

אפלאוד, חומר מעכב גדילה להדברת הכנימה האדומה בהדרים

מאת אילן ירום, דניאל בלומברג, יצחק ישעיה, המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי*

(3, 5). בציקודת האורו החומה, *Nilaparvata lugens* Stål, פוגע אפלאוד בתהליכים המובילים ליצירת פרוסטגלנדינים, וכתוצאה מכך גורם את הפחתת התטולה של המזיק (14). אפלאוד נמצא יעיל בעיקר נגד חרקים מוצצים (Homoptera) כגון כנימות ממוגנות (10), כנימות עש (7, 15) וציקודות (9). לעומת זאת נמצא שאין לו השפעה על הצרעות הטפילות *Encarsia formosa* ו-*Cales noacki* (6), וכן נמצא שרעילותו ליונקים מועטה ביותר (1).

מטרת המחקר הנוכחי היתה – לבחון את יעילותו של החומר אפלאוד נגד דרגות ההתפתחות וכורש הרבייה של הכנימה האדומה, בתנאי מעבדה ובתנאי בית רשת.

חומרים ושיטות

תרחיף אפלאוד 25% א"ר, תוצרת Nihon Nohyaku Co., טוקיו, יפן, ניתן בריכוזים שונים בטבילה או בריסוס. יעילות החומר הושגה וותה לזו של החומר הידוע סופרציד.

לבחינת יעילות אפלאוד נגד הכנימה האדומה שימשו פירות לימון מאולחים בחלים מדרגה ראשונה (בני 3–5 ימים), מדרגה שנייה (9–14 ימים) או מדרגה שלישית (נקבה צעירה וגלמי זכר, בני 21–23 ימים). לימונים אלה שרו במשך 10 שניות בתרחיף אפלאוד – או במים מזוקקים להיקש (טבלאות 1, 2). לאחר יבוש הוחזקו הלימונים בכלים נפרדים לכל טיפול ודרגת כנימות. אחוז התמותה נקבע 3–4 שבועות לאחר השרייה. שיעור התמותה המצטבר לכל חזרה תוקן בהתאם לנוסחת אבוט. ערכי LC_{50} נקבעו בעזרת מחשב (2).

לבדיקת ההשפעה של אפלאוד על יכולת ההשרצה של נקבה שימשו לימונים מאולחים בנקבות מופרות של הכנימה האדומה (בנות 8 שבועות) ששרו במשך 10 שניות בתרחיף אפלאוד בריכוזים של $1 \times 10^{-2}\%$ או $5 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ) או במים מזוקקים להיקש. לאחר יבוש הוצמד ללימון מסביב לכנימות, באמצעות פלסטלינה אינרטי, כלובון פלסטיק שקטרו 35 מ"מ וגובהו 20 מ"מ. המספר הממוצע של זחלנים שבזרצו במשך 23 ימים חושב לגבי כל חזרה (= לימון) בנפרד, והנתונים נבחנו סטטיסטית (2).

לבדיקת השפעת שאריות הרעל על זחלנים של הכנימה האדומה השתמשו בשתילי הדרים מהזן מיכל על כנת וילקינסון בני כ-18 חודש. השתילים רוסו עד נגירה בתרחיף אפלאוד בריכוז של $1.25 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ) או במים מזוקקים להיקש. הצמחים המרוססים הוחזקו בבית רשת מונעת חדירת חרקים (גודל חורים – כמ"מ אחד) והושקו בטפטוף עם בקרה אוטומטית (90 שניות בכל 12 שעות; טפטפות של ליטר אחד בדיקה). הטמפרטורה והלחות היחסית נרשמו

חומר ההדברה החדשני אפלאוד (*buprofezin*; Applaud®) מקבוצת החמרים מעכבי הגדילה, נגד הכנימה האדומה, *Aonidiella aurantii* (Maskell) בהדרים, נבדקה בתנאי מעבדה ובתנאי בית רשת. קטילת דרגות הזחל הראשון והשני של הכנימה – היתה טובה מאוד: ערכי LC_{50} שחושבו לדרגות אלו – $1.27 \times 10^{-5}\%$ ו- $1.35 \times 10^{-5}\%$ (ח"פ), לפי אותו סדר. שיעור הקטילה של גלמי זכרים היו פחות. ערך LC_{50} שווה ל- $93 \times 10^{-3}\%$ (ח"פ). החומר לא השפיע באופן משמעותי על שיעור התמותה של הנקבה הבוגרת, אולם מספר הזחלנים שהשריצו נקבות שחשפו לטיפול ב- $1 \times 10^{-2}\%$ או ב- $5 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ) היה קטן בכ-60% ממספר הזחלנים שהשריצו נקבות ההיקש. בתנאי בית רשת בקיץ – נמצא אפלאוד יציב למדי: יעילות החומר בריכוז $1.25 \times 10^{-2}\%$ פחתה לכדי מחציתה רק לאחר 33.5 ימים.

מבוא

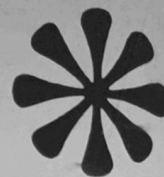
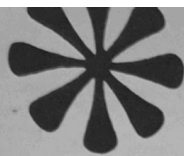
הכנימה האדומה, *Aonidiella aurantii* (Maskell), נחשבת לאחד המזיקים הקשים של עצי הדר בארץ ובעולם. נזקה מתבטא בהצהבת עלים, בנשירת פירות ועלים, בתמותת ענפים ובהפחתת ביבולים (12). הדברה ביולוגית – לעתים אינה מספקת להפחתת אוכלוסיית הכנימת מות למטה מסף הנזק הכלכלי (11).

שימוש ממושך בחמרי הדברה בלתי ברירניים כגון זרחנים אורגניים ופירותואידים למיניהם – עלול לגרום הפרת שיווי-המשקל הביולוגי בפרדס והתפרצויות של מזיקים שונים. כמו כן עלולה להתפתח עמידות של מיני מזיקים, כפי שידוע למשל בכנימה האדומה בדרום-אפריקה (4). מסיבות אלה יש חשיבות מרובה לבחינת היעילות של חמרי הדברה ברירניים שפגיעתם באויבים הטבעיים של המזיקים היא מזערית, ואשר יוכלו לקחת חלק במערך ההדברה המשולבת של מזיקים בפרדס.

אפלאוד (בופרופזין)** הוא חומר הדברה חדשני מקבוצת החמרים מעכבי הגדילה (3, 10) ונחשב חומר הדברה ברירני הפועל על-ידי עיכוב קליטת N -acetyl-D-[1-³H] glucoseamine לתוך הכיטין (9, 13); ככזה הוא פוגע בתהליך יצירת הקוטיקולה, בדומה לאופן פעולתן של תרכובות מקבוצת ה-*Benzoylphenylurea*, כגון דימילין

* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1987, מס' 2006.

** 2-tert-butylimino-3-isopropyl-5-phenylperhydro-1, 3, 5-thiadiazine-4-one.



אחוזים מהיעילות המקורית — חושבו בעזרת מחשב (2).

תוצאות ודיון

כפי שנראה מטבלה 1, קטל אפלאוד ביעילות את דרגות הזחל הראשונה והשנייה של הכנימה האדומה. בריכוז של $3.1 \times 10^{-3}\%$ (ח"פ) הגיע שיעור התמותה לכ-90% בזחלים מדרגה ראשונה ולכ-70% בזחלים מדרגה שנייה. תמותה בשיעורים של 53%–59% בשתי דרגות הזחל האלו נתקבלה בריכוז מועט של $4.9 \times 10^{-5}\%$ (ח"פ). יעילות זו, בייחוד נגד דרגות הזחל השני, מרובה מזו שהושגה בטיפול בסופרציד, ורחן-אורגני המשמש כיום להדברת הכנימה האדומה. גלמי זכרים של כנימה אדומה נמצאו פחות רגישים לאפלאוד, בהש-וואה לדרגות הזחל הראשונה והשנייה. שיעור התמותה של גלמי הזכרים היה 20% בריכוז של $1.563 \times 10^{-3}\%$ ו-79% בריכוז של $5 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ) (טבלה 2). לא נמצא הבדל משמעותי בשיעור תמותת נקבות בוגרות בין ההיקש לניסוי, בריכוזים השונים של אפל-אוד עד $5 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ). ערכי LC_{50} שנקבעו באמצעות המחשב הם $1.27 \times 10^{-5}\%$, $1.35 \times 10^{-5}\%$ ו- $3.9 \times 10^{-3}\%$ (ח"פ) לדרגות הזחל הראשונה והשנייה ולגלמי הזכרים, לפי אותו סדר. יעילות אפלאוד כפי שהיא מבוטאת בערכי LC_{50} אינה שונה משמעותית בין שתי דרגות הזחל הראשונות, והיא דומה ליעילות החומר נגד כנימת עש החממות *Trialeurodes vaporariorum* (15) וציקדת האורז החומה (3) בחור"ל.

חשיפת נקבות מופרות של הכנימה האדומה לאפלאוד בריכוזים של $1 \times 10^{-2}\%$ ו- $5 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ) גרמה הפחתה של כ-60% במספר הזחלנים המושרצים (טבלה 3). תוצאה זו תואמת את התוצאות שהת-קבלו בניסויים דומים בכנימת עש הטבק *Bemisia tabaci* וכנימת עש החממות (בחו"ל), שבהם נמצאה פחיתה ניכרת בפוריות הביצים של נקבות שנחשפו לאפלאוד (7, 16).

טבלה 3. מספר הזחלנים שהשריצה נקבת הכנימה האדומה לאחר חשיפתה לאפלאוד.¹

ממוצע מספר הזחלנים שהשריצה כנימה אחת	ריכוזים בתרחיק לשרייה, % חומר פעיל
59.2 ± 8.8	0
21.2 ± 3.6	1×10^{-2}
25.7 ± 11.8	5×10^{-2}

1 התוצאות הן ממוצעים \pm שגיאת התקן של ממוצע מספר הזחלנים שהשריצה כנימה אחת במשך 23 ימים, מחושבים מתוך 4–5 חזרות של 10 כנימות כל אחת. ממוצעים המסומנים באותה אות אינם נבדלים משמעותית $P < 0.05$.

הניסוי לבדיקת השפעתו השאריתית של אפלאוד בריכוז של $1.25 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ) על כנימה אדומה — נערך בבית רשת בחדשים אוגוסט וספטמבר 1986. בחדשים אלו שררו תנאי מזג-האוויר הבאים: טמפרטורה של 26.5 ± 9.5 מ"צ, לחות יחסית $65\% \pm 20\%$, ממוצע של 10.7 שעות הארה ביום עם 75% שמים נקיים מעננים, מהירות הרוח 3.5 קשר, ואפס מ"מ גשם. משך הזמן לאחר הטיפול, שבו גרמו שאריות החומר 50% ו-5% תמותה (ערכי RLT_{50} ו- RLT_{5}), חושב כ-33.5 ו-65.5 ימים, לפי אותו סדר (דיאגרמה 1). תוצאות אלו מדגי-שות את יציבותו הטובה של אפלאוד בתנאי שדה.

(המשך בעמוד הבא)

טבלה 1. השפעת אפלאוד וסופרציד על תמותת זחלים מהדרגות ראשונה ושנייה של הכנימה האדומה.¹

חמרים וריכוזים בתרחיק לשרייה, % חומר פעיל	תמותה, %			
	דרגה-ראשונה		דרגה-שנייה	
אפלאוד				
5×10^{-2}	99 \pm 1 (200)	97 \pm 1 (389)		
2.5×10^{-2}	95 \pm 3 (226)	88 \pm 3 (300)		
1.25×10^{-2}	97 \pm 2 (705)	80 \pm 9 (781)		
6.25×10^{-3}	93 \pm 3 (610)	73 \pm 8 (461)		
3.125×10^{-3}	91 \pm 3 (1677)	67 \pm 8 (1178)		
7.81×10^{-4}	89 \pm 5 (2379)	—		
1.95×10^{-4}	68 \pm 6 (2036)	67 \pm 9 (1290)		
4.9×10^{-5}	53 \pm 11 (461)	59 \pm 34 (328)		
סופרציד				
5×10^{-2}	—	90 \pm 5 (793)		
1×10^{-2}	91 \pm 4 (741)	40 \pm 9 (441)		
2×10^{-3}	88 \pm 3 (685)	36 \pm 5 (487)		

1 התוצאות הן ממוצע \pm שגיאת תקן של ערכים מתוקנים של 3–13 חזרות בנות 30–500 זחלים כל אחת. המספר שבסוגריים מציין את סה"כ הזחלים בניסוי. התמותה הממוצעת בהיקש של הדרגה הראשונה היתה $17 \pm 4\%$, ושל הדרגה השנייה — $16 \pm 4\%$.

טבלה 2. השפעת אפלאוד על תמותת נקבות בוגרות וגלמי זכרים של הכנימה האדומה.¹

ריכוזים בתרחיק לשרייה, % חומר פעיל	תמותה, %			
	נקבות		זכרים	
5×10^{-2}	13 \pm 5 (150)	79 \pm 18 (143)		
2.5×10^{-2}	6 \pm 5 (135)	65 \pm 6 (149)		
1.25×10^{-2}	8 \pm 6 (319)	48 \pm 13 (276)		
6.25×10^{-3}	13 \pm 6 (176)	56 \pm 11 (201)		
3.125×10^{-3}	25 \pm 4 (433)	38 \pm 6 (624)		
1.563×10^{-3}	10 \pm 3 (233)	20 \pm 4 (385)		
7.81×10^{-4}	8 \pm 2 (392)	16 \pm 9 (577)		

1 התוצאות הן ממוצע \pm שגיאת תקן של ערכים מתוקנים של 2–5 חזרות בנות 75–375 פרטים. המספר שבסוגריים מציין את סה"כ מספר הפרטים בניסוי. התמותה הממוצעת בהיקש של הזכרים היתה $5 \pm 2\%$, ושל הנקבות — $12 \pm 5\%$.

ברציפות בתוך בית הרשת. נתונים אקלימיים נוספים, שנרשמו בקרבת אתר הניסויים, נתקבלו מהשירות המטאורולוגי בבית-דגן. מדגמי שתילים מטופלים באפלאוד ומשתילי ההיקש הועברו, ברווחי-זמן שונים לאחר הטיפול, לתוך בית הגידול; שם נחשפו לזחלנים של כנימה אדומה למשך 24 שעות. שיעור התמותה נקבע 4 שבועות לאחר האילוח, ואחוזי התמותה תוקנו לפי נוסחת אבוט. ערכי זמן התמותה השאריתית (RLT), שהוא משך הזמן שבו פוחתת יעילות החומר באחוז מסוים (8), במקרה זה — פחיתה בערכי היעילות ל-5, 50, 95

אפלאוד, חומר מעכב גדילה להדברת הכנימה האדומה בהדרים

(המשך מעמוד קודם)

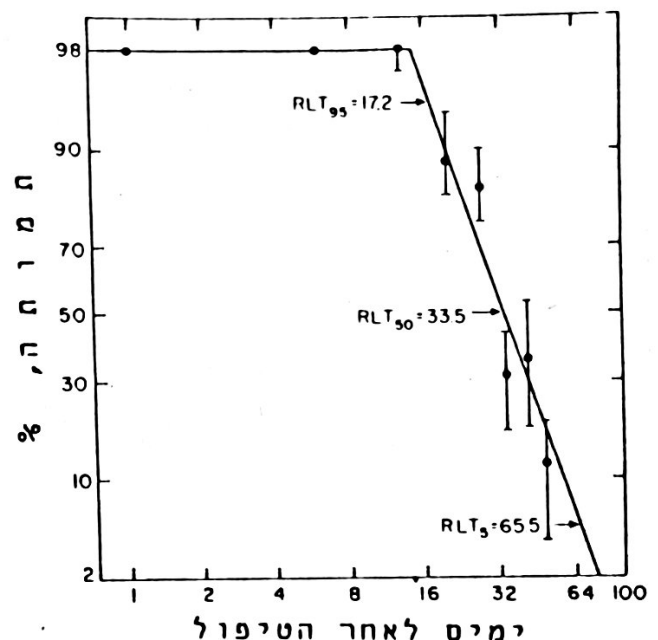
6. Garrido, A., F. Beitia & P. Gruenholz (1984). British Crop Protection Conference — Pests and Diseases, Brighton, pp. 305—311.
7. Ishaaya I., Z. Mendelson, & V. Melamed-Madjar (1987): Effect of buprofezin on embryogenesis and progeny formation of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. in press.
8. Ishaaya, I. Z. Mendelson, K.R.S. Ascher & J.E. Casida (1987). Pestic. Biochem. Physiol. 28: 155—162.
9. Izawa, Y., M. Uchida, T. Sugimoto & T. Asai (1985). Pestic. Biochem. Physiol. 24: 343—347.
10. Kanno H., K. Ikeda, T. Asai & S. Maekawa (1981). British Crop Protection Conference — Pests and Diseases, Brighton, pp. 56—69.
11. Luck, R.F. (1981). Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 630—635.
12. Rosen, D., & P. DeBach (1978). In C.P. Clausen (ed.), Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: A world review. US Dept. Agr., Agr. Handbook No. 480. Washington D.C., pp. 79—91.
13. Uchida, M., T. Asai, & T. Sugimoto (1985). Agric. Biol. Chem. 49: 1233—1234.
14. Uchida, M., Y. Izawa, & T. Sugimoto (1987). Pestic. Biochem. Physiol. 27: 71—75.
15. Yasui, M., M. Fukada, & S. Maekawa (1985). Appl. Ent. Zool. 20: 340—347.
16. Yasui, M., M. Fukada, & S. Maekawa (1987). Appl. Ent. Zool. 22: 266—271.

EXPERIMENTS WITH APPLAUD®(25% WP) AGAINST THE CALIFORNIA RED SCALE IN CITRUS

Ilan Yarom, Daniel Blumberg, Isaac Ishaaya*

The effectiveness of Applaud®(buprofezin 25% wp), a novel insect growth regulator, against the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) was studied under both laboratory and greenhouse conditions. Applaud® was very potent against 1st and 2nd-instar nymphs, resulting in LC_{50} values of $1.27 \times 10^{-5}\%$ and $1.35 \times 10^{-5}\%$ (AI), respectively. Male pupae were less susceptible, the LC_{50} value was found to be $9.3 \times 10^{-3}\%$ (AI). The compound did not have a significant effect on the mortality of mature females. However, the number of crawlers which were produced by females that were exposed to $1 \times 10^{-2}\%$ or $5 \times 10^{-2}\%$ (AI) was about 60% lower than that in the control. Applaud® was found to be fairly persistent under greenhouse conditions; during summer months the RLT_{50} value of $1.25 \times 10^{-2}\%$ (AI) was 33.5 days.

* Department of Entomology, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P.O.Box 6, 50 250 Bet-Dagan, Israel.



דיאגרמה 1. השפעה שאריתית, בתנאי בית רשת, של אפלאוד בריכוז $1.25 \times 10^{-2}\%$ (ח"פ) בליטר, שרוסס על שתילי הדרים נגד זחלנים של כנימה אדומה. התוצאות הן ממוצעים \pm שגיאת תקן של הערכים המתוקנים של 2—5 חזרות בנות 30—1400 כנימות כל אחת. התמותה הממוצעת בהיקף היתה $20 \pm 4\%$.

האדומה, פגיעתו בכושר הרבייה שלה, יציבותו היחסית בשדה, בריר-נותו הרבה כלפי חרקים מוצצים (Homoptera), ורעילותו המועטה לטפילים (6) וליונקים (1) — מקנות לחומר הדברה חדשני זה יתרון על חמרי הדברה הנמצאים כיום בשימוש להדברת הכנימה האדומה בפרדס. עם זאת יש להמשיך ולבחון את השפעתו על מזיקים אחרים בפרדס, ובייחוד על אויביהם הטבעיים.

הבעת תודה

לחברת Nihon Nohyaku Co. Ltd, טוקיו, יפאן, על הספקת החומר ועל התמיכה בעבודה זו; לזמירה מגדלסון לשמואל גולדנברג, על הסיוע הטכני; לד"ר אברהם גניז, על העזרה בניתוח הסטטיסטי של התוצאות; ליואל פורשטיין ולביה"ס החקלאי עיינות, על הספקת הלימונים; ולאברהם אלחנטי — על שתילי הדרים.

ספרות

1. Anon. (1985). Technical information, Applaud® 25 WP on citrus scales and mealybugs, June 1985. Nihon Nohyaku Co., Tokyo, Japan.
2. Anon. (1985). SAS® User's Guide: Statistics, Version 5 Edition. SAS Institute Inc., Cary, N.C. 956 pp.
3. Asai, T., M. Fukada, S. Maekawa, K. Ikeda & H. Kanno (1983). Appl. Ent. Zool. 18: 550—552.
4. Bedford, E.C.G., & J.H. Grobler (1981). Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 616—620.
5. Cohen, E. (1987). Ann. Rev. Entomol. 32: 71—93.