

# הזדקנות גידולים חקלאיים ופגיעותם הגוברת למחלות

מאת י. פלטי

- הפגיעות הגוברת של גידול מזדקן ומבשיל למחוללי מחלה רבים — נובעת:
- (1) משינויים פיסיוולוגיים ברקמות, המגבירים את רגישותן, בעיקר למחוללי מחלות פקולטטיביים;
  - (2) מריבוי שעות הלחות המרובה בשדה כשהגידול מגיע לשיא התפתחותו;
  - (3) מפגיעות מכניות; שפשוף, פציעות על-ידי חרקים או אדם (למשל בעת האיסוף);
  - (4) מעצם ריבוי מחוללי מחלה שלהם היתה שהות למחזורי ריבוי אחדים בפרק-הזמן שמהזריעה או הבלבוב עד לאסוף.
- נדונים אמצעים אגרוטכניים שונים להפחתת נזק ממחלות בגידול המזדקן.

## מבוא

לא כל צמח המשמש לגידול חקלאי מניב את יכולו הכלכלי בזקנתו או כאשר החלק ה"כלכלי" מגיע להבשלתו הפיסיוולוגית. גידולי עלים שונים נקצרים או נקטפים פעמים אחדות, ויכול עליהם נאסף בעוד גילם רך יותר (או יותר נכון — כאשר חלק ניכר מהעלים בגיל לא זקן). כך הדבר בגידולי מספוא כגון אספסת או רודס, בירק כגון תרד, בגידולי תבלין כגון מנתה, ובחורל — בגידולי לים כגון תה.

אולם הרוב הגדול של גידולים חקלאיים — יכולם נאסף כאשר הצמח כולו, או חלקו בעל הערך המשקי, מתקרב להבשלתו הפיסיוולוגית או לאחר שהגיע אליה.

פגיעותו של הצמח המזדקן או החלקים המבשילים שלו, למחלות — שונה במידה רבה מפגיעותם של צמחים בשלבי גדילה קודמים. להלן נסקור את השוני הזה מאספקטים אחדים, ונציין בכל מקרה את מצב הצמח ואת הסוגים של מחוללי מחלות שמצב זה מאפשר את התפתחותם.

נבדוק את הבעיה מארבעה כיוונים עיקריים:

- (א) רגישות רקמות הגידול המזדקן;
- (ב) המיקרו-אקלים, שבו נתון הגידול המזדקן;
- (ג) פגיעות מכניות ואקלימיות ופציעות — כגורמים בהתפתחות מחלות בגידול מזדקן;
- (ד) כמות המידבק (נבגים וכד') הגדלה ומתרבה במשך הגידול. לבסוף, נבחן את המסקנות שאפשר להעלות ביחס להפחתת סכנת המחלות בגידול המזדקן.

## הבשלה, זיקנה ופגיעה

כאשר הצמח או חלקיו מגיע לשלב הבשלת יחידת הריבוי שלו — מואט הקצב של תהליכים פיסיוולוגיים רבים, ביניהם הנשימה וההטמעה, וכן נחלש לחץ התאים (טורגור) ומשתנה הרכב הרקמות. אז מתחיל הפירוק ההדרגתי של הרקמות, הנעשה בעיקרו באמצעות מיקרו-אורגניזמים. ביניהם בולטים חיידקים ופטריות, רבים מהם טפילים פקולטטיביים, הממלאים בכך תפקיד חשוב באחד מהמחזורים הביולוגיים היסודיים. סביר אפוא, שפעולת טפילים אלה הולכת וגוברת עם הזדקנות הצמח.

כמאמר זה נדון רק בתהליכים החלים בגידול עד לאיסוף יכולו, ולא בתהליכים החלים בין גידול לגידול, כגון התפרקות שיירי צמחים על-פני הקרקע או לאחר הצנעתם בקרקע.

ראוי לציין, כי בגידולי שדה רב-שנתיים קצב התגברות התחלואה קובע, במקרים רבים, את מספר השנים שכדאי להחזיק את הגידול מבחינה משקית. למשל, מידת היפגעות אספסת במחלות נבילה בתום השנה הראשונה לגידולה.

בצמח המזדקן יש איברים בני גילים שונים: עלים ושרשים שנוצרו עם ראשית גדילתו — ליד צעירים; פירות המשלימים את הבשלתם — ליד חנטים, וכיוצא בזה. החולשה המתקדמת באיברים

הזקנים, בייחוד החלשת דפנות תאים וקרומי רקמות חיצוניים (קוט"קולה, קליפה) — עושה אותם מועדים לפגיעת פטריות ובקטריות שאין ביכולתן לחדור בדפנות או בקרומים איתנים. מחוללי מחלות אלה, יש שהם נוכחים על-פני הצמח עוד זמן רב לפני הזדקנותו, אך אינם מצליחים לחולל בו מחלה כל עוד לא נחלש. אפשר גם לייחס פגיעת פטריות כגון חלפת וצרקוספורה בגידול מזדקן — לרמת הסוכרים הפוחתת עם ההזדקנות בעלי צמחים רבים (סלק, סולניס). הפגיעה ההולכת ורבה של הגורמים הפקולטטיביים\* האלה גורמת, שחלקם בכלל הפגעים גדול בצמח המזדקן הרבה יותר מאשר בצמח צעיר. אפשר לראות זאת בבירור כשמשווים מין צמח מסוים בגידול לזרעים (ז"א צמח זקן מבחינה פיסיוולוגית) לאותו מין צמח בגידול לשיווק. גזר וכרוב, למשל, בגידול לזרעים — לוקים בייחוד במחלות חלפת וקשיוניה, שמחוללות אותן פטריות פקולטטיביות, ואילו הגידול לשיווק אינו נפגע באותה מידה.

אולם יש יוצאים מהכלל: פתוגנים פקולטטיביים פוגעים בגידולים צעירים, ואילו פתוגנים אובליגטוריים — בזקנים. פטריות קימחון רבות (שהן פתוגנים אובליגטוריים) פוגעות בפונדקאיהן העשבוניים ביתר שאת כאשר אלה מזדקנים; ולהיפך, פתוגנים פקולטטיביים כגון סטמפיליום בעגבניות — מעדיפים לפגוע ברקמה צעירה. ראוי לציין, שקיימת השפעה הדדית בין גורמי סביב לבין תהליכי צמיחה בקביעת קצב ההזדקנות. כתנאי עקה יזדקנו צמחים רבים יותר מהר, ואז ייפגעו מוקדם יותר מפתוגנים המנצלים את חולשת הזיקנה.

## אקלים השדה בגידול המבשיל

כאשר גידול עשבוני או גידול רב-שנתי מגיע למלוא התפתחות עלוותו — נוצר אקלים שמאפייניו הם צל, אוורור לקוי, ושינויים גדולים בחלוקת הטל והגשם על-פני הנוף והקרקע. חלוקת הגשם היורד על עץ בעל נוף צפוף — נראית בציור 1. הגשם, אם אינו חזק מאוד ועשוי לפלס דרך אל חובו של העץ — יגיע לקרקע בעיקר בפריפריה, מקום שבו נוצרים שרשונים בכמות רבה. העלווה הצפופה אף תגן על עלים תחתונים מהתהוות טל — וזה נכון גם במטע וגם בשדה. בכך פוחתת הסכנה, שמחוללי מחלות התלויים בנוכחות מים חפשיים על-פני הצמח כדי לפגוע בו — יוכלו לפגוע בעלים ובפירות תחתונים. אולם, אם הגשם חודר לחובו של העץ — גדולה הסכנה שייפגעו דווקא האיברים הפנימיים, כי האוורור הקל יאט את ההתייבשות לאחר הפסקת הגשם.

קיצור משך הרטיבות על העלים מצמצם בעיקר את פגיעת מחוללי מחלות אובליגטוריים (כשותית, חלדונות) בעלה ובפירות מספר גדול של מחוללי מחלות פקולטטיביים אינם זקוקים למים חפשיים ומסתפקים ברמת לחות גבוהה, וזו מצויה בגידול זקן ובלתי מאוורר — במשך שעות רבות יותר מאשר בגידול צעיר. זה מסביר במידה רבה את ההתפתחות של מחלות כגון חלפת, סטמפיליום קשיוניה ועובשים (בוטריטיס) בגידול המזדקן.

\* מחולל מחלה פקולטטיבי — יכול להתפתח על רקמות אורגניות חיות או מתות; מחולל מחלה אובליגטורי — פוגע רק ברקמות חיות.



כתמי סטמפיליום בעגבניה. לחות מרובה וממושכת בגידול בעת הבשלתו מהווה תנאים טובים להתפתחות מגפה, אף כי בעצם, הצימוח הצעיר רגיש יותר מהמזדקן.

ממושכת — ניתנת לטיפולים האפשרות להרכות בדורות ולצבור, בגידול עצמו, מלאי עצום של מידבק.

לעובדה זו משמעות רבה מאוד. רותם וחובריו (1978) הוכיחו, כי לגבי פטריות שונות משמשת כמות המידבק כעין פיצוי על מגבלות של תנאי-סביבה. כך, למשל, מצאו כי פטריות הכימסון בתפוא"ד והכשותית במלפפון יכולות לתקוף את פונדקאיהן. כאשר עומס המידבק רב — גם בלילות שבהם שעות הטל קצרות מכדי לאפשר התקפה של מידבק מצומצם. לאחר שנוצר מידבק המוני — יכול אפוא הטפיל להמשיך את התקפתו גם עם הרעת תנאי מזג-האוויר, למשל — לעונה קרה יותר. כמו כן מאפשרת כמות גדולה של מידבק למחוללי מחלות חלשים להתגבר על עמידותן הטבעית של רקמות הצמח, ולהתקיפן עוד בראשית הבשלתן.

### מה אפשר לעשות, כדי לצמצם נזקי מחלות בגידול המזדקן?

כאשר יש לצפות להתפתחות רבה של מחלות בשלב ההבשלה והזיקנה — חשובים השיקולים המפורטים להלן.

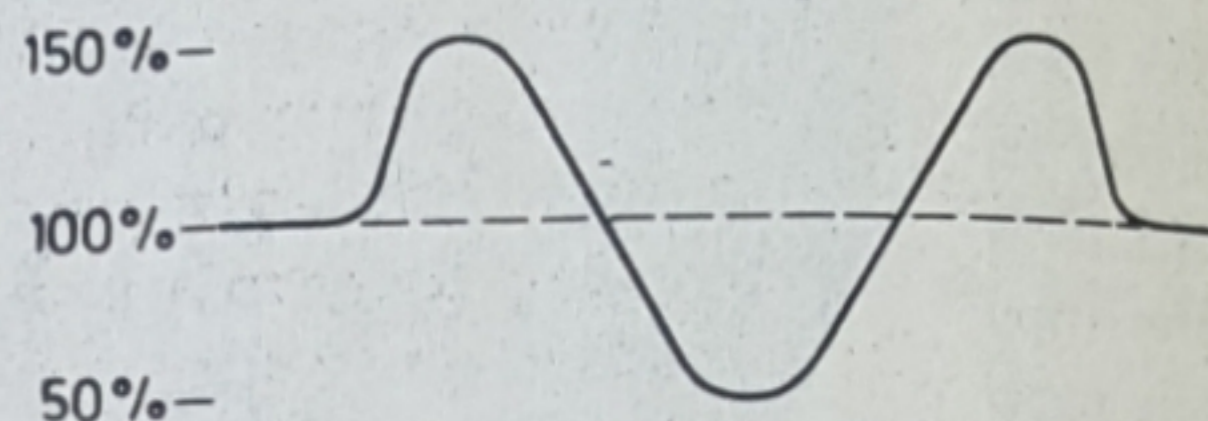
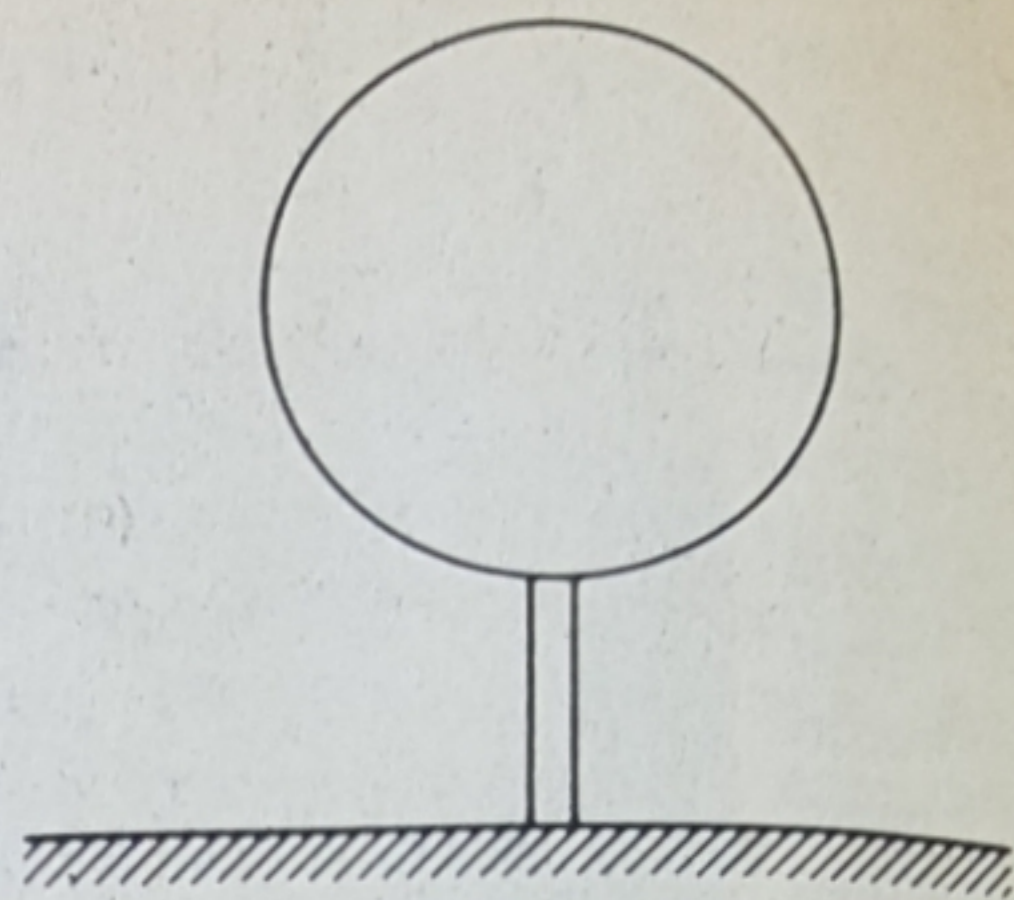
(א) בחירה בזן בכיר, שבו מצומצם פרק הזמן שבו הוא מועד לפגיעה ולריבוי מידבק. האפשרות לבחור בזן עמיד למחוללי מחלות פקולטיביים — קיימת רק לעתים רחוקות; אבל יש הבדלים ניכרים ברגישות זנים לכימסון, לכשותיות, לחלדונות ולקמחונות.

(ב) זמן הזריעה והשתילה. בבחירת מועדי הזריעה יש להתחשב בתנאים שיחולו בסוף הגידול. בייחוד בגידול שיכולו משווק יבש, כולל דגנים וגידולים שונים לזרעים, אפשר לכוון במידה מסוימת את תקופת ההבשלה לתנאים יבשים, פחות נוחים למחלות. בייחוד כאשר מדובר בפגיעת חידקים.

(ג) השקיה. פטריות קרקע חשובות, המרכות לפגוע ברקמה מבשילה של גידולי אביב — עושות זאת רק עם ראשית ההשקיה. כך — הקשיוניה הגדולה והפוזריום במילונים, קשיון רולפס בסלק-סוכר, פוזריום ומחלת השורש הוורוד בבצל. יש לשקול, אם אפשר לוותר על ההשקיה בגידולים אלה באדמות נגועות במחוללי המחלות האמורים.

בגידולים אחרים, בקיץ ובסתיו, השאלה הקובעת היא — מתי

(המשך בעמוד הבא)



ציון 1. חלוקת הגשם היורד על עץ בעל נוף צפוף.

כאשר גוברת פגיעת מחלה בעלווה, וחלק מהעלים מתייבש או נושר — חל שוב שינוי באקלים השדה והמטע: האוויר משתפר. אולם באותו זמן מרובה המידבק של פתוגנים רבים, הנוצר על רקמה גוססת או מתה. כמות גדולה של מידבק יכולה אז "לפצות" את מחולל המחלה על צמצום משך הלחות המרובה, והתחלואה מוסיפה לגבור (רותם, 1978). זה, בלי ספק, מה שקורה בגידולי סולניים, הנפגעים בבגרותם במחלות חלפת וסטמפיליום, ובאגוזי-אדמה ובסלק, הנפגעים במחלת הצרקוספורה.

### פגיעה מכנית, פגיעה ומחלות בגידול המזדקן

הסכנות של פגיעת גורמי אקלים ופגיעה מצד בעלי-חיים ובני-אדם — גדולות ככל שמתארכת תקופת הגידול, ובייחוד עם פעולות האיסוף.

בנוף הצפוף של גידול המגיע למלוא התפתחותו אמנם פוחתת הסכנה של מכת שמש בחלק בעלים; אך אז נוצרים פירות, שהם רגישים לקרינה חזקה. ככל שמתדלדלת העלווה בגידול חולה — גדלה הסכנה של פגיעה קרינתית. עיקר הנזק הנגרם לפלפל מן הקמחוניות הוא במקרים רבים — מכות-שמש בפרי שנחשף בעקבות נשירת העלים. בנוף צפוף קיימת גם סכנה של פגיעה על-ידי שפשוף עלים ופירות.

אין גידול חקלאי, שאינו נפגע ממזיקים. פגיעת קרומי העלים והפירות — מצטברת כמשך הגידול, ובכך מתרבים פתחי החדירה למחוללי מחלות. בייחוד בולט הדבר במטעים: מספר הפגיעות בקליפת העצים גדל משנה לשנה.

אי אפשר למנוע פגיעה בעת האיסוף, וזו מסייעת לחדירת אותם מחוללי מחלות, המתרבים ממילא לקראת סוף הגידול. שכחים מאוד מקרי החדירה של חידקים גורמי רקבונות דרך הפצעים הזעירים הנגרמים ממזיקים.

### גורם הזמן והמידבק המצטבר

הפגעים השונים, הן מזיקים הגורמים נזק ישיר או המעבירים וירוס, והן פטריות, חידקים ונמטודות, זקוקים לתקופות זמן שונות כדי להשלים מחזור התפתחות ולהקים דור חדש. קצב הקמת הדורות תלוי בעיקר בטמפרטורה: אחת הבעיות המרכזיות של החקלאות באזור חם היא מספר הדורות הגדול של מזיקים ומחוללי מחלות רבים. מובן, כי בגידול צעיר — אין שהות לאלה להתפתח היטב, והפגיעה בגידול כזה באה בעיקר מבחורן. אולם בגידול בעל צמיחה

להפסיק את ההשקיה. כך, למשל, באגוזי-אדמה הנפגעים ברק-בון תרמילים.

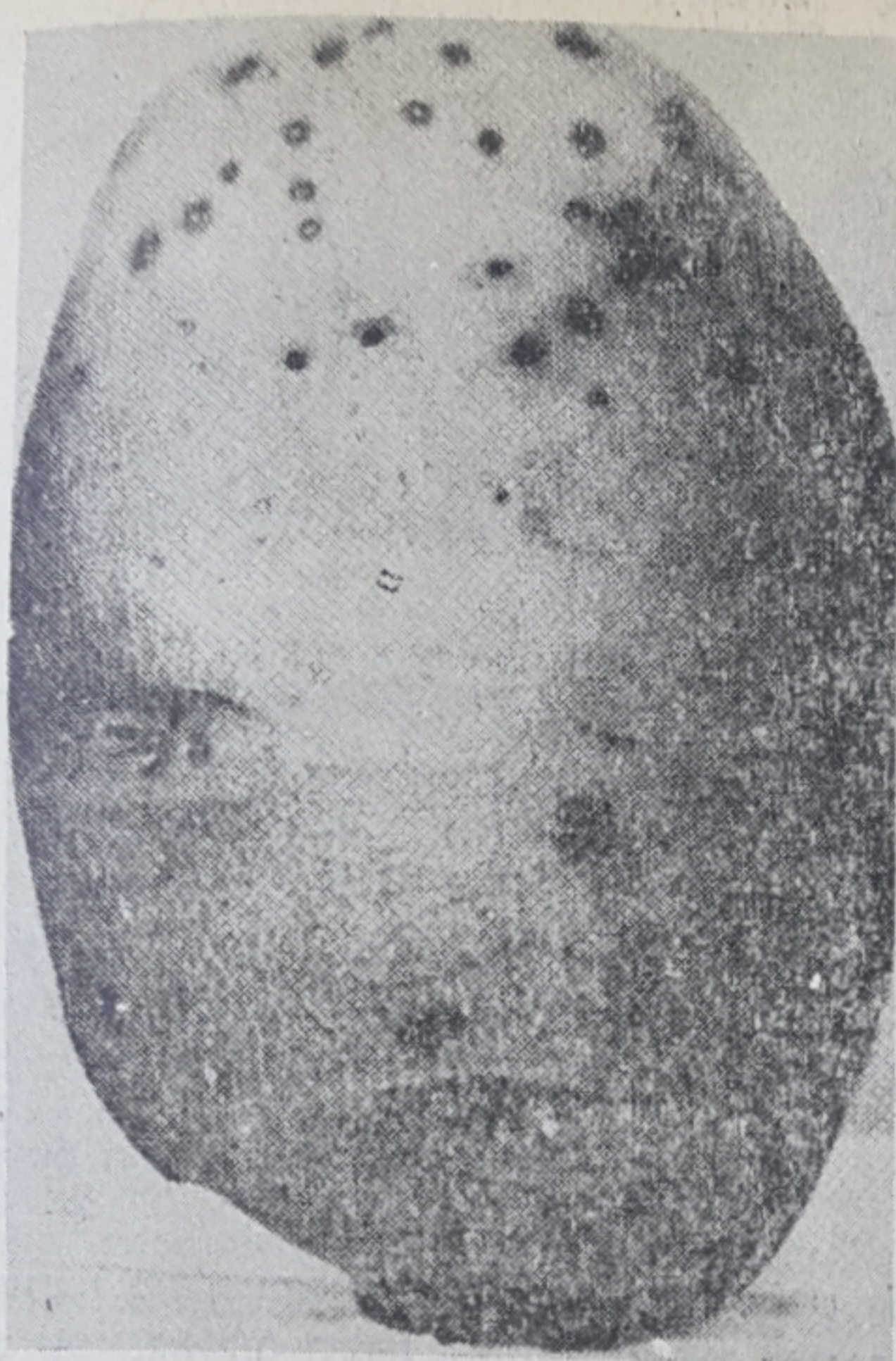
(ד) שכנות. שכנות בין חלקות זקנות וצעירות — מהווה סכנה של העברת מחלות אל החלקה הצעירה. זה חשוב מאוד לגבי המחלות הפוגעות בעיקר לקראת סוף הגידול, כולל מחלות חלפת, עובשים, וגם קמחונות מסוימים. לכן, מניעת שכנות של גידול זקן — חשובה בייחוד לגבי מחוללי מחלות הפוגעים ישירות בפרי, כגון עובשי הריזופוס והבוטריטיס בגידולים רבים (עגב-ניה, תות-שדה), חלפת בעגבניות ובפלפל.

(ה) מניעת עקה. עקה עלולה לגרום הזדקנות גידול בטרם עת, ובכך להאיץ פגיעת "פטירות הזיקנה" בו. העקה המסוכנת והשכיחה ביותר בחקלאות שלנו היא מחסור במים, המובע מחלוקת מים בלתי אחידה בשטח, או מהשקיה בלתי מספיקה, בייחוד בימי שרב. גם התחממות הקרקע עלולה לגרום עקה, כפי שהוכיח ליטואר (1944): פקעות תפוא"ד נפגעות בקשיון הבטטה —

כאשר מזניחים את ההשקיה בסוף הגידול והטמפרטורה בשכבות העליונות של הקרקע עולה לערכים גבוהים. אותה פטריה ידועה כמנצלת חולשת צמחים בשל עקה גם בגידולים אחרים, ולגרום "רקבון הפחם" בתירס, באגוזי-אדמה, בשעועית ועוד. מניעת מגע בין פרי וקרקע. רבים ממחוללי המחלות הפוגעים בגידול מזקין הם שוכני קרקע, בייחוד כאשר הקרקע עשירה בחומר אורגני. לכן, מניעת המגע בין חלקי הצמח הנפגעים לבין הקרקע — מועילה. כיעיל ביותר הוכח חיפוי קרקע בירי-עות פלסטיק למניעת עובשים בתות-שדה. פרישת ריבועי פלסטיק קטנים מתחת לפרי המונח על הקרקע — נראית יעילה גם למניעת רקבונות במילון ובמין ההדרים פומלו. בחו"ל טוענים להצלחה במניעת קשיון רולפס בעגבניה — על-ידי עטיפת הגבעול בעת השתילה. קרוב לצוואר-השורש, ב"צווארון" של נייר כסף.

מחוללי מחלות שוכני קרקע עלולים לפגוע גם בפירות נמוכים שאינם במגע ישיר עם הקרקע. באמצעי הידוע וה"יעיל" ביותר להבאתם במגע עם הפרי — הוא התזה על-ידי מי המטרה או טיפות גשם. למניעת הדבר במטעים אפשר לאחוז בשני אמצעים: גיזום ענפים תחתונים והחלפת ההמטרה בצורת השקיה אחרת. למניעת ריקבון חום בהדרים, הנגרם אף הוא באופן זה — מקובל ריסוס "שמלת" העץ, עד גובה כמטר מפני הקרקע, בגפרת-נחושת.

(ז) אמצעים כימיים. הלחימה הכימית נגד "מחלות הזיקנה" מתחילה זמן רב לפני הופעתן ההמונית. התפקיד הראשון של ההדברה הכימית — יחד עם כל האמצעים האגרוטכניים הנ"ל



פגיעת קשיון הבטטה בפקעת תפוא"ד. נפגע רק החלק העליון של הפקעת, שהיה בתנאי עקה: התחממות שכבת הקרקע העליונה (לפי ליטואר, 1944).

— היא לדכא ריבוי מידבק, העלול לסכן את הגידול המזקין. כאמור לעיל, קשה להלחם במידבק המוני, ולקראת אסוף היכול מצטמצם מבחר התכשירים: אז אפשר להשתמש רק באלה, המשאירים שיירים פחותים מכפי המותר בארץ ובאמצעות מחמירות מבין אלה שאנו מייצאים אליהן.

## סוף דבר

מחלות הזיקנה של גידולים רבים, אם אינן פוגעות ישירות בפרי — אינן זוכות בתשומת-הלב הראויה, מכיון שהן מופיעות רק בסוף הגידול. מטרת מאמר זה — לעורר תשומת-לב לפוטנציאל הנזק הגדול, הטמון במחלות אלו. אמצעים אגרוטכניים שונים עומדים לרשותנו כדי להאט ולהפחית פגיעות מחלות אלו. תפקידם העיקרי של אמצעים אלו — להגביל ריבוי מידבק לממדים הניתנים להדברה כימית. הפעולות האגרוטכניות והכימיות, יחד, ימנעו התהוות מצב שבו תתגבר המחלה על עמידות הצמח וייפגעו גם זנים עמידים וגם חלקים לא-זקנים של הצמח, לפני הגיעם לגיל הרגישות הרגיל.

## ספרות

1. Littauer, F. (1944). Palestine J. Bot., Rehovot Ser., 4: 142—147.
2. Rotem, J. (1978). in Plant Disease Vol. II, Academic Press, London.