

פעילות של תכשירים שונים המכילים *Bacillus thuringiensis* בתואריות שונות נגד מודד האבוקדו *Boarmia selenaria**

ד. הדרי¹, מ. ויטוקי², י. הרפז³, י. יזהרי³

¹מחלקה לאנטומולוגיה, פקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, ירושלים
²מחלקה לאנטומולוגיה, מכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי ובית-דגן

³שה"מ, משרד החקלאות, עכו

נבדקו תכשירים המכילים *Bacillus thuringiensis*: בקטוספיין, דיפל ותורסייד הן כאבקות והן בתואריות נוזליות לשם הדברת מודד האבוקדו *Boarmia selenaria*. שלושת התכשירים, בין אם בצורת אבקה ובין אם בתואריות נוזליות, נמצאו יעילים בניסוי מעבדה. דיפל, תורסייד ובקטוספיין FC הראו אף הם פעילות טובה (עד 100% תמותה) בניסוי שדה ובטיפולים מסחריים למחצה. בבדיקת פיטוטוקסיות שנערכה לחומרים אלו הראה הדיפל 4L (נוזלי) תופעות פיטוטוקסיות שהתבטאו בהינתקות עלי צימוח צעיר ונשירתם.

המכילים את ה-*Bacillus thuringiensis* בתוארית נוזלית, אבקות וכמו כן חומר נסיוני המכיל שני טוקסינים במקום נגד וטוקסין כמקובל בתכשיר הבצילוס השגריים.

חומרים ושיטות

בניסויים השתמשנו בחומרים הבאים:

1. Bactospeine W.P. (בקטוספיין א.ר.) המכיל *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 3a,3b. (פעילות של 16000 יח' בינלאומיות במג"ר). סדרות 964969, 1646, 0730.

2. Bactospeine S3 (בקטוספיין נוזלי).

3. Bactospeine FC (בקטוספיין נוזלי) Flowable concentrate.

שני האחרונים מכילים: *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (פעילות של 8500 יח' בינלאומיות במג"ר).

התואריות של בקטוספיין מיוצרות ע"י Biochem Products S.A. Brussels Belgium ומיוצגות בארץ ע"י חברת "אסיא-ריזל".

מבוא

המודד *Boarmia (Ascotis) selenaria* Schiffermuller הינו מזיק לגידולים רבים ברחבי העולם והדברתו נעשית בדרך כלל בחומרים כימיים. בדרום אפריקה משתמשים בחומרים כימיים להדברת המזיק בהדרים (12,14), בקניה בחומרים כימיים, ב-*B. thuringiensis* ובפונגיצידיים הפועלים כמעכבי-אכילה ומשמשים גם להדברת מחלות בגידול זה (1,2,3,6,7,8). במטע האבוקדו בישראל משתמשים להדברת המודד בתכשירים בקטוריאליים המכילים *B. thuringiensis* (11), ואינם פוגעים באויבים טבעיים במטע. נמצא כי תכשירים אלו יעילים מאד נגד זחלי המודד *B. selenaria* עד גודל של 15 מ"מ, אך מעל גודל זה הולכת ופוחתת יעילות הטיפול. במחקר הנוכחי נבדקה שורה של חומרים

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי סדרה ה' 1986, מס' 1886.

מחקר זה מומן חלקית עלידי משרד החקלאות, מועצת הפירות, חברת "אסיא-ריזל", חברת "פזכים" וחברת כצ"ט בע"מ.

מיכל הוכנסו 5 זחלים וכל ניסוי נערך ב־20 חזרות לכל חומר בכל ריכוז. עקב בעיות שהתעוררו בטיפולים מסחריים למחצה בבקטוספיין בגלל המערבי, נערכה השוואה בין בקטוספיין ניסוי, מסחרי ונוזלי. הניסוי נערך בזחלים בגודל 10–15 מ"מ, דרגה שלישית, 20 חזרות לכל טיפול, 5 זחלים בכל חזרה, סה"כ 100 זחלים לטיפול. נבדק ריכוז אחיד לכל הטיפולים באבקה רחיפה: 0.5%, ו־1% לחומר הנוזלי. בדיקת החומרים הנוזליים נערכה אף היא בזחלים בגודל 10–15 מ"מ דרגה שלישית בלבד; בריכוז אחיד של 1% בחומרים הנוזליים, וב־0.5% באבקות הרחיפות. הזחלים מכל הגדלים ובכל הניסויים נשקלו בתחילת הניסוי, וכן נשקלו הזחלים הנשרדים בתום הניסוי וחושבה תוספת המשקל בכל טיפול.

עלי אבוקדו מצימוח צעיר נאספו מהמטע, נטבלו בחומרים ובריכוזים השונים, בתוספת 0.05% Colfix, והוכנסו מידי פעם לפי הצורך לתוך הכלים להאכלת הזחלים.

בטיפול הביקורת הואכלו הזחלים בעלים שנטבלו ב־Colfix בריכוז 0.05%.

במרבית הניסויים נבדקו התוצאות לאחר 6 ימים ונקבע אחוז התמותה בכל טיפול. אך בניסויים אחדים נבדקה התמותה לפני או אחרי מועד זה (ראה תוצאות). בבדיקת החומרים הנוזליים בהשוואה לאבקות רחיפות נמשך הניסוי עד לתמותה כמעט מלאה של כל הזחלים ונבדק נוסף ליום ה־6, גם לאחר 10, 14 ו־17 יום.

בדיקת CB-105 נערכה אף היא בזחלים בגודל 10–15 מ"מ מדרגה שלישית ובכוסות קטנות בגודל 4×6 ס"מ. קרקע מזון (13) ללא חומרים אנטיביוטיים ומכילה CB-105 או דיפל בריכוזים: 0.1%, 0.25%, 0.5%, ו־1% מקרקע המזון, הוספה לכל כוס לפי הטיפולים השונים. לביקורת הוספת קרקע מזון ללא התכשירים הנ"ל וללא חומרים אנטיביוטיים. הריכוזים הגבוהים 0.5% ו־1% נבדקו ב־20 חזרות בכל טיפול (20 כוסות × 5 זחלים, סה"כ 100 זחלים בכל טיפול). הריכוזים הנמוכים יותר: 0.1% ו־0.25% נבדקו ב־10 חזרות (סה"כ 50 זחלים בכל טיפול). החל ביום ה־3 לניסוי נבדקו הטיפולים השונים מידי יום, ונרשם אחוז התמותה בהם, עד תמותה מלאה

4. Dipel W.P. (דיפל א.ר.) המכיל *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (פעילות של 16000 יח' בינלאומיות במג"ר).
5. Dipel 4L (דיפל נוזלי) המכיל: *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (פעילות של 8800 יח' בינלאומיות במג"ר), סדרה 0705.
- שתי תואריות של דיפל מיוצרות ע"י Abbott Lab. North Chicago U.S.A. ומיוצגות בארץ ע"י "כימיקלים וציוד טכני בע"מ".
6. Thuricide HP. (תוריסיד א.ר.) המכיל *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (פעילות של 16000 יח' בינלאומיות במג"ר).
7. Thuricide 32B (SC) (תוריסיד נוזלי) המכיל *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. סדרה GW/01152, מיוצר ע"י Sandoz Wander U.S.A. ומיוצג בארץ ע"י חברת "פזכים". (פעילות של 8000 יח' בינלאומיות במג"ר).
8. Colfix המיוצר ע"י Sipeam, מילנו, איטליה והמיוצג בארץ ע"י "ירמו" ת"א. שימש בכל הניסויים להבטחת הדבקת החומרים לעלי האבוקדו.
9. CB-105. תכשיר ניסיוני המאופיין בכך שמכיל 2 רעלנים בתוך הבקטריה *Bacillus thuringiensis*, סופק ע"י חברת "גליל טכנולוגיות מתקדמות", ישראל.
- בניסוי מעבדה, שימשו לבדיקת יעילותם של החומרים נגד זחלים שגודלו במעבדה על קרקע מזון מלאכותי (13) 3 גדלים: זחלים קטנים (מיד לאחר בקיעה) בגודל 2 מ"מ, זחלים בינוניים בגודל 10–15 מ"מ (בדרגה שלישית), וזחלים גדולים בגודל 25–35 מ"מ (בדרגה חמישית). הניסויים בזחלים קטנים ובינוניים נעשו במיכלי פלסטיק קטנים בקוטר 6 ס"מ ובגובה 4 ס"מ כשבתחתיתם נייר סופג (Whatman 40) לספיגת לחות, והמכוסים במכסה פלסטיק מנוקב לצורך איוורור. הזחלים הקטנים הוכנסו 10 לכל מיכל, כאשר כל ניסוי נעשה ב־5–10 חזרות לכל ריכוז ולכל חומר. הזחלים הבינוניים הוכנסו רק 5 לכל מיכל, כאשר כל ניסוי נעשה ב־20 חזרות לכל ריכוז ולכל חומר. הניסויים בזחלים גדולים מדרגה חמישית נעשו במיכלי פלסטיק גדולים יותר בקוטר 6 ס"מ ובגובה 9 ס"מ כשבתחתיתם נייר סופג והמכוסים במכסה פלסטיק מנוקב. לכל

של כל הזחלים. בכל ניסויי ההדברה תוקן אחוז התמותה לפי נוסחת Abbott (4).

ניסויי השדה לבדיקת יעילות בקטוספיין א.ר. בהשוואה לתורסייד א.ר. נערכו במטעים של העוגן (טבלה 4) ועין שמר (טבלה 5) בקיץ 1981. בעין-שמר רוססה חלקה בת 15 דונם בבקטוספיין. חלקה אחרת בת 23 דונם רוססה בתורסייד, ואילו לביקורת שימשה חלקה בת 10 דונם שלא רוססה כלל, אלא במועד מאוחר יותר. במטע העוגן רוססה בבקטוספיין חלקה בת 8 דונם ו־8 דונם אחרים רוססו בתורסייד. בניסוי זה לא הושארה ביקורת מחשש לנזק לעצים עקב הנגיעות הגבוהה. שני החומרים רוססו בכמות של 0.5 ק"ג לדונם ובתוספת כלפיקס בכמות של 5 גר'. הריסוס היה מהאוויר במסוק שתי וערב בכמות תרסיס של 10 ליטר לדונם. בכל חלקה נבחרו לבדיקה עצים בעלי נגיעות גבוהה. בעין שמר 5-6 עצים, ובהעוגן 16 עצים בשתי שורות, בכל אחד מהטיפולים. עצי הבדיקה נבדקו לפני הטיפול וכן אחריו מידי שבוע במשך 10 שבועות במטע עין-שמר, ו־8 שבועות במטע העוגן. שנה לאחר מכן ניתנו טיפולים חצי מסחריים בבקטוספיין במצר, שפיים, יד חנה והמעפיל, כאשר בכל מטע רוסס חצי מהשטח בבקטוספיין והחצי האחר בדיפל או בתורסייד. בקיץ 1983 שוב ניתנו טיפולים חצי מסחריים במטעים של להבות חביבה, מגל ועינת. בדיקת החומרים הנוזליים והשוואתם לאבקה רחיפה בניסויי שדה נערכה במטע האבוקדו של קיבוץ המעפיל (טבלה 6) ביוני 1982 מיד עם בקיעת הזחלים. הושו 3 חומרים נוזליים: Bactospeine S3, Thuricide 32B, Dipel 4L לאבקה רחיפה של (W.P.) ולטיפול ביקורת ללא ריסוס (סה"כ 5 טיפולים). כל החומרים הנוזליים רוססו בכמות של 1 ליטר לדונם. בקטוספיין א.ר. 0.5 ק"ג לדונם. בכמות תרסיס של 10 ליטר לדונם בתוספת 5 גר' כולפיקס לליטר תרסיס. גם ריסוס זה נעשה מהאוויר במסוק בשיטת שתי וערב. בכל חלקת טיפול נבחרה שורת עצים בעלת נגיעות גבוהה לצורך הבדיקה. הדיפל הנוזלי רוסס בחלקה בת 20 דונם ונבדקו בה 12 עצים. התורסייד הנוזלי רוסס בחלקה בת 11 דונם ונבדקו בה 14 עצים. הבקטוספיין הנוזלי רוסס בחלקה בת 9 דונם

ונבדקו בה 26 עצים. בקטוספיין א.ר. רוסס בשתי חלקות: 17 ו־10 דונם ונבדקו בהן 18 ו־6 עצים (בהתאמה). חלקה בת 37 דונם לא רוססה והיותה ביקורת בה נבדקו 25 עצים. העצים בטיפולים השונים נבדקו לפני הריסוס ולאחר מכן מידי שבוע במשך 4 שבועות. הזחלים נספרו תוך כדי הליכת הבודק סביב העץ. כעבור 9 ימים רוססה גם הביקורת בבקטוספיין א.ר. בגלל עליה במספר הזחלים וחשש לנזק. עקב סיבות טכניות (מלחמת שלום הגליל) לא ניתן היה לרסס את הביקורת במסוק, על כן היא רוססה במטוס בשתי חפיפות, אך לא בשתי וערב, בכמות תרסיס כוללת של 10 ליטר לדונם. כדי לבדוק את יעילות הריסוס באמצעות מטוס, נמשכה הספירה לאחר הריסוס גם בביקורת. כמו כן נעשה באותה עונה טיפול חצי מסחרי בתורסייד נוזלי בחלקה בת 40 דונם ביד חנה בהשוואה לתורסייד אבקה רחיפה. בשנה שלאחר מכן, רוססה חלקה בת 80 דונם בעין שמר, חצייה בתורסייד נוזלי וחצייה בדיפל אבקה רחיפה. בעין שמר היה הריסוס במטוס בשיטת מסרק (חפיפה כפולה). כן ניתן טיפול בבקטוספיין נוזלי FC בחלקה בת 23 דונם במטע עינת בהשוואה לתורסייד א.ר., אך לא נעשה שם טיפול בדיפל נוזלי מחשש לפיטוטוקסיות של חומר זה.

הבדיקות הפיטוטוקסיות נערכו אחרי דיווחים של מגדלים בגליל המערבי בדבר נזק לעצי אבוקדו מהזן האס שרוססו בריסוס קרקע בדיפל נוזלי בקיץ 1982. בדיקת פיטוטוקסיות של חומרים נוזליים המכילים *Bacillus thuringiensis* נערכה במטע של קיבוץ נחשונים על עצי אבוקדו מהזן האס. עצים בגיל 7 שנים רוססו במרסס גב, בכל עץ רוססו וסומנו 3 ענפים גדולים, וכל טיפול ניתן בשני עצים, סה"כ 6 חזרות לטיפול, בחומרים ובריכוזים הבאים:

1. בקטוספיין נוזלי (Bactospeine S3) בריכוזים 0.5%, 1% ו־2%.
2. דיפל נוזלי (Dipel 4L) בריכוזים 0.5%, 1% ו־2%.
3. תורסייד נוזלי (Thuricide 32B) בריכוזים 0.5%, 1% ו־2%.
4. בקטוספיין א.ר. (Bactospeine W.P.) בריכוזים 0.25%, 0.5% ו־1%.

לכל החומרים נוסף כולפיקס בריכוז של 0.05%, כמו כן ניתן טיפול ביקורת ע"י ריסוס כולפיקס בלבד (בריכוז 0.05%).

שבוע לאחר הריסוס וכן שבועיים ו-3 שבועות אחריו נערכה בדיקת העצים המרוססים לשם אבחנת נזק בענפי צימוח, עלים או פירות.

הואיל ובניסוי הנ"ל לא הובחנה כל השפעה פיטוטוקסית בעצים המטופלים, נערך ניסוי זה שנית שנה לאחר מכן (יוני 1983).

בניסוי זה נבדקו התואריות הנזוליות של דיפל 4L, תורסייד 32B ובקטוספיין FC (נבדק בקטוספיין FC ולא בקטוספיין S3 שהוצא בינתיים מהשימוש), בריכוזים: 1%, 2% ו-10%, ובתוספת 0.05% כולפיקס.

הביקורת חוסה במים עם כולפיקס בלבד. הניסוי נערך בנחשונים בעצי האס בני שנתיים. בכל טיפול רוססו 5 עצים במרסס-גב כשהפעם רוסס כל העץ.

תוצאות

ניסויי מעבדה

יעילות חומרים בצורת אבקה. תוצאות ניסויים בזחלים קטנים עד 2 מ"מ (דרגה 1)

מובאות בטבלה מס' 1. זחלים בני יומם היו רגישים מאד לכל אחד מהחומרים שנבדקו, גם בריכוז נמוך של 0.1%. אחוז התמותה הגיע ל-100 או קרוב לכך בכל אחד מהחומרים ובכל הריכוזים. לתוספת המשקל בטיפולים השונים אין משמעות מיוחדת כיוון ששרדו רק זחלים בודדים ואין להתייחס אליהם. לעומת זאת תוספת המשקל בביקורת היתה משמעותית ביותר עם תום ששת ימי הניסוי.

אחוז התמותה בזחלים בינוניים מדרגה 3 ו-4 (טבלה 2) בריכוז הקטן של 0.05% היה נמוך (בקטוספיין 25.5%), גדל בצורה משמעותית ב-0.1% והגיע ל-84.4% בריכוז של 0.25% (לאחר תיקון Abbott).

יעילות חומרים נזוליים של דיפל 4L, תורסייד 32B, בקטוספיין S3 ובקטוספיין FC והשוואתה לאבקות רחיפות מובאת בתמונה מס' 1. מסתבר כי הן הדיפל 4L והן התורסייד 32B הנזוליים היו בעלי יעילות טובה יחסית לאחר 6 ימים (אחוז תמותה 70% ו-63% בהתאמה), אך נמוכה באופן מובהק מזו של דיפל א.ר. ובקטוספיין FC שבלטו ביעילותם הרבה בניסוי. למרות ההבדלים הגדולים בין הטיפולים השונים לאחר 6 ימים מתחילת הניסוי, הצטמצמו

טבלה 1: השפעת שלושת החומרים הבקטריאליים בריכוזים שונים על זחלי המודד בגודל של עד 2 מ"מ (דרגה 1).

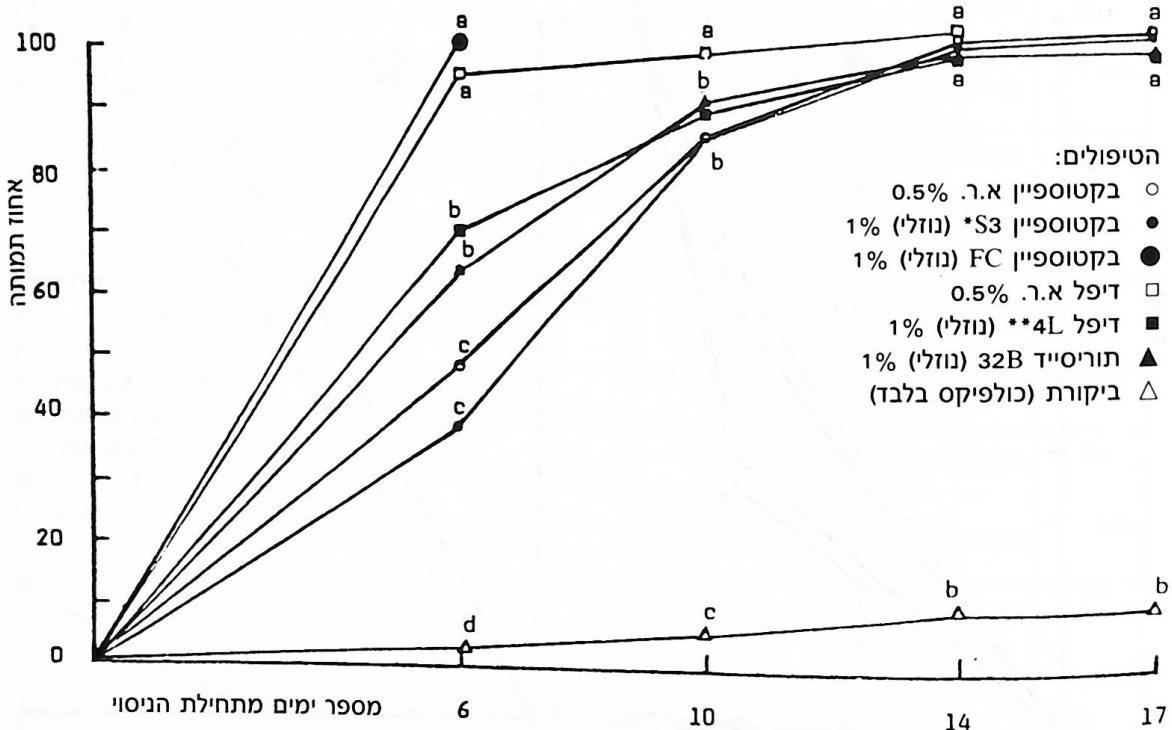
| ריכוז | חומר | % תמותה | משקל בתחילת הניסוי (גר') | משקל בסוף הניסוי (גר') |
|-------|----------------|---------|--------------------------|------------------------|
| 0.05% | בקטוספיין W.P. | 99 | 0.0002 | 0.0006 |
| | דיפל W.P. | 100 | 0.0002 | --- |
| | תורסייד HP | 99 | 0.0002 | 0.0007 |
| | ביקורת | 38 | 0.0002 | 0.0013 |
| 0.1% | בקטוספיין W.P. | 99 | 0.0002 | 0.0006 |
| | דיפל W.P. | 100 | 0.0002 | --- |
| | תורסייד HP | 100 | 0.0002 | --- |
| | ביקורת | 38 | 0.0002 | 0.0013 |
| 0.25% | בקטוספיין W.P. | 97.7 | 0.0002 | 0.0003 |
| | דיפל W.P. | 100 | 0.0002 | --- |
| | תורסייד HP | 100 | 0.0002 | --- |
| | ביקורת | 14 | 0.0002 | 0.0012 |
| 0.5% | בקטוספיין W.P. | 100 | 0.0002 | --- |
| | דיפל W.P. | 100 | 0.0002 | --- |
| | תורסייד HP | 99 | 0.0002 | 0.0004 |
| | ביקורת | 43 | 0.0002 | 0.0022 |

ההבדלים ביניהם עם המשך הניסוי והאכלת הזחלים בעלים מטופלים. למעשה, לאחר 10 ימים עבר אחוז התמותה בכל הטיפולים את ה-84%,

ולא נותרו עוד הבדלים משמעותיים בין הטיפולים השונים, פרט לדיפל א.ר. שהמשיך לבלוט ביעילותו הרבה.

טבלה 2: השפעת החומרים על זחלים בדרגה 3 ו-4.

| ריכוז | חומר | דרגה 3 (גודל 10-15 מ"מ) | | | דרגה 4 (גודל 25-35 מ"מ) | | |
|-------|---------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | % תמותה | משקל בתחילת הניסוי (גר') | משקל בסוף הניסוי (גר') | % תמותה | משקל בתחילת הניסוי (גר') | משקל בסוף הניסוי (גר') |
| 0.05% | בקטוספין W.P. | 25.5 | 0.03 | 0.05 | 27.4 | 0.28 | 0.28 |
| | דיפל W.P. | 38.9 | 0.04 | 0.07 | 47.4 | 0.30 | 0.30 |
| | תורסייד HP | 33.7 | 0.04 | 0.06 | 12.6 | 0.29 | 0.30 |
| | | 2.0 | 0.05 | 0.30 | 5.0 | 0.28 | 0.39 |
| 0.1% | בקטוספין W.P. | 69.8 | 0.03 | 0.03 | 55.8 | 0.29 | 0.32 |
| | דיפל W.P. | 76.0 | 0.03 | 0.04 | 67.4 | 0.28 | 0.33 |
| | תורסייד HP | 65.6 | 0.04 | 0.04 | 41.0 | 0.29 | 0.30 |
| | | 4.0 | 0.03 | 0.12 | 5.0 | 0.28 | 0.39 |
| 0.25% | בקטוספין W.P. | 84.4 | 0.007 | 0.013 | 84.8 | 0.20 | 0.21 |
| | דיפל W.P. | 78.8 | 0.007 | 0.014 | 79.0 | 0.22 | 0.16 |
| | תורסייד HP | 75.5 | 0.008 | 0.013 | 66.3 | 0.24 | 0.34 |
| | | 10.0 | 0.008 | 0.077 | 14.0 | 0.24 | 0.34 |



תמונה 1. אחוז התמותה של זחלי המודד לאחר טיפול בתכשירי *B. thuringiensis*. אותיות לטיניות שונות מראות על הבדל מובהק ($P=0.05$) לפי מבחן התחום של Duncan.

* בקטוספין S3 הוצא מהשימוש ע"י החברה.

** דיפל נוזלי 4L הוצא מהשימוש בגלל פיטוטוקסיות.

הנשרדים לעומת הביקורת (טבלה מס' 3).
בביקורת ללא טיפול עלה משקל הזחלים פי 13
תוך 6 ימים, ואילו הזחלים ששרדו לאחר הטיפול
רק הכפילו את משקלם תוך אותה תקופה.

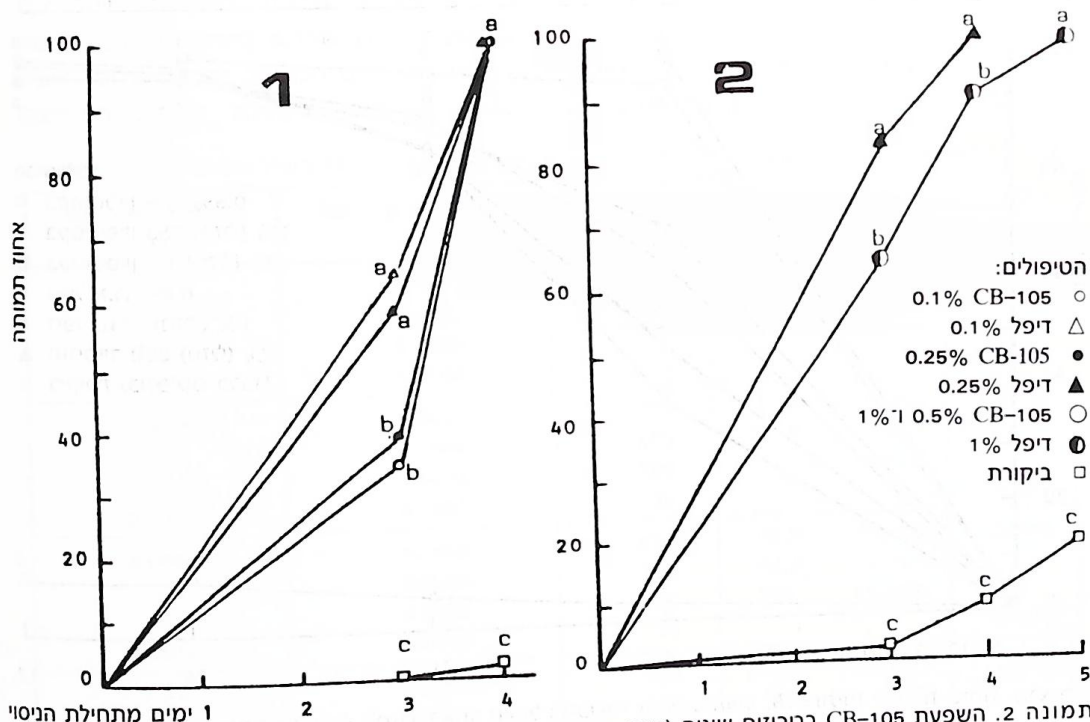
בדיקת היעילות של CB-105
בניסוי בדיקת יעילות התכשיר CB-105 על
זחלי המודד בהשוואה לדיפל א.ר. ולביקורת,
נמצאה יעילות גבוהה לשני התכשירים בכל
הריכוזים הנבדקים (תמונה מס' 2). כבר לאחר 3

בתום 4 ימים נוספים (14 יום מתחילת הניסוי)
היתה תמותה כמעט מלאה בכל החומרים, כך
שההבדלים בין החומרים השונים התבטאו בעיקר
באורך הזמן מתחילת הניסוי ועד הקטילה. בעוד
שדיפל א.ר. ובקטוספין FC פעלו ביעילות רבה
כבר לאחר 6 ימים, התקרבו יתר החומרים
ליעילות זו רק לאחר 10 ימים.

יחד עם זאת, לאחר 6 ימים היה עיכוב בגידול
הזחלים המטופלים בכל אחד מהחומרים כפי
שהדבר מתבטא בתוספת המשקל של הזחלים

טבלה 3: משקל זחלי המודד 6 ימים אחרי הטיפול בתואריות נוזליות ואבקיות של *B. thuringiensis*

| הטיפול | משקל ממוצע לזחל לפני הטיפול (גר') | משקל ממוצע לנשרדים ביום ה-6 (גר') |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| דיפל 4L (נוזלי) 1% | 0.030 | 0.061 |
| בקטוספין S3 (נוזלי) 1% | 0.026 | 0.053 |
| בקטוספין FC (נוזלי) 1% | 0.028 | -- |
| תורסייד 32B (נוזלי) 1% | 0.026 | 0.039 |
| דיפל (א.ר.) 1% | 0.024 | 0.054 |
| בקטוספין (א.ר.) 0.5% | 0.026 | 0.049 |
| ביקורת (כולפיקס בלבד) | 0.024 | 0.321 |



תמונה 2. השפעת CB-105 בריכוזים שונים (מקרקע המזון) על זחלי המודד.
1. במשקל 0.024 גר'. 2. 0.041-0.048 גר'.
הערה: אותיות לטיניות שונות מראות על הבדל מובהק ($P=0.05$) לפי מבחן התחום של Duncan.

ימים הובחנה תמותה גדולה של זחלים, ומלבד בטיפול CB-105 בריכוזים 0.1% ו-0.25%, מתו מרבית הזחלים. ביום הרביעי לניסוי היה אחוז התמותה 100 או קרוב לזה בכל הטיפולים, כולל

בשני הטיפולים של CB-105 0.1% ו-0.25%, בהם עלה אחוז התמותה מ-34% ו-38% ל-100%. ביום החמישי לא נותרו יותר זחלים חיים באף אחד מהטיפולים, בעוד שבביקורת היתה

טבלה 4: השוואת הפעילות של בקטוספיין W.P. ותורסייד HP במטע האבוקדו של העוגן.

| תאריך הבדיקה | הטיפול | החלק הנבדק | 0.5 | 0.5-1 | 1-1.5 | 1.5-2 | 2-2.5 | 2.5-3 | 3 | סה"כ | סה"כ זחלים באמירים ובפרי |
|----------------------|-----------|------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|---|------|--------------------------|
| יום לפני הריסוס 22/6 | בקטוספיין | אמירים פרי | 9 | 12 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 34 | 57 |
| | תורסייד | אמירים פרי | 0 | 7 | 5 | 2 | | | 3 | 18 | 20 |
| | | | 2 | 5 | 4 | 3 | | 1 | | 2 | |
| 29/6 | בקטוספיין | אמירים פרי | | | | | | | | 0 | 0 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | 1 | 1 | 1 | | | | 3 | 3 |
| | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 0 | |
| 6/7 | בקטוספיין | אמירים פרי | | | | | | | | 0 | 0 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | | | | | | | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | 0 | |
| 13/7 | בקטוספיין | אמירים פרי | 1 | | | | | | | 0 | 1 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | 1 | | | | | | 0 | 1 |
| | | | | | | | | | | 1 | |
| 21/7 | בקטוספיין | אמירים פרי | 2 | 1 | | | | 1 | | 4 | 5 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 |
| | | | | | | | | 1 | | 0 | |
| 26/7 | בקטוספיין | אמירים פרי | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 4 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | 1 | | | 1 | | | 3 | 2 |
| | | | | | | | | | | 1 | |
| 2/8 | בקטוספיין | אמירים פרי | | 1 | 1 | | | | | 0 | 2 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | 2 | 1 | | | | 1 | 4 | 4 |
| | | | | | | | | | | 0 | |
| 10/8 | בקטוספיין | אמירים פרי | | | 1 | | 1 | | | 2 | 2 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | | | | | | | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | 0 | |
| 16/8 | בקטוספיין | אמירים פרי | | | | | | | | 0 | 0 |
| | תורסייד | אמירים פרי | | 1 | | | | | | 0 | 1 |
| | | | | | | | | | | 1 | |

ניסויי שדה

בחינת יעילות חומרים בצורת אבקה
 בניסויי השדה לבדיקת יעילותם במטעים עין-
 שמר והעוגן התקבלו תוצאות טובות (טבלאות
 5,4) בשני החומרים בקטוספיין W.P. ותורסייד
 PH בהשוואה לביקורת. במטע עין-שמר כעבור

התמותה 19% בניסוי הראשון (א) ו-2% בלבד
 בניסוי השני (ב).
 אחוז התמותה הגבוה כבר לאחר 3 ימים, גם
 בריכוז נמוך יחסית של החומר הנבדק (0.1%).
 נובע מכך שהחומר עורבב בתוך קרקע המזון
 לעומת טבילת עלים בתמיסה בניסויים
 הקודמים.

טבלה 5: השפעת בקטוספיין W.P. ותורסייד HP על גדלים שונים של זחלי בוארמיה במטע עין שמר. כמות החומר
 0.5 ק"ג לדונם בתוספת 5 גר' כולפיקס.

| ס"ה כ" | מס' זחלים חיים לפי גודל (ס"מ) | | | | תאריך הבדיקה | הטיפול |
|----------------|-------------------------------|--------|--------------|---------------|---------------------------|---------------------------------|
| | 1.5-2 | 1-1.5 | 0.5-1 | 0.5 | | |
| 47 28 34 | | 3 | 11 | 33 | יום לפני הריסוס 4/6 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |
| 14 5 50 | | 1 1 | 2 17 | 12 4 32 | 10/6 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |
| 12 12 42 | 1 | | 5 1 20 | 6 11 11 | 18/6 | בקטוספיין תורסייד ביקורת* |
| 12 9 -- | | | 6 2 | 6 7 | 25/6 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |
| 0 4 -- | | 1 | 0 1 | 0 2 | 2/7 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |
| 0 0 1 | | | 0 0 1 | 0 0 | 9/7 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |
| 0 2 -- | | | | 0 2 | 16/7 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |
| 0 0 -- | | | | 0 0 | 23/7 29/7 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |
| 0 5 | | 1 | | 0 2 | 6/8 | בקטוספיין תורסייד ביקורת |

* הביקורת רוססה למחרת הספירה (19.6)

שבועיים היה צורך לרסס גם את הביקורת בגלל עליה במספר הזחלים למניעת נזק לפרי. במטע העוגן הושוותה היעילות של שני החומרים ולא הושארה ביקורת מחשש נזק לפרי עקב הנגיעות הגבוהה שהיתה בזמן הניסוי. תוצאות ניסויי השדה בעין שמר והעוגן תואמות חלק מתוצאות ניסויי המעבדה בבדיקת יעילות בקטוספיין נגד זחלי המודד שהראו כי בקטוספיין א.ר. שווה ביעילותו לחומרים האחרים שנבדקו. כמו כן גם בטיפולים המסחריים למחצה הראה הבקטוספיין פעילות טובה בדרך כלל, פרט למקרה אחד במטע של להבות חביבה, בו היתה נגיעות גבוהה מאוד והמשיכו להופיע זחלים גם לאחר הטיפול, ורק לאחר כשלושה שבועות ירדה הנגיעות בצורה משמעותית. ביתר החלקות לא נמצאו זחלים לאחר הטיפול בבקטוספיין.

בחינת יעילות חומרים נוזליים

בניסוי נבדקו שלושה חומרים נוזליים: דיפל 4L, תורסייד 32B ובקטוספיין S3 והשווה לבקטוספיין W.P. ולביקורת לא מרוססת (טבלה מס' 6). בכל החומרים הנבדקים התקבלו תוצאות טובות יחסית לביקורת, לאחר שבוע מהריסוס היתה הנגיעות בכל החלקות המטופלות אפסית, בעוד שהנגיעות בחלקת הביקורת עלתה כמעט פי 3. מרבית הזחלים שנמצאו הן לפני הטיפול והן אחריו היו מתחת לגודל 5 מ"מ ובכל מקרה לא גדולים מ־10 מ"מ. יעילות רבה היתה גם לריסוס הביקורת במטוס בבקטוספיין א.ר. אם כי הריסוס

במטוס לא הושווה לריסוס במסוק או לביקורת בלתי מרוססת. גם הטיפולים המסחריים למחצה שנעשו במטעים של יד חנה, עין שמר ועינת היו מוצלחים ולא נמצאה כל נגיעות בחלקות אלו שרוססו בתואריות הנוזליות של תורסייד ובקטוספיין.

בדיקת פיטוטוקסיות של תכשירים נוזליים לבדיקת פיטוטוקסיות של תכשירים נוזליים נעשו ניסויים עם ריכוזים גבוהים של החומרים – 1%, 2% ו־10%. לאחר 6 ימים מהטיפול נראו סימני נזק ראשונים בעצים שטופלו בדיפל 4L 10%. בעצים אלו היתה נטיה להתקפלות העלים הקטנים מהלבלוב האחרון והחלה נשירה של עלים אלו, נוצרה רקמת הפרדה בפטוטרת של העלה, וחלק מהעלים ניתקו במגע קל או במשיכה קלה של העלה. כמו כן נותקו הרבה עלים עקב ניעור הענף. בטיפול של דיפל 4L 2% היתה התופעה הנ"ל בצורה קלה יותר ורק עלים מעטים נותקו ע"י מגע או משיכה. בטיפול של דיפל 4L 1% וכן בכל הטיפולים האחרים: בקטוספיין FC, תורסייד 32B ובביקורת לא היתה כל נטיה לנשירה. בטיפול של בקטוספיין FC 10% היתה התיבשות קלה של הקצוות בחלק קטן מהעלים, שנגרמה כנראה עקב הצטברות החומר בקצות העלים. אך נזק זה היה קל ביותר ובלתי משמעותי. לא הובחנו כל סימני נזק בכל אחד משלושת הטיפולים של תורסייד 32B.

טבלה 6: השוואת ריסוס בחומרים נוזליים לאבקה נגד המודד במטע המעפיל, כמות החומר הנוזלי בניסוי 1 ליטר לדונם, אבקה 0.5 ק"ג לדונם בתוספת 5 גר' כולפיקס.

| טיפול | השטח המטופל (דונם) | מס' עצים נבדקים | מספר זחלים חיים | | | |
|---|--------------------|-----------------|-----------------------|------------|------------|------------|
| | | | ספירה לפני הריסוס 3/6 | ספירה 10/6 | ספירה 17/6 | ספירה 24/6 |
| דיפל נוזלי 4L תורסייד נוזלי 32B תורסייד נוזלי S3 בקטוספיין א.ר. חלקה I בקטוספיין א.ר. חלקה II ביקורת | 20 | 12 | 28 | 1 | 1 | 1 |
| | 11 | 14 | 28 | 0 | 4 | 0 |
| | 9 | 26 | 23 | 0 | 1 | 1 |
| | 17 | 18 | 6 | 1 | 0 | 0 |
| | 10 | 6 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| | 37 | 25 | 17 | 54 | 0* | 2 |

* הביקורת רוססה ב־13/6 בבקטוספיין א.ר.

בניסוי זה בו הוששו תואריות נוזליות לאבקות, אפשר לראות שלמרות ההבדלים הגדולים ביעילות לאחר 6 ימי ניסוי, הולכים ההבדלים ומטשטשים כאשר ממשיכים להאכיל את הזחלים בעלים מטופלים מעבר ל־6 ימים. כך שלאחר 10 ימים לא היו כמעט הבדלים בין החומרים השונים.

תוצאות אלו מסבירות את התופעה שבמקרים בהם לא היתה הדברה יעילה של המווד מיד לאחר הטיפול (בניסויי שדה, טיפולים מסחריים ומסחריים למחצה), נעלמו בכל זאת הזחלים זמן מה לאחר מכן משום שהמשיכו להיזון בעלים ובפירות המטופלים.

למרות שתכשירי *B. thuringiensis* מוגדרים כבלתי פיסטוטוקסיים, דווח על נזק שנגרם לעצי האס שרוססו במטע רגבה בדיפל נוזלי בכמות של 1 ליטר לדונם בריסוס קרקע במרסס מפוח. בעצי זן זה שרוססו נגרמה אמנם נשירה של עלי צימוח צעיר, אך לא היתה נשירת פרי ולא הובחן נזק בעצים מזנים אחרים. כמו כן לא נגרם כל נזק למטעים שרוססו מן האויר. בניסויי פיסטוטוקסיות שביצענו בעקבות מידע זה הבחנו באחד משני הניסויים בתופעה דומה: לאחר מספר ימים החלו עלים קטנים מהצימוח החדש להינתק ולנשוך, אך בניגוד למידע שקיבלנו, חלה תופעה זו בעיקר בעצים שטופלו בריכוז גבוה במיוחד – 10% של דיפל נוזלי, ואילו בעצים שטופלו ב־2% הנשירה היתה קלה ביותר. לא היתה כל נשירה בעצים שטופלו בריכוז של 1%, הוא הריכוז שגרם לנשירה חזקה במטע רגבה. יתכן שתופעת הנשירה היא שילוב של מספר גורמים אשר רק אחד מהם הוא הריסוס עצמו. כמו כן סביר להניח שהנזק נגרם ע"י חומרים שונים המוספים לתכשיר הבקטריאלי. בעקבות התופעות הנ"ל במטע רגבה ובניסוי שלנו הופסק השימוש בדיפל נוזלי, אף על פי שבריסוס אויר לא נראה כל נזק.

ספרות

1. Abasa, R.O. (1975) Laboratory studies with antifeeding compounds against larvae of *Ascotis selenaria reciprocara* on coffee. *Pl. Prot. Bull. FAO* 23:43–45.
2. Abasa, R.O. and Mathenge, W.M. (1972)

יעילותו של *B. thuringiensis* נבדקה נגד מינים אחרים ממשפחת המוודים בעולם. נמצא ביניהם תחום רחב של רגישות לתכשיר, החל ברגישות גבוהה כזו של *Hibernia defoliaria* L. (10,9) ו־*Operophtera fagata* Scharfenberg (15) ועד לחוסר רגישות ב־*Lambdina fiscellaria* Guenée (5).

בעבודה שעשו יזהר וחובריו (11) נצפתה יעילות טובה לתכשירי *B. thuringiensis*, דיפל ותורסייד על זחלי המווד. בזחלים בני־יומם היתה התמותה 100% לאחר 72 שעות בריכוזים 0.5% ו־1.5%, אך היעילות הלכה ופחתה ככל שהזחלים היו גדולים יותר.

גם אנו קיבלנו תמותה של 100% (או קרוב לזה) בניסויי המעבדה בזחלים מהדרגה הראשונה אף בריכוזים נמוכים יותר של 0.1% ו־0.25% של התכשירים הבקטריאליים – דיפל, תורסייד, ובקטוספיין. אך בניגוד לעבודה הקודמת (11), שבה תנאי הניסוי היו שונים והזחלים הואכלו בעלים מטופלים רק יומיים, לא היו כמעט הבדלים בתמותה בתוצאות המעבדה שקיבלנו (מלבד התורסייד) בין זחלים בגודל 10–15 מ"מ (דרגה 3) לבין זחלים בגודל 25–30 מ"מ (דרגה 5) בריכוז המומלץ לשימוש, כלומר 0.5%. בריכוזים הנמוכים של 0.1% ו־0.25%, היו הבדלים קלים בין שני הגדלים, כמו כן, בריכוזים אלו בכל החומרים, הלכה ופחתה התמותה בכל דרגות הזחלים עם הירידה במינון החומר. יש לציין שגם בריכוז הגבוה יחסית של 0.5% בשלושת החומרים, נותרו בחיים בדרך כלל 20% מהזחלים, אם כי משקל גופם של אלה היה נמוך בהרבה ממשקל זחלי הביקורת. עובדה זו מסבירה את התופעה שבריסוסים מסחריים, וכן בטיפולים ניסויים, נשארים לעתים קרובות זחלים חיים זמן מה לאחר הטיפול.

מסיבה זו גם בעבודתם של יזהר וחובריו (11) וגם בניסויי השדה שלנו המשיכו להופיע זחלים מספר שבועות לאחר הריסוס, בעיקר במטע של עין־שמר, הן בבקטוספיין והן בתורסייד. התואריות הנוזליות שנבדקו, הן בניסויי מעבדה והן בניסויי שדה, נתנו תוצאות טובות (פרט לבקטוספיין S3 נוזלי שהוצא בינתיים מהשימוש

- Biological and ecological studies of the giant looper *A. selenaria* Wlk. Parts I and II. *Kenya Coff.* 37:114-115; 116-117.
3. Abasa, R.O. and Mulinge, S.K. (1972) Effect of the fungicide "Du-Ter" on the giant coffee looper *Ascotis selenaria reciprocata* Wlk. *Turrialba* 22:99-100.
 4. Abbott, W.S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Ent.* 18:265-267.
 5. Angus, T.A. (1956) General characteristics of certain insect pathogens related to *Bacillus cereus*. *Can J. Microbiol.* 2:111-121.
 6. Bardner, R. and Mathenge, W.M. (1974) Organo-tin compounds against caterpillars on coffee leaves. *Kenya Coff.* 39:257-259.
 7. Crowe, T.J. (1966) Recent advances in the use of insecticides on coffee in East Africa. *Agric. vet. Chem.* 7(2):33-35.
 8. Evans, D.E. (1968) Lannate, a new insecticide for the control of the giant looper and other pests. *Kenya Coff.* 33:193-194.
 9. Grison, P. (1956) Quelques aspects de la lutte microbiologique contre les insectes ravageurs des cultures. *Annls Epiphyt.* 7:543-562.
 10. Grison, P. (1956) Rapport. *Coll. d'Antibes Comm. Int. Lutte Biol.* 20-22:119-124.
 11. Izhar, Y., Wysoki, M. and Gur, L. (1979) The effectiveness of *Bacillus thuringiensis* Berliner on *Boarmia (Ascotis) selenaria* Schiff. (Lepidoptera, Geometridae) in laboratory tests and field trials. *Phytoparasitica* 7:65-77.
 12. Schoeman, O.P. (1960) The biology, ecology and control of the citrus measuring worm, *Ascotis selenaria reciprocata* Wlk. D.Sc. thesis, University of Pretoria, South Africa.
 13. Shorey, M.H. and Hale, L.L. (1965) Mass rearing of nine noctuid species on a simple artificial medium. *J. econ. Ent.* 58:522-524.
 14. Thorbecke, H.J. and Fisher, J. (1963) New chemical development for insect control. *S. Afr. Citrus J.* No. 356, pp. 2-7.
 15. Vankova, J. (1973) Comparison of the insecticidal effects of two *Bacillus thuringiensis* preparations, Bathurin and Dipel. *Acta Ent. Bohemoslov.* 70:328-333.

Insecticidal activity of various formulations of *Bacillus thuringiensis* (B.t.) preparations against the giant looper, *Boarmia selenaria* Schiffmuller (Lepidoptera: Geometridae), on avocado

Hadar, D.¹, Wysoki, M.², Harpaz, I.¹ and Izhar, Y.³

Abstract

The following formulations of B.t.-containing insecticides were used in trials to control the giant looper *Boarmia selenaria* Schiffmuller, Bactospeine WP (containing 16,000 IU/mg); Bactospeine FC (a flowable concentrate containing 8,500 IU/mg); Dipel WP (containing 16,000 IU/mg); Dipel 4L (a liquid formulation containing 8,800 IU/mg); Thuricide HP (a wettable powder containing 16,000 IU/mg); Thuricide 32B (a liquid formulation containing 8,000 IU/mg); and CB-105 (an unregistered experimental

formulation containing two endotoxins). Colfix (manufactured by Sipcam, Milano) was added to all tested formulations as a sticker.

In laboratory tests all the wettable powders (0.5%) and liquid (1.0%) concentrates of Bactospeine, Dipel and Thuricide were found to be effective, causing up to 100% mortality within 6 days of young larvae till 1.5 cm. Similar results were obtained in field trials and in semicommercial-scale treatments when treated with 0.5 kg per dunam of wettable powders or 1 liter per dunam of liquid concentrates.

Dipel 4L exhibited certain phytotoxic effects resulting in abscission and early drop of young avocado leaves. CB-105 was tested only in the laboratory and its performance was practically the same as that of Dipel WP.

¹ Dept of Entomology, The Hebrew University of Jerusalem. Faculty of Agriculture. Jerusalem.

² Dept of Entomology, Institute of Plant Protection, ARO, Volcani Center, Bet Dagan

³ Extension Service, Ministry of Agriculture, Akko