

## เอกสารวิชาการ

### เรื่อง

แนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือน รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ  
ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน

### โดย

นางสาวเกวลิ เชื้อมสามัคคี

กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย

กองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

กระทรวงสาธารณสุข

## คำนำ

เอกสารทางวิชาการเรื่อง “แนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน” จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ และการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้พัฒนาแนวทางการปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาดในการพิจารณาขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน เพื่อให้การรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นทะเบียนมีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เกวลี เชื้อมสามัคคี

เมษายน 2566

## บทสรุปผู้บริหาร

สารสำคัญ (Active ingredient) ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) สามารถมีได้หลายกลุ่ม โดยกลุ่มที่ได้รับความนิยมคือ สารในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) จากข้อมูลการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์สำหรับจำหน่ายในประเทศที่มีสถานะคงอยู่ของกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2562 พบว่า ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ใช้สารในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) เป็นสารสำคัญ โดยคิดเป็นร้อยละ 98 โดยมีทั้งที่ประกอบด้วยสารสำคัญสารเดียว และสารสำคัญหลายตัวผสมกัน ซึ่งจากรวบรวมข้อมูลพบว่า โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 92 สำหรับแนวทางการพิจารณาผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ กรณีที่สารสำคัญเคยรับขึ้นทะเบียนแล้ว (สารเดิม) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

### (1) กรณีผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยสารสำคัญตัวเดียว

- หากสารสำคัญและอัตราส่วนสารสำคัญ ตรงตามที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ เจ้าหน้าที่สามารถพิจารณาได้ด้วยตนเอง
- หากสารสำคัญหรืออัตราส่วนสารสำคัญไม่ตรงกับที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ ผู้ประกอบการจะต้องส่งเอกสารหลักฐานทางวิชาการที่มาจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับ เช่น เอกสารข้อมูลการขึ้นทะเบียนของผลิตภัณฑ์ในต่างประเทศ ฉลากต่างประเทศ รายงานการวิจัย หรือรายงานการประเมินความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ที่ขอขึ้นทะเบียน เป็นต้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายนำเข้าพิจารณาในคณะกรรมการพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตราย

(2) กรณีผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัวผสมกัน หากอัตราส่วนของสารสำคัญทุกตัวเป็นไปตามที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ หรือหากอัตราส่วนของสารสำคัญบางตัว หรือทุกตัวต่ำกว่าช่วงที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ เจ้าหน้าที่สามารถพิจารณาอัตราส่วนสารสำคัญของสารแต่ละตัวได้ด้วยตนเอง โดยอ้างอิงตามคู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 5 ซึ่งระบุว่า อนุญาตให้ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัว ใช้อัตราส่วนสารสำคัญในสูตรต่ำกว่าช่วงที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำได้ เนื่องจากการผสมสารสำคัญหลายตัวเข้าด้วยกันทำให้ประสิทธิภาพของสารแต่ละตัวช่วยกัน ทั้งนี้ ผลทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด อย่างไรก็ตาม แม้เจ้าหน้าที่จะสามารถพิจารณาอัตราส่วนสารสำคัญได้ด้วยตนเอง แต่ประเด็นสารสำคัญแต่ละตัวที่ถูกนำมาใช้ร่วมกันยังคงต้องถูกนำเข้าพิจารณาในคณะกรรมการพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตราย ทั้งนี้ เนื่องจากคู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 5 ยังขาดแนวทางการปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่ในการพิจารณาความเหมาะสมของสารสำคัญแต่ละตัวที่ถูกนำมาใช้ร่วมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ทั้งนี้ ผู้เขียนจึงได้ศึกษาทบทวนข้อมูล

เกี่ยวกับสารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ และการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกัน เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปพัฒนาเป็นแนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน

จากการศึกษาทบทวนข้อมูลเกี่ยวกับสารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ และการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ พบว่า ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ สามารถแบ่งประเภทตามวัตถุประสงค์การใช้งานได้เป็น (1) กำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK) (2) กำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer: CIK) และ (3) กำจัดแมลงบินและแมลงคลาน (All insect killer: AIK) ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภทนี้ จะมีลักษณะการใช้ที่แตกต่างกัน เช่น ฉีดพ่นในอากาศ ฉีดพ่นพื้นผิวหรือฉีดพ่นที่แมลงโดยตรง รวมไปถึงต้องการการออกฤทธิ์ที่ต่างกัน เช่น ฤทธิ์ทำให้แมลงหายใจท้อง (Knockdown) ฤทธิ์ฆ่าแมลง (Kill) และฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect) อย่างไรก็ตาม สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) เพียงตัวเดียวอาจไม่สามารถมีฤทธิ์ครอบคลุมได้ทั้งหมด ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซจึงจำเป็นต้องใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) มากกว่าหนึ่งตัวเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ทำให้แมลงหายใจท้อง (Knockdown) ร่วมกับฤทธิ์ฆ่าแมลง (Kill) และหรือฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect) เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์และลักษณะการใช้งาน ดังนั้น ผู้เขียนจึงขอเสนอแนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกันว่า กรณีผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน ให้พิจารณาฤทธิ์ของสารสำคัญแต่ละตัวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ โดยสามารถอนุญาตได้หากผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทำให้แมลงหายใจท้อง (Knockdown) ร่วมกับสารสำคัญที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง (Kill) และหรือสารสำคัญที่มีฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect)

## สารบัญ

### หน้า

คำนำ.....	ก
บทสรุปผู้บริหาร.....	ข
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 กรอบแนวคิด.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
<b>บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....</b>	<b>3</b>
2.1 ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ.....	3
2.2 สารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ.....	3
2.2.1 ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) และสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid).....	5
2.2.2 สารกลุ่มฟีนิลไพราโซล (Phenylpyrazoles).....	12
2.2.3 สารกลุ่มไพโรล (Pyrroles).....	13
2.2.4 สารกลุ่มสารเสริมฤทธิ์กำจัดแมลง (Pesticide Synergists).....	14
2.2.5 อะมอร์ฟัสซิลิกา (Amorphous silica).....	14
2.3 ข้อมูล เอกสาร และหลักฐานที่ใช้ประกอบการยื่นคำขอขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือน รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids).....	15
2.4 หลักเกณฑ์ในการพิจารณารับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ.....	17
<b>บทที่ 3 วิธีการศึกษา.....</b>	<b>19</b>
3.1 รูปแบบการวิจัย.....	19
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	19
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	19
3.4 วิธีการรวบรวมข้อมูล.....	19
3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้.....	19

<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา.....</b>	<b>20</b>
4.1 ข้อมูลการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ของ กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย.....	20
4.2 การเลือกใช้สารสำคัญในสูตร (Formulation) ของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ.....	23
4.2.1 ประเภทของสูตร (Formulation types).....	23
4.2.2 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตัดสินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ.....	24
4.2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ.....	24
4.2.4 การเลือกสารสำคัญเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม (Optimised Formulation).....	25
<b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>26</b>
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	26
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	26
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>27</b>
<b>ภาคผนวก 1</b>	
คู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย ฉบับแก้ไขครั้งที่ 6.....	33
<b>ภาคผนวก 2</b>	
แนวทางการพิจารณาขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2564.....	35

## สารบัญตาราง

### หน้า

ตารางที่ 1	สารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ขึ้นทะเบียนกับ กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.....	4
ตารางที่ 2	สารสำคัญที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ.....	16
ตารางที่ 3	สารสำคัญและกลุ่มสารของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ขึ้นทะเบียนกับ กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.....	20

## สารบัญภาพ

## หน้า

รูปที่ 1	โครงสร้างของสารออกฤทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบของไพรีทรินส์ (Pyrethrins).....	5
รูปที่ 2	โครงสร้างของ Chryanthemic acid ester และโครงสร้างของ First-generation pyrethroids...	5
รูปที่ 3	โครงสร้างของเพอร์เมทริน (Permethrin) และโครงสร้างของ Type II pyrethroids.....	6
รูปที่ 4	โครงสร้างของ Stereoisomers ของไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin).....	7
รูปที่ 5	โครงสร้างของ Stereoisomers ของเตตระเมทริน (Tetramethrin).....	9
รูปที่ 6	โครงสร้างของ Stereoisomers ของอัลเลทริน (Allethrin).....	10
รูปที่ 7	โครงสร้างของ Stereoisomers ของดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin).....	11



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา

สารสำคัญ (Active ingredient) ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) สามารถมีได้หลายกลุ่ม โดยสารกลุ่มที่ได้รับความนิยมคือ สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จากข้อมูลการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์สำหรับจำหน่ายในประเทศที่มีสถานะคงอยู่ของกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2562 พบว่า มีผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารสำคัญเป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) คิดเป็นร้อยละ 98

ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ที่ประกอบด้วยสารสำคัญ (Active ingredient) ในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ตามบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายแนบท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 บัญชี 4 ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยารับผิดชอบ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนมีทั้งที่ประกอบด้วยสารสำคัญสารเดียว หรือสารสำคัญหลายตัวผสมกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัวผสมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 92

การพิจารณารับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ผ่านมามีแนวทางการปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่ในการพิจารณาเกี่ยวกับสารสำคัญและอัตราส่วนสารสำคัญที่ใช้ โดยสารสำคัญและอัตราส่วนสารสำคัญต้องเป็นไปตามที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ หรือได้รับการขึ้นทะเบียนจากหน่วยงานที่กำกับดูแลผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ในต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม ยังขาดแนวทางการพิจารณากรณีผลิตภัณฑ์ใช้สารสำคัญหลายตัวผสมกัน

ดังนั้นจึงได้ศึกษาทบทวนข้อมูลเกี่ยวกับสารสำคัญในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ และการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ เพื่อหาแนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้การรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม และส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นทะเบียนมีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

## 1.2 วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาทบทวนข้อมูลเกี่ยวกับสารสำคัญในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ และการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ

2.2 เพื่อเสนอแนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกัน

## 1.3 กรอบแนวคิด

ศึกษาทบทวนข้อมูลเกี่ยวกับสารสำคัญในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนกับกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำหรับจำหน่ายในประเทศ และมีสถานะคงอยู่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2562

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกัน สำหรับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) โดยไม่ครอบคลุมถึงการใช้สารสำคัญในกลุ่มอื่น การใช้สารสำคัญตัวเดียว และผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่น ๆ

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาเป็นแนวทางสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ในการพิจารณาขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน เพื่อให้การกำกับดูแลผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพและเหมาะสม

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

#### 2.1 ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ<sup>(1), (2)</sup>

ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) เป็นของเหลวที่ถูกบรรจุภายใต้ความดันอยู่ในภาชนะบรรจุ Aerosol dispenser ซึ่งสามารถใช้งานได้ครั้งเดียว (non-refillable) โดยสูตรจะประกอบไปด้วยสารสำคัญ (Active ingredient) 1 ตัว หรืออาจมากกว่า ตัวทำละลาย (Solvent) สารขับเคลื่อน (Propellant) และสารส่วนประกอบอื่น ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อปลดปล่อยสารสำคัญ (Active ingredient) ออกมาในรูปแบบละอองลอย

ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซเป็นรูปแบบที่มีการใช้ในบ้านเรือนอย่างแพร่หลาย สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้ออกได้เป็น กำจัดแมลงบิน (Flying insect killer) เช่น แมลงวัน (Fly) ยุง (Mosquito) และริ้น (Midge) เป็นต้น และกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer) เช่น แมลงสาบ (Cockroach) มด (Ant) ปลวก (Termite) ตัวสามง่าม (Silverfish) ไรฝุ่น (Dust mite) เห็บ (Tick) และหมัด (Flea) เป็นต้น ลักษณะสูตรของผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer) มีทั้ง Oil-based หรือ Water-based โดยสูตรที่ได้รับความนิยมคือ Water-based เนื่องจากมีกลิ่นอ่อนกว่า Oil-based

ความแตกต่างหลัก ๆ ระหว่างผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer) กับผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer) คือ การออกฤทธิ์ของสารสำคัญ และอัตราส่วนของสารสำคัญ รวมไปถึงลักษณะของสเปรย์ เช่น ขนาดของละอองลอย (Droplet size) ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer) ถูกออกแบบให้ฉีดพ่นไปในอากาศ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer) ถูกออกแบบให้ฉีดไปที่พื้นผิว นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer) จะใช้สารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) ที่มีฤทธิ์เด่นในการทำให้แมลงหงายท้อง (Knockdown) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer) โดยส่วนใหญ่จะใช้สารสำคัญที่มีฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect) อย่างไรก็ตาม บางครั้งผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer) และผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer) ใช้สารสำคัญตัวเดียวกัน แต่อัตราส่วนของสารสำคัญแตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer) มักจะมีอัตราส่วนของสารสำคัญสูงกว่า เพื่อให้มีสารหลงเหลือบนพื้นผิวหลังใช้งาน

#### 2.2 สารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ

สารสำคัญ (Active ingredient) คือ สารที่อยู่ในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่มีฤทธิ์กำจัด ควบคุม หรือไล่แมลง สารบางตัวออกฤทธิ์ได้กว้าง (Broad spectrum) ในขณะที่สารบางตัวฤทธิ์ได้ตีเฉพาะกับแมลงบางชนิดเท่านั้น<sup>(3)</sup>

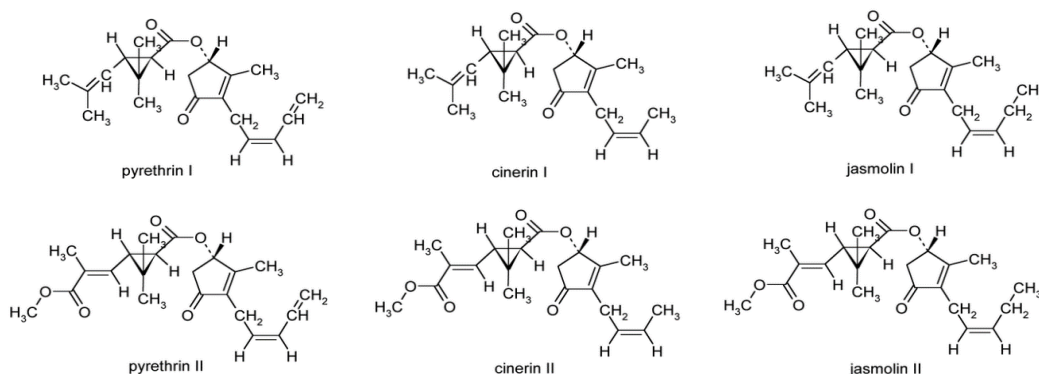
สารสำคัญในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเคยรับขึ้นทะเบียนสำหรับจำหน่ายในประเทศสามารถแบ่งตามกลุ่มสารสำคัญได้ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** สารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ขึ้นทะเบียนกับกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

กลุ่มสาร (Chemical class)	สารสำคัญ (Active ingredient)
ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) และไพเรทรอยด์ (Pyrethroid)	ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) เพอร์เมทริน (Permethrin) ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) อัลฟา-ไซเพอร์เมทริน (alpha-Cypermethrin) อิมิพรอทริน (Imiprothrin) เตตระเมทริน (Tetramethrin) ดี-เตตระเมทริน (d-Tetramethrin) ดี-อัลเลทริน (d-Allethrin) เอสไบโอทริน (Esbiothrin) เอส-ไบโออัลเลทริน (s-Bioallethrin) พราลเลทริน (Prallethrin) เมโทฟลูทริน (Metofluthrin) ทรานส์ฟลูทริน (Transfluthrin) ไบเฟนทริน (Bifenthrin) ดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin) ไซฟลูทริน (Cyfluthrin) เดลตาเมทริน (Deltamethrin) ไซฟีโนทริน (Cyphenothrin) ดี,ดี,ทรานส์-ไซฟีโนทริน (d,d,trans-Cyphenothrin)
ฟินิลไพราโซล (Phenylpyrazoles)	ฟิไพโรนิล (Fipronil)
ไพโรล (Pyrroles)	คลอร์ฟีนาเพอร์ (Chlorfenapyr)
สารเสริมฤทธิ์กำจัดแมลง (Pesticide Synergists)	ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide)
สารกลุ่มอื่น ๆ	อะมอร์ฟัสซิลิกา (Amorphous silica)

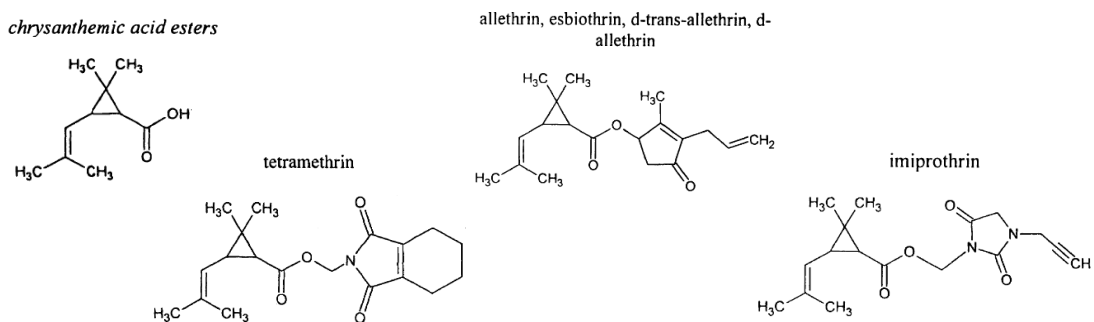
## 2.2.1 ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) และสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) <sup>(4), (5), (6), (7)</sup>

ไพรีทรัม (Pyrethrum) เป็นสารสกัด (Mixture) ที่ได้จากดอกไม้กลุ่มเบญจมาศ (Chrysanthemum flowers) โดยประกอบด้วยสารที่มีฤทธิ์กำจัดแมลงจำนวน 6 ตัว ได้แก่ Pyrethrin I, Pyrethrin II, Cinerin I, Cinerin II, Jasmolin I และ Jasmolin II โดยสารทั้ง 6 ตัวถูกเรียกรวมกันว่า ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) โครงสร้างของสารทั้ง 6 ตัว ประกอบด้วยส่วนที่เป็น Cyclopropane-carboxylic acid group และ Cyclopentenolone (alcohol) group เชื่อมต่อกันด้วย Ester linkage ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) สามารถสลายตัวได้อย่างรวดเร็วในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อโดนแสง



รูปที่ 1 โครงสร้างของสารออกฤทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบของไพรีทรินส์ (Pyrethrins)

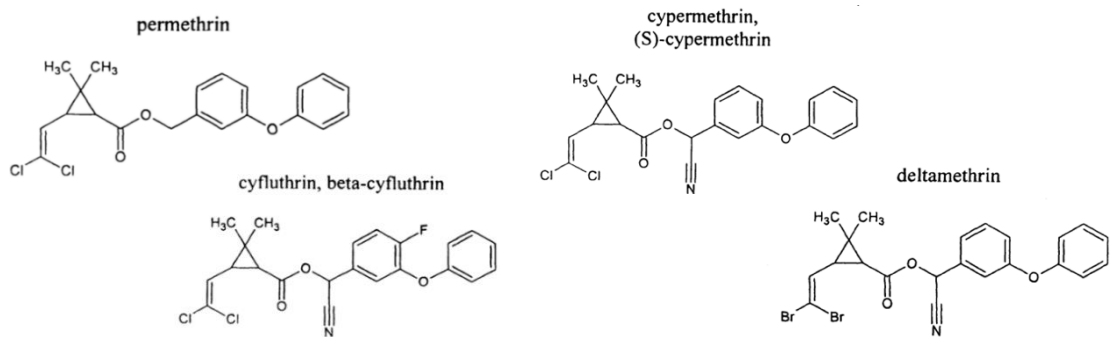
ไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) เป็นกลุ่มสารที่ได้มาจากการสังเคราะห์ มีโครงสร้างคล้ายกับไพรีทรินส์ (Pyrethrins) โดยโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงไปจากโครงสร้างพื้นฐานที่เป็น Chryanthemic acid ester ในสมัยต้นของความพยายามในการสังเคราะห์จะเป็นการเพิ่มหมู่แทนที่เข้าไปในโมเลกุลตรงส่วนของ Alcohol portion สารที่ถูกสังเคราะห์ในลักษณะนี้ถูกจัดเป็น First-generation pyrethroids ซึ่งจะยังคงสลายตัวได้ค่อนข้างง่ายเมื่อโดนแสง (Photolabile) เช่น เตตระเมทริน (Tetramethrin) ดี-อัลเลทริน (d-Allethrin) อิมิโพรทริน (Imiprothrin) เป็นต้น



รูปที่ 2 โครงสร้างของ Chryanthemic acid ester และโครงสร้างของ First-generation pyrethroids

การปรับเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ตรงส่วน Chrysanthemic acid portion ช่วยทำให้สารมีความทนต่อแสง (Photostable) มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โครงสร้างที่เป็น Ester ของ Chrysanthemic acid dihalovinyl ได้แก่ เพอร์เมทริน (Permethrin) ซึ่งจัดเป็น Type I pyrethroid โดยพบว่าทนต่อแสงเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมากเมื่อเทียบกับโครงสร้างแบบ Ester ของ Chrysanthemic acid

การปรับเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) อีกลักษณะที่พบได้มาก คือการเพิ่มหมู่แทนที่  $\alpha$ -cyano group โดยหากมี  $\alpha$ -cyano group เกาะอยู่ตรงส่วนของ Phenoxybenzyl จะจัดเป็น Type II pyrethroids ซึ่งมีฤทธิ์เพิ่มขึ้นจาก Type I pyrethroids ที่ไม่มี  $\alpha$ -cyano group เป็นอย่างมาก อีกทั้งยังมีกลไกการออกฤทธิ์ (Mode of action) ที่แตกต่างออกไป ตัวอย่าง Type II pyrethroids ได้แก่ ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) ไซฟลูทริน (Cyfluthrin) เดลตามาทริน (Deltamethrin) เป็นต้น



รูปที่ 3 โครงสร้างของเพอร์เมทริน (Permethrin) และโครงสร้างของ Type II pyrethroids

ส่วนใหญ่สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) ประกอบด้วย หลาย Stereoisomers เนื่องจาก โครงสร้างมี Asymmetric carbon อยู่หลายตำแหน่ง โดยเฉพาะตรงส่วนของ Cyclopropane ring นอกจากนี้ ในโครงสร้างยังมีส่วนที่เป็น Alkene moiety ซึ่งทำให้เกิดเป็น cis/trans isomerism โดยทั่วไปแล้วฤทธิ์ทางชีวภาพ ของ Stereoisomers แต่ละตัว มีความแตกต่างกัน ดังนั้น หากมี Active isomer เป็นองค์ประกอบอยู่มากผลิตภัณฑ์ ก็จะมีฤทธิ์กำจัดแมลงมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) ประกอบด้วย Stereoisomers ทั้งหมด 8 ตัว ในขณะที่อัลฟา-ไซเพอร์เมทริน (alpha-Cypermethrin) ประกอบด้วย Stereoisomers 2 ตัวที่มีฤทธิ์มากที่สุด

ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) และสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) มีกลไกการออกฤทธิ์ที่ระบบประสาท ของแมลง โดยรบกวนสมดุลของโซเดียม (Sodium channel modulator) โดยไปจับกับ Voltage-gated sodium channel (VGSC) ตรงเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) ของเซลล์ประสาท ยืดเวลาให้ Sodium channel ปิดช่อง ทำให้  $\text{Na}^+$  ions เคลื่อนที่เข้าไปภายในเซลล์อย่างต่อเนื่อง เกิดการเปลี่ยนแปลงของประจุไฟฟ้า แบบ Depolarize ภายในเซลล์มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกมากขึ้น โดย Type I pyrethroids ทำให้เกิดสัญญาณประสาทแบบ Multiple long action potential ในขณะที่ Type II pyrethroids ซึ่งยืดเวลาปิดของ Sodium channel ได้นานกว่า จึงทำให้

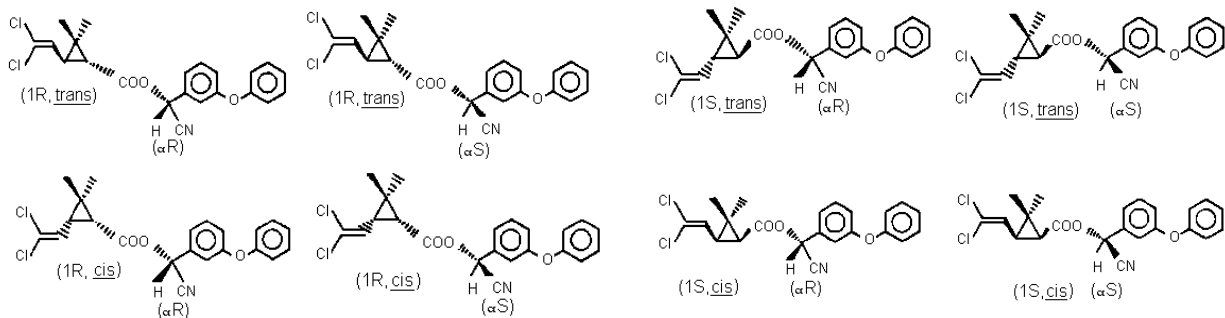
ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างพัก (Resting membrane potential) เพิ่มขึ้น และทำให้เกิด Depolarization dependent block แมลงที่สัมผัสหรือกินสารเข้าไป จะเป็นอัมพาตและตายในที่สุด ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) และ สารกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) มักถูกใช้ร่วมกับสารเสริมฤทธิ์ (Pesticide Synergists) เช่น ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide) โดยสารเสริมฤทธิ์ (Pesticide Synergists) จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในแมลงที่ ทำลายสาร (Detoxify) จึงช่วยให้สารออกฤทธิ์มีประสิทธิภาพดีขึ้น

(1) เพอร์เมทริน (Permethrin) (8), (9), (10)

เพอร์เมทริน (Permethrin) เป็นสารในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type I pyrethroid ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน ทางสาธารณสุข และทางการเกษตร อีกทั้งมีการใช้กำจัด ตัวเบียนภายนอกบนตัวสัตว์เลี้ยงและปศุสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการใช้ทางยาโดยใช้เป็นยาทาภายนอกรักษา หิด (Scabies) เหา (Head lice) และโลน (Pubic lice) เพอร์เมทริน (Permethrin) สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลง ได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น แมลงวัน (Fly) ยุง (Mosquito) แมลงสาบ (Cockroach) เห็บ (Tick) หมัด (Flea) และไร (Mite) เป็นต้น และมีฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect) โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงทั้งที่มาสัมผัส หรือกินเข้าไป นอกจากฤทธิ์ในการกำจัดแมลง เพอร์เมทริน (Permethrin) ยังมีฤทธิ์ในการไล่แมลงที่มาสัมผัส (Mild contact repellent effect) อีกด้วย แต่จะมีฤทธิ์กับแมลงบางชนิดเท่านั้น เมื่อแมลงสัมผัสสารจะเกิด Hot-foot effect โดยฤทธิ์ไล่แมลงจะขึ้นกับขนาดของสาร

(2) ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) (11), (12)

ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) เป็นสารในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type II pyrethroid ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน ทางการเกษตร และทางปศุสัตว์ โดยสามารถออกฤทธิ์กำจัด แมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น มด (Ant) แมลงสาบ (Cockroach) หมัด (Flea) และปลวก (Termite) เป็นต้น และมีฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect) โครงสร้างของไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) มี Asymmetric carbon atoms อยู่ 3 ตำแหน่ง จึงทำให้ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) ประกอบไปด้วย Stereoisomers 8 ตัว ได้แก่ (1) 1R trans  $\alpha$ -R (2) 1R trans  $\alpha$ -S (3) 1R cis  $\alpha$ -R (4) 1R cis  $\alpha$ -S (5) 1S trans  $\alpha$ -R (6) 1S trans  $\alpha$ -S (7) 1S cis  $\alpha$ -R และ (8) 1S cis  $\alpha$ -S isomers



รูปที่ 4 โครงสร้างของ Stereoisomers ของไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin)

(3) อัลฟา-ไซเพอร์เมทริน (alpha-Cypermethrin) <sup>(12), (13)</sup>

อัลฟา-ไซเพอร์เมทริน (alpha-Cypermethrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type II pyrethroid ประกอบด้วย Stereoisomers 2 ตัวจากไอโซเมอร์ทั้งหมด 8 ตัวที่เป็นองค์ประกอบของไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) ได้แก่ (1) 1R cis  $\alpha$ -S และ (2) 1S cis  $\alpha$ -R isomers อัลฟา-ไซเพอร์เมทริน (alpha-Cypermethrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน และทางการเกษตร โดยสามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น ยุง (Mosquito) แมลงวัน (Fly) และแมลงสาบ (Cockroach) เป็นต้น และมีฤทธิ์ทำให้แมลงหายใจได้อย่างรวดเร็ว (Rapid knockdown activity)

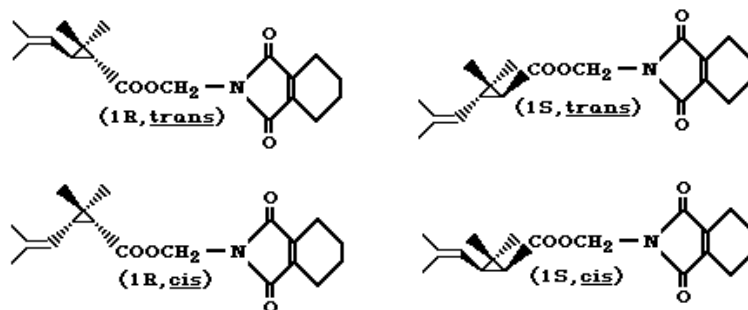
(4) อิมิโพรทริน (Imiprothrin) <sup>(14), (15), (16)</sup>

อิมิโพรทริน (Imiprothrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น First generation pyrethroid มีฤทธิ์กำจัดแมลงคลาน เช่น แมลงสาบ (Cockroach) เรือด (Bed bug) หมัด (Flea) ตัวสามง่าม (Silverfish) และแมงมุม (Spider) เป็นต้น อิมิโพรทริน (Imiprothrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงในบ้านเรือน สำหรับใช้ภายในบ้านเท่านั้น (indoor) โดยใช้เฉพาะจุด (Spot application) ตามรอยแตกหรือรอยแยกบริเวณที่มีแมลงรบกวน และแหล่งหลบซ่อนของแมลง อิมิโพรทริน (Imiprothrin) มีฤทธิ์ที่แรงมากในการทำให้แมลงหายใจ (Very strong knockdown activity) โดยมักถูกใช้ในผลิตภัณฑ์รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ร่วมกับสารกำจัดแมลงตัวอื่น ๆ เช่น ดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin) และไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) เป็นต้น

(5) เตตระเมทริน (Tetramethrin) <sup>(14), (17)</sup>

เตตระเมทริน (Tetramethrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น First generation pyrethroid ประกอบด้วย Stereoisomers 4 ตัว ได้แก่ (1) 1R, trans (2) 1R, cis (3) 1S, trans และ (4) 1S, cis isomers ในอัตราส่วน 4:1:4:1 โดยไอโซเมอร์ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพแรงที่สุด คือ 1R, trans isomer และรองลงมา คือ 1R, cis isomer เตตระเมทริน (Tetramethrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงในบ้านเรือน โดยสามารถใช้ภายในบ้าน (indoor) และบริเวณรอบบ้านภายนอก (outdoor) โดยฉีดพ่นในอากาศ ฉีดพ่นพื้นผิว เป็นบริเวณกว้าง และฉีดพ่นตามรอยแตกหรือรอยแยก เตตระเมทริน (Tetramethrin) สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น แมลงสาบ (Cockroach) มด (Ant) หมัด (Flea) และยุง (Mosquito) เป็นต้น และมีฤทธิ์ทำให้แมลงหายใจได้อย่างรวดเร็ว (Rapid knockdown activity) เตตระเมทริน (Tetramethrin) สามารถถูกใช้ร่วมกับสารสำคัญอื่น ๆ เช่น ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) เช่น เพอร์เมทริน (Permethrin) และไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) เป็นต้น และสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง (Growth inhibitors) เช่น ฟีนอกซีคาร์บ (Fenoxycarb) เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง เนื่องจากสารสำคัญตัวอื่นมีความคงทนมากกว่าเตตระเมทริน (Tetramethrin) และมีฤทธิ์ตกค้าง (Residual activity) ต่อแมลงที่ไม่ได้สัมผัสกับสารตั้งแต่แรก





รูปที่ 5 โครงสร้างของ Stereoisomers ของเตตระเมทริน (Tetramethrin)

(6) ดี-เตตระเมทริน (d-Tetramethrin) <sup>(14), (18), (19)</sup>

ดี-เตตระเมทริน (d-Tetramethrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น First generation pyrethroid ประกอบด้วย Stereoisomers 2 ตัว จากไอโซเมอร์ทั้งหมด 4 ตัวที่เป็นองค์ประกอบ เตตระเมทริน (Tetramethrin) ได้แก่ (1) 1R, trans และ (2) 1R, cis isomers ในอัตราส่วน 1:4 ดี-เตตระเมทริน (d-Tetramethrin) สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) และมีฤทธิ์ที่แรงในการทำให้แมลงหงายท้อง (Strong knockdown activity) อีกทั้งมีฤทธิ์ทำให้แมลงเคลื่อนไหวนอกจากแหล่งหลบซ่อน (Flushing activity)

(7) ดี-อัลเลทริน (d-Allethrin) <sup>(14), (20), (21)</sup>

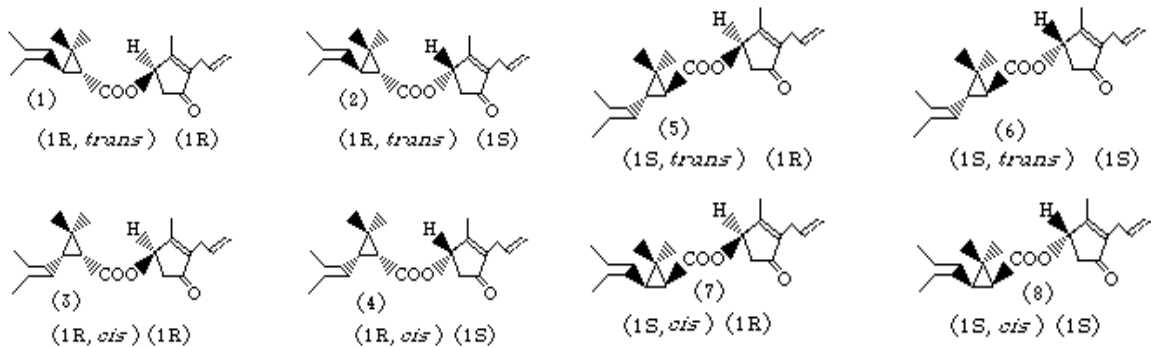
ดี-อัลเลทริน (d-Allethrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น First generation pyrethroid ประกอบด้วย Stereoisomers 4 ตัว จากไอโซเมอร์ทั้งหมด 8 ตัวที่เป็นองค์ประกอบ ของอัลเลทริน (Allethrin) ได้แก่ (1) 1R, trans;1R (2) 1R, trans;1S (3) 1R, cis;1R และ (4) 1R, cis;1S isomers ในอัตราส่วน 4:4:1:1 โดยไอโซเมอร์ทั้ง 4 ตัวมีฤทธิ์ทางชีวภาพ แต่ 1R, trans;1S isomer มีฤทธิ์แรงที่สุด ดี-อัลเลทริน (d-Allethrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงในบ้านเรือน สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) และมีฤทธิ์ที่แรงในการทำให้แมลงหงายท้อง (Strong knockdown activity)

(8) เอสไบโอทริน (Esbiothrin) <sup>(14), (20), (22)</sup>

เอสไบโอทริน (Esbiothrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น First generation pyrethroid ประกอบด้วย Stereoisomers 2 ตัวจากไอโซเมอร์ทั้งหมด 8 ตัวที่เป็นองค์ประกอบ ของอัลเลทริน (Allethrin) ได้แก่ (1) 1R, trans;1R และ (2) 1R, trans;1S isomers ในอัตราส่วน 1:3 เอสไบโอทริน (Esbiothrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงในบ้านเรือน สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) และมีฤทธิ์ที่แรงในการทำให้แมลงหงายท้อง (Strong knockdown activity)

(9) เอส-ไบโออัลเลทริน (s-Bioallethrin) <sup>(20), (23)</sup>

เอส-ไบโออัลเลทริน (s-Bioallethrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type I pyrethroid ประกอบด้วย Stereoisomers 1 ตัว จากไอโซเมอร์ทั้งหมด 8 ตัวที่เป็นองค์ประกอบของอัลเลทริน (Allethrin) ได้แก่ 1R, trans;1S isomer เอส-ไบโออัลเลทริน (s-Bioallethrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงในบ้านเรือน สามารถออกฤทธิ์กำจัดได้ทั้งแมลงบินและแมลงคลาน และมีฤทธิ์ทำให้แมลงหงายท้อง (Knockdown activity) อีกทั้งมีฤทธิ์ทำให้แมลงเคลื่อนไหวออกจากแหล่งหลบซ่อน (Flushing activity)



รูปที่ 6 โครงสร้างของ Stereoisomers ของอัลเลทริน (Allethrin)

(10) พราลเลทริน (Prallethrin) <sup>(14), (24)</sup>

พราลเลทริน (Prallethrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น Type I pyrethroid ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงในบ้านเรือน สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น ยุง (Mosquito) แมลงวัน (Fly) และแมลงสาบ (Cockroach) เป็นต้น โดยมีฤทธิ์ที่แรงในการทำให้แมลงหงายท้อง (Strong knockdown activity)

(11) เมโทฟลูทริน (Metofluthrin) <sup>(14), (25), (26)</sup>

เมโทฟลูทริน (Metofluthrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น Type I pyrethroid ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงในบ้านเรือน สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) โดยเฉพาะฤทธิ์ต่อยุง (Mosquito) และมีฤทธิ์ที่แรงในการทำให้แมลงหงายท้อง (Strong knockdown activity) อีกทั้งยังสามารถไล่ยุงได้ด้วย (Spatial repellent effect) เมโทฟลูทริน (Metofluthrin) สามารถระเหยได้ง่าย (High volatility) โดยสามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งคุณสมบัติสามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิห้องนี้ไม่สามารถพบได้ในอัลเลทริน (d-Allethrin) และพราลเลทริน (Prallethrin) ทำให้เมโทฟลูทริน (Metofluthrin) สามารถถูกนำมาใช้ได้ในพื้นที่กักยุงหลากหลายรูปแบบที่ต้องการสารสำคัญที่มีคุณสมบัติระเหยได้ เช่น ยาจุดกักยุง (Mosquito coil) ผลิตภัณฑ์กักยุงใช้กับเครื่องไฟฟ้า (Liquid vaporizer) ผลิตภัณฑ์กักยุงใช้กับเครื่องพกพา (Fan vaporizer) ผลิตภัณฑ์กักยุงรูปแบบแผ่นระเหยแบบกระดาษ (Paper emanator) และแบบเรซิน (Resin emanator) เป็นต้น

(12) ทรานส์ฟลูทริน (Transfluthrin) <sup>(27), (28), (29)</sup>

ทรานส์ฟลูทริน (Transfluthrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยเป็น Type I pyrethroid ถูกใช้ในบ้านเรือนโดยผู้บริโภค (non-professional users) สำหรับกำจัดแมลงบินเป็นหลัก เช่น ยุง (Mosquito) และแมลงวัน (Fly) อีกทั้งสามารถกำจัดแมลงสาบ (Cockroach) ได้ด้วย โดยสามารถออกฤทธิ์ได้เร็ว (Fast acting pyrethroid) และมีฤทธิ์ที่แรงในการทำให้แมลงหงายท้อง (Strong knockdown activity) นอกจากนี้ ทรานส์ฟลูทริน (Transfluthrin) สามารถระเหยได้ง่าย (High volatility) โดยสามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง จึงสามารถไล่ยุง (Spatial repellent effect) และลดการเกาะของยุงบนผิวหนังของคน (Human landing rate) ได้เช่นเดียวกับเมโทฟลูทริน (Metofluthrin) โดยสารจะระเหยไปอยู่ในอากาศ แล้วกระจายตัวรอบ ๆ บริเวณที่ใช้งานเกิดเป็นพื้นที่ที่ไม่มียุงรบกวน (Biting-free space)

(13) ไบเฟนทริน (Bifenthrin) <sup>(30), (31), (32), (33)</sup>

ไบเฟนทริน (Bifenthrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type I pyrethroid ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน และทางการเกษตร สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น ปลวก (Termite) มด (Ant) หมัด (Flea) แมงมุม (Spider) ยุง (Mosquito) และแมลงวัน (Fly) เป็นต้น โดยแมลงเป้าหมายหลักของไบเฟนทริน (Bifenthrin) คือ ปลวก (Termite) โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงทั้งที่มาสัมผัส หายใจ หรือกินเข้าไป และสามารถออกฤทธิ์ฆ่าแมลงที่มาสัมผัสได้อย่างรวดเร็ว (Fast-acting) อีกทั้งมีฤทธิ์ตกค้างตรงบริเวณที่ใช้ (Lethal zone)

(14) ดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin) <sup>(34), (35)</sup>

ดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type I pyrethroid ประกอบด้วย Stereoisomers 2 ตัว จากไอโซเมอร์ทั้งหมด 4 ตัวที่เป็นองค์ประกอบของฟีโนทริน (Phenothrin) ได้แก่ (1) 1R, trans และ (2) 1R, cis isomers ในอัตราส่วน 4:1 ดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน และทางสาธารณสุข ได้แก่ ยุง (Mosquito) แมลงวัน (Fly) และแมลงสาบ (Cockroach) โดยมีฤทธิ์ที่แรงในการฆ่าแมลง (Strong killing effect) โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงทั้งที่มาสัมผัสหรือกินเข้าไป



รูปที่ 7 โครงสร้างของ Stereoisomers ของดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin)

(15) ไซฟลูทริน (Cyfluthrin) <sup>(36), (37), (38)</sup>

ไซฟลูทริน (Cyfluthrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type II pyrethroid ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน และทางการเกษตร สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงบินและแมลงคลาน เช่น ยุง (Mosquito) แมลงวัน (Fly) มด (Ant) แมลงสาบ (Cockroach) เห็บ (Tick) หมัด (Flea) และตัวสามง่าม (Silverfish) เป็นต้น โดยมีฤทธิ์ทำให้แมลงหายใจได้อย่างรวดเร็ว (Rapid knockdown activity) อีกทั้งมีฤทธิ์ตกค้าง (Residual activity) โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงทั้งที่มาสัมผัสหรือกินเข้าไป

(16) เดลตามาเมทริน (Deltamethrin) <sup>(14), (39), (40)</sup>

เดลตามาเมทริน (Deltamethrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type II pyrethroid ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน และทางการเกษตร โดยสามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น มด (Ant) แมลงสาบ (Cockroach) และแมลงวัน (Fly) เป็นต้น และฤทธิ์ฆ่าแมลงสามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานาน (Long-term killing effect) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ที่แรงในการทำให้แมลงหายใจ (Strong knockdown activity) โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงทั้งที่มาสัมผัสหรือกินเข้าไป

(17) ไซฟีโนทริน (Cyphenothrin) <sup>(14), (41)</sup>

ไซฟีโนทริน (Cyphenothrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type II pyrethroid มี Chiral center อยู่ 3 ตำแหน่ง จึงประกอบด้วย Stereoisomers 8 ตัว ไซฟีโนทริน (Cyphenothrin) ถูกใช้เป็นสารกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือน และทางสาธารณสุข สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงสาบ (Cockroach) เรือด (Bed bug) และหมัด (Flea) โดยมีฤทธิ์ที่แรงในการฆ่าแมลง (Strong killing effect)

(18) ดี,ดี,ทรานส์-ไซฟีโนทริน (d,d,trans-Cyphenothrin) <sup>(42)</sup>

ดี,ดี,ทรานส์-ไซฟีโนทริน (d,d,trans-Cyphenothrin) เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็น Type II pyrethroid ประกอบด้วย stereoisomer หลักตัวเดียว คือ (S)- $\alpha$ -cyano-3-phenoxybenzyl (1R, 3R)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl) cyclopropanecarboxylate โดยที่มี stereoisomers ตัวอื่นรวมอยู่ด้วยในสัดส่วนที่น้อย ดี,ดี,ทรานส์-ไซฟีโนทริน (d,d,trans-Cyphenothrin) ถูกใช้ในทางสาธารณสุข สำหรับกำจัดแมลงวัน (Fly) ยุง (Mosquito) และแมลงสาบ (Cockroach) โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงที่มาสัมผัส

## 2.2.2 สารกลุ่มฟีนิลไพราโซล (Phenylpyrazoles)

(1) ฟิโพรนิล (Fipronil) <sup>(43), (44), (45)</sup>

ฟิโพรนิล (Fipronil) เป็นสารในกลุ่มฟีนิลไพราโซล (Phenylpyrazoles) มีกลไกการออกฤทธิ์ที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) ของแมลง โดยขัดขวางช่องเปิดคลอไรด์และการทำงานของสารสื่อประสาท GABA (GABA-gated chloride channel antagonists) โดยฟิโพรนิล (Fipronil) จะไปจับกับช่องเปิด GABA-gated chloride channel ตรงเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) ของเซลล์ประสาท ขัดขวาง

สารสื่อประสาท GABA ซึ่งเป็น Inhibitory neurotransmitter ไม่ให้สามารถจับกับตัวรับ GABA<sub>A</sub> receptor ได้ จึงทำให้ Chlorine ions ไม่สามารถไหลผ่านช่องเปิดเข้าไปภายในเซลล์ประสาท จึงไม่เกิดภาวะ Hyperpolarization เพื่อลดการกระตุ้นกระแสประสาท (Potential) ส่งผลให้มีการส่งกระแสประสาทมากผิดปกติ (Hyperexcitation) แมลงจะเป็นอัมพาตและตายในที่สุด

ฟีโพรนิล (Fipronil) ถูกใช้ทั้งทางการเกษตร ทางสาธารณสุข และในบ้านเรือน เพื่อกำจัดแมลงรบกวน อีกทั้งยังมีการใช้กำจัดตัวเบียนภายนอกบนตัวสัตว์เลี้ยง ได้แก่ สุนัข และแมว ฟีโพรนิล (Fipronil) สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) เช่น มด (Ant) แมลงสาบ (Cockroach) เห็บ (Tick) หมัด (Flea) และปลวก (Termite) เป็นต้น โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงทั้งที่มาสัมผัสหรือกินเข้าไป ฟีโพรนิล (Fipronil) ออกฤทธิ์ได้ค่อนข้างช้า (Slow-acting insecticide) และไม่มีฤทธิ์ในการไล่ (Non-repellent) จึงได้เปรียบสำหรับใช้กำจัดแมลงสังคม (Social insects) ได้แก่ ปลวก (Termite) และมด (Ant) เนื่องจากแมลงที่สัมผัสหรือกินสารกำจัดแมลงเข้าไปจะสามารถส่งต่อสารกำจัดแมลงไปยังแมลงตัวอื่น ๆ ที่รังได้ (Horizontal transfer) เนื่องจาก แมลงจะไม่ตายในทันที ยังสามารถกลับไปรังได้ ซึ่งแมลงจะมีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนอาหาร และทำความสะอาดซึ่งกันและกัน จึงทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารกำจัดแมลงไปทั่วทั้งโคโลนี โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอ่อน (Larvae) และวรรณะสืบพันธุ์ (Reproductives) ซึ่งจะไม่ออกไปหาอาหารเอง ในทางกลับกันสารกำจัดแมลงที่ออกฤทธิ์เร็ว (Fast-acting insecticide) เช่น สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จะสามารถฆ่าแมลงที่มาสัมผัสหรือกินสารเข้าไปได้อย่างรวดเร็ว ทำให้แมลงไม่มีโอกาสกลับไปรังรังโคโลนีที่เหลือจึงรอดชีวิตไปได้

### 2.2.3 สารกลุ่มไพโรล (Pyrroles)

#### (1) คลอร์ฟินาเพอร์ (Chlorfenapyr) <sup>(46), (47)</sup>

คลอร์ฟินาเพอร์ (Chlorfenapyr) เป็นสารในกลุ่มไพโรล (Pyrroles) มีกลไกการออกฤทธิ์ที่ระบบผลิตพลังงาน โดยไปรบกวนการเกิดปฏิกิริยาเติมหมู่ฟอสเฟต ด้วยการขัดขวางไม่ให้เกิดความต่างระดับของโปรตอน (Uncouplers of oxidative phosphorylation via disruption of the proton gradient) โดยคลอร์ฟินาเพอร์ (Chlorfenapyr) เป็น Pro-insecticide ที่ยังไม่สามารถออกฤทธิ์ได้ ต้องถูกเปลี่ยนแปลงโดยออกไซด์เอ็นไซม์ Mixed function oxidases นำหมู่ N-ethoxymethyl group ออก เพื่อให้ได้เป็นสาร CL 303268 ที่มีความเป็นพิษก่อน สาร CL 303268 จะออกฤทธิ์เป็น Uncoupler ในกระบวนการ oxidative phosphorylation ภายใน Mitochondria โดยสาร Uncoupler จะทำให้โปรตอนที่อยู่ใน Intermembrane space ของ Mitochondria ไหลกลับเข้าสู่ Matrix โดยไม่ผ่านเอ็นไซม์ ATPsyntase ทำให้ไม่มีความต่างระดับของโปรตอน การถ่ายทอดอิเล็กตรอนและการสังเคราะห์ ATP จึงถูกแยกออกจากกัน โดยยังเกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน แต่ไม่เกิดการสังเคราะห์ ATP ดังนั้น เมื่อร่างกายของแมลงไม่สามารถสังเคราะห์ ATP ได้ จึงทำให้ขาดพลังงาน เซลล์จึงไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ และแมลงจึงตายในที่สุด

คลอร์ฟินาเพอร์ (Chlorfenapyr) เป็นสารพิษ (Toxin) ที่ถูกผลิตขึ้นโดยแบคทีเรีย *Streptomyces fumanus* คลอร์ฟินาเพอร์ (Chlorfenapyr) ถูกนำมาใช้ทั้งทางการเกษตร และทางสาธารณสุข เพื่อกำจัดปลวก (Termite) แมลงสาบ (Cockroach) มด (Ant) ตัวเรือด (Bed bug) แมลงวัน (Fly) และแมงมุม (Spider) เป็นต้น คลอร์ฟินาเพอร์ (Chlorfenapyr) สามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้หลายชนิด (Broad spectrum) โดยสามารถออกฤทธิ์ต่อแมลงทั้งที่มาสัมผัสหรือกินเข้าไป <sup>[41]</sup>

## 2.2.4 สารกลุ่มสารเสริมฤทธิ์กำจัดแมลง (Pesticide Synergists)

### (1) ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide : PBO) <sup>(48), (49)</sup>

ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide) เป็นสารเสริมฤทธิ์กำจัดแมลง (Pesticide Synergists) ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide) ไม่มีฤทธิ์ในการกำจัดแมลง และต้องถูกใช้ร่วมกับสารกำจัดแมลงอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลง โดยมักจะถูกใช้ร่วมกับไพรีทรินส์ (Pyrethrins) หรือสารในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide) มีกลไกการออกฤทธิ์โดยไปยับยั้ง Oxidative and esterase-based metabolism ซึ่งเป็นกระบวนการที่แมลงใช้ในการทำลายสารกำจัดแมลง (Detoxification) ในร่างกาย ส่งผลให้สารกำจัดแมลงถูกทำลายช้าลง ปริมาณของสารกำจัดแมลงที่อยู่ในร่างกายของแมลงจึงมากขึ้น สารกำจัดแมลงจึงสามารถออกฤทธิ์อยู่ในร่างกายของแมลงได้นานขึ้น ดังนั้นจึงสามารถลดปริมาณของสารกำจัดแมลงที่ปล่อยได้ โดยประสิทธิภาพยังคงเดิม ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide) ถูกนำมาใช้ร่วมกับสารกำจัดแมลงในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงทั้งที่ใช้ในบ้านเรือน ทางสาธารณสุข ทางการเกษตร และทางปศุสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการใช้ในผลิตภัณฑ์รักษาเหา (Head lice) และ โลน (Pubic lice) ในคน โดยอยู่ในรูปแบบแชมพู และโลชั่น

### 2.2.5 อะมอร์ฟัสซิลิกา (Amorphous silica) <sup>(50), (51)</sup>

ดินเบา (Diatomaceous earth) เป็นสารที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ มาจากซากฟอสซิลของเปลือกสาหร่ายเซลล์เดียวขนาดเล็ก ที่เรียกว่า Diatom ซึ่งตายทับถมเป็นตะกอนอยู่ในชั้นดินของแม่น้ำ ลำธาร ทะเลสาบ และมหาสมุทรเป็นเวลานาน ส่วนเปลือกของสาหร่ายเซลล์เดียวจะประกอบด้วย Silica ซึ่งเป็นสารที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ Silica มีชื่อทางเคมีว่า Silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) มี 2 รูปแบบ ได้แก่ Crystalline และ Amorphous form โดยส่วนใหญ่แล้ว Diatomaceous earth จะประกอบด้วย Amorphous silicon dioxide อย่างไรก็ตาม อาจมี Crystalline silicon dioxide เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยในปริมาณน้อย

อะมอร์ฟัสซิลิกา (Amorphous silica) หรืออาจเรียกว่า Silica gel คือ Silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) ที่อยู่ในรูป Amorphous form มีกลไกการออกฤทธิ์ทางกายภาพต่อแมลง (Physical mode of action) โดยทำให้แมลงสูญเสียน้ำ (Dessicant) ด้วยการขจัดชั้นฟิล์มไขมันที่ปกคลุมผนังชั้นนอก (Cuticle) ของโครงร่างแข็งภายนอกลำตัว (Exoskeleton) ของแมลงออกไป นอกจากนี้ ลักษณะของอะมอร์ฟัสซิลิกา (Amorphous silica) มีขอบมุมที่แหลมคม จึงสามารถขีดข่วน (Abrasive) ตัวแมลงได้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้แมลงสูญเสียน้ำเร็วขึ้น ทำให้

แมลงแห้งและตายในที่สุด อะมอร์ฟัสซิลิกา (Amorphous silica) ถูกใช้ในการกำจัดตัวเรือด (Bed bug) แมลงสาบ (Cockroach) เห็บ (Tick) หมัด (Flea) และแมงมุม (Spider) เป็นต้น

### 2.3 ข้อมูล เอกสาร และหลักฐานที่ใช้ประกอบการยื่นคำขอขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือน รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids)

ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ที่ประกอบด้วยสารสำคัญ (Active ingredient) ในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) จัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ตามบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายแนบท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 บัญชี 4 ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยารับผิดชอบ

ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม การผลิตหรือนำเข้าวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 จะต้องนำมาขอขึ้นทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ก่อน และเมื่อได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนแล้ว ให้ออกใบอนุญาตให้ผลิตหรือนำเข้าได้ โดยการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง การขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญ และการต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยารับผิดชอบ สำหรับผู้ที่ประสงค์จะผลิตหรือนำเข้าซึ่งวัตถุอันตรายให้ยื่นคำขอขึ้นทะเบียน ตามแบบ วอ./สธ 1 โดยรายการข้อมูลเอกสารและหลักฐานเพื่อการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายให้เป็นไปตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยารว่าด้วยเรื่อง การกำหนดรายการข้อมูลเอกสารและหลักฐานเพื่อการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย

สำหรับข้อมูลของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายสำเร็จรูปที่ใช้ในบ้านเรือนหรือทางสาธารณสุขเพื่อประโยชน์แก่การระงับ ป้องกัน ควบคุม ไล่กำจัดแมลงและสัตว์อื่น หรือสัตว์ทะเล สำหรับจำหน่ายในประเทศ กรณีสารสำคัญเคยรับขึ้นทะเบียนแล้ว (สารเดิม) จะประกอบไปด้วย

- (1) ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อการค้า ชื่อผู้ผลิต และประเทศที่ผลิต และส่วนประกอบ
- (2) คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี
- (3) สรุปผลการจำแนกประเภทความเป็นอันตรายตามระบบสากลการจำแนกประเภทความเป็นอันตราย และการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (GHS; Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)
- (4) เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS; Safety Data Sheet) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป
- (5) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายสำเร็จรูป
- (6) ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ (เฉพาะผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายสำเร็จรูป ซึ่งมีสารสำคัญอยู่ในบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายที่ต้องส่งผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ)
- (7) ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ อันตรายการใช้ และลักษณะที่แนะนำให้ใช้ หรือข้อมูลการแนะนำให้ใช้ตามที่กล่าวอ้างให้ใช้

- (8) กรรมวิธีผลิต
- (9) ให้นำเข้า ให้ส่งหนังสือรับรองการจำหน่าย (Certificate of Free Sale) ในประเทศผู้ผลิตหรือประเทศอื่น ๆ ในกรณีที่ไม่มีจำหน่ายในประเทศผู้ผลิต
- (10) กรณีผลิตผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายสำเร็จรูปหรือวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูป ให้ส่งสำเนาใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายของวัตถุดิบเทคนิคอลเกรดหรือวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้ในการผลิต แล้วแต่กรณี
- (11) ตัวอย่างวัตถุอันตราย ตัวอย่างภาชนะบรรจุ หรือเอกสารภาพถ่ายแสดงลักษณะภาชนะบรรจุ การหุ้มห่อหรือผูกมัดภาชนะบรรจุ

โดยข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ อัตราการใช้ และลักษณะที่แนะนำให้ใช้ หรือข้อมูลการแนะนำให้ใช้ตามที่กล่าวอ้างให้ใช้ ตามข้อ 7 สำหรับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ จะต้องเป็นไปตามเอกสาร Pesticides and Their Application for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance ซึ่งจัดทำขึ้นโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) โดยสารสำคัญ (Active ingredient) ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำให้ใช้ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สารสำคัญที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ <sup>(1)</sup>

สารสำคัญ (Active ingredient)	อัตราส่วนสารสำคัญ (%)
d-Allethrin	0.1 - 0.5
d-trans-Allethrin	0.1 - 0.5
s-Bioallethrin	0.04 - 0.7
Bendiocarb	0.1 - 0.5
Bioresmethrin	0.04 - 0.2
Chlorpyrifos	0.1 - 1
Cyfluthrin	0.01 - 0.1
Cypermethrin	0.1 - 0.35
Cyphenothrin	0.1 - 0.5
d,d-trans-Cyphenothrin	0.05 - 0.25
Deltamethrin	0.005 - 0.025
Dimefluthrin	0.002 - 0.05
Dinotefluran	0.5 - 2
Etofenprox	0.5 - 1
Fenvalerate	0.05 - 0.3



สารสำคัญ (Active ingredient)	อัตราส่วนสารสำคัญ (%)
Imiprothrin	0.04 - 0.3
Metofluthrin	0.002 - 0.05
Metoxadiazone	1 - 5
Permethrin	0.05 - 1
d-Phenothrin	0.05 - 1
Pirimiphos-metyl	0.5 - 2
Prallethrin	0.05 - 0.4
Propoxur	0.5 - 2
Pyrethrins	0.1 - 1
Tetramethrin	0.03 - 0.6
d-Tetramethrin	0.05 - 0.3

#### 2.4 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาปรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ

(1) กรณีผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยสารสำคัญเป็นสารใหม่ที่ทางกลุ่มยังไม่เคยปรับขึ้นทะเบียน เจ้าหน้าที่จะต้องนำเข้าพิจารณาในคณะทำงานพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตรายทุกกรณี เพื่อพิจารณาข้อมูลความเป็นพิษของสารสำคัญ นอกเหนือจากข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ อัตราการใช้ และลักษณะที่แนะนำให้ใช้ หรือข้อมูลการแนะนำให้ใช้ตามที่กล่าวอ้างให้ใช้

(2) กรณีผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยสารสำคัญตัวเดียว โดยเป็นสารที่เคยปรับขึ้นทะเบียนแล้ว (สารเดิม)

- หากสารสำคัญและอัตราส่วนสารสำคัญ ตรงตามที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ เจ้าหน้าที่สามารถพิจารณาได้ด้วยตนเอง

- หากสารสำคัญหรืออัตราส่วนสารสำคัญไม่ตรงกับที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ ผู้ประกอบการจะต้องส่งเอกสารหลักฐานทางวิชาการที่มาจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และเป็นที่ยอมรับ เช่น เอกสารข้อมูลการขึ้นทะเบียนของผลิตภัณฑ์ในต่างประเทศ ฉลากต่างประเทศ รายงานการวิจัย หรือรายงานการประเมินความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ที่ขอขึ้นทะเบียน เป็นต้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายนำเข้าพิจารณาในคณะทำงานพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตราย

(3) กรณีผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัวผสมกัน โดยเป็นสารที่เคยปรับขึ้นทะเบียนแล้ว (สารเดิม) หากอัตราส่วนของสารสำคัญทุกตัวเป็นไปตามที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ หรือหากอัตราส่วนของสารสำคัญบางตัว หรือทุกตัวต่ำกว่าช่วงที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำ เจ้าหน้าที่สามารถพิจารณาอัตราส่วนสารสำคัญของสารแต่ละตัวได้ด้วยตนเอง โดยอ้างอิงตามคู่มือการปรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 5

ซึ่งระบุว่า อนุญาตให้ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัวใช้อัตราส่วนสารสำคัญในสูตรต่ำกว่าช่วงที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) แนะนำได้ เนื่องจากการผสมสารสำคัญหลายตัวเข้าด้วยกันทำให้ประสิทธิภาพของสารแต่ละตัวช่วยกัน ทั้งนี้ ผลทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด อย่างไรก็ตาม แม้เจ้าหน้าที่จะสามารถพิจารณาอัตราส่วนสารสำคัญได้ด้วยตนเอง แต่ประเด็นสารสำคัญแต่ละตัวที่ถูกนำมาใช้ร่วมกันยังคงต้องถูกนำเข้าพิจารณาในคณะกรรมการพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตราย โดยผู้ประกอบการจะต้องส่งเอกสารหลักฐานทางวิชาการที่มาจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับ เช่น เอกสารข้อมูลการขึ้นทะเบียนของผลิตภัณฑ์ในต่างประเทศ ฉลากต่างประเทศ รายงานการวิจัย หรือรายงานการประเมินความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ที่ขอขึ้นทะเบียน เป็นต้น เพื่อประกอบการพิจารณา ทั้งนี้ เนื่องจากคู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 5 ยังขาดแนวทางการปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่ในการพิจารณาความเหมาะสมของสารสำคัญแต่ละตัวที่ถูกนำมาใช้ร่วมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ

## บทที่ 3

### วิธีการศึกษา

#### 3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อหาแนวทางสำหรับการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน โดยสืบค้นและศึกษาจากเอกสารอ้างอิงทางวิชาการ วิเคราะห์ แล้วนำผลที่ได้มาเสนอเป็นแนวทางการปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด

#### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) สำหรับจำหน่ายในประเทศที่ขึ้นทะเบียนกับกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 – 2562

#### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- (1) ทบทวนทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) สำหรับจำหน่ายในประเทศที่ขึ้นทะเบียนกับกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 – 2562
- (2) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้สารสำคัญในสูตร (Formulation) ของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ

#### 3.4 วิธีการรวบรวมข้อมูล

- (1) สืบค้นและรวบรวมข้อมูลการขึ้นทะเบียนของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จากฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
- (2) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) จากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง
- (3) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวร่วมกัน ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซจากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง
- (4) วิเคราะห์ข้อมูล เรียบเรียง สรุปผล และจัดทำข้อเสนอแนะ

#### 3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

คำนวณค่าสถิติเป็นอัตราร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (Percentage or Percent)

## บทที่ 4 ผลการศึกษา

### 4.1 ข้อมูลการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ของกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย

จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) สำหรับจำหน่ายในประเทศที่ขึ้นทะเบียนกับกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 – 2562 และมีสถานะคงอยู่ พบว่ามีทั้งหมด 132 ทะเบียน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยสารสำคัญตัวเดียว จำนวน 8 ทะเบียน และผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัว จำนวน 124 ทะเบียน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัวผสมกัน โดยสารสำคัญที่ถูกนำมาใช้ร่วมกัน ได้แก่ สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) โดยใช้ร่วมกันเป็นจำนวน 2 – 4 ตัว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 92 หรือสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) 1 - 2 ตัว ร่วมกับสารเสริมฤทธิ์ (Synergist) ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl butoxide: PBO) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 2

**ตารางที่ 3** สารสำคัญและกลุ่มสารของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ที่ขึ้นทะเบียนกับกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารสำคัญ (Active ingredient)	กลุ่มสาร	อัตราส่วนสารสำคัญ	จำนวน ทะเบียน
Pyrethrins	Pyrethrins & Pyrethroids	0.20 %w/w	1
		0.15 %w/w	2
Cypermethrin		0.15% w/w	1
Transfluthrin		0.6% w/w	1
Fipronil	Phenylpyrazoles	0.06% w/w	1
Chlorfenapyr	Pyrroles	0.5 %w/w	1
Amorphous silica	Miscellaneous	1.2 %w/w	1
Pyrethrins + PBO	Pyrethrins + Synergists	0.10 + 0.40 %w/w	1
		0.5 + 4 %w/w	1
Permethrin + Imiprothrin	Pyrethrins & Pyrethroids	0.40 + 0.17 %w/w	1
		0.25 + 0.11 %w/w	1
Permethrin + d-Tetramethrin		0.04 + 0.30 %w/w	2
		0.068 + 0.135 %w/w	3
		0.14 + 0.20 %w/w	2

สารสำคัญ (Active ingredient)	กลุ่มสาร	อัตราส่วนสารสำคัญ	จำนวน ทะเบียน
Permethrin + Esbiothrin	Pyrethrins & Pyrethroids	0.05 + 0.11 %w/w	1
		0.05 + 0.126 %w/w	3
Permethrin + d-Allethrin		0.1 + 0.2 %w/w	2
Permethrin + Cypermethrin		0.051 + 0.126 %w/w	3
Cypermethrin + d-Tetramethrin		0.10 + 0.20 %w/w	1
Cypermethrin + Imiprothrin		0.1 + 0.1 %w/w	2
		0.15 + 0.03 %w/w	2
		0.15 + 0.10 %w/w	1
		0.15 + 0.17 %w/w	1
		0.2 + 0.07 %w/w	2
Cypermethrin + Bifenthrin		0.101 + 0.034 %w/w	7
alpha -Cypermethrin + Bifenthrin		0.1 + 0.03 %w/v	2
Deltamethrin + Bifenthrin		0.02 + 0.03 %w/v	1
		0.035 + 0.055 %w/w	2
Deltamethrin + Imiprothrin		0.06 + 0.03 %w/w	1
Cyphenothrin + Imiprothrin		0.16 + 0.04 %w/w	1
		0.30 + 0.10 %w/w	1
		0.19 + 0.05 %w/w	2
Cyphenothrin + d-Tetramethrin		0.276 + 0.094 %w/w	2
d,d,trans-Cyphenothrin + Tetramethrin		0.17 + 0.12 %w/w	1
d,d,trans-Cyphenothrin + Imiprothrin		0.17 + 0.04 %w/w	1
		0.10 + 0.20 %w/w	1
		0.15 + 0.03 %w/w	1
d-Phenothrin + d-Tetramethrin		0.135 + 0.243% w/w	3
d-Phenothrin + Prallethrin		0.125 + 0.10 %w/w	1
Transfluthrin + Cyfluthrin		0.04 + 0.025 %w/w	1
		0.06 + 0.03 %w/w	1
Transfluthrin + Imiprothrin		0.1 + 0.08 %w/w	1
d-Tetramethrin + Bifenthrin	0.05 + 0.05 %w/w	1	
Pyrethrins + Permethrin + Esbiothrin	0.10 + 0.08 + 0.15 %w/w	4	
Pyrethrins + Imiprothrin + Metofluthrin	0.060 + 0.060 + 0.005 %w/w	1	

สารสำคัญ (Active ingredient)	กลุ่มสาร	อัตราส่วนสารสำคัญ	จำนวน ทะเบียน
Pyrethrins + Permethrin + PBO	Pyrethrins & Pyrethroids + Synergists	0.9 + 0.16 + 4.5 %w/w	1
Permethrin + Cypermethrin + Imiprothrin	Pyrethrins & Pyrethroids	0.03 + 0.10 + 0.02 %w/w	4
Permethrin + Imiprothrin + Bifenthrin		0.45 + 0.03 + 0.03 %w/w	1
Permethrin + Imiprothrin + Tetramethrin		0.20 + 0.05 + 0.25 %w/w	1
Permethrin + Imiprothrin + d-Tetramethrin		0.40 + 0.03 + 0.15 %w/w	2
Permethrin + d-Allethrin + d-Tetramethrin		0.245 + 0.082 + 0.082 %w/w	4
Permethrin + Esbiothrin + d-Phenothrin		0.25 + 0.10 + 0.25 %w/w	1
Permethrin + Esbiothrin + d-Allethrin		0.25 + 0.1 + 0.1 %w/w	2
Permethrin + Esbiothrin + Imiprothrin		0.03 + 0.1 + 0.02 %w/w	6
		0.05 + 0.12 + 0.02 %w/w	1
Permethrin + Cyphenothrin + d-Tetramethrin		0.25 + 0.10 + 0.178 %w/w	1
Permethrin + Transfluthrin + Imiprothrin		0.20 + 0.06 + 0.05 %w/w	4
		0.22 + 0.06 + 0.05 %w/w	2
Permethrin + Transfluthrin + d-Tetramethrin		0.068 + 0.037 + 0.135 %w/w	1
Permethrin + Imiprothrin + d-Tetramethrin		0.59 + 0.005 + 0.11 %w/w	1
Permethrin + Imiprothrin + Metofluthrin		0.20 + 0.04 + 0.01 %w/w	2
Permethrin + d- Tetramethrin + d,d,trans-Cyphenothrin		0.25 + 0.178 + 0.100 %w/w	2
Cypermethrin + Imiprothrin + Bifenthrin		0.10 + 0.03 + 0.10 %w/w	2
Cypermethrin + Imiprothrin + d-Tetramethrin		0.15 + 0.03 + 0.15 %w/w	1
Cypermethrin + Imiprothrin + Transfluthrin		0.15 + 0.05 + 0.06 %w/w	1
d-Phenothrin + d-Allethrin + Tetramethrin		0.125 + 0.1 + 0.35 %w/w	1
Prallethrin + Permethrin + Deltamethrin		0.09 + 0.144 + 0.003% w/w	2
Prallethrin + Cypermethrin + Imiprothrin		0.03 + 0.1 + 0.03 %w/w	2
		0.03 + 0.1 + 0.031 %w/w	4
		0.055 + 0.150 + 0.055 %w/w	2
Prallethrin + d-Phenothrin + d-Tetramethrin		0.028 + 0.098 + 0.104 %w/w	1
		0.029 + 0.09 + 0.1 %w/w	2
Prallethrin + Cyfluthrin + Imiprothrin	0.05 + 0.015 + 0.05 %w/w	2	
d-Tetramethrin + Permethrin + Imiprothrin	0.15 + 0.40 + 0.03 %w/w	2	

สารสำคัญ (Active ingredient)	กลุ่มสาร	อัตราส่วนสารสำคัญ	จำนวน ทะเบียน
Permethrin + d-Tetramethrin + d-Allethrin + S-Bioallethrin		0.25 + 0.25 + 0.1 + 0.1 %w/w	1
รวมจำนวนทะเบียนทั้งหมด			132

ในการปฏิบัติงานที่ผ่านมาการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัว เจ้าหน้าที่ไม่สามารถพิจารณาได้ด้วยตนเอง จำเป็นจะต้องนำเข้าพิจารณาในคณะกรรมการพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตรายทุกกรณี เพื่อพิจารณาในประเด็นของสารสำคัญแต่ละตัวที่ถูกนำมาใช้ร่วมกัน ทั้งนี้ ผู้เขียนจึงได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้สารสำคัญในสูตร (Formulation) ของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ เพื่อหาแนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน สำหรับให้เจ้าหน้าที่ได้ใช้ในการพิจารณาด้วยตนเอง

## 4.2 การเลือกใช้สารสำคัญในสูตร (Formulation) ของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ

### 4.2.1 ประเภทของสูตร (Formulation types) <sup>(10), (52)</sup>

#### (1) กำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK)

ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK) ถูกออกแบบมาให้ฉีดพ่นไปในอากาศ หรืออาจฉีดพ่นให้ถูกตัวแมลงที่กำลังบินอยู่ก็ได้เช่นกัน โดยละอองลอยที่ถูกปลดปล่อยออกมาซึ่งมีสารกำจัดแมลงอยู่ต้องมีขนาดเล็กละเอียดเพื่อให้สามารถลอยอยู่ในอากาศได้เป็นระยะเวลาที่แมลงบินจะผ่านมาสัมผัสกับสารกำจัดแมลงในขนาดที่มีประสิทธิภาพ (Effective dose) ตัวอย่างแมลงบินเป้าหมาย เช่น แมลงวัน (Fly) ยุง (Mosquito) และริ้น (Midge) เป็นต้น โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK) จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองลอย (Droplet size) อยู่ในช่วง 30 – 50 ไมครอน และมีอัตราการปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ประมาณ 1 – 2 กรัมต่อวินาที นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์จะถูกออกแบบมาให้พ่นสารออกมาได้เป็นระยะไกล (long projection) ประมาณ 2 – 3 เมตร

#### (2) กำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer: CIK)

ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer: CIK) ถูกออกแบบมาให้ฉีดพ่นให้ถูกตัวแมลงโดยตรง (Direct spray) เมื่อพบเห็นแมลง หรือฉีดพ่นบนพื้นผิว (Surface spray) ตามทางเดิน ซอกมุม และที่หลบซ่อนของแมลง เพื่อให้แมลงคลานผ่านมาสัมผัสกับสารกำจัดแมลงที่ตกค้าง (Deposit) อยู่บนพื้นผิวในภายหลัง ตัวอย่างแมลงคลานเป้าหมาย เช่น แมลงสาบ (Cockroach) มด (Ant) ปลวก (Termite) ตัวสามง่าม (Silverfish) ไรฝุ่น (Dust mite) เห็บ (Tick) และหมัด (Flea) เป็นต้น ผลิตภัณฑ์

ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer: CIK) จะมีขนาดละอองลอยใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK) โดยทั่วไปเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองลอย (Droplet size) มีขนาดประมาณ 100 ไมครอน และมีอัตราการปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ประมาณ 2 กรัมต่อวินาที นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ถูกออกแบบมาให้พ่นสารออกมาในระยะใกล้ (Short projection) ไม่เกิน 2 เมตร

### (3) กำจัดแมลงบินและแมลงคลาน (All insect killer: AIK)

ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบินและแมลงคลาน (All insect killer: AIK) ถูกออกแบบมาให้มีประสิทธิภาพทั้งฉีดพ่นในอากาศเพื่อกำจัดแมลงบิน และฉีดพ่นพื้นผิวเพื่อกำจัดแมลงคลาน โดยสเปรย์ที่พ่นออกมาจะมีลักษณะ (Spray pattern) อยู่กึ่งกลางระหว่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK) กับผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer: CIK) โดยผลิตภัณฑ์มีระยะในการพ่นสารจะอยู่ที่ประมาณ 2 เมตร

#### 4.2.2 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตัดสินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ <sup>(52), (53)</sup>

(1) Knockdown time 50% (KT50): ค่าเวลาในหน่วยนาที่ที่ทำให้แมลงหงายท้องร้อยละ 50

(2) Percentage kill: อัตราการตายของแมลงภายในระยะเวลาที่กำหนด

ฤทธิ์ทำให้แมลงหงายท้อง (Knockdown pesticide) หมายถึง หลังจากที่แมลงสัมผัสกับผลิตภัณฑ์แมลงจะอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถใช้ชีวิตได้เหมือนปกติ (Incapacitation) และหรือเป็นอัมพาต (Paralysis) โดยลักษณะที่ปรากฏออกมาสำหรับแมลงบินคือ แมลงจะร่วงตกลงมาจากอากาศ และสำหรับแมลงคลานคือ แมลงจะนอนหงายท้อง (Dorsal decubitus) อยู่นิ่ง ๆ ไม่เคลื่อนไหว และภายหลังจากที่แมลงหงายท้อง แมลงจะตาย

#### 4.2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซ ได้แก่ <sup>(10), (52)</sup>

(1) การกระจายขนาดของละอองลอย (Droplet size distribution) สำหรับผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK) ขนาดของละอองลอยจะต้องละเอียดมากพอ เพื่อให้สามารถลอยอยู่ในอากาศได้นานพอ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer: CIK) ละอองลอยจะต้องมีลักษณะหยาบ เพื่อให้พื้นผิวที่ถูกฉีดพ่นเปียก (Wet spray) และมีสารกำจัดแมลงตกค้างบนพื้นผิวในปริมาณที่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม จะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการระเหยได้ (Volatility) ของละอองลอยด้วย โดยในการวัดขนาดและการกระจายขนาดของละอองลอย (Droplet size) จะใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของแสง (Laser diffraction)

(2) ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซจะต้องนำส่งสารสำคัญออกมาในปริมาณที่เพียงพอเมื่อฉีดพ่นตามระยะเวลาที่แนะนำ (Spraying time)

(3) สูตรผลิตภัณฑ์ควรประกอบด้วยสารกำจัดแมลงที่มีฤทธิ์ทำให้แมลงหงายท้อง (Knock-down insecticide) และสารกำจัดแมลงที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง (Kill insecticide) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพในการทำให้แมลงหงายท้องร้อยละ 50 (KT50) ภายในระยะเวลาที่ต้องการ และทำให้แมลงตายในอัตราส่วนที่ต้องการ (Percentage kill)



#### 4.2.4 การเลือกสารสำคัญเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม (Optimised Formulation) <sup>(10), (19), (53)</sup>

ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงประกอบด้วยสารสำคัญหนึ่งตัว หรือมากกว่าหนึ่งตัว เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพตรงตามที่ต้องการ โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงจำเป็นต้องมีทั้งประสิทธิภาพในการทำให้แมลงหยุดนิ่งได้อย่างรวดเร็ว (Fast knockdown) และประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง (Kill) โดยความสามารถของผลิตภัณฑ์ในการทำให้แมลงหยุดนิ่ง (Knockdown) เป็นคุณสมบัติสำคัญที่ดึงดูดผู้ใช้ไม่น้อยไปกว่าความสามารถในการฆ่าแมลง (Insecticide) และบ่อยครั้งที่ฤทธิ์ในการทำให้แมลงหยุดนิ่ง (Knockdown) ถูกมองว่ามีความสำคัญมากกว่าฤทธิ์ในการฆ่าแมลง (Kill) อย่างไรก็ตาม เป็นไปได้ยากที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงมีประสิทธิภาพครอบคลุมทุกด้าน โดยใช้สารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์เพียงแคตัวเดียว (Single pyrethroid) ดังนั้น สูตรของผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงจึงจะต้องประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) ที่มีฤทธิ์ทำให้แมลงหยุดนิ่ง (Knockdown) ร่วมกับสารสำคัญในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroids) ที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง (Kill) และหรือฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect)

โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบิน (Flying insect killer: FIK) จะประกอบด้วยสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทำให้แมลงหยุดนิ่งได้อย่างรวดเร็ว (Fast knockdown pyrethroid) เช่น เอสไบโอทริน (Esbiothrin) และดี-อัลเลทริน (d-Allethrin) เป็นต้น ร่วมกับสารสำคัญที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง (Kill pyrethroid) เช่น ดี-ฟีโนทริน (d-Phenothrin) เป็นต้น โดยไม่ต้องการฤทธิ์ตกค้าง (Non-residual pyrethroid) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงคลาน (Crawling insect killer: CIK) จะประกอบด้วยสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทำให้แมลงหยุดนิ่งได้อย่างรวดเร็ว (Fast knockdown pyrethroid) เช่น อิมิโพรทริน (Imiprothrin) และเตตระเมทริน (Tetramethrin) เป็นต้น ร่วมกับสารสำคัญที่มีฤทธิ์ตกค้าง (Residual pyrethroid) เช่น เพอร์เมทริน (Permethrin) และไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) เป็นต้น สำหรับผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นอัดก๊าซกำจัดแมลงบินและแมลงคลาน (All insect killer: AIK) จะประกอบด้วยสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทำให้แมลงหยุดนิ่งได้อย่างรวดเร็ว (Fast knockdown pyrethroid) เช่น อิมิโพรทริน (Imiprothrin) เป็นต้น ร่วมกับสารสำคัญที่มีฤทธิ์ตกค้าง (Residual pyrethroid) เช่น เพอร์เมทริน (Permethrin) เป็นต้น

ดังนั้น จากข้อมูลการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) ของกลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย (ข้อ 4.1) และจากผลการศึกษาข้อมูลการเลือกใช้สารสำคัญในสูตร (Formulation) ของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (ข้อ 4.2) จะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ (Aerosol) จำเป็นต้องใช้สารสำคัญหลายตัวร่วมกัน แต่อย่างไรก็ตาม คู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 5 กลับยังไม่มีแนวทางการปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่ในการพิจารณาความเหมาะสมของสารสำคัญแต่ละตัวที่ถูกนำมาใช้ร่วมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

แนวทางการรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกัน สำหรับนำไปบรรจุลงในคู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 6 (รายละเอียดตามภาคผนวก 1) รวมถึงบรรจุลงในแนวทางการพิจารณาขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย สำหรับผู้ประกอบการวัตถุอันตราย ฉบับปี พ.ศ. 2564 (รายละเอียดตามภาคผนวก 2) มีหลักการว่า อนุญาตให้ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ประกอบไปด้วยสารสำคัญหลายตัวที่มีฤทธิ์ Knockdown ร่วมกับฤทธิ์ Killing ได้ โดยหลักการดังกล่าวสำหรับให้เจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาดได้ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมของการใช้สารสำคัญในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) หลายตัวผสมกันในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซด้วยตนเอง โดยไม่ต้องนำเข้าพิจารณาในคณะกรรมการพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตราย อย่างไรก็ตาม กรณีผลิตภัณฑ์มีสารสำคัญที่ไม่ใช่สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) ผสมอยู่ด้วย เจ้าหน้าที่ยังคงต้องนำเข้าพิจารณาในคณะกรรมการพิจารณาทะเบียนตำรับและการขออนุญาตวัตถุอันตราย

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือนรูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ตามคู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 6 ยังคงอ้างอิงมาจากเอกสาร Pesticides and Their Application for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance ซึ่งจัดทำขึ้นโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ตั้งแต่ปี 2549 ผู้เขียนเห็นว่าควรมีการทบทวนว่าเอกสารขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ในปัจจุบันได้มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ โดยหากพบว่ามีมีการแก้ไข ควรแก้ไขคู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับเจ้าหน้าที่กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด ฉบับแก้ไขครั้งที่ 6 เพื่อให้เป็นปัจจุบัน

(2) กรณีต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียน ผู้เขียนเห็นว่าควรมีการทบทวนเอกสารหลักฐานทางวิชาการที่ผู้ประกอบการได้เคยยื่นประกอบการขึ้นทะเบียนไว้ ว่ายังมีความเหมาะสมสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในปัจจุบันหรือไม่ ถ้าหากไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ปัจจุบัน ควรให้ผู้ประกอบการต้องยื่นเอกสารสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อประกอบการพิจารณาทบทวนก่อนต่ออายุ

## บรรณานุกรม

1. World Health Organization. (2016). In Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance (p. 100-102) (6th ed.). Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69223>
2. FAO/WHO Joint Meeting on Pesticide Specifications (JMPS). (2010). Manual on development and use of FAO and WHO specifications for pesticides (p. 194) (1st ed.). Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44527>
3. National Pesticide Information Center. (2019). Pesticide active ingredients. Retrieved from <http://npic.orst.edu/ingred/active.html>
4. American Chemical Society. (2008). In Synthetic pyrethroids ACS symposium series (p. 4-12). Retrieved from <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2008-0991.ch001>
5. Schleier, J. J. and Peterson, R. K. (2011). Pyrethrins and pyrethroid insecticides. In RSC Green Chemistry No. 11 (p. 101-103). Retrieved from <https://www.montana.edu/rkdpeterson/documents/Schleier%20III%20and%20Peterson%202011%20Pyrethrins%20and%20Pyrethroids%20Chapter.pdf>
6. National Pesticide Telecommunications Network. (1998). Pyrethrins & pyrethroid. Retrieved from [https://www.cmmcp.org/sites/g/files/vyhlif2966/f/uploads/nptn\\_fact\\_sheet\\_on\\_pyrethrins\\_pyrethroids.pdf](https://www.cmmcp.org/sites/g/files/vyhlif2966/f/uploads/nptn_fact_sheet_on_pyrethrins_pyrethroids.pdf)
7. National Pesticide Information Center. (2014). Pyrethrins general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/pyrethrins.html>
8. European Chemicals Agency (2014). Regulation (EU) No. 528/2012 assessment report: permethrin, product-type 18 (insecticides, acaricides and products to control other arthropods). Retrieved from [http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/1342-18/1342-18\\_Assessment\\_Report.pdf](http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/1342-18/1342-18_Assessment_Report.pdf)
9. National Pesticide Information Center. (2009). Permethrin general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/PermGen.html>

10. Peters, B. (n.d.). Know the competition consumer-based pest control products [Powerpoint slides]. Retrieved from University of Technology Sydney website: <https://www.uts.edu.au/about/faculty-science>
11. U.S. EPA. (2006). Reregistration eligibility decision for cypermethrin. Retrieved from [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/reregistration/red\\_PC-109702\\_14-Jun-06.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/red_PC-109702_14-Jun-06.pdf)
12. European Chemicals Agency (n.d.). Regulation (EU) No. 528/2012 assessment report: alpha-cypermethrin, product-type 18 (insecticides). Retrieved from <https://echa.europa.eu/documents/10162/bed39257-4afc-08ec-e433-7466dee71ba8>
13. World Health Organization. (2021). WHO Specifications and evaluations for public health pesticides: alpha-cypermethrin. Retrieved from [https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP\\_Alpha-Cypermethrin\\_\\_2021.pdf](https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP_Alpha-Cypermethrin__2021.pdf)
14. Sumitomo chemical (n.d.). Active substances. Retrieved from <https://www.sumitomo-chemical.co.uk/products-and-services>
15. European Chemicals Agency (2017). Regulation (EU) No. 528/2012 assessment report: imiprothrin, product-type 18 (insecticides, acaricides and products to control other arthropods). Retrieved from [http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/1318-18/1318-18\\_Assessment\\_Report.pdf](http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/1318-18/1318-18_Assessment_Report.pdf)
16. U.S. EPA. (1998). Pesticide fact sheet: imiprothrin. Retrieved from [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-004006\\_01-Mar-98.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-004006_01-Mar-98.pdf)
17. U.S. EPA. (2010). Reregistration eligibility decision (RED) document for tetramethrin. Retrieved from [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/reregistration/red\\_PC-109702\\_14-Jun-06.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/red_PC-109702_14-Jun-06.pdf)
18. World Health Organization. (1990). Environment health criteria 98: tetramethrin. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39056/9241542985-eng.pdf?sequence=1>
19. Shinjo, G., Yamaguchi, T., Tsuda, S., Yoshida, K., & Okuno, Y. (1981). A study on the insecticidal activity of d-tetramethrin. *The Japan Society of Medical Entomology and Zoology*, 32(3), 221-228. Retrieved from [https://www.jstage.jst.go.jp/article/mez/32/3/32\\_KJ00000821710/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/mez/32/3/32_KJ00000821710/_pdf)

20. World Health Organization. (1989). Environment health criteria 87: allethrins. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40823/924154287X-eng.pdf?sequence=1>
21. European Chemicals Agency (2021). Biocidal Products Committee (BPC) Opinion on the application for approval of the active substance: d-allethrin, product type: 18. Retrieved from <https://echa.europa.eu/documents/10162/379cf41a-1090-d065-9f1d-2f3cba0c4bec>
22. World Health Organization. (2004). WHO Specifications and evaluations for public health pesticides: alpha-cypermethrin. Retrieved from [http://nyfzx.com/pdf/fx/Esbiothrin\\_spec\\_eval\\_Oct\\_2004.pdf](http://nyfzx.com/pdf/fx/Esbiothrin_spec_eval_Oct_2004.pdf)
23. Lee, N., Mcadam, D. P., & Skerritt, J. H. (1998). Development of immunoassays for type II synthetic pyrethroids. 1. hapten design and application to heterologous and homologous assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 520-534. Retrieved from <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf970438r>
24. World Health Organization. (2004). WHO Specifications and evaluations for public health pesticides: prallethrin. Retrieved from [https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP\\_Prallethrin\\_2004.pdf](https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP_Prallethrin_2004.pdf)
25. Matsuo, N., Ujihara, K., Shono, Y., Iwasaki, T., Sugano, M., Yoshiyama, T., & Uwagawa, S. (2005). Discovery and development of a novel pyrethroid insecticide 'Metofluthrin (SumiOne®, Eminence®)'. Sumitomo Kagaku, 2. Retrieved from [https://www.sumitomo-chem.co.jp/english/rd/report/files/docs/20050200\\_imi.pdf](https://www.sumitomo-chem.co.jp/english/rd/report/files/docs/20050200_imi.pdf)
26. U.S. EPA. (2006). Pesticide fact sheet: metofluthrin. Retrieved from [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-109709\\_01-Sep-06.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-109709_01-Sep-06.pdf)
27. European Chemicals Agency (2014). Regulation (EU) No. 528/2012 assessment report: transfluthrin (insecticides, acaricides and products to control other arthropods). Retrieved from [http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/1404-18/1404-18\\_Assessment\\_Report.pdf](http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/1404-18/1404-18_Assessment_Report.pdf)
28. World Health Organization. (2021). WHO Specifications and evaluations for public health pesticides: transfluthrin. Retrieved from [https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP\\_Transfluthrin\\_2021.pdf](https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP_Transfluthrin_2021.pdf)

29. Tambwe, M. M., Moore, S., Hofer, L., Kibondo, U., & Saddler, A. (2021). Transfluthrin eave-positioned targeted insecticide (EPTI) reduces human landing rate (HLR) of pyrethroid resistant and susceptible malaria vectors in a semi-field simulated peridomestic space. *Malaria Journal*, 20, 357. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03880-2>.
30. National Pesticide Information Center. (2011). Bifenthrin general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/bifgen.html>
31. European Chemicals Agency. (2010). Directive 98/8/EC assessment report: bifenthrin, product-type PT8 (wood preservatives). Retrieved from <https://echa.europa.eu/documents/10162/4b515dee-0d62-e286-7789-5e78c5d1348d>
32. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. (n.d.). Bifenthrin chemical review. Retrieved from <https://apvma.gov.au/node/12396>
33. FMC Australasia. (n.d.). Repellent vs non repellents: its not all black and white. Retrieved from <https://fmcaustralasia.com.au/wp-content/uploads/2022/01/014-Repellency.pdf>
34. World Health Organization. (2004). WHO Specifications and evaluations for public health pesticides: d-phenothrin. Retrieved from [https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP\\_d-Phenothrin\\_2004.pdf](https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP_d-Phenothrin_2004.pdf)
35. National Pesticide Information Center. (2011). d-Phenothrin general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/dphengen.html>
36. National Pesticide Information Center. (2018). Cyfluthrin general fact sheet. Retrieved from <http://www.npic.orst.edu/factsheets/cyfluthringen.html>
37. European Chemicals Agency (2018). Regulation (EU) No. 528/2012 assessment report: cyfluthrin product-type 18 (insecticides, acaricides and products to control other arthropods). Retrieved from <https://echa.europa.eu/documents/10162/965f85c8-07b0-dad7-83dc-ce32039307db>
38. The International Programme on Chemical Safety & the Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (1998). UK Poison information documents monograph: cyfluthrin. Retrieved from <https://inchem.org/documents/ukpids/ukpids/ukpid58.htm>
39. European Chemicals Agency. (2011). Directive 98/8/EC assessment report: deltamethrin, product-type 18 (Insecticides). Retrieved from <https://echa.europa.eu/documents/10162/2636afe0-209e-e92f-2255-7392b2c79145>

40. National Pesticide Information Center. (2010). Deltamethrin general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/Deltatech.html>
41. European Chemicals Agency (2018). Regulation (EU) No. 528/2012 assessment report: cyphenothrin (insecticides, acaricides and products to control other arthropods). Retrieved from <https://echa.europa.eu/documents/10162/e719a645-5e16-f98a-e7e9-6545da746a2b>
42. World Health Organization. (2017). WHO Specifications and evaluations for public health pesticides: d,d,trans-cyphenothrin. Retrieved from [https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP\\_d%2Cd%2Ctrans-Cyphenothrin\\_2017.pdf](https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP_d%2Cd%2Ctrans-Cyphenothrin_2017.pdf)
43. National Pesticide Information Center. (2009). Fipronil technical general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/fiptech.html>
44. Robea, M.A., Nicoara, M., Plavan, G., Strugaru, S.A., & Ciobica, A. (2018). Fipronil: mechanisms of action on various organisms and future relevance for animal models studies. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 5(1), 20-31. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/326913341\\_Fipronil\\_mechanisms\\_of\\_action\\_on\\_various\\_organisms\\_and\\_future\\_relevance\\_for\\_animal\\_models\\_studies](https://www.researchgate.net/publication/326913341_Fipronil_mechanisms_of_action_on_various_organisms_and_future_relevance_for_animal_models_studies)
45. Buczkowski, G. (2019). Trap–treat–release: horizontal transfer of fipronil in field colonies of black carpenter ants, *camponotus pennsylvanicus*. *Pest Management Science*. Retrieved from [https://www.entm.purdue.edu/ants/pubs/Buczkowski-2019-Pest\\_Management\\_Science.pdf](https://www.entm.purdue.edu/ants/pubs/Buczkowski-2019-Pest_Management_Science.pdf)
46. Insecticide Resistance Action Committee. (n.d.). The IRAC Mode of action classification online. Retrieved from <https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online/>
47. U.S. EPA. (2001). Pesticide fact sheet: chlorfenapyr. Retrieved from [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-129093\\_01-Jan-01.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-129093_01-Jan-01.pdf)
48. National Pesticide Information Center. (2017). Piperonyl butoxide general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/pbogen.html>
49. European Chemicals Agency (2017). Regulation (EU) No. 528/2012 assessment report: piperonyl butoxide product-type 18 (insecticides, acaricides and products to control other arthropods). Retrieved from <https://echa.europa.eu/documents/10162/a521088e-3a21-2bba-96ad-a1fd55e91325>
50. U.S. EPA. (1991). R.E.D. Facts silicon dioxide and silica gel. Retrieved from <https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/4081fact.pdf>

51. National Pesticide Information Center. (2013). Diatomaceous earth general fact sheet. Retrieved from <http://npic.orst.edu/factsheets/degen.html>
52. AgrEvo Environmental Health. (n.d.). Aerosol insecticides: a technical review. Retrieved from [www.agrevo.com](http://www.agrevo.com)
53. Mary, M. (1991). European patent application no. 0 420 520 A1. European Patent Office.



## ภาคผนวก 1

## คู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย ฉบับแก้ไขครั้งที่ 6



สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา  
Food and Drug Administration

เอกสารสนับสนุน  
Support Document (SD)

ชื่อเอกสาร	คู่มือการรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย	
รหัสเอกสาร	SD-H2-3	
ครั้งที่แก้ไข	6	
วันที่ประกาศใช้		
ผู้จัดทำ	<ol style="list-style-type: none"> <li>นางสาวเกวสี เชื้อมสามัคคี</li> <li>นางสาวแพรวพรรณ ต่านมงคลทิพย์</li> <li>นางสาวปารวี วิชะรังสรรค์</li> <li>นางสาวธัญพร จันทนามอม</li> </ol>	<p>เภสัชกรปฏิบัติการ</p> <p>เภสัชกรปฏิบัติการ</p> <p>เภสัชกรปฏิบัติการ</p> <p>เภสัชกรปฏิบัติการ</p>
ผู้ตรวจสอบ	นางสาวตุลาชัย เสฐจินตนิน	หัวหน้ากลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด
ผู้อนุมัติ	นางสุภาวดี ธีระวัฒน์สกุล	ผู้อำนวยการกองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย

#### 10. หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น

กรณีผู้ประกอบการรายที่ 1 จะนำเข้าผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น จากผู้ผลิตต่างประเทศ เพื่อนำมาจัดใส่กล่องบรรจุรวมกับเครื่องไล่ยุงเพื่อการส่งออกจะต้องดำเนินการ ดังนี้

- 10.1 ขึ้นทะเบียนและขออนุญาตนำเข้าผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น (ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยแผ่น)
- 10.2 ขึ้นทะเบียนและขออนุญาตผลิต / ส่งออกผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น (ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยแผ่นและเครื่องไล่ยุง)
- 10.3 กรณีผู้ประกอบการรายที่ 2 ต้องการซื้อผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น เพื่อจำหน่ายในประเทศ โดยสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ตามข้อ 10.2 จากต่างประเทศ ผู้ประกอบการรายที่ 2 จะต้องยื่นขอขึ้นทะเบียนและขออนุญาตนำเข้าผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ทั้งนี้ กรณีที่ผู้ประกอบการรายที่ 1 มีหนังสือยินยอมให้ผู้ประกอบการรายที่ 2 อ้างอิงเอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนของผลิตภัณฑ์ตามข้อ 9.2 ดังนั้น ผู้ประกอบการรายที่ 2 ไม่ต้องยื่นขอนำเข้าตัวอย่าง และไม่ต้องส่งวิเคราะห์ประสิทธิภาพและปริมาณสารสำคัญ

#### 11. หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง(ในบ้านเรือน)/ฉีดพ่นอัดก๊าซ

- ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง (ในบ้านเรือน) / ฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัว อนุญาตให้ใช้อัตราส่วนสารสำคัญในสูตรส่วนประกอบต่ำกว่าที่ WHO กำหนด เนื่องจากการผสมสารสำคัญหลายตัวเข้าด้วยกัน ทำให้ประสิทธิภาพของสารแต่ละตัวช่วยกัน ทั้งนี้ ผลทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

- กรณีผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง (ในบ้านเรือน) รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัว จะต้องส่งเอกสารทางวิชาการสนับสนุนการใช้สารสำคัญเหล่านั้นร่วมกันประกอบการพิจารณา เช่น ข้อมูลการขึ้นทะเบียนที่ต่างประเทศของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือน รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญเหมือนกันกับผลิตภัณฑ์ที่ขอขึ้นทะเบียน ทั้งนี้ ข้อมูลการขึ้นทะเบียนที่นำมาอ้างอิงจะต้องมีอัตราส่วน (ratio) ของการใช้สารสำคัญทุกตัวในสูตรสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการขอขึ้นทะเบียน โดยหากอัตราส่วนสารสำคัญ (%) ไม่ตรงกันจะพิจารณาร่วมกับอัตราส่วนของสารสำคัญแต่ละชนิดว่าสอดคล้องตามเอกสารสนับสนุนของแต่ละตัวหรือไม่ (คทง.1/61; 11 ม.ค.61)

- อนุญาตผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง (ในบ้านเรือน) รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัวที่มีฤทธิ์ Knockdown ร่วมกับฤทธิ์ Killing (คทง.24/61; 21 ธ.ค.61)

#### 12. หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง (ในบ้านเรือน) รูปแบบ เหยื่อ (สำเร็จรูป)

- กรณีผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ช้า (เช่น Boric acid) ให้ระบุระยะเวลาการออกฤทธิ์ตามผลทดสอบ โดยอาจใช้ข้อความ “ผลิตภัณฑ์นี้มีสารที่ออกฤทธิ์ช้าในการกำจัดแมลงสาบ และเห็นผลออกฤทธิ์ไม่น้อยกว่า.....วัน”

#### 13. หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไล่แมลง ชนิดแผ่นระเหย

- อนุญาตให้ใช้ WHO recommendation สำหรับผลิตภัณฑ์รูปแบบ vaporizing mat (1 - 300 mg/mat) เป็นเอกสารอ้างอิงอัตราการใช้ได้ เนื่องจากพิจารณาแล้วเห็นว่า เป็นรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน

## ภาคผนวก 2

แนวทางการพิจารณารับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2564

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา  
Food and Drug Administration

## แนวทาง

## การพิจารณารับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย

ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2564



กลุ่มกำกับดูแลวัตถุอันตรายก่อนออกสู่ตลาด  
กองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย  
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา  
กระทรวงสาธารณสุข  
กันยายน 2564

- (8) หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงที่ใช้โดยผู้เชี่ยวชาญ รูปแบบของเหลวฉีดพ่นในอากาศ (space spray) ที่มี xylene เป็นตัวทำละลาย

ให้ยื่นเอกสารอ้างอิงในการใช้ xylene เป็นตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงที่ใช้โดยผู้เชี่ยวชาญ รูปแบบของเหลวฉีดพ่นในอากาศ หรือเอกสารความปลอดภัยของการใช้สูตรตำรับที่มี xylene เป็นตัวทำละลาย ในการใช้ฉีดพ่นในอากาศ (space spray) แบบฉีดพ่นหมอกควัน (thermal fogger) และแบบฉีดพ่นฝอยละออง (ULV)”

- (9) หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น

กรณีผู้ประกอบการรายที่ 1 จะนำเข้าผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น จากผู้ผลิตต่างประเทศเพื่อนำมาจัดใส่กล่อง บรรจุรวมกับเครื่องไล่ยุงเพื่อการส่งออกเท่านั้น จะต้องดำเนินการ ดังนี้

- (9.1) ขึ้นทะเบียนและขออนุญาตนำเข้าผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น (ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยแผ่น)  
 (9.2) ขึ้นทะเบียนและขออนุญาตผลิต / ส่งออกผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น (ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยแผ่นและเครื่องไล่ยุง)

ต่อมา ผู้ประกอบการรายที่ 2 ต้องการซื้อผลิตภัณฑ์กันยุงใช้กับเครื่อง ชนิดแผ่น เพื่อจำหน่ายในประเทศ โดยสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ตามข้อ (9.2) จากต่างประเทศ ผู้ประกอบการรายที่ 2 จะต้องยื่นขอขึ้นทะเบียนและขออนุญาตนำเข้าผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ทั้งนี้ หากผู้ประกอบการรายที่ 1 มีหนังสือยินยอมให้ผู้ประกอบการรายที่ 2 อ้างอิงเอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนของผลิตภัณฑ์ตามข้อ (9.2) ได้ ผู้ประกอบการรายที่ 2 ไม่ต้องยื่นขออนุญาตนำเข้าตัวอย่าง และไม่ต้องส่งวิเคราะห์ประสิทธิภาพและปริมาณสารสำคัญ

- (10) หลักเกณฑ์การปฏิบัติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง(ในบ้านเรือน)/ฉีดพ่นอัดก๊าซ

(10.1) ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง (ในบ้านเรือน ) / ฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัว อนุญาตให้ใช้อัตราส่วนสารสำคัญในสูตรส่วนประกอบต่ำกว่าที่ WHO กำหนด เนื่องจากการผสมสารสำคัญหลายตัวเข้าด้วยกัน ทำให้ประสิทธิภาพของสารแต่ละตัวช่วยกัน ทั้งนี้ ผลทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

(10.2) กรณีผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง (ในบ้านเรือน) รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซ ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัว จะต้องส่งเอกสารทางวิชาการสนับสนุนการใช้สารสำคัญเหล่านั้น ร่วมกันประกอบการพิจารณา เช่น ข้อมูลการขึ้นทะเบียนที่ต่างประเทศของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านเรือน รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญ เหมือนกันกับผลิตภัณฑ์ที่ขอขึ้นทะเบียน ทั้งนี้ ข้อมูลการขึ้นทะเบียนที่นำมาอ้างอิงจะต้องมีอัตราส่วน (ratio) ของการใช้สารสำคัญทุกตัวในสูตรสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการขอขึ้นทะเบียน โดยหากอัตราส่วนสารสำคัญ (%) ไม่ตรงกันจะพิจารณาร่วมกับอัตราส่วนของสารสำคัญแต่ละชนิดว่าสอดคล้องตามเอกสารสนับสนุนของแต่ละตัวหรือไม่

(10.3) อนุญาตผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง (ในบ้านเรือน) รูปแบบฉีดพ่นอัดก๊าซที่ประกอบด้วยสารสำคัญหลายตัวที่มีฤทธิ์ Knockdown ร่วมกับฤทธิ์ Killing