

תמותת זרעי עגבניה נובטים, שגורם מחולל הניקוד הבקטרי

מאת **יואב כשן, שאהר דיאב, יעקב אוקון**, המחלקה למחלות צמחים וסיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, רחובות

הישאם יוניס, לשכת הדרכה בצרת, שה"מ, משרד החקלאות

בקרקות ובמצעים מנותקים מעוקרים ובלתי מעוקרים פגע מחולל הניקוד הבקטרי (*Pseudomonas tomato*), בשיעורים גדולים, בהצצת נבטי עגבניות. ריכוזים קטנים של הפתוגן בקרקע מפחיתים מאחזו ההצצה; ואילו ספרופיטים, אף בריכוזים גדולים מאוד, אינם משפיעים כלל. זן רגיש (רגישות גוף) נתקף בכל התנאים שנבדקו; זן עמיד (עמידות גוף) שומר על עמידותו לאי-הצצה בתנאים של מצעים לא מעוקרים. משקל עלוות צמחים שנבטו וגדלו עד לפריחתם באדמה מאולחת בפתוגן ולא נפגעו מעולם בסימפטומי המחלה האפייניים על הגוף — הופחת בכדי 20%—30%.

סוּמָא

קילום (מרבק), מיהולי חידקים, קבלת צמחים חולים מורעים מאולחים ופריקת נגיעות — תוארו בעבודה קודמת (2—9).

3. אילוח קרקע, ככל ומצע בצלחת פטרי. אילוח קרקע בכל עציץ או דפוס נעשה על-ידי 20 סמ"ק תרחיף החידק בריכוז 10^8 חידקים/סמ"ק לאחר הזריעה. דפוסי כבול הותפחו בתרחיף חידקים זהה לפני הזריעה, ואילו צלחות פטרי אולחו ב-10 סמ"ק תרחיף חידקים לפני פיזור הזרעים על פניהן.

4. לכביעת משקל יבש נחתכו והופרדו חלקי צמחים מבוגרים, ויובשו בתנור בטמפרטורה של 80 מ"צ למשך שבוע.

5. תכנון ניסויים. כל הניסויים נעשו ונותרו סטטיסטית במתכונת בלוקים באקראי ונערכו ב-3—4 חזרות. הניסויים בקרקעות נעשו ב-20 חזרות.

תוצאות ומסקנות

א. תמותת זרעי עגבניה נובטים בתמצית אדמה

על-גבי צמרי-גפן הטבול בתמצית אדמה בתוך צלחות פטרי הונחו זרעים מהזנים VF-198 ורחובות 13 (30 זרעים בכל זן בכל צלחת). אחרי-כן הוספו בנפרד תרחיפי החידקים פסאודומנס טומטו הפתור גני ופסאודומנס פלורסנס הלא פתוגני, והמערכות הונבטו באור. השיעור היחסי של הנביטה היה (כאשר ההיקף = 100): בזן VF-198, בנזכות הפתוגן — 0, ובנזכות הספרופיט — 90; ובזן רחובות 13, בנזכות הפתוגן — 90, ובנזכות הספרופיט — 91. תוצאות ניסוי זה מצביעות על התופעה, שפסאודומונס טומטו פוגע בזרעי עגבניה עוד בטרם הגתה השרשון והניצרון, וגורם את מותם. יתר על כן: הוברר שנוכחות ספרופיטים, אף בכמות מרובה, על זרעי העגבניה — אינה פוגעת כלל בנביטתם.

ב. השפעת רמת המידבק על נביטת זרעי עגבניה במערכות אדמה מעוקרות ובלתי מעוקרות

לאור הממצא הקודם, שהראה שריכוז רב מאוד

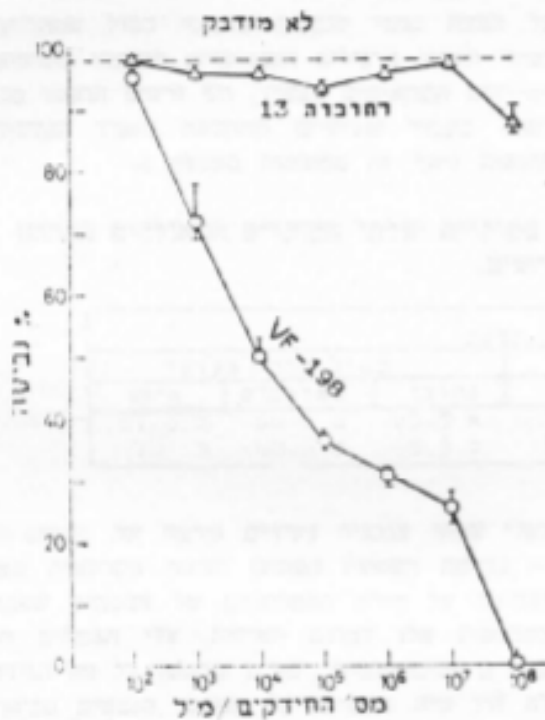
מחולל מחלת הניקוד הבקטרי, החידק פסאודומנס טומטו, גורם מחלה עלים אפיינית בעלי צמח העגב"י היה בלבד (1,5). נמצא, שפתוגן זה שוכן בצברים על-פני זרעי העגבניה, בתוך „מערות ומחילות“, לומגים ממושכים ביותר (3). אפשר לקטול אותו על-ידי חיטוי תרמי רטוב, הנעשה כהלכה (6). כמו כן ידוע, שזרעים מאולחים בפתוגן עשויים לשמש מקור אילוח ראשוני במשך עונת הגידול לצמחים הגדלים בשדה (1,2). אולם השפעת הפתוגן על זרעי עגבניה נובטים, לפני הצצתם — טרם נחקרה.

בעבודה הקדמית (7) הובחנה תופעת אי הצצת נבטי עגבניה מזן רגיש VF 198, כאשר הקרקע מאולחת במחולל המחלה. בעבודה זו נבדקה השפעת מחולל הניקוד הבקטרי על זרעי עגבניה נובטים, בצורות הגידול האפייניות למנבטות: קרקעות (טבעיות ומעוקרות) ומצעי גידול מנותקים. כמו כן נבחנה... במטמחה. אילוח. קרקע. פתור. גני. טומטו. על. זרעי. עגבניה. נובטים. לפני. הצצתם. טרם. נחקרה. וז.

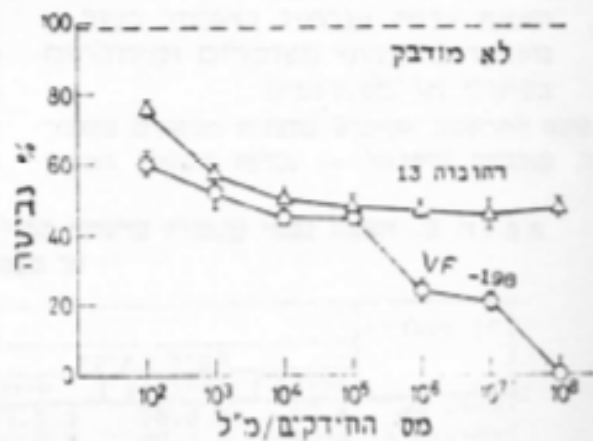
שיטות וחמרים

1. צמחים ושיטות גידול. שני זני העגבניה שנב"י דקו בעבודה זו היו: VF 198, שהוא רגיש ביותר לניקוד בקטרי (4), ורחובות 13, שהוא עמיד למחלה זו (8). הזרעים הונבטו בעציצי פלסטיק (בקוטר 12 ס"מ) או בדפוסים מוגדלים מטיפוס חישתיל, עשויים „פלקר“, שהכילו 0.5 ק"ג אדמת חול של רחובות, טבעית או מעוקרת, בכל אחד מינוע ריבועי הדפוס. כמו כן הונבטו בדפוסי רשת עגולים המבילים כבול (גייסי 7), רגילים או מעוקרים. בנוסף לכך הונבטו זרעים בתוך צלחות פטרי על-גבי צמרי-גפן ספוג במיזוי אדמת חול רחובות מעוקרת, או על-גבי אותה אדמה שהושמה בצלחות. הנבטים נספרו לאחר 5 ימי הדגרה ב-30 מ"צ. כל הניסויים נעשו בתא צמיחה (2 ± 25 מ"צ), 12 שעות אור ו-12 שעות חושך.

2. חיטוי זרעים, שיפור קרקע הכבול, הכנת אינוי



דיאגרמה 1. % נביטה זרעי עגבניה בקרקע טבעית לאחר הדבקה בפתוגן.



דיאגרמה 2. % נביטה זרעי עגבניה בקרקע מעוקרת לאחר הדבקה בפתוגן.

של הפתוגן מונע לחלוטין את נביסת הזרעים במצע גידול מעוקר — נערך ניסוי בדבר השפעת ריכוזים הולכים וקטנים של הפתוגן על זרעי הזנים העמידים והרגישים (עמידות עלווה). ניסוי זה נערך בצלחת סטרי ממולאות אדמת חול של רחובות, מעוקרת ולא מעוקרת, הנמצאת ברוויה, בכל צלחת הושמו 30 זרעים מחוטאים, והריכוזים הנבדקים היו מ-10² עד 10⁸ חידקים בסמ"ק. תוצאות הניסוי מסוכמות בדיאגרמות 1 ו-2.

תוצאות הניסוי מורות, שבקרקע מעוקרת נפגעת ההצצה של שני הזנים — אולם במידה שונה; בקרקע טבעית שומר הזן רחובות 13 על עמידותו כלפי מחולל הניקוד הבקטרי, ואילו הזן VF-198 רגיש בכל תנאי.

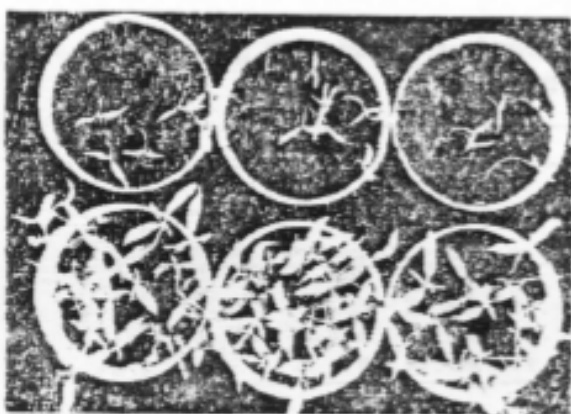
ג. הצצת נבטי עגבניות בקרקע טבעית ומעוקרת המאולחת בפתוגן

משנמצא, כי הפתוגן משפיע על נביסת זרעי העגבניה — נבדקה השפעתו על הצצת נבטי עגבי בית הסמונים במצע הגידול. 32 זרעי עגבניה הושמו ברווחים שווים ביניהם בעזרת מכשיר פיזור, בכל עציץ או דפוס מטיפוס חישתיל, העציצים והדפוסים של הזנים הנבדקים אולחו בתרחיפי הפתוגן, ואילו זרעי ההיקס הושקו במי ברז רגילים. שבועיים לאחר ההצצה נספרו הנבטים ונחלשו. תוצאות ניסוי מסוכמות בסבלה 1 ומודגמות בתמונה 1.

טבלה 1. הצצת נבטי עגבניה בקרקע טבעית או מעוקרת, מאולחת במחולל הניקוד הבקטרי.

הצצה	הגנה	
	הצצה טבעית	הצצה מעוקרת
היקס	100	100
ר.ח. 13	100	100
VF-198	100	0

אחידות שונות בכל סוג קרקע בנפרד — מסמלות הריש מובהק ברמה P = 0.05.



תמונה 1. השפעת אילוח בפתוגן על הצצת זרעי עגבניה בקרקע טבעית. למעלה — VF 198; למטה — רחובות 13.

תוצאות ניסוי זה מצביעות על כך, שקיימת השפעה בולסת (אף כי חלשה יותר מאשר במערכות שבהן נמצאים הזרעים על-פני השטח) על הצצת נבטי עגבניה, הזן מהזן העמיד והזן מהזן הרגיש, מאדמה מעוקרת ומאולחת במחולל המחלה. אולם כאשר האדמה אינה מעוקרת — זרעי הזן בעל עמידות העלוה למחולל המחלה עמידים ומציינים בדומה להיקס הבלתי מאולח.

ד. הצצת נבטי ענבניה בדפוסי כבול מעוקרים ובלתי מעוקרים ומאולחים בפתוגן או בספרופיט נוכח התרחבות השימוש במצעים מנוחקים במשתי לות ענבניות בישראל — נבדקה השפעת הפתוגן

על הצצת נבטי ענבניה בדפוסי כבול מסחריים. דפוסי הכבול הרגילים והמעוקרים הותפחו בתרחישי החידקים המתאימים בנפרד, ו-5 זרעים הושמו בכל דפוס. כעבור שבועיים מההצצה נספרו הנבטים. תוצאות ניסוי זה מסוכמות בטבלה 2.

ט ב ל ה 2. הצצת נבטי ענבניה בדפוסי כבול מעוקרים ובלתי מעוקרים המאולחים בפתוגן או בספרופיט.

ט ב ל ה 2					
כבול בלתי מעוקר			כבול מעוקר		
היקף	ספרופיט	פתוגן	היקף	ספרופיט	פתוגן
77.5 ב	60.5 ב	25.3 א	77.5 ב	76.9 ב	60 א
70 ב	68.6 ב	68.3 ב	80.8 ב	80.1 ב	58.3 א

בעלי צמחי ענבניה צעירים גורמת את נינוסם (9) — נבדקה השפעת הפתוגן הנוכח בקרקעות בעת הנביטה על מידת התפתחותם של הצמחים שנבטו בקרקעות אלו למרות האילות. עלי הצמחים היו פטורים מסימפטומים, מכיון שבמשך כל זמן הגידול לא היו מים חפשיים על פניהם. הנבטים מניסויי האילות בקרקעות מעוקרות ובלתי מעוקרות דוללו לנבט אחד לעציץ וגודלו בחממה עד הושפעת התפחתה הראשונה. עלי הצמחים וגבעוליהם נאספו בנפרד, יובשו בתנור, ונקבע משקלם היבש — והוא מסוכם בטבלה 3. ההשפעה על גבהם מודגמת בתמונה 2.

אותיות שונות בכל סוג כבול מסמלות הפרש מובהק ברמה $P = 0.05$.

תוצאות ניסוי זה מדגישות אף הן את התופעה של פגיעה בהצצה במצעים מעוקרים; ואילו במצע בלתי מעוקר שמרו זרעי הון רחובות 13 על עמידותם בפני הפתוגן.

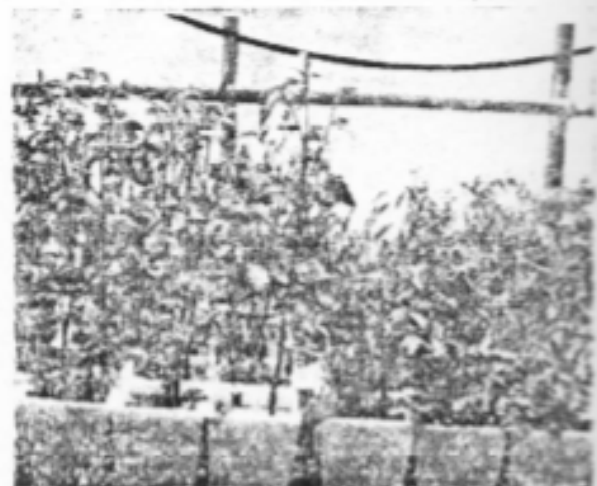
ה. השפעת אילוח קרקע לפני הנביטה על משקל צמחים הגדלים באותה קרקע ופטורים מסימפטומים בנוף מכיון שידוע, כי פגיעת מחלת הניקוד הבקטרי

ט ב ל ה 3. השפעת אילוח קרקעות בפתוגן על משקלם היבש של צמחי ענבניה שגדלו באותן קרקעות.

ט ב ל ה 3					
משקל יבש, גרמים					
אדמה בלתי מעוקרת			אדמה מעוקרת		
אילוח לא	אילוח לא	אילוח לא	אילוח לא	אילוח לא	אילוח לא
בפתוגן	בפתוגן	בפתוגן	בפתוגן	בפתוגן	בפתוגן
5.63 ב	3.97 א	80.15	6.53 ב	5.05 א	עלים
2.82	2.18 א	80.4	3.57 ב	2.87 א	גבעול
4.42 א	4.25 א	95.76	4.72 א	4.52 א	רחובות 13 עלים
2.07 א	2.55 א	95.95	2.97 א	2.85 א	גבעול

אותיות שונות בכל חלק צמח ובכל סוג אדמה בנפרד, המלות מספרים, מסמלות הפרש מובהק ברמה $P = 0.05$.

תוצאות ניסוי זה מצביעות על התופעה, שנוכחות פתוגן העלים בקרקע גורמת הפחתה בנופו של הצמח הגדל בקרקע מאולחת זו, גם אם המחלה אינה באה לידי ביטוי בצורתה המקובלת על נופו העל-קרקעי של הצמח.



2. תמונה השפעת אילוח הקרקע לפני הנביטה על גובה צמחים הגדלים בה ופטורים מסימפטומים בנוף. מימין — מאולח; משמאל — היקש.

דיון

מכיון שמחולל הניקוד הבקטרי גורם מחלת עלים ואינו מקובל כפתוגן הגורם מחלות קרקע — טרם נחקרו הדיבטים השונים של יחסיו עם זרעי העגבניה הנובטים ועם שרשיה. בעבודה זו הוכח לראשונה, שלפתוגן עלים זה השפעה ניכרת על זרעי עגבניה הנמצאים בשלב הנביטה.

כאשר ריכוז הפתוגן הנוכח על הזרע הנובט ובסביבתו הוא רב — חלה תמותת נבטים; וכאשר הריכוז מועט — חלה פחיתה ניכרת באחוזי התצעה במנבטה. תופעה מניעת הנביטה מתבטאת באופן מעשי באי הנחת הנצרון והשרשון מתוך הזרע הנמצא בתהליך נביטה. יחד עם זאת, אי הצעת הנבטים קשורה באופן ישיר עם יכלתו הפתוגנית של מחולל הניקוד הבקטרי; שכן ריכוזים גדולים מאוד של מין פסאודומונס שהוא ספרוסיס אינם משפיעים כלל על נביטה זרעי עגבניה. תופעה זו חוזרת על עצמה הן בקרקעות רגילות ובקרקעות מעוקרות והן במצעי כבול מנוחקים רגילים או מעוקרים, אלא שיש הפרשים בשיעור בהצעה בין זנים שונים: זרעי הזן הרגיש (רגישות עלווה) VF-198 נפגעים בכל תנאי הגידול, ואילו זרעי הזן העמיד רחובות 13 נפגעים במידה פחותה במצעי עים מעוקרים (אדמה וכבול) ואינם נפגעים כלל במצעים שאינם מעוקרים, דבר היכול להצביע על מנגנון שונה בין עמידות הגוף לעמידות הקשורה עם נביטה זרעים.

פגישה בהצעה של זרעי עגבניות היא כיום תופעה בעלת משמעות מעטה מבחינה חקלאית, שכן זרעי העגבניות זולים יחסית, ואפשר לזרעם בעודף רב. הפחתה בנביטה, כפי שנחקלה בניסויים שהוצגו, תהיה בעלת חשיבות כלכלית רבה למשתלות עגבניות ולחקלאים הזורעים ישירות בשדה — בעתיד, עם המעבר הצפוי לזני מכלוא (כפי שחל בירקות אחרים) וייקור בולט של הזרעים בשל כך. יונים וחבריו מצאו, שכאשר שדה עגבניות הוא

בעל נגיעות גוף קשה — חלה פחיתה מובהקת בעלוותו, בגובה הצמחים, במשקלם וביבול הפרי המתקבל מאותו שדה (9). בעבודה זו נמצא, שצמחים שהציצו בקרקעות מאולחות וגדלו בקרקעות אלו עד לבגרות ללא תופעה כל סימפטום אפייני של מחלת הניקוד הבקטרי — גופם העלי-קרקעי נפגע והופחת בשיעור של 20%—30%, דבר העלול לפגום ברמת היבול המתקבלת מצמחים אלו.

תופעה זו, של אפקט סובי-לאטאלי בצמחים, קשה ביותר להצרכה בתנאי שדה; שכן בהעדר סימפטומים אפייניים למחלה אין כל אפשרות לדעת אם השדה נגוע אם לאו. אף אין כל ידיעה, אם צמצום ביבול מקורו במחלה נסחרת או בגורמים אחרים.

הבעת תודה

תודתנו ליגאל אלעד, ליוורס קפולניק ולצבי ויינג על עזרתם. מחקר זה נתמך חלקית ממענק מס' 823/026 של הקרן למינהל המחקר החקלאי, משרד החקלאות.

ספרות

1. אוקון י., יוניס ה., דבש י., גוק ב., בשן י., הניס י. (1979): פיסילוגיה, אפידמיולוגיה והדברה של פסאודומונס סומטו, גורם מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניות. פיסופרסיטיקה 7: 47—48.
2. אוקון י., בשן י., יוניס ה., דבש י., גוק ב., הניס י. (1980): התפרצות והתפשטות של מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניה בתנאים מבוקרים ובתנאי שדה. „השדה” ס': 1196—1199.
3. בשן י., אוקון י., הניס י. (1978): איך משתמר מחולל הניקוד הבקטרי מעונה לעונה? „השדה” נ"ח: 863—865.
4. בשן י., אוקון י., הניס י., דינור ע. (1977): כיצד נדבקות עגבניות במחלת הניקוד הבקטרי? „השדה” נ"ח: 437—444.
5. בשן י., אוקון י., הניס י., דינור ע. (1978): האפידמיולוגיה והאופי של מחלת הניקוד הבקטרי

- בעגבניה בתנאים מבוקרים ובתנאי שדה. „השדה“
נ"ח: 657—659.
6. דבש י., בשן י., אוקון י., הניס י. (1979):
הישרדות מחולל הניקוד הבקטרי בקרקע ועל פני
זרעים. „השדה“ ס': 597—601.
7. יוניס ה. (1979): אפידמיולוגיה והדברה בשדה
של החידק פסאודומונס טומטו, גורם מחלת הניקוד
הבקטרי בעגבניות. עבודה גמר, הפקולטה לחקלאות.
8. יוניס ה., בשן י., אוקון י., הניס י. (1979):
„רחובות 13“, זן עגבניה עמיד למחלת הניקוד
הבקטרי. „השדה“ נ"ט: 2483—2487.
9. יוניס ה., בשן י., אוקון י., הניס י. (1980):
מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניות — נזקים והדברה
כימית. „השדה“ ס': 1004—1007.

GERMINATION INHIBITION AND PRE-EMERGENCE DAMPING-OFF OF TOMATO
SEEDLINGS CAUSED BY PSEUDOMONAS TOMATO.

Y. Bashan, S. Diab, Y. Okon, H. Yunis*

Inoculation of sterilized or natural soil with Pseudomonas tomato
at concentrations of 10^4 - 10^8 cells/gr soil, inhibited germination
of seeds and caused damping-off of tomato CV. VF-198 susceptible
plants. Inoculation with saprophytic P. fluorescens 10^9 cells/gr soil
did not cause any damage. Germination of seeds of tomato CV. Rehovot-13
resistant to P. tomato was not affected in natural soil, but it was
inhibited when tested in sterilized soil. It was found that plants
which grew asymptomatic from the seedling stage until flowering
in infested soil had 20-30% less foliage when compared with plants
growing in non-infested soil.

* Dept. of Plant Pathology and Microbiology, Faculty of Agriculture,
The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel.