

גורמים רבים ושונים עלולים להעביר ניקוד בקטרי בעגבניה, גרב בקטרי בפלפל ואלטרנריה בכותנה

מוקדש לזכרו של אבנר בשן ז"ל מזכרון-יעקב, שעודד לעריכת מחקר זה ותמך בו.

מאת יואב בשן, המחלקה לגנטיקה של צמחים, מכון ויצמן למדע, רחובות

כמות מחוללי המחלות. מחוללי מחלות מתוך מקורות מים נספרו לאחר סירכוז המים. ונמדד מספר יחידות התפוצה במשקע שנותר לאחר הסירכוז. לעתים, כאשר בשל מספרן המועט של יחידות התפוצה בווקטור לא היה אפשר לגלותן בספירה שתוארה — הן הועשרו במצעים נחליים כפי שתואר בעבר ("השדה" ס"א 498—501, ס"ב 354—355). לפיכך אפשר היה רק להעריך, למשל, כי כמותם המקורית קטנה מ-10 יחידות תפוצה.

שיטת הדגמה וגודל המדגם

הלכידות נעשו אחת לשבועיים. מכיון שהמינים נלכדים באופן מקרי בכל מועד דגימה, היה גודל המדגם לגבי יונקים — 3—10 פרטים, לגבי זוחלים — 2—4 פרטים, ולגבי ציפורים 2—6 פרטים. בחרקים ובאקריות היה המדגם 200—250 פרטים. כלי-עבודה, מטר סים, כרף ומקורות מים שונים נדגמו 2—10 פעמים במהלך המחקר, 3 מדגמים בכל מועד דגימה.

תוצאות

העברת מחוללי מחלות על-ידי יונקים, זוחלים, ציפורים, חרקים ואקריות

חמש קבוצות של יצורים שונים, החיים או חולפים בשדות העגבנייה, הפלפל הכותנה, נבדקו לתרומתם האפשרית כמעבירי מחוללי מחלות. חרקים ואקריות נמצאו המזוהמים ביותר בשלושת מחוללי המחלות. אפילו על חרקים טורפים, כגון צרעה מזרחית, נמצאו נבני אלטרנריה מאקרוספורה. כל היונקים שנבדקו, כולל בני-אדם, היו בעלי יכולת העברה של הפתוגנים, אף כי במספרים פחותים מאלו של החרקים. ציפורים זוחלים נתגלו כמעבירים לא יעילים: רק יחידות תפוצה מעטות נתגלו עליהם (שרטוט 1).

העברת מחוללי מחלות כאמצעות כלים חקלאיים ומטוסים קלים יחידות תפוצה של מחלות בכמות רבה נמצאו דבוקים לחלקי מתכת, גומי ופלסטיק של כמעט כל כלי חקלאי שעבר ונגע בנוף הצמחים. מחרשות, קלטרות וכלי עבודה ידניים הכילו כמות קטנה יחסית של פתוגנים. מטוסי ריסוס ומטוסי ספורט הטסים בגובה נמוך מעל השדות וזהו מחוללי מחלות. עובדים בשדה שימשו מעבירים יעילים (שרטוט 2).

יחידות תפוצה חיות של מחוללי ניקוד בקטרי בעגבניה, גרב בקטרי בפלפל ואלטרנריה בכותנה נמצאו מועברות בתנאי שדה על-ידי גורמים רבים ושונים, בכללם חיות, אנשים, חרקים, אקריות, מכונות חקלאיות, מטוסים, חלקיקי קרקע ומקורות מים שונים. מבין אלו, מזיקים ספציפיים של הגידול ומיכשור המשמש לעיבוד שדות שגרתיו היו המזוהמים ביותר. לפי התוצאות אפשר להניח, שכמעט כל גורם בעל תנועה אקטיבית או פסיבית, החולף בשדה באקראי, עלול להעביר פתוגנים אלו.

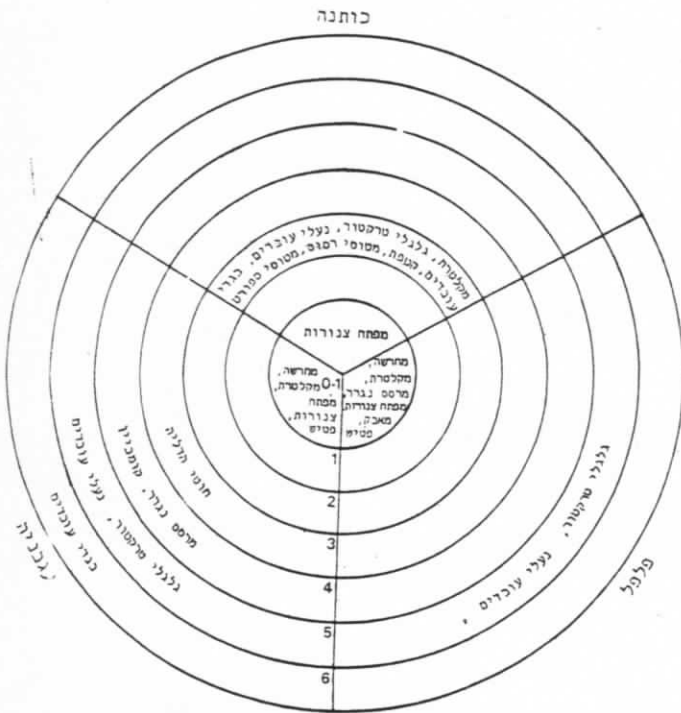
מבוא

הפצת האינקולום (מידבק) היא בעלת חשיבות ראשונה במעלה לכל פתוגן חידיקים ופטטריות פתוגניות רבים מותאמים היטב להפצה על-ידי רוחות, זרעים וחלקי צמח נגועים. במקרים רבים תלויים מני גנוני הפיזור בתנאי הסביבה, ואינם יעילים במידה שווה. חשיבות כל גורם הפצה תלויה, ישירות או בעקיפין — בשיטות עיבוד, בתברואה, בהדברת עשבים ומחלות ובעונות השנה. לפיכך דרושים לפתוגן, להבטחת פיזור יעיל של המידבק, מנגנונים אחרים הפועלים כרוזמניה. העברת מחוללי המחלות פוחתת ככל שהצמח הפונדקאי נמצא במרחק רב יותר או שהוא נדיר יותר; לפיכך מייצרים מחוללי מחלות רבים כמות גדולה ביותר של יחידות תפוצה. החידיקים *Pseudomonas syringae* והפטריה *Alternaria macrospora* ידועים כמועברים בורעים, בשתי *pv. tomato*, *Xanthomonas campestris* *pv. vesicatoria* לים. בקרקע, בצמחים לא פונדקאים, בעלים יבשים ובשאריות צמחים (1—8). מטרת מחקר זה היתה — למצוא ולהעריך בתנאי שדה את מידת תרומתם של גורמים פחות מקובלים להעברת מחוללי המחלות.

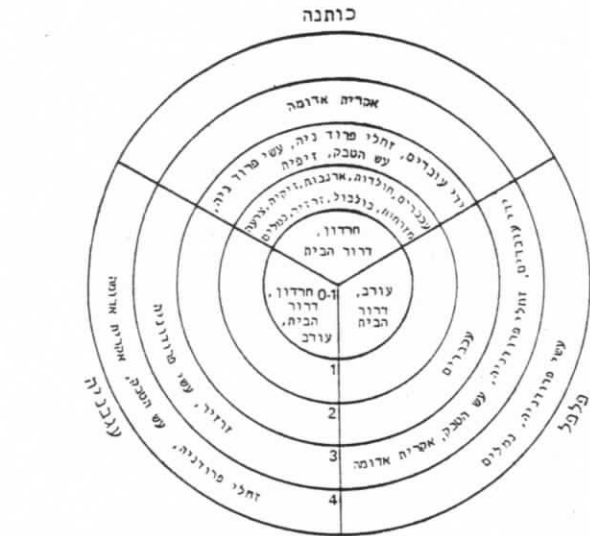
שיטות וחמרים

בידוד מחוללי המחלות מווקטורים שונים

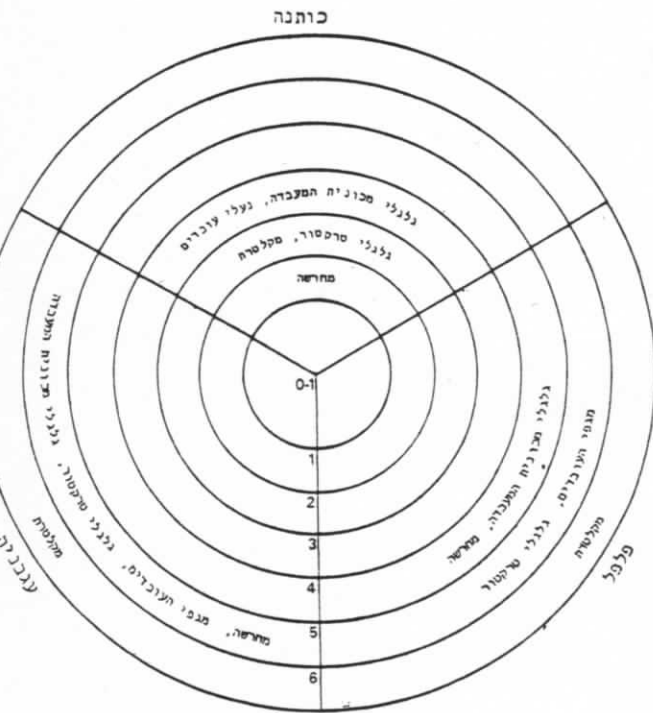
יונקים, זוחלים, ציפורים, חרקים ואקריות נלכדו במלכודות או נאספו בשדות נגועים ונשטפו במים מעוקרים. מי השטיפה נאספו וכמות מחוללי המחלות נמדדה על-ידי ספירה ישירה בעלילות פטרי שהכילו מצע-מזון מתאים. מושבות חשודות נבדקו לפתוגניות, כפי שתואר בעבר ("השדה" נ"ח 437—444; נ"ח 657—659, וכן (2)). חלקי מתכת ופלסטיק של מכונות חקלאיות נשטפו, ומי השטיפה נאספו. כרף שנבדק למכונות אלו נאסף, נמהל בכופר מתאים, ונבדקה



שרטוט 2. העברת מחוללי מחלות על-ידי כלים חקלאיים ומטוסים קלים. מפתח - כמו בשרטוט 1.



שרטוט 1. העברת מחוללי מחלות אחדות על-ידי יונקים, זוחלים, ציפורים, חרקים ואקריות. מפתח לריכוז יחידות התפוצה שנמצאו במדגם: $10^0 - 0 = 0$; $10^1 - 1 = 1$; $10^2 - 2 = 2$; $10^3 - 3 = 3$; $10^4 - 4 = 4$; $10^5 - 5 = 5$; $10^6 - 6 = 6$; $10^7 - 10^6 = 0$.



שרטוט 3. העברת מחוללי מחלות באמצעות בוץ הדבוק לכלים חקלאיים. מפתח - כמו בשרטוט 1. (המשך בעמוד הבא)

תפוצת מחוללי מחלות באמצעות חלקיקי בוץ הדבוקים לכלים חקלאיים

מכיון שבדרך-כלל לא נהוג לשטוף או לחטא כלים חקלאיים במשך העונה - אפשר למצוא בוץ וגושי אדמה קטנים דבוקים לרוב הכלים. הפירה של האוכלוסיה הפתוגנית בבוץ זה הראתה, שבוץ שמקורו בכלים הפועלים בשדה לעתים תכופות - אופני טרקטור, קלטרוט, יבן מגפי העובדים - מכיל יותר יחידות תפוצה של פתוגנים מאשר בוץ הדבוק לכלים פחות שימושיים כגון מחרשות או אופני רכב המעבדה שלנו. אולם ראוי לציין כי בכל המקרים הכיל הבוץ, בכל כלי וכלי בנפרד ובכל מדגם בנפרד, אוכלוסיה פתוגנית (שרטוט 3).

תפוצת מחוללי מחלות באמצעות מים
מקורות מים אחדים נבדקו למציאות פתוגנים. עודפי מירגור מהשך קיה בהמטרה או מגשם, בשדות נגועים, הכילו כמות גדולה של פתוגנים. בדיקה לנוכחות הפטריה אלטרנריה מאקרוספורה במקורות מים אחדים הראתה, שהפטריה נוכחת רק ב-25% - 40% ממדגמי המים שנבדקו; אולם אפשר היה למצוא יחידות תפוצה של הפטריה, אמנם בכמות קטנה, במים זורמים (תעלות פתוחות בעמק בית-שאן, בירדן, בכנרת ובבריכות חימצון) וגדולה יותר במי בצה עומדים (שרטוט 4).

גורמים רבים ושונים עלולים להעביר ניקוד בקטרי בעגבניה, גרב בקטרי בפלפל ואלטרנריה בכותנה

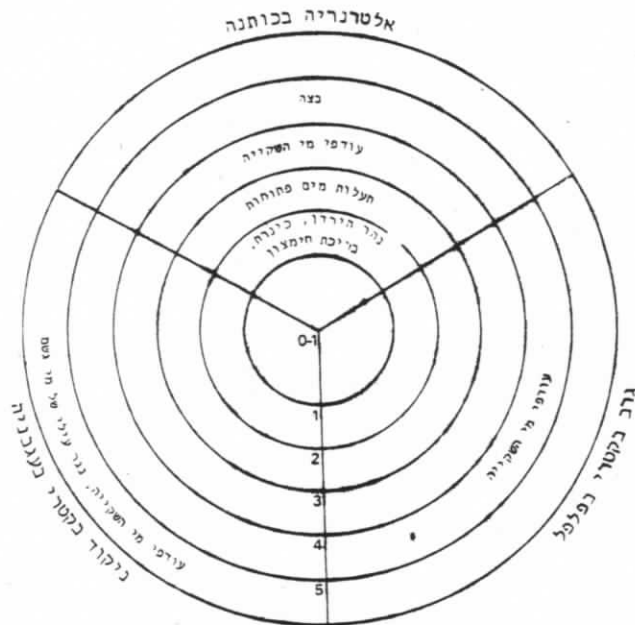
(המשך מעמוד קודם)

מעבירים מחוללי מחלות. אף שכמות יחידות התפוצה במעבירים אלו קטנה יחסית – הם חשובים ביותר, שכן הם מסוגלים להעביר את הפתוגנים למרחקים גדולים ביותר.

הקרקע, המשמשת את השתמרות למחוללי מחלות רבים ושונים, יכולה לתפקד כמעביר על-ידי הידבקות גוש ברוך לכל העובר בשדה. לפיכך, אפילו מבקרים מקריים כמכונות המעבדה שלנו עשויים לשמש מעבירי פתוגנים.

גשם ומים עומדים או זורמים ידועים בעולם כמפיצים אפשריים של מחוללי מחלות מסוימים. מי השקיה לא רק מעבירים את מחוללי המחלות; הם אף מספקים להם את הלחות הדרושה להתחלת ההדבקה בצמח-המטרה. כאשר אוספים עודפי מי-השקיה ומשקים בהם שנית, או כשהם זורמים לשדות שכנים של אנתו גידול – עלולים מים אלה להעביר מחוללי מחלות. אף על פי שמים עומדים מכילים כמות גדולה יותר של יחידות תפוצה מאשר מים זורמים, הרי הסכנה הגדולה היא דווקא במים הזורמים. שכן הם עלולים להפיץ את מחוללי המחלות למרחקים גדולים.

השאלה המרכזית, הנותרת בלתי פתורה בכל מחקר בדבר הפצת מחוללי מחלות, היא: האם יחידת התפוצה, לאחר שהועברה מצמח נגוע, מסוגלת להדביק את צמח המטרה? תשובה על שאלה זו תלוייה בגורמים סביבתיים, ביולוגיים, גנטיים ואגרוטכניים. לפיכך, מחקר כגון זה יכול להצביע רק על אפשרות ההפצה של מחוללי המחלות, אולם אינו יכול לתת מושג על הסיכון הממשי לחקלאות הכרוך בהפצה זו.



שרטוט 4. תפוצת מחוללי מחלות באמצעות מקורות מים מפתח – כמו בשרטוט 1

דיון

הפצת מחוללי מחלות היא בדרך-כלל תהליך מורכב. למחוללי מחלות צמחים יכולה להיות צורת הפצה באמצעות מעביר אחד או מעבירים אחדים. בדרך-כלל מוצאים הפתוגנים את צמח-המטרה על-ידי פגישה מקרית אחר באמצעות פעילות ספציפית ולא ספציפית של מעבירים ממניס שונים. גידול מין צמח אחד על-פני שטחים נרחבים (כותנה, למשל) מאפשר לפתוגנים המתאימים לעבור משדה לשדה באמצעות כלי-עבודה, חרקים, בעלי-חיים אחרים ומים ממוחזרים. מחקרים רבים בעולם הראו קשר אפשרי בין חרקים כמעבירים לבין מחוללי מחלות כמועבירים. החרק עשוי לעזור להשתמרות ולהפצה של מחולל המחלה ולחדירתו לצמח הפונדקאי. אילות חרקים במחוללי מחלות הוא, כנראה, תופעה רגילה בטבע. נראה כי כל קבוצת חרקים המבקרת צמחים בריאים וחולים כאחד יכולה לשמש מעבירת הפתוגן. גם חרקים הנמצאים באופן קבוע בגידול מסוים הם בהכרח מעבירים חשובים יותר אולם התפוצה הנרחבת של חרקים לא ספציפיים המחפשים צוף ואבקה הופכת דווקא אותם לחשובים בהפצה ארוכת טווח של מחוללי מחלות.

מחקר זה מדגים כי כמעט כל בעלי-חיים, כלי-עבודה, או עובדים העוברים דרך שדה נגוע – מפיצים ונושאים עמם מחוללי מחלות. אכילת ציפורים ומטוסים קלים הטסים בנובחה מועט מעל השדות

ספרות

1. באשן, אסתר, רותם י., זקס י. (1982): מחלת החלפת בכותנה: אפידמיולוגיה והדברה. "השדה" ס"ג: 451 (תקציר).
2. בשן י. (1983): השתמרות ומעבר בזרעים של מחוללי מחלת החלפת בכותנה. "השדה" ס"ג: 2242 – 2245.
3. בשן י., אוקון י., הניס י. (1978): איך משתמר מחולל הניקוד הבקטרי מעונה לעונה? "השדה" נ"ח: 862 – 865.
4. בשן י., אוקון י., הניס י. (1982): השתמרות ממושכת של מחוללי הניקוד הגרב הבקטריים בזרעים. "השדה" ס"ב: 724 – 725.
5. בשן י., דיאב ש., פינקלשטיין ע., אוקון י. (1982): כיצד משתמר מחולל הגרב הבקטרי בפלפל בתוך ענת הגידול ובין העונות? "השדה" 2092 – 2097.
6. דבש י., בשן י., אוקון י., הניס י. (1980): הישרדות מחולל הניקוד הבקטרי בקרקע ועל פני זרעים. "השדה" ס': 597 – 601.
7. וולקני צ. (1976): מחלות בקטריאליות של צמחים. האנציקלופדיה לחקלאות ג': 685 – 692.
8. חלפון-מאיר ע. (1982): הפטריה אלטרנריה מאקרוספוריה נישאת ומועברת על-ידי זרעי הכותנה. "השדה" ס"ג: 451 (תקציר).