

# משבשי התנהגות ורעלים פיסיקליים להדברת חרקים בריסוסי עלווה

דן וירוב, מרים אליהו, אני פינגשטיין  
המעבדה לכימיה של חמרי הדברה וטבע, מינהל המחקר החקלאי\*

## סבונים או מלחי חומצות שומניות

הסבונים פועלים כרעלים פיסיקליים, בעיקר על-ידי הפרעה לחילוף גזים ועל-ידי מיסוס ליפידים קוטיקולריים, הגורם את התייבשות החרק. הסבונים עשויים לגרום הפרעות לתנועה, ושיחתק מהיר בחרקים קטנים. לפחות במקרה אחד דווח על הפרעה בהעברת וירוס על-ידי כנימות עלה - בהשפעת סבון.

הסבונים הם אמצעי הדברה ותיק מאוד, שראשיתו בתחילת המאה שעברה; עם זאת, מעולם לא דווח על התפתחות תנגודת בעקבות השימוש בסבונים. במקרים רבים רוססו הסבונים במשולב עם שמנים, ונחשבו קוטלרי-מגע אידיאליים. העניין בסבונים כקוטלרי חרקים התמעט מאוד בשנות ה-40, לאחר גילוי תכונותיו של ה-DDT. בעשור האחרון התרבו הפירסומים העוסקים בסבונים כקוטלרי-חרקים בריסוסי עלווה, בייחוד בגידולים שבהם הבטיחות היא גורם מרכזי, כגון צמחי-בית; אך גם בגידולי-שדה ויער שאינם רגישים לנטייתם הפיטוטוקסית של הסבונים. רשימה חלקית של חרקים שניתן להדבירם בסבונים כוללת אקריות, תריפסים, פשפשים צמחוניים שונים, צידקות, פסילות, כנימות-עש, כנימות-עלה, כנימות-מגן, תגביים, בוגרי זכוכי פירות וחולי לאסיוקאמפידים (Lasiocampidae).

הסבונים הנגזרים מהחומצות השומניות הלא-רחויות האליאית והלינאליאית - הם בדרך-כלל הפעילים ביותר. מבין הסבונים הנגזרים מחומצות שומניות רחיות פעילות בייחוד החומצות הקפריית והלאורית ( $C_{16}$  ו- $C_{18}$ ). הקטין המקובל ביותר הוא האשלגן, אך נמצאה פעילות גם למלחי אמוניום ונתרן.

הסבונים פעילים במגע ולכן דורשים כיסוי טוב של צמח-המטרה בתרסיס. נטייתם של הסבונים לגרום לפעמים נזקים לצמח מחייבת שיקול-דעת בבחירת אופן הריסוס ומועדו, תוך התחשבות עם מין הגידול ועם גילו. דרכים נוספות להקטנת סכנת הנזקים לצמח הן שימוש בנגזרות אחרות של חומצות שומניות, כגון אסטרים עם כהלים פולהידריים, והתאמת התוארית (פורמולציה). תוארית מתאימה עשויה גם להאריך את פעילות הסבונים על העלה.

## מונעי אכילה (antifeedants)

מכיון שנוקם של חרקים לצומח נגרם, על-הדבר, אגב אכילה - אין פלא שצמחים מסוימים עשירים במונעי-אכילה מונעי-האכילה מוגדרים כחמרים הגורמים לחרק למות מרעב, ואינם קוטלים אותו ישירות, אף כשהוא נשאר על הצמח או סמוך לו. מונעי-אכילה מסוימים אמנם מראים פעילות מונעת אכילה כשהם בריכוז קטן - אך פועלים כרעלים כשהם בריכוז גדול, על פי ק.ר.ש. אשר (1), יש להבדיל בין מונעי אכילה הפועלים בשלב הטעימה (suppressants) לבין אלו המפסיקים את האכילה בשלב מאוחר יותר (deterrents).

הדברת חרקים בריסוסי עלווה בלתי-רעילים נראית אפשרית ונחוצה תמיד.

חמרים הפועלים כמשבשי-התנהגות או כרעלים פיסיקליים עשויים להחליף את רעלי-העצבים המקובלים כיום.

חמרים בלתי-רעילים אלו נמנים עם קבוצות כימיות שונות, ומגלים מגוון רחב של מנגנוני פעולה. המשותף לכולם: בטיחות בריאותית וסביבתית ועלות נמוכה (כתוצאה מדרישות ויטוס מינימליות).

כמו כן, השמוש בחמרים הללו - על-הדבר אינו גורם התפתחות עמידות.

יתרון נוסף של משבשי-התנהגות מסוימים - הוא המיידיות. תכונה זו עושה אותם ליעילים יותר מקוטלרי-חרקים רגילים במניעת הסלה ובהדברת מחלות ויראליות. ריסוסים במשבשי התנהגות מידיים עשוי לשמש גם כהשלמה לטיפולים בחמרים איסיים כגון מגיחים.

הבעיות העיקריות בשימוש בחמרים אלו הן: משך-פעילות קצר, נזקים לצמח, ותכופות - העדר אמצעי ריסוס נאות. קידום חמרים חשופים אלו מותנה בשיפור התוארית ודרכי היישום.

## מבוא

התפתחות תנגודת, נזקים לסביבה ורעילות לאדם - אלו הן חלק מהסיבות הרוחפות להחלפת קוטלרי-החרקים הקונבנציונליים ("רעלי עצבים") בחמרים מעטיר-רעילות וברידיים.

חמרים משבשי-התנהגות (semiochemicals), כגון פרומונים, מונעי אכילה וכו' ורעלים פיסיקליים (כגון שמנים, סבונים, ושאר קטלי חרקים שהשפעתם העיקרית היא בחסימת דרכי הנשימה במיסוס מעטה השעווה, או בתהליך פיסיקלי אחר) נמנים עם התחליפים הרציים לרעלי-העצבים.

שני הסוגים הנ"ל מצטיינים ברעילות מועטה ליונקים, בסיכון מועט לסביבה, ובנטייה מועטה (או בהעדר נטייה) לעורר התפתחות תנגודת בחרקים. בשני הסוגים נכללים עשרות רבות של תרכובות, אך רק מעטות נוסו בשדה. הדוגמאות שלהלן אינן בהכרח החשובות ביותר, ובחירתן נעשתה על-פי העניין המשוער שאתם חמרים עשויים לעורר אצל העוסקים בפיתוח אמצעים להדברת חרקים בריסוסי עלווה. המעוניינים להרחיב בנושאים אלו - יוכלו להיעזר בספרות הנלווית (1, 2, 3).



מונעי-האכילה נמנים עם קבוצות כימיות רבות, החל במולקולות קצרות יחסית כגון מזוטרפנים וסקוטרפנים, קומרינים ופורא-נוקומרינים, עד למולקולות חלבוניות ארוכות. כיום מזכרות עשרות תרכובות שהן פעילות כמונעי-אכילה - אך רק מעטות מתאימות לריסוס עלווה בריכוזים סבירים. מספר קטן עוד יותר של מונעי אכילה ניתן להפקה מסחרית ממקור צמחי או סינתטי.

קבוצה חשובה במיוחד מבוססת על מבנה של הסקוטרפן drimane. אלו הם חמרים ממקור צמחי, בעלי פעילות חזקה ומגוונת, המתאימים להכנה סינתטית. על יעילותם ניתן ללמוד מיכולתו של אחד מהם, פוליגודיאל, למנוע רכישת וירוסים חולפים. חסרונותיהם: נזקים פיטוטוכסיים, וזמן הישרדות קצר המחייב ריסוסים חוזרים ונשנים. מונעי-האכילה המוכרים ביותר מופקים מסחרית באיזור הטרופי והסובטרופי מהעץ (Neem or Margosa Tree). מונעי אכילה אלו פעילים נגד מיני חרקים רבים (כגון כנימת עש הטבק), גם כמג"חים וכמונעי הטלה. שילוב מונעי אכילה עם מג"חים נוסה לאחרונה גם באופן מלאכותי, בעזרת תוארית המכילה את שני סוגי החמרים. השילוב הפחית את כמות החומר הצמחי שנאכל בפרק-זמן שחלף עד להתבטאות המג"ת. גישה משולבת אחרת גורסת ריסוס הצמרת בלבד (הרגישה לנזקי אכילה) במונעי אכילה; מונעי האכילה גורמים את נדידת המזיק לתחתית הגוף המרוסס במג"ח סינתטי.

### פרומון האזעקה של כנימות-העלה

פרומונים מוגדרים כחמרי תקשורת בין פרטים מאותו מין (species), המסוגלים לעורר תגובה ספציפית, התנהגותית או התפתחותית. חמרי דחייה מוגדרים באופן כוללני כחמרים המשבשים את רצף התנהגות הטבעית של החרק. הגרה זו מקיפה תרכובות רבות, הנבדלות בספציפיות ובאופן הפעילות שלהן. נהוג לסווגן, על-פי דרך הפקתן, לחמרים סינתטיים (מיעוט) ולחמרים טבעיים המיוצרים ברקמת הצמח או מופרשים מפרוקי-רגליים שונים כאמצעי מגן או התקפה.

דוגמה: כנימות-עלה שונות מפרישות, כשהן מאימות, טיפות רביקות שמהן משתחרר פרומון אזעקה, המכיל שני רכיבים ססקוטרפנים. הפרומון הנדיף גורם לפרטים הסמוכים לנוע או להסתלק. הפרומון פעיל בריכוזים קטנים, פעילותו ספציפית ומהירה, ואפשר להכינו סינתטית. כל אלו עושים אותו לתומר-דחייה מבטית, ומאמץ ניכר השקע לניצולו להדברת מחלות ויראליות המועברות על-ידי כנימות עלה. למשל, נמצא שהוספת פרומון האזעקה לפריטרואידים מאפשרת מניעת העברת מחלות וירוס חולף. השפעת הפרומון מוסברת בהגברת התנועה של הזקסור, ובעיכוב העברת הזירוס. כך גדל זמן החשיפה של הזקסור לפריטרואיד (בדומה לצירוף של מונע אכילה ומג"ת, המתואר לעיל).

המכשול העיקרי לשימוש בפרומון האזעקה בריסוסי עלווה נעוץ במשך פעילותו הקצר, הנובע מגריפות, ומהתפרקות בחימצון ובאור. פעילותו הקצרה של פרומון האזעקה היא יתרון ביולוגי לכנימות-העלה, החוזרות להתנהגותן הרגילה מיד עם היעלמות האיום. פיתוח תכשירים המבססים על פרומוני האזעקה מתנהל במספר כיוונים.

מגמה אחת היא בדיקת תרכובות בעלות קרבה כימית לפרומוני האזעקה הידועים, בתקווה לאתר חמרים חדשים, בלתי גריפים ויצויבים מבחינה כימית. (המשך בעמוד 1408)

ספרות

1. Ascher, K.R.S. (1988). Inter. Pest. Con. 26: 131 - 133.
2. Bowers, W.S. (1985). In: N.F. Janes (ed): Recent advances in the chemistry of insect control. London: The Royal Society of Chemistry: 273 - 292.
3. Culter, H.G. (1988): Biologically active natural products, potential use in agriculture. ACS, Washington.

גישה מחקרית אחרת מסתמכת על גילוי זן תפוא"ר עמיד לכנימות עלת. זן זה מצויד בבלוטות-שערה המפרישות את הרכיב העיקרי של הפרזומון. זה נחשב לגילוי ראשון של מנגנון צמחי המחקה פרזומון במדויק.

לכאורה, אפשר אפוא לנצל מנגנון זה כדי ליצור, בטיפול או בהנרסה גנטית, זנים נוספים עמידים לכנימות-עלה.

דרך אחרת לחיקוי המנגנון הביולוגי, העשויה להיות קצרה יותר, היא פיתוח תוארית המסוגלת לשתרר את הפרזומון באופן אטי ומבוקר (controlled release).