บทที่ 2

การตรวจสอบเอกสาร

1. เกี่ยวกับผึ้งที่ใช้ทดลอง

ผึ้ง (honey bees) ในสกุลเอปีส (Genus Apis) ในประเทศไทยที่สำคัญมี 4 ชนิด คือ ผึ้งมิ้ม (*Apis florea* F.) ผึ้งหลวง (*Apis dorsata* F.) ผึ้งโพรง (*Apis cerana* F.) และผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera* L.) การวิจัยในครั้งนี้ใช้ผึ้ง 2 ชนิดในสกุลเอปีส คือ ผึ้งพันธุ์และผึ้งโพรง ซึ่งมีลำดับขั้นทางอนุกรมวิธานดังนี้

1.1 ผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera* L.)

ผึ้งชนิดนี้มีชื่อสามัญว่า European honey bee เป็นผึ้งที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอัฟริกา และยุโรป

1.2 ผึ้งโพรง (*Apis cerana* F.)

ผึ้งชนิดนี้มีชื่อสามัญว่า Asian hive bee หรือ Asian honey bee เป็นผึ้งที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย

ผึ้งทั้ง 2 ชนิดสามารถจำแนกตามลักษณะทางอนุกรมวิธานได้ดังนี้คือ

อาณาจักร (Kingdom)	เมตาซัว (Metazoa)
ไฟลัม (Phylum)	อาร์โทรโปดา (Arthropoda)
ชั้น (Class)	อินเซคตา (Insecta)
อันดับ (Order)	ไฮมีนอพเทรา (Hymenoptera)
วงศ์ใหญ่ (Super-family)	เอปอยเดีย (Apoidea)
วงศ์ (Family)	เอปีดี (Apidae)

วงศ์ย่อย (Subfamily)	เอปีนี (Apinae)
สกุล (Genus)	เอปีส (Apis)

ชื่อวิทยาศาสตร์แสดงชนิด (species) ของผึ้งพันธุ์ คือ *Apis mellifera* L. และชื่อวิทยาศาสตร์แสดงชนิดของผึ้งโพรง คือ *Apis cerana* F.

2. ความเสียหายที่เกิดจากสารกำจัดศัตรูพืช

ปัจจุบันได้มีการผลิตสารกำจัดศัตรูพืช (pesticides) ขึ้นมาใช้ในการเกษตรมากกว่า 400 ชนิด สารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้ ได้แก่ สารฆ่าแมลง สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดโรคพืช เป็นต้น (สิริวัฒน์ วงษ์คิริ, 2523; 2526ข) สารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้ 20% จะมีพิษสูงต่อผึ้ง 15% จะมีพิษปานกลาง และอีก 65% จะมีพิษน้อยหรือไม่มีพิษต่อผึ้ง สำหรับสารกำจัดแมลงที่ใช้กันมากทางด้านการเกษตรประมาณว่าน้อยกว่า 50% จะมีพิษสูงหรือพิษปานกลางต่อผึ้ง (Atkins, Kellum and Atkins, 1981)

จากการที่มีปัญหาเรื่องพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ทำให้สารกำจัดแมลงพวกออร์กาโนฟอสเฟต เช่น พาราไธออน มาลาไธออน และคาร์บาเมต ถูกนำเข้ามาใช้แทนพวกออร์กาโนคลอรีน เช่น ดีดีที และพวกไซโคลไดอีน เช่น ดีลดริน เพราะสารกำจัดศัตรูพืชพวกออร์กาโนฟอสเฟตมีพิษตกค้างสั้น แต่มีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงสูง อย่างไรก็ตาม สารกำจัดแมลงพวกนี้บางชนิดอาจมีพิษมากเป็นพิเศษต่อผึ้งและแมลงผสมเกสรชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้สารกำจัดแมลงเป็นประจำ เช่น สวนผัก สวนส้ม หรือไร่ฝ้าย เป็นต้น (พงศ์เทพ อัครธนกุล, 2527; วรเดช จันทรสร, 2525; สิริวัฒน์ วงษ์คิริ, 2526 ก.)

จากการสำรวจเกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดขึ้นจากพิษของสารฆ่าแมลงที่มีต่อผึ้งพบว่าในสหรัฐอเมริกา สารฆ่าแมลงได้ก่อให้เกิดปัญหากับผึ้งพันธุ์อย่างรุนแรง ประมาณว่าในปี ค.ศ. 1967 ผึ้งพันธุ์ในสหรัฐอเมริกาได้รับความเสียหายถึง 500,000 รัง (Johansen, 1977) ในปี ค.ศ. 1970 Foote รายงานว่า เฉพาะรัฐคาลิฟอร์เนียได้สูญเสียผึ้งพันธุ์ถึง 96,000 รัง รัฐวอชิงตันได้รับความเสียหายคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูงถึง 85% (Foote, 1970; Johansen, 1966; 1972; Johansen, and Brown, 1972) Martin (1978) กล่าวว่า ผลจากการใช้

สารฆ่าแมลงทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ต้องสูญเสียเงินไปเป็นจำนวน 21,130,000 ดอลลาร์ต่อปี และผลจากการใช้สารฆ่าแมลงนี้ทำให้ไม่สามารถเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสถานที่ที่เคยเหมาะแก่การเลี้ยงผึ้งได้ ในประเทศออสเตรเลีย Melkshame, Rhodes and Jacobson (1985) ได้พบว่าสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในทางการเกษตรจะฆ่าแมลงที่มีประโยชน์หลายชนิด รวมทั้งผึ้งด้วย

สำหรับในประเทศไทยได้มีการสำรวจปัญหาความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อการเลี้ยงผึ้งพันธุ์เป็นครั้งแรกที่จังหวัดเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2526 พบว่าจากผู้เลี้ยงผึ้ง 20 ราย มีผู้ที่ประสบปัญหานี้ 18 ราย คิดเป็น 90% ของผู้เลี้ยงผึ้งที่ทำการสำรวจ ส่วนใหญ่พบว่าเกิดจากการพ่นสารเคมีทางการเกษตร ซึ่งมีผลกระทบทำให้ผึ้งตาย (สิริวัฒน์ วงษ์คิริ, 2526 ก.)

3. <u>วิธีการที่ผึ้งได้รับสารพิษ</u>

Johansen (1966, 1972) กล่าวว่า ส่วนใหญ่ผึ้งได้รับอันตรายจากสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในระหว่างดอกไม้บาน (blooming period) โดยผึ้งพันธุ์จะบินไปสัมผัสกับสารพิษที่ตกค้างหลงเหลืออยู่บนดอกไม้ อาจจะเก็บละอองเกสรที่มีอนุภาคของสารพิษติดไปด้วยหรือดูดกินน้ำหวานจากพืชที่มีสารพิษเจือปนอยู่ หรือดูดกินน้ำหวานจากเพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอยที่ได้รับพิษจากสารพิษประเภทดูดซึม Anderson (1968) และ Atkins (1975) ได้แบ่งวิธีที่สารกำจัดศัตรูพืชจะมีพิษต่อผึ้งไว้ 3 วิธี ได้แก่

3.1 การสัมผัส (contact) สารพิษจะถูกดูดซึม (absorb) ผ่านเข้าทางผนังลำตัว อาจจะสัมผัสโดยตรงขณะที่บินไปหาน้ำหวานหรือเกสรดอกไม้ในระหว่างที่เกษตรกรกำลังพ่นสารเคมี หรืออาจจะไปสัมผัสกับอนุภาคของสารพิษที่ตกค้างบนดอกไม้นั้น

3.2 การถูกรม (fumigation) สารพิษจะผ่านเข้าสู่ระบบหายใจของผึ้งทางรูหายใจ (spiracles) เพราะปัจจุบันมีการพ่นสารเคมีแบบยูแอลวี (ULV) หรือแบบพ่นหมอกควัน (fogging) กันมากทั้งด้านเกษตรและสาธารณสุข ผึ้งอาจจะรับสารพิษเข้าโดยตรงขณะที่เจ้าหน้าที่พ่นสารเคมี หรือในกรณีที่วางผึ้งไว้ใกล้บ้านหรือในสวนเงาะ ทุเรียน ลิ้นจี่ และลำไย เป็นต้น

3.3 การกิน (stomach poison) สารพิษจะเข้าไปยังระบบทางเดินอาหาร เมื่อผึ้งกินละอองเกสรหรือน้ำหวานที่มีสารพิษเจือปนอยู่

อย่างไรก็ตาม สารกำจัดศัตรูพืชอาจแสดงความเป็นพิษต่อผึ้งในทางใดทางหนึ่งหรืออาจจะเกิดความเป็นพิษรวมกัน 2 หรือ 3 ทางพร้อมกันเลยก็ได้

Stevenson (1978) ได้ทดลองหาความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อผึ้งพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการสัมผัส (contact toxicity) และวิธีการกิน (oral toxicity) ปรากฏผลว่าสารฆ่าแมลงไบโอเรสเมทริน (bioresmethrin) มีความเป็นพิษทางวิธีทดลอบโดยการสัมผัสสูงสุด โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.0057 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว ส่วนวิธีการกินนั้นสารฆ่าแมลงเฟนิโตรไธออน (fenitrothion) มีพิษสูงสุด คือมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.019 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว

4. ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชต่อผึ้ง

Anderson, Atkins, Nakakihara และ Greywood (1971) ได้แบ่งระดับความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชต่อผึ้งไว้เป็น 3 ระดับ ได้แก่

4.1 สารที่มีพิษสูง (highly toxic) จะมีค่า LD_{50} น้อยกว่า 2 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว

4.2 สารที่มีพิษปานกลาง (moderately toxic) จะมีค่า LD_{50} เท่ากับ 2-10 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว

4.3 สารที่ไม่มีพิษ (relatively non-toxic) จะมีค่า LD_{50} มากกว่า 10 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว

Atkins et al (1981) ได้ทดลองในห้องปฏิบัติการและภาคสนามที่มลรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 1950-1980 เกี่ยวกับความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชต่อผึ้ง และได้บันทึกชนิดของสารเคมีที่มีพิษสูง พิษปานกลาง และไม่มีพิษไว้ (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก)

5. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชต่อผึ้ง

ได้มีผู้ศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชต่อผึ้งนั้นมีหลายประการ (Johansen, 1977; Mayland and Burkhardt, 1970; McGregor, 1976; วรเดช จันทรสร, 2525; สิริวัฒน์ วงษ์คิริ และคณะ, 2528) ดังนี้

5.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิจะมีผลต่อพิษตกค้างของสารเคมี เช่น เมวินฟอส (mevinphos) จะมีพิษตกค้างสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำ นอกจากนั้น ดีดีที และเซวินจะมีพิษมากต่อผึ้งเมื่ออุณหภูมิต่ำมากกว่าอุณหภูมิสูง

5.2 เวลาของการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

ถ้าเกษตรกรฉีดพ่นสารในเวลาที่ผึ้งออกหาอาหารและผสมเกสร หรือเวลากลางวันที่อากาศร้อนผึ้งออกมาเกาะกันเป็นกลุ่มหน้ารัง จะทำให้ผึ้งได้รับพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น

5.3 ชนิดและสูตรของสารกำจัดศัตรูพืช

ชนิดและสูตรของสารกำจัดศัตรูพืชจะมีผลให้เกิดพิษต่อเนื่องแตกต่างกัน เช่น ชนิดผง (dust) จะมีพิษสูงสุด รองลงมาคือ ชนิดผงละลายน้ำ (wettable powder) ชนิดน้ำหรือน้ำมันละลายน้ำ (emulsifiable concentrate) และชนิดเม็ด (granular) จะมีพิษน้อยที่สุด

5.4 อายุของผึ้ง

ผึ้งที่มีอายุต่างกันจะทนต่อสารกำจัดศัตรูพืชไม่เท่ากัน เช่น ผึ้งที่ฟักออกเป็นตัวเต็มวัยจะอ่อนแอต่อดีดีที (DDT) ดิลดริน (dieldrin) และคาร์บาริล (carbaryl) มากที่สุด ผึ้งที่มีอายุมากกว่า 1 หรือ 2 สัปดาห์จะอ่อนแอต่อมาลาไธออน (malathion) และเมธิลพาราไธออน (methylparathion)

5.5 ชนิดของอาหาร

ถ้าฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชกับพืชที่เป็นอาหารของผึ้ง เช่น เงาะ ลิ้นจี่ สาใย แตงโม สตรอเบอรี จะทำให้ผึ้งได้รับพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชมากขึ้นกว่าที่ฉีดกับพืชชนิดอื่น ๆ ที่ไม่เป็นอาหารของผึ้ง

5.6 วิธีการที่ผึ้งได้รับสารกำจัดศัตรูพืช

ผึ้งอาจจะรับพิษของสารกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีการสัมผัส วิธีการกิน หรือวิธีการถูกรม ซึ่งจะมีผลแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของสารที่ได้รับด้วยเช่นกัน

5.7 ความหนาแน่นของประชากร

ผึ้งรังใดมีประชากรหนาแน่นมากจะได้รับความเสียหายหรือถูกทำลายมากกว่ารังผึ้งที่มีประชากรน้อย เพราะถ้าประชากรมากผึ้งงานที่ออกหาอาหารก็จะมีมาก โอกาสที่จะได้รับพิษตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืชย่อมมากขึ้นด้วย

5.8 ระยะเวลาที่ดอกไม้บาน

ระยะเวลาที่ดอกไม้บานเป็นระยะที่ดึงดูดผึ้งงานให้เข้ามาหาอาหาร ผึ้งอาจจะได้รับพิษได้มากขึ้นและรวดเร็วขึ้น

5.9 พิษตกค้าง

สารกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิดจะมีพิษตกค้างไม่เท่ากัน บางชนิดจะมีพิษตกค้างระยะยาว บางชนิดมีพิษตกค้างระยะสั้น การเลือกใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ดีควรเลือกใช้สารที่มีพิษตกค้างระยะสั้น

5.10 ความแข็งแรงของรัง

ดูได้จากปริมาณของตัวอ่อน หลอดรังที่ยังไม่ปิดและที่ปิดแล้ว จำนวนคอนนางพญา ผึ้งงาน ผึ้งตัวผู้ ไข่ และปริมาณน้ำผึ้งที่สะสมไว้ ผึ้งที่มีรังแข็งแรงกว่าจะได้รับความสูญเสียมากกว่าผึ้งรังที่อ่อนแอ ทั้งนี้เพราะรังที่แข็งแรงจะมีผึ้งงานออกไปหาอาหารและได้รับสารพิษมากกว่า

5.11 ฤดูที่ขาดแคลนอาหาร

เมื่อผึ้งขาดแคลนอาหารมันจะบินออกไปหาอาหารนอกรัง จึงมีโอกาสได้รับสารพิษ ทำให้ผึ้งได้รับความเสียหายจากสารกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น การให้อาหารเสริมเป็นบางครั้งจะช่วยลดอัตราการตายของผึ้งได้

5.12 สถานที่ตั้งรังผึ้ง

ถ้าตั้งรังผึ้งห่างจากแหล่งที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชมากเพียงใด ความสูญเสียก็ยิ่งลดลงเพียงนั้น ยกเว้นว่าแหล่งที่ฉีดพ่นสารจะมีสิ่งดึงดูดผึ้งให้ไปหาอาหาร

5.13 ขนาดลำตัวของผึ้ง

ผึ้งที่มีขนาดเล็กจะได้รับพิษของสารกำจัดศัตรูพืชมากกว่า ผึ้งที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากผึ้งตัวเล็กมีพื้นที่ผิวมากเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว ทำให้สารพิษมีพื้นที่ในการสัมผัสได้มากขึ้น

6. <u>วิธีป้องกันและลดอันตรายจากพิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อผึ้ง</u>

วิธีป้องกันอันตรายจากพิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อผึ้งนั้น มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน (Walstrom, 1959; Johansen, 1966; Anderson et al, 1968; Stevenson and Walker, 1974; Chandler, 1976; Martin, 1978; Atkins, Kellum and Atkins, 1978; Atkins, 1981; สิริวัฒน์ วงษ์คิริ และคณะ, 2528) ได้แนะนำไว้ดังนี้

6.1 ให้ความรู้แก่เกษตรกรและผู้เลี้ยงผึ้ง :

ให้เกษตรกรทราบปัญหา ชนิด สาเหตุ และการป้องกันอันตรายอันเกิดจากพิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อผึ้ง และส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือระหว่างเกษตรกรผู้ใช้สารเคมีและผู้เลี้ยงผึ้ง

6.2 ป้องกันรัง

ในกรณีที่จำเป็นต้องฉีดพ่นสารเคมีและย้ายรังไม่ทัน ให้ปิดหน้ารังและคลุมรังด้วยกระสอบชุบน้ำให้เปียกขึ้นในขณะที่ฉีดพ่นสารเคมีและหลังจากฉีดพ่นแล้ว 1-2 ชั่วโมง ถ้าใช้สารเคมีที่มีพิษสูงอาจคลุมไว้นาน 1-2 วัน กระสอบที่ใช้คลุมจะต้องเปียกชื้นตลอดเวลา และ

ฝาครอบภายในรังผึ้งควรเป็นตะแกรงลวดไม่ใช่ฝาทึบ ทั้งนี้เพื่อระบายความร้อนและอากาศ โดยเฉพาะรังผึ้งที่มีประชากรผึ้งมากและประชากรกำลังแข็งแรงเต็มที่ จะทำให้เกิดความร้อนภายในรังสูงกว่าปกติ ผึ้งในรังจึงอาจตายเพราะความร้อนได้

6.3 เลือกสถานที่สำหรับเลี้ยงหรือวางรังผึ้ง

สถานที่เลี้ยงหรือวางรังผึ้งควรให้ห่างจากบริเวณที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช และขนย้ายทันทีที่มีการฉีดพ่นสารเคมีในบริเวณใกล้เคียง

6.4 ช่วงเวลาการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

ควรฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชนอกช่วงเวลาของการออกดอกของพืชที่เป็นอาหารของผึ้ง

6.5 กำจัดวัชพืช

ในบริเวณที่ฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ถ้ามีวัชพืชควรกำจัดให้หมด เพราะดอกวัชพืชบางอย่างเป็นอาหารของผึ้ง ถ้าสารพิษตกค้างอยู่ที่ดอกของวัชพืชก็ทำให้เกิดอันตรายแก่ผึ้งได้

6.6 เลือกชนิดและสูตรของสารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม

ควรเลือกใช้ชนิดและสูตรที่มีอันตรายต่อผึ้งน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากสารบางชนิดที่มีพิษต่อผึ้งสูง เช่น คาร์บาริล เฟนวาริเรท และมาลาไธออน บางสูตรในปัจจุบันผลิตขึ้นมาเพื่อให้มีอันตรายต่อผึ้งน้อยที่สุด

6.7 ปริมาณของสารที่ฉีดพ่น

การฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชไม่ควรให้มากเกินไป เพราะพิษที่มีต่อผึ้งจะมากขึ้นตามปริมาณของสารที่ฉีดพ่นไปด้วย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.8 ใช้สารกำจัดศัตรูพืชชนิดเจาะจงต่อแมลงศัตรูพืชและปริมาณที่ปลอดภัยต่อผึ้ง

จะทำให้เกิดอันตรายต่อผึ้งน้อยกว่าที่จะใช้สารกำจัดศัตรูพืชชนิดที่ใช้กับศัตรูพืชทั่วไป (broad spectrum) ในปริมาณมาก ๆ

6.9 ใช้สารขับไล่ (repellency)

สารขับไล่บางอย่าง เช่น Nicotine sulphate, creosote, carbolic acid, lime sulfer, naphthalene, benzaldehyde และ propionic anhydride เมื่อใช้ร่วมกับสารกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษต่อผึ้ง จะขับไล่ผึ้งได้และลดอัตราการตายของผึ้งได้ถึง 50% เป็นอย่างน้อย นอกจากนี้ สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroid) เช่น เปอร์มีทริน (Ambush®) เป็นสารขับไล่ผึ้งด้วย เมื่อฉีดพ่นในบริเวณใดผึ้งจะไม่เข้าใกล้บริเวณนั้น

6.10 ระยะเวลาของการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

ควรฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชเวลากลางคืนหรือเช้าตรู่ ซึ่งเป็นเวลาที่ผึ้งยังอยู่ในรัง ทำให้ลดอัตราการตายของผึ้งได้ถึง 50%

6.11 วิธีฉีดพ่นสาร

ควรทำให้สารกำจัดศัตรูพืชนั้นเจือจางลงก่อนที่จะไปฉีดพ่น จะสามารถลดอัตราการตายของผึ้ง ดีกว่าการฉีดพ่นสารนั้นโดยไม่เจือจาง (ULV = Ultra low volume)

6.12 อ่านคำแนะนำในฉลากข้างขวดทุกครั้ง

ใช้สารกำจัดศัตรูพืชตามคำแนะนำและคำตักเตือนทุกครั้ง

7. <u>พิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อผึ้ง</u>

เมื่อผึ้งออกไปหาเกสรดอกไม้และน้ำหวาน อาจจะได้รับสารกำจัดศัตรูพืชที่ติดอยู่ตามใบต้น และดอกของต้นไม้กลับมาที่รัง และถ่ายทอดพิษไปยังผึ้งตัวอื่น ๆ ในรัง ทำให้พบผึ้งตายเป็นจำนวนมากที่หน้ารัง (Johansen, 1979; วรเดช จันทรสร, 2525) ตัวหนอนที่ตายไปจะถูก

คาบออกจากรวง ดักแด้ (pupae) ในรวงจะตาย ตัวหนอนที่ตายอาจจะเป็นเพราะได้รับพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช อดอาหาร ถูกทอดทิ้ง หนาวหรือร้อนจนเกินไป ทั้งนี้เพราะผึ้งงานที่คอยดูแลรังมีจำนวนลดลง (Atkins, 1975) เมื่อผึ้งได้รับสารกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษไม่แรงนัก ก็จะกลับมาที่รังพร้อมทั้งนำสารพิษนั้นมาถ่ายทอดในรัง ตัวหนอนในรังจะได้รับพิษ ทำให้ประชากรผึ้งลดลง ขาดประสิทธิภาพในการหาน้ำหวานและผสมเกสร ถ้าผึ้งได้รับสารพิษที่รุนแรง ผึ้งจะตายทันทีในสถานที่ที่รับสารพิษ ทำให้ไม่มีผลต่อตัวอ่อนในรัง (วรเดช จันทรสร, 2525)

สารกำจัดศัตรูพืชประเภทที่เป็นสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการเกษตรปัจจุบันนี้ จะมีพิษต่อผึ้งมากน้อยตามลำดับ คือ สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine insecticide) สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส (organophosphorus insecticide) สารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate insecticide) และสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroid insecticide) จัดเป็นพวกที่มีอันตรายต่อผึ้งน้อยที่สุด (ลิรวัณ วงษ์คิรี และคณะ, 2528) สารเคมีเหล่านี้เป็นพิษต่อระบบประสาทของผึ้งทั้งสิ้น ดังรายละเอียดของสารฆ่าแมลงแต่ละกลุ่มต่อไปนี้

7.1 สารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมต

สารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตเป็นสารที่มีพิษสูงต่อผึ้งพันธุ์ มีกลไกในการออกฤทธิ์ (mode of action) คือไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โคลิเนสเทอเรส (cholinesterase) ที่บริเวณไซแนปส์ (synapse) แบบชั่วคราว (reversible) ทำให้การสะสมของอะเซติลโคลีน (acetylcholine) สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ คาร์บาริล จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ Anderson et al (1968) Alvarez, Shimanuki และ Argauer (1970) พบว่าคาร์บาริลจะมีพิษเป็น 2 เท่าของดีดีที และพบว่าคาร์บาริลจะมีพิษสูงที่อุณหภูมิต่ำ โดยทดลองด้วยวิธีหยดสารลงบนตัวผึ้งที่อุณหภูมิ 15.6°C ได้ค่า LD_{50} เท่ากับ 0.0230-0.0259 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว แต่ที่อุณหภูมิ 26.7°C ได้ค่า LD_{50} เท่ากับ 1.100-1.336 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว และการทดลองโดยวิธีกินที่อุณหภูมิ 32°C ได้ค่า LD_{50} เท่ากับ 0.178 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว Stevenson (1968) ได้ทดลองหาค่า LD_{50} ของสารชนิดนี้โดยวิธีการสัมผัสและวิธีการกิน ได้ค่า LD_{50} เท่ากับ 1.3 และ 0.14 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าคาร์บาริลที่ปะปนกับละอองเกสรดอกไม้จะถูกเก็บสะสมไว้ในรังผึ้งและพิษตกค้างของสารนี้จะมีพิษต่อ

ผึ้งได้นานหลายเดือน (Johansen et al, 1972; Moffett, Macdonald and Levin, 1970; Morse, 1961; Georghiou and Metcalf, 1962; Strang, Nowakowski and Morse, 1968)

ลักษณะอาการของผึ้งที่ได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตคือ จะตุร้ายขึ้น สั่น เคลื่อนไหวเป็นวงกลมล่ะเปะล่ะปะ บินไม่ได้ การทำความล่ะอาดรังเลวลง ไม่ล่ามารถนำผึ้งที่ตายไปทิ้งนอกรังได้ เป็นอัมพาตและตายภายใน 2-3 วัน ผึ้งล่วนใหญ่จะตายที่รัง (Johansen, 1979)

7.2 ล่ารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอล่ฟอรัล

ล่ารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอล่ฟอรัลเป็นล่ารที่มีพิษสูงต่อผึ้งพันรุ้ มีกลไกในการออกฤทธิ์คล้ายกับกลุ่มคาร์บาเมต คือไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โคลิเนล่เทอเรล่ที่บริเวณไซแนปล์ แต่เป็นแบบถาวร (irreversible) ทำให้เกิดการล่ะล่มของอะเซติลโคลีน. ล่ารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ ได้แก่ พาราไธออน มาลาไธออน เมธิลพาราไธออน ไดเมทโธเอท และไดอาซินอน เป็นต้น (Johansen, 1966; Anderson and Atkins, 1958; Anderson and Tuft, 1952) Nye (1975) ได้ทดลองหาค่า LD_{50} ของล่ารรอนเนลซึ่งเป็นล่ารที่มีพิษปานกลางต่อผึ้งพันรุ้ โดยวิธีการล้มผัล่และวิธีการกิน พบว่าค่า LD_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 1.5 และ 3.0 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว ตามลำดับ Waller และ Barker (1979) ได้ทดลองผล่มไดเมทโธเอทในอัตราความเข้มข้นต่าง ๆ ลงไปในน้ำเชื่อมแล้วนำไปเลี้ยงผึ้ง ปรากฏผลว่าทุก ๆ ระดับความเข้มข้นจะมีผลทำให้ล้งคมผึ้งถูกทำลาย และพบว่าถ้าผึ้งได้รับล่ารชนิดนี้ในอัตรา 2 ล่วนในล้านล่วนหรือน้อยกว่า จะมีชีวิตอยู่ได้ 1 ล้ปดาห์ ถ้าได้รับในอัตรา 5 และ 10 ล่วนในล้านล่วน จะตายใน 3 และ 2 วันตามลำดับ ผึ้งพันรุ้ที่ได้รับไดเมทโธเอทในอัตรา 1 และ 2 ล่วนในล้านล่วนในน้ำเชื่อม จะตรวจพบระดับเอนไซม์โคลิเนล่เตอเรล่ (cholinesterase) เพียง 50 เปอร์เซ่นต์ และ 38 เปอร์เซ่นต์จากระดับปกติ ตามลำดับ และล่รุปว่าผึ้งจะไม่ล่ามารถออกหาอาหารได้ตามปกติ หากการทำงานของเอ็นไซม์เหลือเพียง 50 เปอร์เซ่นต์จากระดับปกติหรือน้อยกว่านี้ ค่า LD_{50} ของล่ารในกลุ่มออร์กาโนฟอล่ฟอรัล่โดยวิธีการล้มผัล่และวิธีการกิน เช่น ไดเมทโธเอทเท่ากับ 0.12 และ 0.15 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว ตามลำดับ และมาลาไธออนเท่ากับ 0.27 และ 0.38 ไมโครกรัม/ผึ้งหนึ่งตัว ตามลำดับ เป็นต้น

ลักษณะอาการของผึ้งที่ได้รับสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสคือ เสียการทรงตัว เซื่องซึม เป็นอัมพาต ไม่ทำความสะอาดตัวเอง ส่วนท้องจะบวม ปีกหลุดออกหมดหรือเกือบหมด ขาดความรู้สึกและตาย โดยลิ้นจะยื่นออกมายาว ก่อนตายผึ้งจะสำรอกน้ำหวานออกมา ทำให้ผึ้งที่ตายมีลักษณะเปียกและเหนียว เปอร์เซ็นต์การตายในรังจะสูงมาก (Johansen, 1979)

7.3 สารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์

สารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์มีกลไกในการออกฤทธิ์ คือ ทำให้เซลประสาทเกิด action potential ลดลง ขณะเดียวกันทำให้เกิด negative after potential ยาวนานขึ้น สารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ที่มีพิษสูงต่อผึ้ง ได้แก่ เฟนวาร์เรท เดคาเมทริน เปอร์มีทริน ไซเปอร์เมทริน และสารที่มีพิษน้อยต่อผึ้ง คือ แอลลีทริน นอกจากนี้ สารในกลุ่มนี้ยังมีคุณสมบัติไล่ผึ้งได้ด้วย จากการทดลองพ่นสารไซเปอร์เมทรินในไร่ฝ้ายดอกไม้บานกลิ่นและสารพิษตกค้าง ทำให้ผึ้งไม่บินไปตอมดอกไม้นั้นประมาณ 2-3 วัน หลังจากนั้นจึงจะบินไปตอมตามปกติ เพราะสารไพรีทรอยด์สลายตัวได้รวดเร็วมาก ดังนั้น ถ้ามีการปิดรังผึ้งในขณะที่พ่นสารกลุ่มไพรีทรอยด์ และเปิดรังทันทีที่พ่นเสร็จ ผึ้งจะปลอดภัยต่อฤทธิ์ของสารเคมีกลุ่มนี้ได้ (Atkins, et al, 1981; Annonymous, 1982)

ลักษณะอาการของผึ้งที่ได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ คือ จะตายทันทีนอกรัง ทั้งนี้เป็นเพราะสารไพรีทรอยด์ไม่มีพิษตกค้าง หรือมีพิษตกค้างระยะสั้น ดังนั้น จึงไม่มีปัญหาความเป็นพิษจากน้ำหวานและเกสร ที่ทำให้ผึ้งในรังตายได้ เช่น สารฆ่าแมลงกลุ่มอื่น

8. <u>ผลของอุณหภูมิต่อความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง</u>

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอาจจะเพิ่มหรือลดความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงได้ Das (1961) กล่าวว่า ความเป็นพิษที่เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เป็นความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ (positive temperature coefficient) ส่วนความเป็นพิษที่ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เป็นความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ (negative temperature coefficient) ได้มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพิษของสารฆ่าแมลงกับอุณหภูมิไว้ เช่น Böttcher (1938) ได้ทดลองพบว่า สารไพรีทรัมจะมีพิษต่อผึ้งทั้งวิธีการกินและวิธีการสัมผัสที่อุณหภูมิ 20°C

มากกว่าที่อุณหภูมิ 34.5°C นอกจากนี้เขายังได้ทดลองหาความเป็นพิษของสารโรตีโนนต่อผึ้งโดยวิธีการกินและวิธีการสัมผัสพบว่า ที่อุณหภูมิ 34.5°C โรตีโนนแสดงพิษต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 20°C เล็กน้อย (Bottcher, 1939) Eagleson (1942) ได้ทดลองพ่นสารไพรีทรินส์และลีเธนกับแมลงวัน *(Musca domestica)* ที่อุณหภูมิระดับต่าง ๆ พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการฟื้นของแมลงวันเมื่อพ่นด้วยลีเธนน้อยกว่าไพรีทรินส์ Lindquist, Madden, Wilson และ Jones (1944) รายงานว่าแมลงวันที่ได้รับพิษจากการสัมผัสดีดีทีแล้ว ถูกนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 70°F, 90°F และ 100°F จะฟื้นที่อุณหภูมิสูงมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ Lindquist, Wilson, Schroeder and Madden (1945) ได้ทดลองใช้ดีดีทีกับแมลงวันพบว่า เมื่อแมลงวันได้รับดีดีทีต่อเนื่องกัน จะตกลงมาตายที่อุณหภูมิ 70°F เร็วกว่าที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่านี้ และทดลองต่อไปพบว่าเมื่อแมลงวันได้รับดีดีทีเป็นเวลา 5-10 นาที ที่อุณหภูมิ 70°F และ 95°F แล้วนำไปไว้ในอุณหภูมิคงที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อัตราการตายจะแตกต่างกันน้อยมาก แต่ถ้านำแมลงวันไปไว้ในที่อุณหภูมิต่ำมาก ๆ หลังจากได้รับสารพิษแมลงวันจะตายมากขึ้น ทั้งนี้ไม่เกี่ยวกับอุณหภูมิขณะได้รับยา และเมื่อให้แมลงวันรับดีดีทีเป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 70°F และ 95°F จะทำให้แมลงวันตายที่อุณหภูมิ 95°F มากกว่าที่ 70°F ทั้งนี้ไม่เกี่ยวกับอุณหภูมิที่นำไปไว้หลังจากได้รับสารพิษเลย นอกจากนี้ ยังได้ทดลองพบว่าเมื่อแมลงวันได้รับไพรีทรัมจะล้มลงที่อุณหภูมิ 95°F เร็วกว่าที่ 70°F และถ้านำไปไว้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้มันจะฟื้นขึ้นมาเป็นจำนวนมาก (Lindquist et al, 1945) Potter และ Gillham (1946) ได้ทดลองกับด้วงปีกแข็ง (*Tribolium castanium* Hbst) พบว่าดีดีทีจะมีพิษมากขึ้น เมื่อนำด้วงปีกแข็งที่ได้รับดีดีทีไปเก็บไว้ในที่เย็นหลังจากพ่นสารพิษ Fan, Cheng และ Richards (1948) พบว่า ดีดีทีที่มีปริมาณความเข้มข้นต่ำจะแสดงความเป็นพิษต่อสัตว์พวกอาร์โธรปอดล์แบบมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ แต่ถ้าปริมาณความเข้มข้นสูงขึ้น ดีดีทีจะแสดงความเป็นพิษแบบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ Häfliger (1949) รายงานว่า เมื่อผึ้งกินสารแขวนลอยของผลึกดีดีทีที่มีขนาดแตกต่างกัน ผลึกขนาดเล็กที่สุดจะแสดงความเป็นพิษมากที่สุด และความเป็นพิษจะไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในช่วง 20°C-38°C Hoffman และ Lindquist (1949) พบว่าดีดีที ไดคลอโรไดฟีนิล ไดคลอโรอีเธน (dichlorodiphenyl dichloroethane) และเมทธอกซีคลอร์ ทำให้แมลงวันล้มลงที่อุณหภูมิ 70°F เร็วกว่าที่ 90°F และอัตราการตายของแมลงวันจะมากเมื่ออุณภูมิต่ำ และผลจะกลับกันเมื่อใช้สารเฮปตาคลอร์ พาราไธออน คลอร์เดน ดีลดริน และท็อกซาเฟน

013039

Hoffman, Roth และ Lindquist (1949) ได้ทดลองในห้องปฏิบัติการกับหมัดแกะ (*Melophagus ovinus* L.) พบว่าหมัดที่ได้รับดีดีที เมทอกซีคลอร์ และไดคลอโรไดฟีนิล – ไดคลอโรอีเธนจะตายที่อุณหภูมิ 70°F มากกว่า 90°F แต่ถ้าได้รับ ท็อกซาเฟน เบนซีน เฮ็กซาคลอไรด์ (benzene hexachloride) และคลอร์เดน จะแสดงผลในทางกลับกัน Guthrie (1950) ได้ทดลองกับแมลงสาบเยอรมัน (*Blatta germanica* L.) พบว่าดีดีที ไพรีทรัม และลินเดนจะแสดงพิษโดยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ ส่วนดีลดรินและออลดริน จะแสดงพิษโดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ Woodruff (1950) รายงานว่าดีดีทีจะแสดงความเป็นพิษกับตัวอ่อน (nymph) และตัวเต็มวัยของมวนเทียนแดง (milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus*) แบบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิที่ 10°C และ 32°C และจะแสดงความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิที่ 22°C และ 29°C Vinson และ Kearns (1952) ได้ทดลองให้ดีดีทีกับแมลงสาบอเมริกัน (American cockroach, *Periplaneta americana* L.) โดยวิธีการหยดสารและฉีดสาร พบว่าความเป็นพิษของดีดีทีจะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิที่ 15°C และ 35°C นอกจากนี้ Munson (1953) ยังพบว่าแมลงสาบที่ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ เป็นเวลานานจะมีความต้านทานต่อดีดีทีน้อยลง เพราะในอุณหภูมิต่ำแมลงสาบจะผลิตไขมันที่อิ่มตัวซึ่งทำให้ความต้านทานต่อดีดีทีน้อยกว่าแมลงสาบซึ่งถูกเก็บไว้ในที่อุณหภูมิสูง McIntosh (1954) ได้ทดลอบสารฆ่าแมลงไอระเหย DFDT, rBHC และออลดริน กับแมลง 2 ชนิด คือ มอดฟันเลื่อย (saw-tooth grain beetles, *Oryzaephilus surinamensis* L.) และมอดแป้ง (Red flour beetles, *Tribolium castaneum* Herbst) ที่ระดับอุณหภูมิ 30°C และ 11°C พบว่า DFDT จะฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิด ที่อุณหภูมิ 11°C เร็วกว่าที่ 30°C rBHC จะฆ่า *O. surinamensis* ที่ 11°C เร็วกว่าที่ 30°C แต่สำหรับ *T. castaneum* จะถูกฆ่าที่ 30°C เร็วกว่าที่ 11°C ส่วนออลดรินจะฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิดที่อุณหภูมิ 30°C เร็วกว่าที่ 11°C Blum และ Kearns (1956) ได้ทดลองหยดไพรีทรัมบนแมลงสาบอเมริกัน พบว่าความเป็นพิษของไพรีทรัมจะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิที่ 15°C และ 35°C Clifford, Lofgran และ Cutkomp (1956) รายงานว่าดีดีทีจะแสดงความเป็นพิษต่อแมลงสาบอเมริกันที่อุณหภูมิ 15°C มากกว่าที่ 30°C Rai, Afifi, Fryer และ Roan (1956) ได้ทดลอบความเป็นพิษของมาลาไรออนต่อแมลงวันพบว่า มีความแตกต่างของความเป็นพิษอย่างมีนัยสำคัญที่อุณหภูมิ 63°F, 70°F, 75°F และ 82°F Barker (1957)

กล่าวว่า ดีดีทีจะแสดงความเป็นพิษกับแมลงวันแบบมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ Hadaway และ Barlow (1957) พบว่าความเป็นพิษของดีดีทีต่อยุงลาย *(Aëdes aegypti)* ยุงก้นปล่อง *(Anopheles stephensi)* และแมลงวัน *(Musca domestica)* จะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20°C-30°C Das (1961) ได้ทดลองพิษของดีดีทีต่อด้วงปีกแข็ง (*Tenebrio molitor* L.) พบว่าเมื่ออุณหภูมิลดลงจาก 10°C-6°C พิษของดีดีทีจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าลดลงถึง -1°C ความเป็นพิษของดีดีทีจะลดลง Das และ Needham (1961) ได้ทดลองใช้สารแขวนลอยของดีดีทีกับลูกน้ำของยุงลาย ปรากฏว่าถ้าความเข้มข้นของดีดีทีสูง ความเป็นพิษจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ และถ้าความเข้มข้นต่ำ ความเป็นพิษจะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ Georghiou (1962) รายงานว่า สารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตจะแสดงความเป็นพิษแบบมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิในยุง และในทางกลับกัน สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสจะแสดงความเป็นพิษแบบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ นอกจากนี้ ยังได้ทดลองกับผึ้งพันธุ์ พบว่าพิษของสารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตที่ระดับอุณหภูมิ 60°F, 80°F และ 90°F จะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ (Georghiou and Atkins, 1964) Enan และ Gordon (1965) กล่าวว่าคาร์บาริล, Pyroland® และ IPC® จะมีพิษต่อแมลงวันที่อุณหภูมิ 30°C มากกว่าที่ 20°C เล็กน้อย Grave และ Mackensen (1965) และ Biederdrof (1960) รายงานว่าดีดีทีจะมีพิษต่อผึ้งที่อุณหภูมิต่ำมากกว่าที่อุณหภูมิสูง เช่นเดียวกับที่ Johansen (1966) ได้พบว่าทั้งดีดีทีและเซฟวินจะแสดงความเป็นพิษต่อผึ้งที่อุณหภูมิต่ำมากกว่าที่อุณหภูมิสูง ส่วนสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสจะมีพิษตกค้างยาวนานที่อุณหภูมิต่ำ Iordanou และ Watters (1969) พบว่าดีดีทีจะมีพิษต่อด้วงปีกแข็ง 5 ชนิดที่ระดับอุณหภูมิ 10°C และ 15°C มากกว่า 26.7°C และพิษที่ระดับอุณหภูมิ 15.5°C จะมากกว่าที่ 10°C เล็กน้อย ส่วนมาลาไธออนและโบรโมฟอสจะแสดงความเป็นพิษแบบมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อด้วงปีกแข็งทั้ง 5 ชนิดนี้ทั้ง 3 ระดับอุณหภูมิ Norment และ Chambers (1970) กล่าวว่า สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะแสดงความเป็นพิษกับด้วงงวงฝ้าย (boll-weevils, *Anthonomus grandis*) แบบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ Harris (1971) พบว่าอุณหภูมิจะไม่มีผลต่อความเป็นพิษของออลดรินและเฮปตาคลอร์เมื่อใช้โดยตรงต่อจิ้งหรีด (common field cricket, *Acheta pennsylvanicus* Burmeister) แต่ดีดีทีจะแสดงความเป็นพิษแบบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิระหว่าง 15°C

และ 21° C และจะแสดงความเป็นพิษแบบมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ขึ้นไป Yoke และ Sudderuddin (1975) ได้ศึกษาความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง 4 ชนิด คือ มาลาไธออน คาร์บาริล ไบโอเรสมีทริน และ GH 74 ต่อแมลงวัน พบว่าไบโอเรสมีทริน และ GH 74 จะแสดงความเป็นพิษแบบมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ Harris และ Kinoshita (1977) ได้ทดลองใช้สารฆ่าแมลงพวกไพรีทรอยด์โดยวิธีสัมผัสโดยตรงกับระยะลอกคราบครั้งที่ 1 (lst instars) ของจิ้งหรีด (*Gryllus pennsylvanicus* Burmeister) พบว่าพิษของไพรีทรอยด์ที่อุณหภูมิ 15° C เป็น 2.7-3.6 เท่าของความเป็นพิษที่อุณหภูมิ 32° C

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย