות האלה ע"י הפיטופתורה ב-5%—1; בשנים לחות, כששקי פקעות הזריעה נרטבים בגשם, מתפשט הרקבון מהר בתוך הפקעות. בהתפשטות זו משתתפות אז גם בקטריות; הפקעות הופכות דיסה, וריח רע נודף מהן. בדרך זו מתקלקלת הזריעה לפעמים עד כדי מחציתה. הפקעות הנותרות נשארות אמנם בריאות, אבל הן נושאות עליהן את מעורר המחלה והוא עלול לתקוף את הצמח בשעת נביטתו. מפני זה הרחקת הזרעים החשודים במחלה הוא האמצעי החשוב ביותר בשמירה מפני הפיטופתורה וגם מפני מחלות פקעות אחרות. צריך, איפוא, להוציא מתוך הזריעה את כל הפקעות המראות סימני רקבון, כתמים שקועים או יבשים. את בירור הזרעים צריך להוציא לפועל מיד אחרי שהפקעות מגיעות ארצה, כדי למנוע בעד התפשטות המחלות בין הפקעות. צריך כמו"כ להחסין את הפקעות במקום יבש עד הזריעה.

(2) חטוא הפקעות.

החטוא משלים את פעולת בירור הזרעים. ע"י חטוא אי-אפשר לשחרר ממחלת כמישה את הפקעות הנגועות כבר, היות והפטריה נמצאת גם מתחת לקליפה ובבשר הפקעת, מקומות שחמרי החטוא אינם מגיעים אליהם. לפקעות כאלה אין החטוא מועיל, אותן צריך להרחיק כנ"ל. החטוא משמש רק להשמדת מעורר המחלה הנמצא על פני הפקעת הבריאה, ובאופן כזה הוא שומר את הצמחים מהדבקה אחרי נביטתם. חטוא הזרעים הוא טיפול הכרחי בגידול, היות ועל ידו משמידים מספר גדול של מעוררי מחלות שונים העוברים עם הפקעת (זריעה). (תיאור מפורט של חטוא זרעים ר' עלון מ"ה, "הוראות לגידול תפוחי-אדמה בעונת האביב" מאת מחלקת ההדרכה).

ריסוס הצמחים בשדה.

למרות הטיפול הפרופילקטי — בירור זרעים וחטאים — יכולה מחלת הכמח שון לפרוץ בשדה תפוחי-אדמה וגם להתפשט בצורה אפידמית. צמחים חולים בודדים, כמקור המחלה, מספיקים בתנאי אקלים נוחים להתפשטות מהירה של המחלה בשדה. האמצעי הפעיל ביותר במלחמה נגד הפיטופתורה הוא גפרת הנחושת, בצורה של מרק בורדו. מרק הבורדו עוצר את נביטת הנבגים ואת התפתחות הפטריה, ומונע בעד התפשטות המחלה. האמצעי פעיל כל זמן שהפטריה נמצאת על פני הצמח ולא חדרה לתוך רקמתו.

כשחדר מעורר המחלה לתוך רקמת העלה או הגבעול של הצמח אמצעי המלחמה אינו משפיע עליו יותר: המחלה מתפתחת בתוך חלקי הצמח. מרק הבורדו משמש, איפוא, רק כאמצעי פרופילקטי, ז. א. הוא מונע רק את התפרצות המחלה, ואין בכוחו לרפאה.

המסקנה המעשית היא, שיש צורך לרסס צמחים בריאים טרם הפרץ מחלה. כדי לתת לצמח מגן מספיק נגד חדירת מעורר מחלה והתפתחותו, צריכים כל חלקי הצמח להיות מרוססים במרק בורדו באופן שווה. מזה נובע שצריך לרסס את העלים משני צדיהם. את המטרה הזאת אפשר להשיג רק כשמרסים את הצמחים בלחץ גבוה; העלים מתכסים אז באופן שווה משני הצדדים כמו בערפל. נהפוך הוא, אם משתמשים בלחץ נמוך: חומר הריסוס אינו מתפזר באופן שווה על כל שטח הצמח, אינו די סמיך ודקיק. חלקים גדולים של הצמח נשארים בלתי מכוסים ובלתי מוגנים מפני ההדבקה. זה נוגע בעיקר לצד התחתון של העלים, שנשאר לרוב בלתי מוגן ע"י מרק הבורדו ומשמש מקום תקלה להתפרצות המחלה.

בבחירת מכשירי ריסוס יש לשים לב שבמשק גדול או בעיבוד קואופרטיבי יקנו מרסס-מניע עם לחץ גבוה, היוצר ריסוס חד-גוני. הלחץ האופטימלי של כלי כזה הוא 20 אטמוספירות (עליה עד 25 אטמוספירות משפיעה טוב), במשק הקטן אפשר להשתמש במרסס יד טוב, העיקר הוא לחץ גבוה של 8–10 אטמוספירות. כדי לקבל תוצאות משיעור רצון במרססים הקטנים, צריך להשתדל להביא על הצמח בערך אותה הכמות של חומר ריסוס שיכלו להביא מרססים גדולים. זה דורש כמובן יותר עבודה ויותר זמן. צריך כ"כ לבקר, אם כל חלקי הצמח מכוסים היטב בחומר הריסוס.

חלוקה שווה וחד-גונית של הריסוס על פני כל השטח של הצמח יותר חשובה מתרכוזת החומר. הגדלת ריכוז-התמיסה מעל לאופטימום אינה מעלה את פעולת החומר על הפטריה.

כרגיל משתמשים בתמיסת מרק בורדו בת 1%. התרכוזת הזאת היא המתאימה ביותר למלחמה בפיטופתורה. (פרטים על הכנת מרק בורדו ראה עלון מ"ד של מחלקת ההדרכה).

בריסוסים צריך להתחיל בהקדם, כשהצמחים הגיעו לגובה של 12–15 ס"מ. מאז והלאה חוזרים על הריסוסים בכל 14–10 יום. במקרה שהמחלה הופיעה, יש לקצר את ההפסקות שבין הריסוסים ולרסס פעם בשבוע. מרססים כמו"כ לעתים יותר תכופות במרססים קטנים. בריסוס ממשיכים בערך עד השבוע השמיני-החשיעי של עונת הגידול של תפוחי-האדמה. בוריעה מאוחרת באביב אפשר להפסיק את הריסוס יותר מוקדם. במשך העונה אפשר לרסס 4 פעמים או יותר; אבל לא פחות מ-3 פעמים. בוריעה מאוחרת באביב אפשר להסתפק ב-3 ריסוסים. כמות התמיסה לעונה ולדונם היא 400–600 ליטר. אין לעבור את הגבול התחתון (400 ליטר) גם אם משתמשים במרססי יד. צריך לכן להתחשב עם כמות

בינונית של 120—150 ליטר לדונם לכל ריסוס; בהתחלת הגידול, כשהצמחים עודם קטנים, אפשר להסתפק בפחות תמיסה, עם התפתחות והתבגרות הצמחים גדלה והולכת כמות התמיסה הנדרשת לדונם. יש לרסס את הצמחים במזג אויר יבש, ולא מיד אחרי גשם או טל; אחרת חומר הריסוס יכול להשטף וגם לאבד מכוח פעילותו. אחרי שחומר הריסוס התיבש, הוא נשאר דבוק לחלקי הצמח ויכול לעמוד זמן מה בפני גשם או טל. כשמגדלים תפוחי-אדמה בהמטרה, יש לדאוג שהריסוס יצא לפועל זמן מספיק לפני ההמטרה. הזמן המתאים ביותר לריסוס הוא אחרי הצהריים; בזמן הצהריים או בכלל בשמש לוהטת או ביום-חמסין אסור לרסס, היות וזה מזיק לצמח (שרפת העלים).

השפעת מרק בורדו על התפתחות תפוחי-אדמה.
מרק בורדו מאיץ את ההתפתחות הווגטיבית, ו"א, גידול החלקים הירוקים. ריסוס מוקדם גורם לכן התפתחות יפה של הצמח בכללו ובזה חניטה טובה של הפקעות. ריסוס מאוחר, בזמן התחלת חניטת הפקעות, גורם להתפתחות נוספת של החלקים הירוקים ועלול לעכב בעד חניטה טובה של הפקעות. משום כך מפסיקים את הריסוס בשבוע השמיני או התשיעי לגידול; חומר הריסוס שנשאר עוד על הצמחים מספיק להגנתם עד הוצאת הפקעות.

האקונומיה של הריסוס.

כדי לקבל גידולים ויבולים בטוחים ובריאים יש הכרח לרסס תפוחי-אדמה. ליתר בטחון, אמנם, כדאי לרסס תמיד תפוחי-אדמה באביב, אם גם המחלה איננה בולטת לעין, היות והריסוס מבטיח לנו לא רק הגנה בפני המחלה, אלא גם סיוע להתפתחות הצמחים.

המרסס המוטורי משתלם יותר במשקים גדולים. אמנם, אפשר ליעץ גם למשקים קטנים את מרסס-המניע במקרה שהקניה תצא לפועל באופן קואופרטיבי. המרסס הקואופרטיבי יסייע גם לזה, שכל השדות בסביבה יהיו מרוססים. כשמרססים שדות בודדים, יקרה שנשאר שדה בלתי מרוסס בין שדות מרוססים, ויכול לשמש מקור הדבקה תמידי לשדות השכנים.

סיכום.

1. תוארה התפתחות המחלה בארץ.
2. תוארו שתי צורות של המחלה: כמישת הצמח ורקבון הפקעות.
3. תואר מעורר המחלה, צורתו ואופן הדבקתו.
4. תוארו הגורמים החיצוניים המשפיעים על התפתחות הפטריה.
5. ניתנו ההוראות החשובות ביותר למלחמה במחלה.

הוראות מעשיות.

(א) בירור זרעי תפוחי-אדמה.

(ב) חטוא זרעי תפוחי-אדמה.

(ג) ריסוס הצמחים במרק בורדו 1%, ארבע פעמים במשך העונה. מתחילים בריסוס כשהצמחים מגיעים לגודל של 12—15 ס"מ. הריסוסים הבאים צריכים להיעשות בהפסקות של 10—14 יום. הלחץ של מרסס גדול צריך להיות מ"מ 11 עד 25 אטמוספירות והלחץ של מרססים קטנים עד 10 אטמוספירות. הוסברה המשקיות של ריסוס בלחץ גבוה.