

# הדברת נמטודות יוצרות עפצים משולבת בדישון בכותנה באדמת כבול

מאת יצחק שפיגל, דניאל אוריון, המחלקה  
לנמטולוגיה, מינהל המחקר החקלאי  
יהודה יוחאי, ועדת הניסויים האזורית, הגליל  
העליון\*

בשלושה ניסויי-שדה, שנערכו בשנים 1981, 1982 ו-1983, נזרעה כותנה מהזן SJ2 באדמות כבול בעמק החולה, על שטח מאולח בנמטודות יוצרות עפצים (*Meloidogyne incognita*). שבוע לפני הזריעה ניתנו טיפולים משולבים של צורות דישון שונות עם אדברום ובלעדיו, וכן טיפול נפרד במתיל ברומיד בלבד. כל טיפול נעשה ב-6 חזרות. בשנים 1982 ו-1983 ניתן גם טיפול מוקדם נגד עשבים, במורלין (N.C.20484).

הניסויים לוו במעקבים אחר התפתחות אוכלוסיית הנמטודות, ובסיומם נשקל יבול הכותן. הממצאים החשובים: א) בעית הנמטודה יוצרת העפצים מהווה חלק ממקבץ בעיות קרקע האפייניות לאדמות הכבול, ובעיקר אי-זמינות זרחן לצמח (2); ב) בחלקות שטופלו באדברום היתה דרגת הנגיעות נמוכה בהשוואה לחלקות שלא טופלו; ג) בחלקות שטופלו במורלין היתה רמת העשביה אפסית כמעט לכל אורך הניסוי; ד) בכל החזרות שטופלו במתיל-ברומיד נמצא עיכוב חזק הן בנביטת הכותנה והן בצמיחתה, ומשקל הכותן שנאסף היה המועט ביותר; ה) בטיפולים שבהם שולבו אמוניה נחלית, אשלגן כלורי וסופרפוספט גרגרי עם אדברום — התקבל יבול הכותן הרב ביותר, ודרגת נגיעות השרשים היתה הנמוכה ביותר. טיפול מוקדם ויעיל נגד עשביה, בשילוב אידוי קרקע ודישון מת-אים, בעיקר במנה גדולה של דשן זרחני בפס הזריעה — עשויים להגדיל את יבולי הכותן בשטח מאולח בנמטודות יוצרות עפצים, עד לרמה רווחית.

## מבוא

מאז התגלתה הנמטודה יוצרת העפצים מלודיוגנא אינקוגניטה על כותנה בעמק החולה בסוף שנת 1979 — נערך סקר כדי לאמוד את היקף הנגע, וכן נעשו ניסויי-שדה אחדים כדי לנסות ולמצוא פתרון לבעיה. בסקר נמצא, שהנמטודה מוגבלת לעמק החולה, ומוקדיה מצויים הן בקרקע כבול והן בקרקע מינרלית; וכצפוי, מוקדי הנגע הולכים ומתפשטים (1).

בניסויים שנערכו בשתי העונות שאחר גילוי הנגע ובעיקר ב-1981 נמצא, שאפשר להדביר את הנמטודה ביעילות בטיפול קדם-זריעה בתכשיר לאידוי הקרקע אדברום, ואף התקבלה תוספת יבול ניכרת.

\* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1983, מס' 1471.

אף על פי כן היתה רמת יבול הכותן למטה מסף הרווחיות. לעומת זאת, חיטוי סולרי של הקרקע הביא לידי עלייה מרשימה ברמת היבול, דבר המרמז על מעורבותו של גורם אורגני. השיבוש הרב הנגרם בגין העשביה, בעיקר מיני ירכוז וגומא הפקעים, וכן תכונות הקרקע המיוחדות לעמק החולה (2), הביאו ליד מסקנה שהנמטודה היא רק אחת בתקביץ בעיות קרקע, שאפשר לסלקו בטיפול משולב: מתן קוטלי עשבים, משטר דישון מתאים, והדברת נמטודות.

מטרת הניסויים המתוארים להלן היתה לבחון, בתנאי שדה, את השפעת שלושת הגורמים שצוינו לעיל על צמיחת הכותנה, על יבול הכותן, ועל רמת הנגיעות בנמטודות בשרשים.

## מהלך העבודה

ניסויי הדברת הנמטודה בכותנה נערכו על אדמות כבול בשדות קיבוץ מנרה שבעמק החולה, בשנים 1982 ו-1983, לאחר ניסוי הקדמי באדמות כבול בשדות קיבוץ מחנים בשנת 1981. שטחים מאולחים בנמטודות חולקו לחלקות בגודל 30x4 מ', וכל טיפול ניתן ב-6 חזרות (טבלה 1). הטיפולים נעשו כשבוע לפני הזריעה. טיפולים נגד עשביה שכללו טרפלאן 400 ג'ד' ומורלין (N.C. 20484) 400 ג'ד' שניתן במטרה להדביר את גומא הפקעים — נעשו יומיים לפני הזריעה. יחד עם זריעת הכותנה מהזן SJ2 ניתן בקרקע אלדיקרב (טמיק) בשיעור 800 ג'ד' להדברת חרקים מוצצים. הכותנה נזרעה ב-4 שורות בכל חלקת ניסוי. בשנת 1982 נעשה מעקב חדשי אחר התפתחותם של צמחי כותנה ודרגת נגיעות השרשים בנמטודות יוצרות עפצים, על-ידי דגימת שרשי כותנה מ-5 צמחים עוקבים מכל חלקת ניסוי והערכת דרגת נגיעותם בנמטודות, וכן על-ידי שקילת נוף צמחי הכותנה. כמו כן נדגמו עלים לאנאליזות של אשלגן, זרחן, חנקן ומיקרואלמנטים. בשנת 1983 נעשה מעקב אך ורק אחר התפתחות העפצים על-פני השרשים, על-ידי הערכת דרגת נגיעות השרשים כ-5 שבועות לאחר נביטת הכותנה ומיד בתום איסוף הכותן.

כעבור חצי שנה לאחר התחלת הניסויים נאסף יבול הכותן מ-2 השורות האמצעיות בכל חלקה באורך של 18 מטר, ונשקל. במקביל לניסויי-השדה — נערך ניסוי מעבדתי לבחינת הכושר הנמטוצידי של קוטל-העשבים מורלין (N.C. 20484). עציצי פלסטיק בנפח 2.5 ליטרים מולאו באדמת כבול מאולחת בנמטודות, שנלקחה משטח הניסוי. מורלין הוכנס לעציצים בכמויות משתנות: 1, 5, 25 או



טבלה 1. פירוט הטיפולים בניסויי הדברת נמטודות יוצרות עפצים בכותנה (מנרה, 1982 ו-1983).

טיפול	דישון חנקני		סופרפוספט, ק"ג/ד'	אשלגן כלורי, 70 ק"ג/ד'	אדברוס, 16 ל"ד'
	הדשן	ל"ד'			
בשנת 1982					
1	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—
3	אמוניה נוזלית	60	300	—	—
4	אמוניה נוזלית	60	300	+	—
5	8-24-0 <sup>1</sup>	130	100	+	—
6	211-37-0 <sup>2</sup>	83	75	+	—
7	—	—	—	—	—
8	אמוניה נוזלית	60	300	+	—
9	8-24-0	130	100	+	—
10	11-37-0	83	75	+	—
בשנת 1983					
1	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—
3	אמון חנקתי	60	מ <sup>3</sup> 120	+	—
4	אמון חנקתי	60	מ120	+	—
5	—	—	מ120	+	—
6	—	—	מ120	+	—
7	—	—	—	+	—
8	—	—	—	+	—
9	—	—	מ120	—	—
10	—	—	מ120	—	—
11	8-24-0	220	—	+	—
12	8-24-0	220	—	+	—

<sup>1</sup> דשן המכיל  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

<sup>2</sup> דשן המכיל חנקן אמוניאקלי הקשור לתחמוצת הזרחית. כמחצית מהזרחן — בצורת פוליספסט.

<sup>3</sup> מ—סופרפוספט משולש, מכיל 45% זרחן (פי 2.5 מאשר בסופרפוספט רגיל).

<sup>4</sup> מ"ב — מתיל-ברומיד, 50 ק"ג/ד'.

125 מ"ג לעציץ (המנה שוות-הערך בשדה היא 2—4 מ"ג לעציץ).  
יומיים לאחר הטיפול נזרעה כותנה מהזן SJ2, וכחודש וחצי אחר-כך  
נמדדו גובה הצמחים, משקלי הנוף והשרשים, והוערכה דרגת נגי-  
עוהם של השרשים בנמטודות יוצרות עפצים.

#### תוצאות

##### ניסויי-שדה בשנת 1982

כחודש לאחר הנביטה כבר אפשר היה להבחין במספר תופעות  
בולטות, שנמשכו לכל אורך הניסוי, כלהלן.

(א) נגיעות השרשים בנמטודות יוצרות עפצים היתה מועטה, יחסית,  
ברוב הטיפולים, כולל בחלקות ההיקש. ברם, צמחי כותנה  
שגודלו בחלקות גובלות עם חלקות הניסוי ולא טופלו נגד עש-  
כיה במורלין או באחד מטיפולי הניסוי — היו נגועים בנמטר-  
דוה בדרגת נגיעות גבוהה ביותר.

(ב) כמות העשיבה היתה אפסית, ביחוד בחדשים הראשונים, בכל

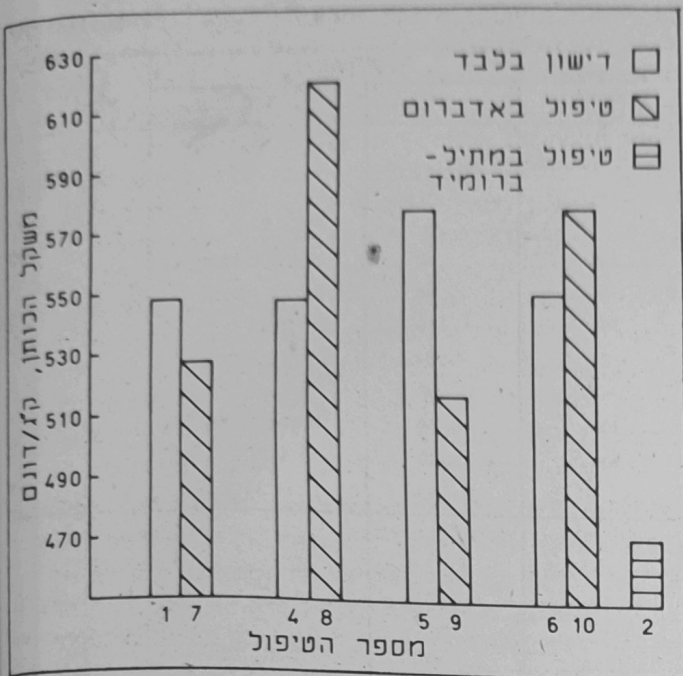
חלקות הניסוי. חלקות גובלות עם הניסוי, שכאמור לא טופלו  
במורלין — סבלו קשות מגומא הפקעים וממיני ירבח.  
(ג) בכל החזרות שטופלו במתיל-ברומיד (טיפול 2) היה עיכוב חזק  
הן בנביטה והן בצמיחה של הכותנה. הדבר מתבטא במשקלי  
נוף מועטים לכל אורך הניסוי ובמשקל הכותן המועט ביותר  
בסיום הניסוי (דיאגרמה 2).

מהתוצאות שהתקבלו במהלך הניסוי מסתבר, שאין מיתאם בין  
משקלי נוף הכותנה לבין דרגות נגיעות השרשים בנמטודות. באותן  
חלקות ניסוי שטופלו באדברוס היו דרגת נגיעות בנמטודות נמוכה  
יותר ומשקלי נוף גדולים יותר, ללא תלות בדישון, לעומת חלקות  
ניסוי סמוכות שבהן לא ניתן טיפול באדברוס. אף לא היה מיתאם  
בין משקל נוף הצמחים לבין משקל יכול הכותן. ממוצעי משקל  
הכותן בטיפולים השונים (דיאגרמה 2) מראים מיתאם טוב יותר עם

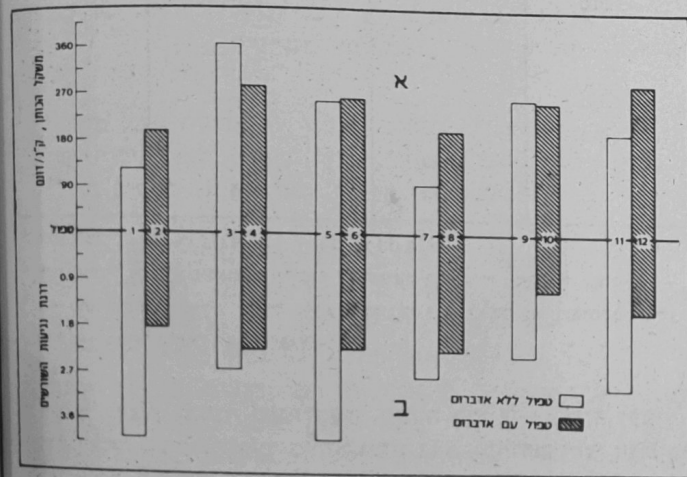
(המשך בעמוד הבא)

# הדברה משולבת של נמטודות יוצרות עפצים בכותנה באדמת כבול

(המשך מעמוד קודם)



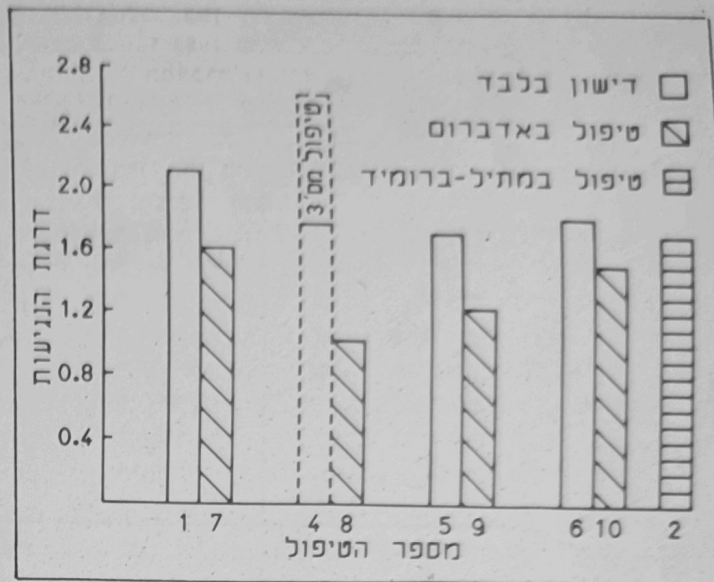
דיאגרמה 2. משקל יבול הכותן שנאסף בתום הניסוי (מנרה, 1982).



דיאגרמה 3. יבול הכותן לעומת דרגת נגיעות השרשים (מנרה, 1983).

## ניסוי מעבדה במורלין

בבדיקת הניסוי המעבדתי של השפעת טיפולי מורלין מסתבר, כי חוץ מטיפול במנה הגדולה — לא היה הפרש בגובה הצמחים במשקל הנוף ובמשקל השרשים. לא נמצאו הפרשים בדרגת נגיעות של השרשים בעפצים ובמספר ביצי הנמטודה ב-3 גרמים של שרש, בין הצמחים שטופלו במורלין לבין צמחי ההיקש. בטיפול במנה הגדולה ביותר (125 מ"ג לעציץ) הובחן פיגור קשה בצמיחת הצמחים, כפי שהתבטא בקומתם הנמוכה (כרבע מגובה צמחי שאר הטיפולים), במשקלים ירודים של הנוף והשרשים (פחותים בכשליש ממשקלי הצמחים בשאר הטיפולים), ובצמיחת עלים מעוותים.



דיאגרמה 1. דרגת נגיעות של שרשי כותנה כפי שנקבעה בסיום הניסוי (מנרה, 1982).

ממוצעי דרגות הנגיעות בנמטודות (דיאגרמה 1). דוגמה: בטיפול 8 (אמוניה נחלית + סופרפוספט + אשלגן כלורי + אדברום) היתה דרגת הנגיעות בנמטודות הנמוכה ביותר (1.06), ומשקל הכותן היה הרב ביותר (619 ק"ג/ד').

באנאליות שנעשו בנוף צמחי הכותנה, לא מצאנו הבדלים ברמות אשלגן, זרחן, חנקן ומיקרואלמנטים, בטיפולים השונים.

## ניסוי-שדה בשנת 1983

כחודש לאחר הנביטה כבר אפשר היה להבחין, כי לפנינו חלקה בעייתית, והגורם הדומיננטי המעכב את גדילת צמחי הכותנה אינו הנמטודות כי אם זמינות הזרחן לצמח (2). בכל החזרות שלא טופלו בזרחן (טיפולים 1, 2, 7 ו-8) היה עיכוב חזק ביותר בגדילה, והוא התבטא בנבילה מוקדמת ביותר של רוב הצמחים ובהתפתחות גרועה של יתרם. באותן חלקות שקיבלו זרחן היתה התפתחות הצמחים טובה יותר, אף כי שיעור גדילתם לא הגיע לזה של צמחי כותנה שגדלו בשדות סמוכים. נגיעות השרשים בנמטודות יוצרות עפצים היתה מרובה, יחסית, ברוב הטיפולים, ובחלקות ההיקש הגיעה דרגת הנגיעות הממוצעת ל-4.0 (דיאגרמה 4). טיפולים באדברום הורידו את דרגת הנגיעות במידה ניכרת, לעתים לכדי מחצית דרגת הנגיעות הממוצעת בטיפול הדישון המקביל, ללא אדברום (דיאגרמה 4). יבולי הכותן היו דלים ביותר ושיקפו את העיכוב בצמיחת הכותנה בחלקה זו במשך העונה (דיאגרמה 3). עיון בנתוני יבול הכותן מעלים כי הטיפולים באדברום לא הגדילו את יבולי הכותן כאשר הזרחן היה זמין לצמח (טיפולים 3, 4, 5, 6, 9 ו-10). האפקט החזק ביותר של אדברום היה בחזרות שלא טופלו כלל בזרחן (טיפולים 1, 2, 7 ו-8), או כאשר הזרחן ניתן כתמיסת 8-24-0 ולא כזרחן גרגרי (טיפולים 11, 12).





## דיון ומסקנות

תוצאות ניסויי-השדה שהובאו בזה זו מוכיחות, כי העיכוב בצמיחת הכותנה והפחיתה ביכול הכותן הם תוצאה של תקביץ בעיות בקרקע, שבו הנמטודות הן גורם חלקי בלבד. הבעיה העיקרית היא, כנראה, תכונת הקרקע המיוחדת לאדמות הכבול, כפי שהגדיר אורי גפן (2): אי-זמינות הזרחן לצמח הנובט מעכבת את גדילתו וגורמת במקרים רבים הפסקה מוחלטת של גדילת הצמח. טיפולים בזרחן במנה גדולה בפס הזריעה — משפרים במידה ניכרת את המצב (דיאגרמה 3ב). בשטחים בעייתיים פחות, כפי שהודמנו לנו בניסויי-השדה בשנים 1981 ו-1982, רבה יותר השפעת הנמטודות לעיכוב הצמיחה. בכל ניסויי-השדה הוכח שוב, שטיפולים באדברום הורידו את רמת אוכלוסיית הנמטודות יוצרות העפצים, אולם לא הדבירה כליל. שילוב של אדברום עם דישון מתאים הגביר את סובלנותם של צמחי הכותנה לנמטודה יוצרת העפצים ששרדה בקרקע, ויתכן שהקטן את אוכלוסייתן. מסקנה זו מתקבלת מתוך התוצאות מטיפולים שבהם שולבו דשנים עם אדברום ובהם התקבלו יכולים גדולים של כותן יחד עם הפחתה ניכרת של אוכלוסיית הנמטודות (טיפולים 8, 10 בשנת 1982 וטיפולים 3, 4, 5, 6 בשנת 1983). (דיאגרמות 1, 2, 3). בזמן האחרון פורסמו בארה"ב ראיות, כי טיפול משולב באמוניה נוזלית ובחמרי אידי מפחית את אוכלוסיית הנמטודות יוצרות העפצים ומגדיל את יכול הצמח שנתקף בנמטודות (3). מאידך גיסא, טיפול באמוניה נוזלית בלבד אינו מפחית את אוכלוסיית הנמטודות ולעתים אף גורם את הגדלתה (3). ממצאים דומים לאלה התקבלו גם בניסוי בשנת 1982 (טיפולים 3, 4, 8, דיאגרמה 2) וגם בניסוי-שדה הקדמי שנערך בשנת 1981 בעמק החולה (בעזרתו הרבה של אושר רוזן מקיבוץ מחנים) והדומה במתכונתו לניסוי שנערך בשנת 1982. ממצא חשוב נוסף הוא, שטיפול מוקדם נגד עשביה ובעיקר נגד גומא הפקעים, במורלין (N.C. 20484), מדביר ביעילות את גומא הפקעים ויחד עם זה מפחית את אוכלוסיית הנמטודות ומביא לידי צמיחה נמרצת של צמחי הכותנה וקבלת יכול רב של כותן. ראוי לציין כי על אותן חלקות שלא טופלו במורלין בשנים שעבר

רו, וכפי שכבר צוין — גם בשטחים הגובלים עם חלקות הניסוי בשנים 1982 ו-1983 שלא טופלו בחומר זה — התקבל יכול כותן אפסי. ניסויי המעבדה הוכיחו, כי לקוטל-העשבים מורלין כנראה אין השפעה נמטוצידית ישירה; אולם מכיון שגומא הפקעים, שהוא עשבי-הבר העיקרי בשטח, משמש פונדקאי לנמטודה יוצרת העפצים — השמדתו מפחיתה את המידבק הטבעי של נמטודות בשדה. בניגוד למצופה, טיפול במתיל-ברומיד (טיפול 2, דיאגרמה 2) גרם האטה ניכרת בגדילת הכותנה והפחתה ביכול הכותן (כ-  $\frac{1}{3}$  פחות מבטיפול שנתן את היכול המרבי). יתכן שזה בשל השמדת מיקרואורגניזמים המצויים בקרקע והחיוניים לגדילת צמח הכותנה (מיקוריה?). או מחמת רעילות ישירה לצמח. לסיכום: טיפול מוקדם ויעיל נגד עשביה, בשילוב עם אידי קרקע או טיפול בנמטוציד אחר, וכן דישון מתאים, בעיקר ברמות גבוהות של זרחן בפס הזריעה — יכולים להגדיל את יכול הכותן, בשטח מאולח בנמטודות יוצרות עפצים, לרמה רווחית.

## הבעת תודה

תודתנו נתונה למאירה סולמי, לליליאנה סיסרו ולמישאל מרדכי מהמחלקה לנמטולוגיה, ולצוות המחלקה החקלאית של מפעלי ברום ים-המלח, על עזרתם בביצוע המחקר, ולאוסר רוזן — על עזרתו בביצוע ניסוי-השדה אשתקד. מחקר זה מומן מהנהלת ענף הכותנה וממפעלי ברום ים-המלח.

## ספרות

1. אוריין ד., רוזן א., קרול א., ניסים-ביסטריצקי ד., הוכברג ר. (1981): הנמטודה יוצרת העפצים היתה למזיק מסוכן בכותנה. "השדה" כ"א 1408—1410.
2. גפן א. (1983): לגידולים על כבול בעייתי בחולה דרוש שפע זרחן. "השדה" ס"ג 2682—2683.
3. Rodriguez-Kabana, R., P.S. King and R.H. Pope (1981). Nematologica, 11, 27—43.

# סירפאס

קוטל עשבים המיועד להדברת עשבים חד שנתיים בעיקר דגניים, וכן להדברת עשבים רב שנתיים — דורת ארס צובא (כוסאב) וגמא הפקעים (סעידה)

בשטחי  
תירס



כלאימכורט בע"מ  
לוחסמבורג כימיקלים

ח.ד. 3, תר אביב תיקוד. 61000. טל. 336566

