

# הכותנה והגורמים המגבילים את גידולה בארץ

י. ריבנאי

עם המאמצים להדוש גידולי הכותנה בארץ ישראל נתקלו חקלאינו במכשולים רבים. הקשה בהם היה הנזק שנגרם על ידי חרקים, וביחוד ע"י התולעת הזיפית שעלולה להשמיד את כל היבול. במשך שלש שנים הצליחו להדביר אותה, אולם בשנה האחרונה שוב לא פעלו האמצעים שהיו נוהגים להדבירה בהם. עתה יש למצא אמצעי הדברה חדשים נגד מזיק רציני זה כאם ברצוננו להמשיך לגדל כותנה.

בשנים האחרונות חל מפנה יסודי בחקלאות ארצנו. המשק היהודי שבימי המנדט התבסס על הדרים ועל משק מעורב, פנה לגידולי תעשייה, ומהם התקבל ביותר גידול הכותנה. אם בשנת 1951 רק הוחל בניסויים ראשונים לגדלה, הרי ב־1955 כבר סיפקה הארץ אחוז ניכר למדי מתצרוכתנו בסיבי כותנה. טיב התוצרת לא נפל מזה של ארצות אחרות, והיבולים היו גבוהים. גורמים אלו עודדו את החקלאים, וביזמת משרד החקלאות הוגדל ב־1956 שטח גידול הכותנה בארץ ל־60 אלף דונמים. שטח זה צריך היה לפי החישובים לכסות רוב תצרוכתנו בסיבי כותנה.

הכותנה עלתה יפה, הצמחים התפתחו היטב ואפשר היה לצפות ליבול יפה, אך פתאום הופיע באחד מאיזורי הארץ, והוא האיזור ה"ותיק" בגידול זה, מזיק קשה שפגע בפרחים ואף באלו שהספיקו לחנוט את פריים וליצור אונן ההלקטים המכילים בתוכם את ה"זהב הלבן". מזיק זה פשט בשדות והשמיד את הפרחים וההלקטים.

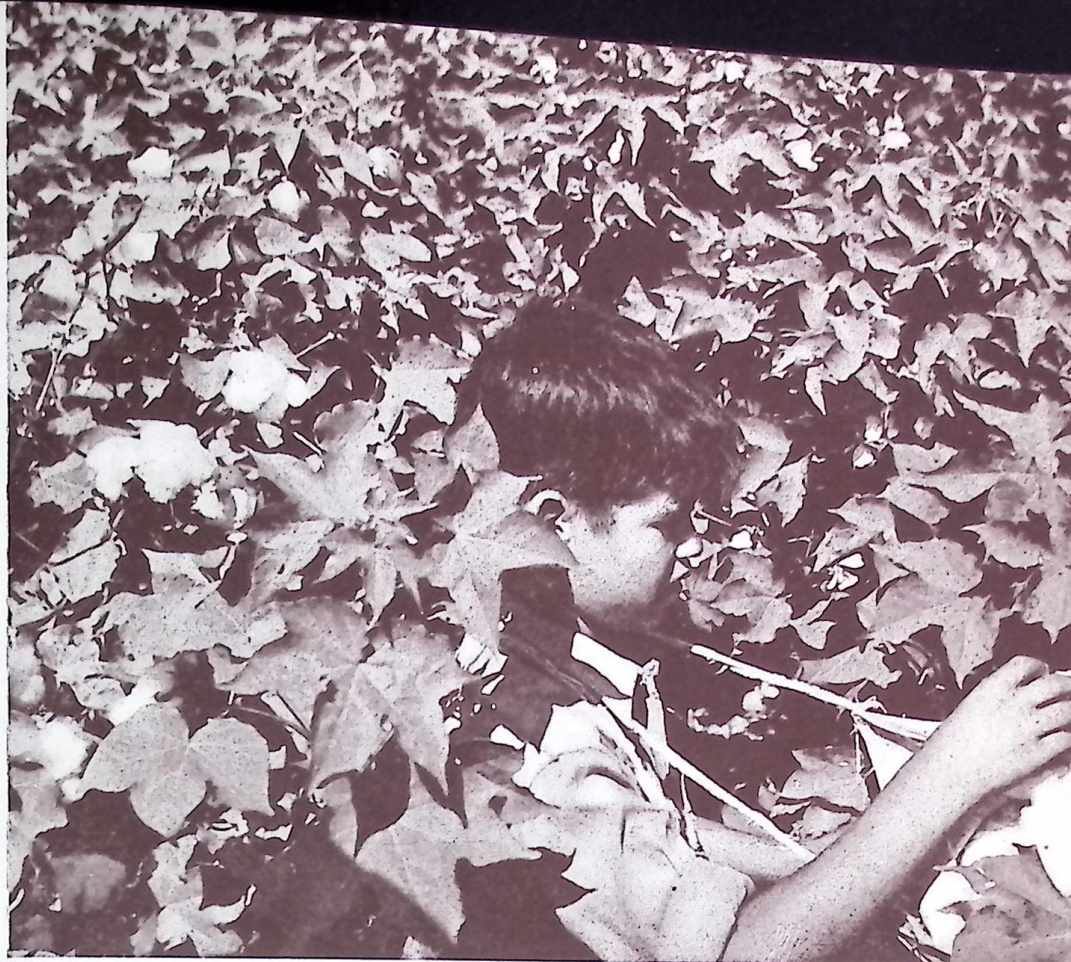
ציבור מגדלי הכותנה שהכיר מזיק זה במשך כל השנים בהן גידל כותנה, עמד נדהם בפני הנזקים הקשים שנגרמו השנה. הנה גם אשתקד היה קיים מזיק זה ונלחמו בו בהצלחה באותם החמרים ובאותן השיטות שכעבור שנה שוב לא הועילו. ההסברים שניתנו היו שונים וסותרים, ואילו הציבור הרחב הקשה קושיות תמימות ביותר: מניין הופיע פתאום המזיק? האם אינו מצוי בארצות אחרות? כיצד מתגברים עליו במקומות אחרים? ואיך מצליחים לגדל כותנה במצרים מבלי שנשמע על קשיים כאלה?

כדי לענות על כל השאלות הללו, מן הראוי לעמוד על הבעיה ביתר אריכות.



כותנה בשלה ראויה לאסיף





אסוף כותנה

### על הכותנה

מקור הצמח ותפוצתו. צמחי בר של כותנה נמצאים בארצות הטרופיות, הן בעולם הישן והן בעולם החדש. כנראה שעוד בתקופה קדומה אימץ לו האדם את הצמח הזה להרבותו לשם ניצול ציציות הסיבים הדקים והארוכים, בהם מצוידים זרעיו, ציציות שבאו למען הקל על פיזורם ותפוצתם של הזרעים.

בהודו היה גידול הכותנה ידוע בחקלאות כ־1800 שנה לפני הספירה. במאה השנייה והראשונה לפני הספירה, החל גידול זה מתפשט מהודו בכיוון למערב, דרך פרס ועירק, ולארצות הים־התיכון הגיע כנראה רק במאה הראשונה לספירה. לספרד הובא הצמח ע"י הערבים במאה התשיעית, ויחד עם זה גודל בארצות אמריקה באופן בלתי תלוי. ידוע כי בארץ גידלו את הצמח בימי התנאים — ובכלאים פז' מב' אנו מוצאים: "רבי מאיר אומר: אף צמר גפן אסור שאינו מקדש את הכרם". לפי נתוני המסחר בין סוריה ואיטליה מסתבר שבמחוז עכו גידלו כותנה במאה ה־12 לספירה. מן הנסיונות המיוחדים לגידול כותנה נערך הראשון בתחנת הנסיונות בגבת ב־1927—1930. תיאור בוטני. צמח הכותנה הוא שיח רב שנתי בגובה של 1—1.5 מטר בערך. עליו גדולים, דמויי כף יד עם 3 אונות חדות. יש ולאונות הצדדיות מתוספות גם אונות משנה קטנות, ויחד הן יוצרות עלה הדומה לעלה הגפן, ומכאן השם העברי של הכותנה "צמר גפן". פרחי הכותנה גדולים ונאים, צבעם לבן צהבהב המוריד אח"כ. הפרי הוא הלקט כדורי הנחלק ל־4—5 מגורות. בהבשלה הוא נפתח ומכל מגורה מבצבצת פקעת דלילה של צמר גפן אשר בתוכה חבויים הזרעים הגדולים והשחורים — כחצי תריסר בכל פרי. הסיבים מחוברים היטב לזרע וארכם מגיע ל־20—60 מ"מ בהתאם לזן.

עייבוד הקלאי. הגם שצמח הכותנה הוא רב שנתי, מגדלים אותו כצמח חד שנתי, כי נתברר שבשיטה זו הוא מניב יכולים גבוהים יותר. זורעים כותנה בשורות במרחק של מטר אחד, ואת הצמחים הצעירים מדללים אח"כ בשורות, ומשאירים רווח של 40—50 ס"מ מצמח לצמח.

הצמח דורש הכנה טובה של הקרקע, אדמה דשנה וטיפול קפדני בזמן הגידול. תנאי האקלים הדרושים לו הם טמפרטורה נוחה לגידול במשך 6 חדשים לפחות, ומזג אויר יבש בסוף תקופת הגידול כדי לאפשר להלקטים להיפתח ולהבשיל. במקרה שכמות הגשמים היא למטה מ־25 מ"מ יש צורך בהשקאה בעונת הגידול. הנביטה חלה כשבוע אחרי הזריעה ועונת הגידול נמשכת כ־5—6 חדשים בהתאם לזן.

אצלנו זורעים בדרך כלל באפריל, והקטיף מתחיל בספטמבר ונמשך עד נובמבר.

אין הצמח יוצר את פרחיו בבת־אחת, אלא בקומות. בעוד שבקומה התחתית יש כבר הלקטים, הרי בקומה העליונה עוד יש פריחה, וזה נמשך כל זמן שתנאי האקלים וההשקאה מתאימים. מתוך האמור לעיל, ברור שאף ההבשלה אינה אחידה וקיימים מספר קטיפים, היכולים להגיע ל־4 בשנה.

היבול הממוצע נע בתחום 80—150 ק"ג סיבים עם גרעינים לדונם. 100 ק"ג לדונם נחשבים ליבול ממוצע רצוי ואילו במצרים ובארצות־הברית הממוצע של סיבים בלי גרעינים הוא 75—80 ק"ג לדונם.

במשך 3 השנים האחרונות נתקבלו בארץ יכולים של 200—450 ק"ג כותנה לדונם ושליש מזה סיבים נקיים בלי גרעינים. דחינו יכולים הגבוהים מאלו המתקבלים במקומות אחרים. הערך הכלכלי. בין גידולי השדה השונים עומד גידול הכותנה בראש מבחינה ערכו הכלכלי. במשך שנים רבות נח



שבה הכותנה למוצר יקר מאד, בגלל הקושי שבהפרדת הסיבים מן הורעים, ובמידה ידועה גם בגלל הצורך בעבודת ידים בקטיף הכותנה. בגלל שני הגורמים הללו, התפשט גידול הכותנה בהצלחה בעיקר בארצות בהן היתה קיימת עבודת ידים זולה. עם המצאת המכונה להפרדת הסיבים ב-1793, נתנה תנופה ניכרת להתקדמות הענף. המכונה חוללה מהפכה בתעשייה זו, שקיבלה חשיבות ממדרגה ראשונה הן באירופה והן באמריקה, והגידול התפשט בארצות רבות בכל חלקי תבל, בהן שוררים תנאי אקלים מתאימים.

בראש ייצור הכותנה בעולם עומדות: ארה"ב, הודו-פאקיסטן, רוסיה, סין, מאנטשוריה, מצרים ובראזיל. תעשייה השימוש העיקרי של כותנה הוא ליצירת אריגים ממינים שונים. ע"י טיפול בלומאן הנתרן (סודה קאוסטית) מקבל הסיב ברק משי, ומשמש לתעשיית משי מלאכותי. צמר-גפן סופג מייצרים מן הכותנה ע"י ניקוי קפדני והרחקת השכבה השומנית מתוכה. סיבי הכותנה הם צלולוזה כמעט טהורה, ומהווים חומר גלם לכל התעשייה המבוססת על צלולוזה. מן הורעים מפיקים את שמן הכותנה המשמש למאכל כשמן נוזלי, או להכנת מרגרינה ולתעשיית הסבון. בגרעינים הנשארים לאחר הסחיטה, משתמשים ככוספה משובחת ועשירה בחלבונים להזנת בקר או כחומר זיבול.

### מזיקי הכותנה

בעולם. כל ארץ המגדלת כותנה נאבקת במזיקים המחבלים בצמח זה ומשמידים אותו ואת יבולו. בארצות הברית, למשל, מונים כתריסר מזיקים רציניים בכותנה, מהם המוצצים את מיץ הצמח, אחרים המכרסמים את עליו, ויש הנוברים בפרי וחדורים לתוך זרעיו. הנזק עלול להיות רב עד למאד במקרה שאין משתמשים באמצעי הדברה. בארצות הברית הנזק הנגרם רק ע"י חידקונית הכותנה *Phytonomus grandis* הידוע בשם האנגלי Boll weevil ותולעת הכותנה *Heliothis armigera* עלול להגיע ל-85%—100.

מצרים ארץ הכותנה נאבקת זה שנים רבות בתולעת הכותנה (*Prodenia litura*), וממשלתה הוציאה ומוסיפה להוציא סכומים גדולים למחקר המזיק הזה ודרכי הדברתו. מזיק זה נחשב כאויב עיקרי של הכותנה ולעת עתה קשה לדבר על הצלחה בהדברתו. [שתי התולעים *P. litura* ו-*H. armigera* מצויות גם אצלנו, אולם כאן נזקן מתרכז בעיקר בגידולים אחרים ואין לטעות ולערבבם בתולעת הזיפית כמדובר להלן].

הדוד נלחמת קשות במינים אחדים מסוג התולעת הזיפית *Empoasca lybica*, וסודאן סובלת מהחידקה הירוקה *Empoasca lybica*, ועושה שמות בגידולי הכותנה שם. היא מצויה גם אצלנו בגדולים שונים וגם בכותנה.

בישראל. בנסיגות המחדשים לגידול כותנה בארץ לפני שלוש-ארבע שנים התברר שגם כאן מחבלים חרקים רבים בצמח זה. משפחת החלמתיים *Malva ceae* שהכותנה משתייכת אליה, מיוצגת ע"י צמחים רבים. נזכור נא שפרחי ההיביסקוס (*Hibiscus*) למיניו הפרחים היפים המקשטים את גינות הנוי בערים, צמחי האלתאה (*Althea*) המזדקרים בין הסלעים במו"דות גבעותינו, הם בני אותה משפחה. והבמיה שהיתה גידול

נפוץ בארץ אף היא מקורבת לכותנה. כל החרקים הנטפלים לצמחים אלה עטו על שדות הכותנה ועשו בם שמות, — ובמקרים רבים כמעט שלא נשאר יכול כי "אכלו העש".

בראשית תקופת הגידול מופיעות על צמח הכותנה כנימות עלה המוצצות את מיצו; אקריות ותריפסים ניזונים על רקמר תי, זחלי פרפרים שונים מכרסמים את הגבעול והעלים, וכשהצמח גדול יותר נוברים הם לתוך הגבעול, ומשמידים את ההלקטים. בעונה מאוחרת יותר נטפלת עליו כנימת העש המתישבת באלפיה על העלים.

בראש רשימת המזיקים, מנקודת השקפה כלכלית עומדת תולעת ההלקט הזיפית *Earias insulana*. וכל שאר החרקים התוקפים את הכותנה הם כאין וכאפס לעומת נזקיה של זו. ואם אין מתגברים עליה, אין ערך בגידול הכותנה. זאת למדו הערבים בארץ, זאת למדנו מן הנסיון שנעשה בגבת ב-1927—30. וזאת נוכחנו השנה כשכל היבול של 15—20 אלף דונם נאכל לנגד עינינו ולא היה באפשרותנו לעצור את ההתקפה.

### תולעת ההלקט הזיפית

תיאור המזיק. תולעת ההלקט, הזיפית, היא דרגה בלתי מפותחת של פרפר לילה ממשפחת Noctuidae. הפרפר הוא יצור יפה עד למאד. ארכו אינו עולה על 12 מ"מ, וכשנפין פרושות לצדדיו הטווח אינו למעלה מ-25 מ"מ. צבע הכנפים והגוף ירוק-בהיר חדרוני כצבע תפוח בוסר. יש שמופיעים פרפרים בעלי צבע צהבהב, או כאלה אשר כתם כחול-כהה להם בכל כנף קדמית — אולם אלה נדירים. בזמן המנוחה הכנפים ניצבות לארכן זו לעומת זו ויוצרות מעין גג קטן על פני גוף החרק, ועל רקע העלה הירוק קשה להבחין בו. הפרפר מעופף בלילה מצמח לצמח ומטיל ביצים מספר ביממה. כל ביצה מוטלת לחדוד כשהיא מוסתרת תחת עלי הגביע או בין עלי הכותרת או במקום נסתר אחר. לגורם זה נודעת חשיבות רבה.

מי שמחונן בעין חדה יכול להבחין בביצה הכדורית השטוחה, במקצת, הירקרקת, ובתלמים הזעירים החרוטים בקליפתם; אפשר לראות זאת היטב בזכוכית מגדלת. מהביצה בוקע זחל באורך מ"מ אחד, לבנבן אפור עם ראש שחור ומבריק. אחרי נשלים אחדים ושינויים בצבע הוא מגיע לגודל של 15 עד 20 מ"מ וצבעו אז חום מן הצד, חום בהיר עד אפור על גבו. ועל טבעות הבטן השניה והשלישית והחמישית כתמים שחורים. הדבר המאפיין את התולעת הזאת ואת בנות סוגה הם "הקוצים". על כל חולית הגוף שורה אחת של ארבע יתדות זעירות — דמויי קוצים (הסיבה לשם הלרעזי *Spiny boll worm*) ועל כל יתד כזו זיף מיקרוסקופי זעיר — מה שהקנה לה את השם העברי התולעת הזיפית.

הגולם: כהה בגבו, חזהו שחור, מצד בטנו ירקרק, ארכו מ"מ 9—11. הפקעת לבנבנת אפורה באורך 12—13 מ"מ, והיא דבוקה לחלקי הצמח עליו התגלמה התולעת. אין לה צורה קבועה ודומה יותר לגרעין גדול של אשכולית. ביולוגיה. הזחל בוקע מן הביצה אחרי שלושה ימי דגירה. והוא מתחיל מיד באכילה. הוא חודר לתוך ריקמת הצמח הרכה, בגבעולים רכים, ואם ישנם פרחים — גם בהם. כאשר הוא גדל



יותר הוא מסוגל לתקוף חלקי צמח קשים יותר והוא חודר דרך קליפת הלקטים המבשילים.

אחרי ימים אחדים של אכילה בלתי פוסקת הוא גדל ומגיע לגודל של סנטימטר ואפשר להבחין בו את צבעו החום, ואת הקוצים אשר מכסים את גופו. בגמר התפתחותו כעבור שבוע עד 10 ימים לאחר בקיעתו ארכו כשני סנטימטרים ואז הוא מוכן להתגלם. לשם כך התולעת עוזבת את פקעת הפרי ויוצאת החוצה להתגלם. היא טווה סביבה פקעת מחוטי משי, טוויה קלושה אמנם, אך שומרת על הגולם מפני אויבים, יובש וכו'. בחום הקיץ נחוצים רק 8-10 ימים עד גמר התפתחות הגולם לפרפר. הוא יוצא אז לחופשי וכעבור יומים או שלושה מתחילה הנקבה במלאכתה, היא מלאכת הטלת הביצים. נקבה אחת יכולה להטיל במשך ימי חייה עד 250 ביצים ולמעלה מזה. אם נחבר את מספר הימים של כל דרגות ההתפתחות נמצא שהתפתחות הפרפר מהביצה עד לבגרות והטלה נמשכת לא יותר מ-20-22 ימים בימי הקיץ החמים. ואם נזכור שתקופת גידול צמחי הכותנה הוא 150 יום נמצא שבעונה זו עלול הפרפר להקים כשבעה דורות. ברור, שלא כל הביצים שנקבה אחת מטילה מתבקעות, ולא כל הזחלים הבוקעים מתפתחים לגלמים וגם בין הגלמים רבה התמותה. אף על פי כן נמצא שאוכלוסית הפרפר הולכת וגדלה יותר ויותר במשך הקיץ, ואם הדור הקיצי הראשון חלש ואוכלוסיות דלילה, הנה דורות הקיץ האחרונים חזקים ואוכלוסיותם צפופה. כתוצאה מזה, קלה הדברת המזיק בראשית הקיץ, קשה להתגבר עליו בסופו.

הנזק וצורתו. במה מתבטאת נזקה של התולעת הזיפית? כאמור אם הצמח צעיר, ורקמותיו עודן רכות, נזקם הזחלים הזעירים לתוך גבעול הצמח, או ענפיו. כל החלק של הצמח מעל מקום הפגיעה מתייבש. אולם עיקר הנזק הוא בפרחים ובפירות. וכשהפרי עודנו קטן, עלול זחל קטן לחבל בו ולהשמדו. נמצא שהצמחים גדלים, יוצרים פרחים, אולם פרי אין. ואם נמלט פרי מהתקפת הזחלים הזעירים, עלול זחל גדול לחדור לתוכו ולחבל בסיני הכותנה בדרגה יותר מאוחרת.

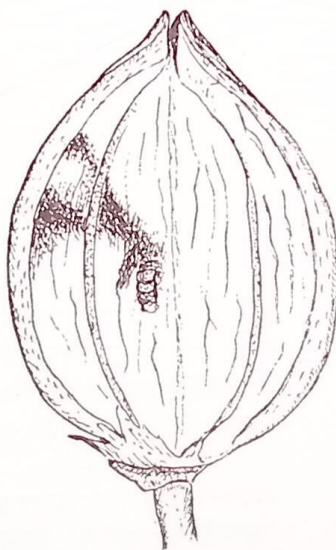
אם נזכור את מהירות התפתחותו של העש, עצמת רבוי וצורת נזקו. לא יקשה לתאר כיצד מסוגלות כמה עשרות נקבות עשים בלבד, אם מניחים להן לפעול באין מפריע, לכלות את יבול השדה כולו או ברובו.

#### הדברת המזיק

רעלי קיבה. המלחמה בתולעת הזיפית קשה בגלל העובדה שגם הביצים וגם הזחל נמצאים על פי רוב חבויים בין העלים או בתוך ריקמת הצמח ואין איבוד או ריסוס מגיעים אליו. אמנם במקרה שהזחל הוא בדרגה יותר מבוגרת ונובר ועובר מפרי לפרי, אפשר להמיתו לפני שחדר לפרי, כשזה מאובק או מרוסס ברעל קיבה. בשעת הנבירה בקליפה המורעלת אוכל הוא גם מעט מהרעל; ואז, אם כמות הרעל גבוהה למדי בהתאם למשקל גוף הזחל, הוא עשוי להישמד. אולם הואיל ועל פי רוב כמות הרעל על פני שטח הקליפה שנאכל היא קטנה עד למאד, הרי שזחלים רבים אינם נשמידים. וגם במקרה שהזחל נשמד, הוא הספיק בינתיים לחבל בפרחים ובפירות רכים אחרים לפני כן בהיותו צעיר מאד. נמצא לכן שהדברה בשיטה זו היא חלקית וחלשה. ואמנם בנסיונות הראשונים לגידול צמר-גפן שנעשו בגבת בשנים 1927-1930 נמצא שאבוקים בתכשירי רעל הקיבה ארסנט-סיד ("אסטרומית") לא גרמו כל הדברה (קוסטרינסקי "השדה" כרך ל"ב חוברת א'). באלגיריה טוענים מגדלי צמר-הגפן שצ"י אבוק בבאירוס פלואוסיליקט או סודיום פלואואלומינט הצליחו להתגבר על התולעת הזאת ומצליחים להציל 80-85% מהיבול. אולם כשאנו שומעים שיבוליהם נדים בין 40-80 ק"ג לדונם (גם אם נקח בחשבון שאלה הם יבולי בעל) מתעורר אצלנו הספק אם באמת מתגברים הם על התולעת. בעיראק הסובלת אף היא ממזיק זה היבול הממוצע הוא בערך 30 ק"ג לדונם.



הלקט כותנה צעיר נתקף על ידי תולעת ההלקט הזיפית



הלקט כותנה פתוח המראה נזק לכותנה על ידי התולעת הזיפית



תולעת ההלקט הזיפית



רעלי מגע. מן האמור לעיל למדנו שהשיטה הטובה ביותר להדברת מזיק זה תהיה השמדת הבוגרים במגע ע"י חומרי רעל סינתטי ועל ידי כך תימנע ההטלה. ואמנם בראשית הנסיונות המיוחדים ב-1951, עם הופעת המזיק בשדות הנסיון שהיו בסכנה, ניסו להשתמש בכמה רעלים סינתטיים מקובלים, ומצא שאין הם פעילים נגד העש. נמצא שעש זה חסון להרבה רעלים מקובלים אחרים, גם החריפים ביותר. נסיונות במעבדה בתקופה מאוחרת יותר, חיזקו את ההשערות האלה והבהירו את הסיבות לכשלון ההדברה ע"י חמרים אלה.

בשנת 1952 הוציאה חברת "היימן" — כיום חברת "של להפ" צת כימיקלים" — תכשיר חדש שהראה כושר מיוחד לקטילת העש הזה, יותר משעשו זאת כל הרעלים האחרים. החומר הזה הוא אנדרין (endrin) שהוא איזומר שונה של החומר דילדרין (dieldrin) — חומר זה הראה פעילות יתר לגבי הבוגרים ופעילות משקעיו נמשכה בשדה יותר מזו של חמרים אחרים, והדות לחומר זה אפשר היה לגדל כותנה בארץ ואף להגיע ליבולי שיא.

### המפנה

המשבר. ביולי של קיץ 1956 הרגישו חקלאי עמק בית-שאן, שהלקטי הכותנה המתפתחים נשמדו ע"י התולעת הזיפית מיד אחרי החניטה, גם ההלקטים שהספיקו להתפתח לפני כן, תולעים מצויות בס; יתר על כן, גם פרחים נשמדים לפני חני-טתם. וכל זה למרות הריסוסים באנדרין כפי שהיו נוהגים לעשות זאת. כשבועיים אחרי הגילויים בבית-שאן, נמצאו סיר-מנים כאלה גם באזורים אחרים בעמק המערבי, ואח"כ בשרון וגם בדרום הארץ. כשהדבר הזה נתגלה, פנו כרגיל למחלקה להגנת הצומח וניתנו הוראות לרסס שוב. ומכיון שגם ריסוסים דחופים לא בלמו את התולעת, נקראו המוסדות המקומיים האחרים לבידור הבעיה. הוזעק גם "אבי הכותנה" בארץ מאר"צות הברית, וגם נציג ה-F.A.O. הופיע לחוות דעה. והדעות היו שונות.

האשמות הדדיות הוטחו בכיוונים שונים, המחלקה להגנת הצומח הואשמה בהזנחה ובאי-עמידה על המשמר. הובעה הדעה שיתכן והחברות הורידו את טיב החמרים; אחרים טענו שהמכונות אינן יוצרות לחץ מספיק ולכן אין הרעל חודר לתוך הצמח בכמות מספקת. החקלאים הואשמו בביצוע לקוי של הריסוסים. המשותף בכל האשמות הללו, היה החיפוש אחרי גורם חיצוני שגרם לנזקים הללו.

לכותב הטורים האלה, לא נראו האשמות האלה מלכתחילה, כי למעשה אותם האנשים טיפלו בעבודה זו אשתקד, באותם החמרים. באותן המכונות, ובאותן השיטות, ואשתקד ולפני שנתים הצליחו להתגבר על המזיק. ולכן הועלתה ההשערה עוד בראשית ההתקפה, שהתולעת התחסנה לגבי האנדרין. השערה זו הפכה לעובדה, לאחר שהוכחה במעבדה.

נסיונות. בספרות המקצועית רבו בשנים האחרונות הד"רים על חסינות (או כפי שקוראים זאת אחרים "תנגדות") מעד בעלי חי לגבי רעלים שונים. עובדה זו אינה חדשה. חקל-אים בארצות שונות היו מעירים שמזיקים שונים נעשים "קשה להמית" באותן השיטות שהיו נוהגים להמיתם בהן.

כבר בראשית המאה גילו אנטמולוגים בארצות הברית שמזיקים שונים פיתחו חסינות לגבי רעלים מסויימים. כנימות מגן מסויימות הראו חסינות למרק קליפורני ולחומצת ציאן, ועש התפוח לגבי ארסן. אולם חשיבות יתר נודעה לעובדה זו כאשר גילו שהחמרים הסינתטיים ד.ד.ט. (D.D.T.), לינדיין (lindane) ואחרים הביאו לידי חסינות בזבוב הבית. תגלית זו הביאה תנופה למחקרים בכיוון חדש והרבה עבודות נעשו ועודן נעשות בשטח זה.

כדי לבאר חסינות מהי, נצא מן ההנחה המקובלת בביולוגיה, שכל היחידות של יצור מסויים, למרות שהן נראות לכאורה שוות, הן בכל זאת שונות זו מזו. והשינויים האלה אינם מוגר-בלים לבנין הגוף והאנטומיה בלבד אלא גם לפיסיולוגיה, כולל חסינות לגבי גורמי חוץ, הן אקלימיים והן כימיים.

אם כך, אפשר לשער כיצד השימוש בחומרי רעל במנות תת-לתאליות הורג את הזבובים החלשים בלבד ומשאיר בחיים את אלה שעמדו בחסינותם נגד הרעל. לזבובים אלה ניתנה האפי-שרות להתרבות כשצאצאיהם יורשים את התכונות האלה. ביורר נוסף חל גם בצאצאים. ונמצא שאחרי דורות מספר אוכלוסיה מסויימת של חרק במקום מסויים מקבלת חסינות לגבי רעל שבה עמו במגע, למרות שבאזורים אחרים, אשר בהם לא השתמשו באותם חומרי הרעל, נשארו החרקים מאותו המין רגישים לרעלים.

במלים אחרות — לפי היפותיזה זו החסינות התפתחה כתוצאה מבחירה חפשית (natural selection), כשהרעל הוא הגורם הבורר. לפי היפותיזה אחרת הרעל משמש כגורם פיסיולוגי להתפתחות החסינות בתוך גוף היצור — דהיינו הרעל הוא גורם מוטגני שיצר מוטנטים חדשים. התיאוריה הראשונה היא המקור בלת ביותר.

רוב העבודות על נושא זה נעשו בזבוב הבית, ומחקרים הראו שבאזורים שונים קיימות שושלות שונות של זבובים החסונים לרעלים שונים. למשל, במקום אחד חסינות לרעל פלוגי, ובמקום אחר חסינות לרעל אלמוני, ובהרבה מקומות אחרים נשארו הזבובים רגישים.

חסינות כללית. כאמור עלול חרק מסויים לקבל חסי-נות לרעל מסויים כשהוא נמצא תמיד תחת השפעתו ואילו לרעלים אחרים הוא נשאר רגיש. אולם נסיונות הראו שחרקים החסונים לרעל אחד, מפתחים בנקל חסינות לרעלים אחרים. זאת ועוד, יש והחסינות שהחרק מקבל אינה מוגבלת לרעל אחד, אלא מקיפה רעלים אחדים בני אותה קבוצה או אפילו רעלים בני תרכובות כימיות שונות לגמרי.

לאור העובדות האלה נחזור עתה לתולעת ההלקט הזיפית. במשך שלוש שנים גידלו כותנה בארץ, והנהגה היה לרסס את השדות באנדרין, כל שבועיים. בראשית העונה נהגו במקומות שונים לרסס גם בחמרים אחרים המכוונים למזיקים אחרים למשל, נגד כנימת העש, התריפס, והאקרית נהגו לרסס בפרתיות. כשהוברר שהתולעת נעשתה יותר "קשה להמית", נהגו במקומות שונים ריסוסים כל 12 ימים וכל 10 ימים. כל הנסיבות הראו שהריסוסים האלה הדבירו במידה רבה את אוכלוסית המזיק, אבל אין כל צל של ספק שאחוז קטן מכל אוכלוסיה נשאר בחיים, ובאחוז הקטן הזה היו פרטים חסונים. והדור שהם



הקימו הכיל אמנם הרבה פרטים רגישים לאנדרין, אבל גם אחוז הולך וגדל של פרטים חסונים. וכך עם כל דור הלכו ורבו העשים החסונים לגבי האנדרין. בשנה זו הגיע מספר הפרטים החסונים בהרבה מקומות ל-100%, במלים אחרות, ישנם שדות כותנה בארץ, אשר בהם האנדרין אינו ממית יותר את העש.

היו שהקשו ואמרו — כיצד התפתחה חסינות כל כך מהר; ואמנם רק שלוש שנים עברו מעת שהתחילו להשתמש באנדרין, אבל אם נביא בחשבון שבשלוש שנים אלה הקים העש למעלה מעשרים דורות, וכשאנו משווים את הנתונים בשטח זה בספרות המקצועית, אנו מוצאים שכנימת המגן האדומה פיתחה חסינות לחומצת ציאן כבר אחרי 17 דורות. וזכוב הבית פיתח חסינות לד.ט.ט. כעבור 15 דורות ולמתוקסיכלור (methoxychlor) (בזכר בים שהיו חסונים לד.ט.ט.) כעבור 5 דורות בלבד. אם כך — מה הפלא שהעשים הבוגרים של התולעת הזיפית פיתחו חסינות במשך 20 דורות.

ואמנם, כאמור לעיל, הנסיונות במעבדה הוכיחו שעשים שנתקבלו משדות כותנה בעמק בית-שאן ושדות אחרים בהם היתה נגיעות קשה לא מתו בכלל כשהובאו במגע עם אנדרין ואילו עשים שנתקבלו ברחובות מפרחי היביסקוס — ברובם הגדול מתו אחרי מגע עם רעל זה.

מאמצים להציל את המצב. אחרי שהוכח שאמנם חסון העש לגבי האנדרין, נתעוררה השאלה של עתיד הכותנה בארץ ואיך אפשר להתגבר על המזיק ההולך ופושט ומשמיד שדה אחר שדה.

יש לציין שבתחנה לחקר החקלאות ברחובות נערכו ניסויים במשך שנתיים כדי לקבוע אילו מהרעלים הסינתטיים המקובלים משמידים את העש ביותר. בניסויים אלה נמצא שחוף מהאנדרין ממיתים את העש לינדיין (lindane), דיזינון (diazinon), מלתיון (malathion) ופרתיון (parathion).

בשני החומרים הראשונים לא השתמשו עד כה משום שפעיר לותם בשדה לא פעלה יותר מיום אחד, ואילו שני האחרונים לא נכנסו לשימוש משום שפעילותם נמשכה 2—3 ימים בלבד, והם בכל זאת פחותי ערך מאנדרין שפעל 4—5 ימים בשדה. אולם עתה, מכיון שהאנדרין איבד את ערכו לגבי העש, הוצעו שני

החומרים האלה כממלאי מקום והוצע לרסס במלתיון או בפרתיון במקום האנדרין. המחשבה היתה אז שהחסינות בעש התפתחה לגבי האנדרין בלבד, ואילו לגבי מלתיון ופרתיון שהם חמרים זרחניים נשארו העשים רגישים. אולם באו אח"כ העובדות וטפחו על פנינו. התוצאות בשדה ובדיקות נוספות הראו שיעי-לות החומרים האלה בשדה אינה מספקת.

בדיקות מאוחרות יותר הראו שבמקומות אחרים כמו בנגב, החסינות היא רק לגבי אנדרין, אבל גם שם המלתיון והפרתיון לא הביאו הדברה שלמה. זהו בגלל שהחומר פעיל זמן קצר בלבד, מכיון שכך מנות הרעל הן קטנות מדי, תת-לחליות, והמות בא באופן אטי אחרי מגע החרקים עם הרעל. והנקבות גם אם מתות אח"כ מספיקות להטיל את מלאי הביצים לפני המות. ההוראות שניתנו לרסס אחת ל-4—5 ימים היו מכוונות לנצל לפחות את היום או היומיים בם נשאר הרעל פעיל.

כשדובר בעתונים היומיים על חוסר האונים של בעלי המקצוע, נמסר כאילו נוסה חומר אחד אחרי השני באופן עוור ללא הצלחה. על כן רצוי לציין שההוראות ניתנו לא מתוך גישוש, אלא על סמך נסיונות קודמים. אולם לצערנו, התפתחו העניינים בשדה במהירות מסחררת, וקצב הניסויים בעבר ובעונה זו לא הדביק את המאורעות וההתקפה הקשה הלכה והתפשטה באזורים שונים.

### הפיכויים לעתיד

הצלחת גידול הכותנה בעתיד תלויה במציאת רעל אשר ימית את העש החסון, ואשר פעילותו בשדה תימשך מספר ימים כדי לקטול את האוכלוסיה אשר לא נפגעה בזמן הריסוס, או שבאה לשטח מן החוץ, אחרי ביצוע הפעולה.

כמרכן נוכל להתגבר על המזיק אם נמצא רעל אשר ימנע את כרסום ההלקטים הרכים והגדולים ע"י הזחלים.

בסוף העונה הזאת, נמצא רעל הממלא תפקיד חשוב במניעת הרס היבול ע"י החרק הזה. עד כמה שחומר זה יפתור את הבעיה בשדות כותנה בעונות יותר מוקדמות, יתברר בשנה הבאה אחרי שהחומר ינוסה בקנה מידה גדול יותר ובזמנים שונים של גידול הכותנה.