

EFFECT OF METHAMPHETAMINE ON THE DEVELOPMENT OF *Musca domestica*  
(Diptera:Muscidae)

Miss Sirinapa Petchnard



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Medical Science

Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

ผลของ Methamphetamine ต่อการเจริญเติบโตของ *Musca domestica* (Diptera:Muscidae)



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของ Methamphetamine ต่อการเจริญเติบโตของ <i>Musca domestica</i> (Diptera:Muscidae)
โดย	นางสาวศิริินภา เพ็ชรนารถ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การแพทย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ ญัฐ ตันศรีสวัสดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ ดร. เผด็จ สิริยะเสถียร

---

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะแพทยศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ โสภณ นภาธร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ แพทย์หญิง ดร. วิไล ชินธเนศ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ ญัฐ ตันศรีสวัสดิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ ดร. เผด็จ สิริยะเสถียร)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ นายแพทย์ ภาณุวัฒน์ ชุตินวงศ์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ ดร. อมรพันธุ์ เสรีมาศพันธุ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(อาจารย์ ดร. อภิวัฏ ฐวัชสิน)

ศรินภา เพ็ชรนารถ : ผลของ Methamphetamine ต่อการเจริญเติบโตของ *Musca domestica* (Diptera:Muscidae) (EFFECT OF METHAMPHETAMINE ON THE DEVELOPMENT OF *Musca domestica* (Diptera:Muscidae)) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. นพ. ญัฐ ดันศรี สวัสดิ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. นพ. ดร. เผด็จ สิริยะเสถียร, 85 หน้า.

การเจริญเติบโตของตัวหนอนที่อยู่บนศพเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการประมาณระยะเวลา หลังการตาย ในกรณีที่ศพเสียชีวิตมานานกว่า 48 ชั่วโมงแต่อาจจะมีผลคลาดเคลื่อนสูง หนึ่งในปัจจัยที่มีผลคือสารเคมีที่พบในศพ ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาว่าเมทแอมเฟตามีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของตัว หนอนแมลงวันบ้านสายพันธุ์ *Musca domestica* อย่างไร ซึ่งมีวิธีการศึกษาโดยให้หนอนแมลงวันบ้านได้รับ อาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่มีความเข้มข้น 0, 50, 100, 200 และ 500 ng/mL และทำการ ตรวจวัดการเจริญเติบโตที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง พบว่าตัวหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสม ของเมทแอมเฟตามีนมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าตัวควบคุมที่ 24 – 48 ชั่วโมง และจะเจริญเติบโตช้าลงที่ 72 – 96 ชั่วโมง และจากการตรวจวิเคราะห์ตัวหนอนแมลงวันด้วยเทคนิค GC/MS สามารถตรวจวิเคราะห์เมท แอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้นที่ 500 ng/mL ในชั่วโมงที่ 96 ชั่วโมงเท่านั้น การศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการคำนวณการประมาณระยะเวลาหลัง การเสียชีวิตให้ถูกต้องและแม่นยำขึ้นในกรณีที่มีสารเมทแอมเฟตามีนในร่างศพ ดังนั้นหนอนแมลงวันที่พบ บนตัวศพอาจนำมาใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยา แต่อย่างไรก็ตามการนำผล การศึกษาไปประยุกต์ใช้ต้องคำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของหนอน แมลงได้



สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การแพทย์

ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 5574165030 : MAJOR MEDICAL SCIENCE

KEYWORDS: METHAMPHETAMINE, MUSCA DOMESTICA, POSTMORTEM INTERVAL ESTIMATION,  
GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETRY

SIRINAPA PETCHNARD: EFFECT OF METHAMPHETAMINE ON THE DEVELOPMENT OF  
*Musca domestica* (Diptera:Muscidae). ADVISOR: ASST. PROF. DR. NAT  
TANSRISAWAD, M.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. PADET SIRIYASATIEN, M.D.,  
Ph.D., 85 pp.

Growth stage of maggots is one of the most crucial determinants of the post-mortem interval of the deceased who was dead more than 48 hours. However, this method is subjected to high variability. One of the factors that affect this parameter is the chemical composition of the corpse itself. In this study, we quantified the effects of methamphetamine (MA) on maggot (*Musca domestica*) growth. Maggots were fed with various concentrations of MA (0, 50, 100, 200 and 500 ng/mL) and their sizes were determined in specific intervals (24, 48, 72 and 96 hours). During the first 48 hours, maggots subjected to MA grew faster than the control. However, after 72 hours, their growth receded slower than that of the control. Moreover, this study could only detect MA on maggot at a concentration of 500 ng/mL within 96 hours by using GC/MS. The study can be used to improve post-mortem interval calculation according to the amount of MA presented in the corpse. Therefore, maggots from corpse may be used as an alternative diagnosis for toxicology. However, the application data from this study should be considered environmental factors, which may affect the growth rate of maggots.

Field of Study: Medical Science

Academic Year: 2014

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

Co-Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ได้ โดยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณจาก บุคคลากรหลายท่านโดยเฉพาะ ผศ.นพ.ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.นพ.ดร.เผด็จ สิริยะเสถียร ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และแนะนำการทำวิทยานิพนธ์ทั้งทางด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ ตั้งแต่เริ่มแรกตลอดจนให้ความช่วยเหลือหลาย ๆ ด้าน รวมทั้งการตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องที่ ผิดพลาดของวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ศ.พญ.ดร.วิไล ชินธเนศ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.นพ.ดร.อมรพันธุ์ เสรีมาศพันธุ์ อ.นพ.ภาณุวัฒน์ ชุตินวงศ์ และ อ.ดร.อภิวิทย์ ธวัชสิน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้ง นี้ที่ได้สละเวลามาดำเนินการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้และให้ปรึกษาและแนะนำแนวทางการ ดำเนินงานที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.อัจฉรา ภูมิ ภูญ.รุจิรา บุญส่อง น.ส.ดอกรัก ก้อนทอง และ ภก.ทรงพล ศรีนวล ที่คอยช่วยเหลือแนะนำทั้งทางด้านทฤษฎี และ ทางด้านปฏิบัติต่าง ๆ ตลอดการทำงาน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรในภาควิชานิติเวชศาสตร์และภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการ จัดหาอุปกรณ์และเครื่องมือรวมถึงคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนมอบความรู้ให้กับทางผู้จัดทำ วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และคนในครอบครัวทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุน การศึกษาให้ดิฉันได้มีโอกาสได้ทำงานวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์ที่พึงรับจากงาน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทางผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอมอบให้ทุกท่านที่มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของ งานวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
สัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา (Background and Rationale) .....	1
1.1.1 เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) หรือ ยาบ้า.....	1
1.1.2 การประมาณระยะเวลาการเสียชีวิตและการประยุกต์ใช้หลักฐานทางกีฏวิทยาใน งานนิติวิทยาศาสตร์.....	2
1.2 คำถามของการวิจัย (Research Questions) .....	3
1.3 วัตถุประสงค์ (Objectives) .....	3
1.4 สมมติฐาน (Hypothesis).....	3
1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework).....	4
1.6 การออกแบบการทดลอง .....	5
5	
1.7 คำสำคัญ.....	6
1.8 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย.....	6
1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย (Expected benefit and application).....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับยาเสพติดให้โทษ.....	7

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Methamphetamine .....	10
2.3 การประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตจากแมลง.....	14
2.4 ซีววิทยาของแมลงวัน.....	20
2.5 การประยุกต์ใช้แมลงในการหาหลักฐานทางพิษวิทยา .....	24
2.6 Gas chromatography – mass spectrometry.....	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
3.1 รูปแบบการวิจัย (Research Design).....	28
3.2 ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology).....	28
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	30
3.4 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย .....	32
3.5 วิธีการดำเนินการวิจัย .....	32
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis).....	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	41
4.1 การศึกษาการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟ- ตามีน 41	
4.2 การศึกษาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมท แอมเฟตามีนด้วย Presumptive test และ Gas chromatography - mass spectrometry.....	43
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง .....	49
5.1 การศึกษาการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้าน <i>Musca domestica</i> .....	49
5.2 การศึกษาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันบ้าน <i>Musca domestica</i> .....	51
รายการอ้างอิง .....	53
ภาคผนวก.....	58
ภาคผนวก ก. ....	59



ภาคผนวก ข.....	77
ภาคผนวก ค.....	83
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	85



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงบทกำหนดโทษของยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 1 ที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ.....	9
ตารางที่ 2 ผลของ Color Test ของ Marquis reagent .....	36
ตารางที่ 3 ผลของ Color Test ของ Simon’s reagent.....	37
ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้าน <i>Musca Domestica</i> ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนในแต่ละช่วงเวลา.....	41
ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี color test 2 วิธี Marquis test และ Simon’s test.....	45
ตารางที่ 6 ผลการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ 72 และ 96 ชั่วโมงในความเข้มข้นต่างๆ.....	47
ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาผลของเมทแอมเฟตามีนต่ออัตราการเจริญเติบโตของแมลงวัน .....	77

## สารบัญภาพ

รูปภาพ 1	ลักษณะโดยทั่วไปของยาบ้าชนิดอัดเม็ด.....	10
รูปภาพ 2	ลักษณะโครงสร้างของอนุพันธ์ของเมทแอมเฟตามีน หรือ ยาบ้า .....	11
รูปภาพ 3	แสดงกลไกการออกฤทธิ์ของเมทแอมเฟตามีน .....	12
รูปภาพ 4	ลำดับการพบแมลงแต่ละชนิดที่พบบนซากศพ ที่ช่วงอุณหภูมิ 7 °C และ 25 °C.....	16
รูปภาพ 5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังการตายและการเปลี่ยนของแมลงวัน Protophormia terraenovae แบบ isomegalen diagram .....	18
รูปภาพ 6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังการตายและการเปลี่ยนแปลงของ แมลงวัน Protophormia terraenovae แบบ Isomorphen-diagram .....	19
รูปภาพ 7	วงจรชีวิตของแมลงวันบ้าน (Complete Metamorphosis).....	20
รูปภาพ 8	ลักษณะสัณฐานของไข่แมลงวันบ้าน .....	21
รูปภาพ 9	ลักษณะสัณฐานของตัวหนอนแมลงวันบ้าน .....	22
รูปภาพ 10	ลักษณะสัณฐานของดักแด้แมลงวันบ้าน .....	22
รูปภาพ 11	แสดงลักษณะแมลงวันบ้านระยะตัวเต็มวัย .....	23
รูปภาพ 12	แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่อง Gas chromatography.....	26
รูปภาพ13	เครื่องGas chromatography - mass spectrometry Shimadzu ultra QP-2010..	27
รูปภาพ 14	วัสดุอุปกรณ์ อาหารสำหรับเลี้ยงแมลงวัน และ อาหารสำหรับแมลงวันวางไข่ .....	33
รูปภาพ 15	อาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันบ้าน .....	34
รูปภาพ 16	แสดงวิธีการวัดความยาวของตัวหนอนแมลงวันด้วยไม้บรรทัด .....	35
รูปภาพ 17	แสดงลักษณะสีที่เกิดของการตรวจด้วย Marquis test .....	36
รูปภาพ 18	แสดงลักษณะสีที่เกิดของการตรวจด้วย Marquis test .....	37
รูปภาพ 19	การแสดงขั้นตอนการสกัด Solid-Phases Extraction .....	38

**รูปภาพ 20** แสดงการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ 96 ชั่วโมง..... 42

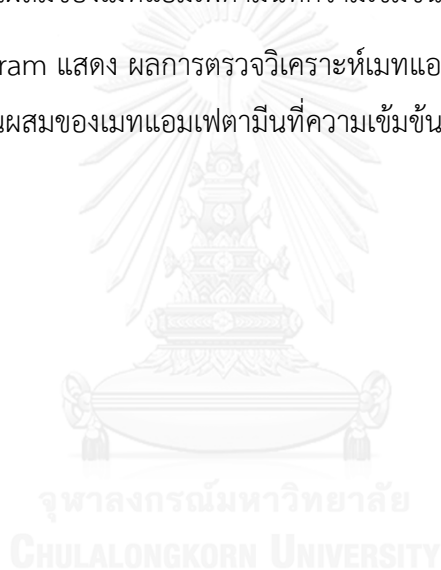
**รูปภาพ 21** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนและการเจริญเติบโตของแมลงวันบ้าน ..... 43

**รูปภาพ 22** ผลการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค color Test..... 44

**รูปภาพ 23** กราฟสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนในช่วงความเข้มข้น 500 – 5,000 ng/mL..... 46

**รูปภาพ 24** Chromatogram แสดงผลการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 200 ng/mL ในชั่วโมงที่ 96 .... 48

**รูปภาพ 25** Chromatogram แสดง ผลการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 500 ng/mL ในชั่วโมงที่ 96 .... 48



## สัญลักษณ์และคำย่อ

คำย่อ	ความหมาย
GC-MS	Gas Chromatography - Mass Spectrophotometry
$\mu\text{L}$	ไมโครลิตร
$\mu\text{g}$	ไมโครกรัม
mL	มิลลิลิตร
mm	มิลลิเมตร
g	กรัม
ng	นาโนกรัม
NaOH	โซเดียมไฮดรอกไซด์
HCL	ไฮโดรคลอริก
$^{\circ}\text{C}$	องศาเซลเซียส
$\text{C}_{10}\text{H}_{15}\text{N}$	เมทแอมเฟตามีน
RT	Retention time
rpm	revolution per minute

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา (Background and Rationale)

##### 1.1.1 เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) หรือ ยาบ้า

ในสังคมไทยปัญหาการแพร่ระบาดของสารเสพติดเป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่ง สารเสพติดที่มีการระบาดในประเทศไทยในช่วง 10 กว่าปีที่ผ่านมา ซึ่งพบมากที่สุดคือ ยาบ้า โดยจะพบการแพร่ระบาดอย่างมากในกลุ่มเยาวชนและกลุ่มประชาชนที่ประกอบอาชีพใช้แรงงาน

ยาบ้าจัดเป็นยาเสพติดที่มีส่วนผสมของสารเคมีในกลุ่มแอมเฟตามีน (Amphetamine group) สารเคมีที่พบเป็นส่วนผสมที่มีการแพร่กระจายมี 3 รูปแบบ ได้แก่ แอมเฟตามีนซัลเฟต (Amphetamine sulfate) เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) และเมทแอมเฟตามีนไฮโดรคลอไรด์ (Methamphetamine hydrochloride) เป็นต้น (1) ผลความรุนแรงในการออกฤทธิ์นั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีการเสพ ปริมาณและการออกฤทธิ์ ซึ่งจะส่งผลก่อให้เกิดการก่อคดีอาชญากรรมต่าง ๆ ในสังคมได้

ยาบ้าในปัจจุบันส่วนใหญ่มีเมทแอมเฟตามีนเป็นส่วนผสมหลัก และเป็นสารที่ออกฤทธิ์ในยาบ้า โดยออกฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางและกระตุ้นระบบหลอดเลือดและหัวใจ (2, 3) มีวิธีการเสพเข้าสู่ร่างกายทั้งการรับประทาน การฉีดเข้าหลอดเลือดและการสูดดม โดยวิธีการเสพแต่ละวิธีจะมีการออกฤทธิ์และความรุนแรงที่แตกต่างกัน เมื่อมีการเสพยาบ้าเข้าสู่ร่างกายในระยะแรกจะมีการออกฤทธิ์ทำให้ร่างกายตื่นตัว หัวใจเต้นเร็ว และมีความดันโลหิตสูง แต่เมื่อหมดฤทธิ์ยาจะมีความรู้สึกอ่อนเพลีย ระบบประสาทสั่งการช้าและผิดปกติ จึงเป็นเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงขึ้น แต่ถ้ามีการเสพเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดอาการประสาทหลอนเห็นภาพลวงตา มีอาการหวาดระแวง คลุ้มคลั่ง เสียสติอาจมีอาการทางระบบประสาทจนควบคุมตัวเองไม่ได้ อาจเกิดการทำร้ายตัวเองหรือทำร้ายผู้อื่นได้จนเกิดอาชญากรรมต่าง ๆ ได้ หรือในกรณีที่มีการใช้ยาในปริมาณมาก (overdose) ยาจะออกฤทธิ์ไปกดระบบประสาทและระบบทางเดินหายใจมีผลทำให้เกิดการทำงานผิดปกติจนทำให้หมดสติและถึงแก่ชีวิตได้

### 1.1.2 การประมาณระยะเวลาการเสียชีวิตและการประยุกต์ใช้หลักฐานทางกีฏวิทยาในงานนิติวิทยาศาสตร์

การประมาณระยะเวลาหลังการตายของผู้ที่เสียชีวิตนั้น เป็นเรื่องสำคัญประการหนึ่งในการชันสูตรศพ โดยทั่วไปการประมาณระยะเวลาหลังการตาย อาศัยการเปลี่ยนแปลงหลังการตายซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ถ้าสิ่งแวดล้อมต่างกันการเปลี่ยนแปลงของร่างกายจะต่างกัน และยิ่งเวลาที่ตายนานขึ้นระยะเวลาการตายที่ประเมินได้ยิ่งมีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น ดังนั้นการประเมินเวลาตายจึงต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ หลังตาย หลายอย่างมาประกอบกันเพื่อให้ได้เวลาที่ใกล้เคียงที่สุด อีกสิ่งหนึ่งที่อาจจะช่วยบอกระยะเวลาหลังการตายได้คือ การเติบโตของตัวหนอนแมลงวันที่อยู่บนศพซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย นอกจากนี้แมลงวันในบางสายพันธุ์นั้นยังสามารถนำมาตรวจวินิจฉัยทางพิษวิทยาซึ่งอาจใช้ในกรณีที่ว่าตัวอย่างจากผู้เสียชีวิตที่ไม่สามารถและ/หรือไม่อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการตรวจวินิจฉัย (4)

สายพันธุ์ของแมลงวันที่พบบ่อยในประเทศไทย ได้แก่ วงศ์ Calliphoridae หรือแมลงวันหัวเขียว และวงศ์ Muscidae หรือ แมลงวันบ้าน ซึ่งจะพบมากในศพที่มีสภาพเน่าเปื่อย (5)

ในการนำข้อมูลการเจริญเติบโตของแมลงวันมาใช้ประโยชน์มีความจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะรูปร่างและวงจรชีวิตของแมลงวันเป็นอย่างดี ในการศึกษานี้จะทำการศึกษาในแมลงวันบ้านซึ่งแมลงวันบ้านจะลักษณะดังนี้ แมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) มีลักษณะลำตัวสีเทาดำ ไม่สะท้อนแสง ตาเป็นลักษณะตาประกอบ ส่วนปากดัดแปลงสำหรับการดูดอาหารที่เป็นของเหลวหรือกึ่งเหลว ในขณะที่ไม่กินอาหารปากจะเก็บเข้าไปอยู่ในส่วนหัว แต่ขณะกินอาหารปากจะยืดยาวออกมา ส่วนอกด้านหลังมีแถบดำ 4 เส้น ขามี 3 คู่ โดยปกติตัวเมียวางไข่เป็นกลุ่มประมาณ 120 ฟอง ในสภาพธรรมชาติจะสามารถวางไข่ได้ 1-2 ครั้ง แมลงวันมีอายุขัยประมาณ 70 วัน

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้หลักฐานทางกีฏวิทยาในงานนิติวิทยาศาสตร์ โดยส่วนใหญ่ นั้นจะใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตายซึ่งมีประโยชน์ในกรณีช่วงเวลาเน่าเปื่อยของเนื้อเยื่อ ส่วนการประยุกต์ใช้อื่น ๆ ได้แก่ ใช้ในการบ่งชี้สถานที่ตาย หรือบ่งชี้ถึงบาดแผลก่อนตาย นอกจากนี้แล้วตัวอ่อนแมลงวันในบางสายพันธุ์นั้นยังสามารถนำมาตรวจวินิจฉัยทางพิษวิทยา

เนื่องจากยาหรือสารเคมีส่วนใหญ่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและสารเสพติดที่พบบ่อยในประเทศไทย ว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลงที่

พบบ่อยในประเทศไทยอย่างไร ซึ่งพบว่าเมทแอมเฟตามีนเป็นสารเสพติดที่แพร่ระบาดมากที่สุดในประเทศไทย และแมลงวันบ้านเป็นแมลงวันชนิดที่พบบ่อยในประเทศไทย ดังนั้นในการศึกษานี้จึงทำการศึกษามลของของสารเสพติดเมทแอมเฟตามีนที่มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของแมลงวันบ้านที่พบบ่อยทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ด้วยไม้บรรทัด ในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้มาตราวัด (Scale) เท่ากับ 1 มิลลิเมตร เนื่องจากงานนิติเวชและนิติวิทยาศาสตร์ใช้ความละเอียดของการวัดเท่ากับ 1 มิลลิเมตร และตรวจหาสารเสพติดในตัวนอนของแมลงวันด้วยวิธี Presumptive โดยเทคนิค Color test เพื่อเป็นการตรวจคัดกรอง และทำการตรวจยืนยันโดยเทคนิคการสกัดแบบ Solid Phase Extraction และทำการตรวจวิเคราะห์สารเสพติดในตัวนอนแมลงวันด้วยวิธี GC - MS เพื่อหาทางเลือกในการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาและเพื่อลดความผิดพลาดในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย

## 1.2 คำถามของการวิจัย (Research Questions)

- 1.2.1 เมทแอมเฟตามีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวนอนแมลงวันสายพันธุ์ *Musca domestica* หรือไม่
- 1.2.2 ระดับเมทแอมเฟตามีนในตัวนอนแมลงวันที่ได้รับเมทแอมเฟตามีนจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวนอนแมลงวันบ้านได้หรือไม่

## 1.3 วัตถุประสงค์ (Objectives)

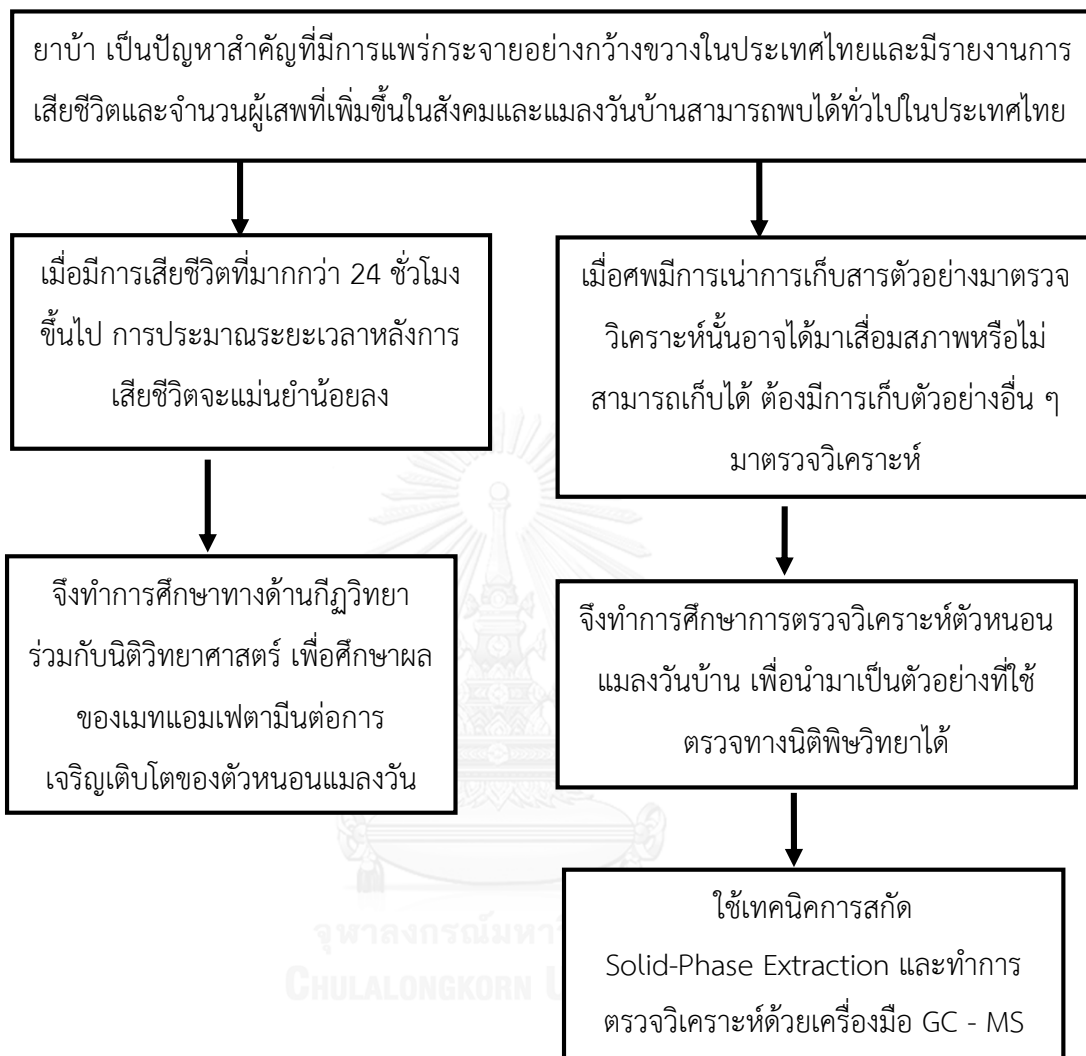
- 1.3.1 ศึกษาผลของเมทแอมเฟตามีนต่อการเจริญเติบโตของตัวนอนแมลงวัน สายพันธุ์ *Musca domestica*.
- 1.3.2 ศึกษาปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจพบในตัวนอนแมลงวัน สายพันธุ์ *Musca domestica* ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน.

## 1.4 สมมติฐาน (Hypothesis)

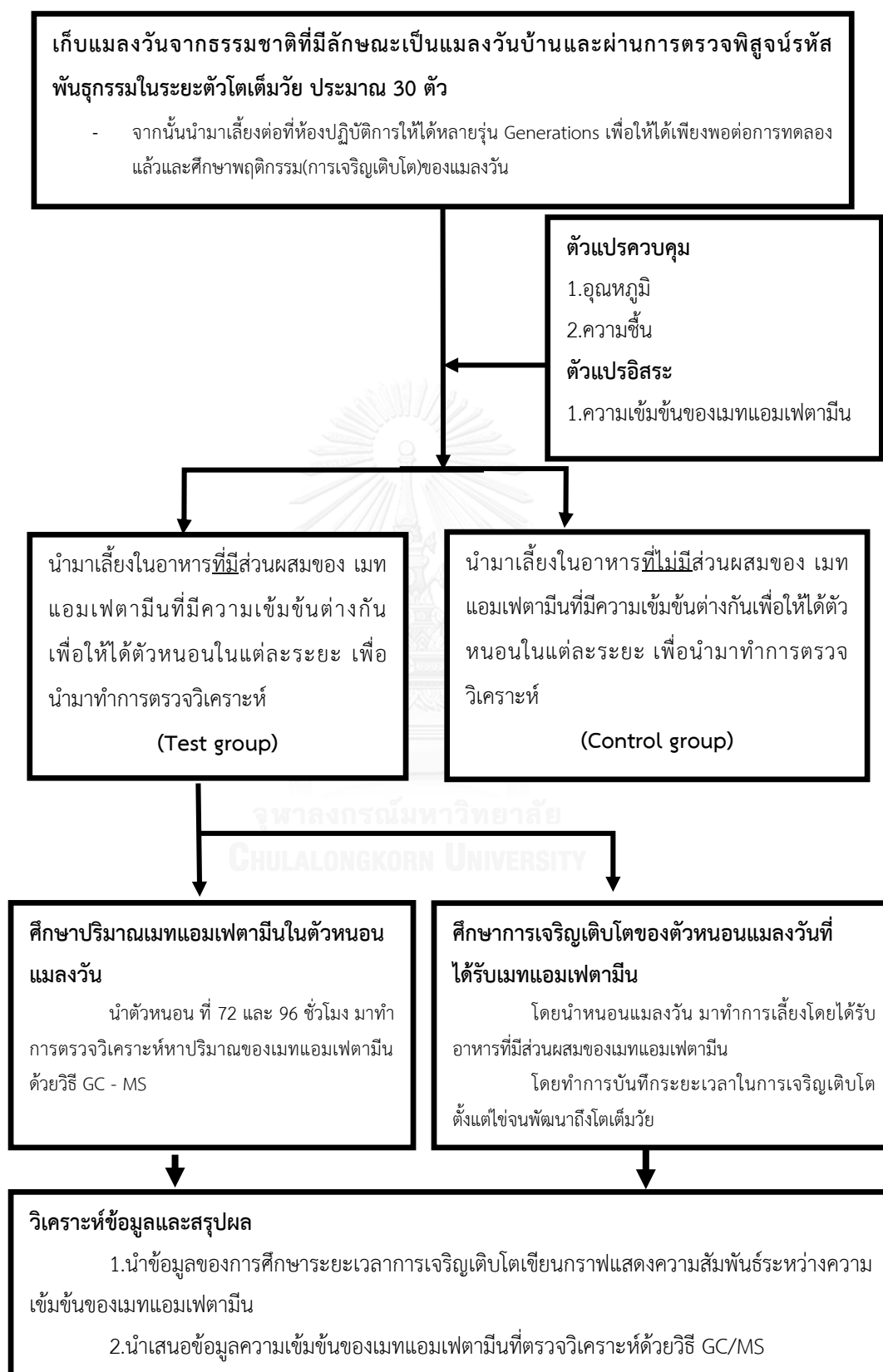
- 1.4.1 เมทแอมเฟตามีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวนอนแมลงวัน สายพันธุ์ *Musca domestica*.
- 1.4.2 สามารถตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเมทแอมเฟตามีนในตัวนอนแมลงวัน สายพันธุ์ *Musca domestica* ได้



### 1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)



## 1.6 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design)



## 1.7 คำสำคัญ

Methamphetamine

*Musca domestica*

Postmortem interval estimation

Gas Chromatography – mass spectrometry (GC-MS)

## 1.8 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

**1.8.1. Methamphetamine: MA (เมทแอมเฟตามีน)** หรือ ยาบ้า เป็นสารเสพติดชนิดหนึ่งที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง มีการแพร่ระบาดอย่างมากทั้งในรูปแบบอัดเม็ดและแบบผง

**1.8.2. *Musca domestica*** หรือแมลงวันบ้าน (House fly) ซึ่งจัดอยู่ใน Family Muscidae เป็นแมลงวันที่พบได้มากในประเทศไทย ยังเป็นแมลงวันที่มีความใกล้ชิดกับมนุษย์และยังมีความสำคัญทางด้านการแพทย์

**1.8.3. Postmortem interval estimation (PMI)** หรือ การประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต

**1.8.4. Gas chromatography - mass spectrometry (GC - MS)** เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์สารประกอบที่มีเป็นของผสม และสารนั้นมีความสามารถที่ระเหยได้ สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) และเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) และมี Mass Spectrometer เป็น detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง

## 1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย (Expected benefit and application)

1. ทำให้ทราบถึงความแตกต่างในการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้านเมื่อได้รับเมทแอมเฟตามีน
2. หนอนแมลงวันบ้านเมื่อได้รับเมทแอมเฟตามีน สามารถตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาต่อไปได้ในอนาคต
3. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับการประมาณระยะเวลาหลังการตายต่อไปได้ในอนาคต

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับยาเสพติดให้โทษ

ยาเสพติดให้โทษมีความหมายโดยทั่วไปหมายถึง ยาหรือสารที่ได้จากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ หรือได้จากการสังเคราะห์ เมื่อได้รับสารนั้น ๆ เข้าสู่ร่างกายโดยวิธีใดก็ตาม จะส่งผลให้ผู้ได้รับยาหรือสารนั้น ต้องตกอยู่ภายใต้อำนาจของยาหรือสารชนิดนั้น ๆ ทั้งทางด้านร่างกายและทางด้านจิตใจ หรือทางด้านใดด้านหนึ่งอีกทั้งยังเพิ่มปริมาณการได้รับสารหรือยาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเมื่อถึงเวลาอยากได้รับยาแล้วไม่ได้รับ จะมีพฤติกรรมที่ผิดปกติทั้งทางด้านจิตใจและร่างกาย (1, 6)

#### ความหมายของยาเสพติดให้โทษทางด้านกฎหมาย (7)

“ยาเสพติดให้โทษ” ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.๒๕๒๒ หมายความว่า สารเคมีหรือวัตถุชนิดใด ๆ เมื่อมีการเสพเข้าสู่ ร่างกายไม่ว่าจะโดยรับประทาน ดม สูบ ฉีด หรือด้วยวิธีการใด ๆ แล้วทำให้เกิดผลต่อกระตบร่างกาย และจิตใจในลักษณะสำคัญ เช่น ต้องเพิ่มขนาดและปริมาณของการเสพขึ้นเป็นลำดับ และเมื่อมีอาการถอนยาหรือร่างกายมีการขาดยา และมีความต้องการเสพทั้งทางร่างกาย จิตใจอย่างรุนแรงตลอดเวลา และสุขภาพร่างกายโดยทั่วไปจะมีอาการทรุดโทรมลง และ รวมตลอดถึงพืชหรือส่วนของพืชที่เป็นหรือให้ผลผลิตเป็นยาเสพติดให้โทษหรืออาจสามารถใช้ผลิตเป็นยาเสพติดให้โทษและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตยาเสพติดให้โทษด้วย ทั้งนี้ ตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ไม่หมายความที่รวมถึงยาสามัญประจำบ้านบางตำรับตามกฎหมายว่าด้วยยาที่มียาเสพติดให้โทษผสมอยู่

“ผลิต”	หมายความว่า เพาะ ปลูก ทำ ผสม ปูจุง แปรสภาพ เปลี่ยนรูปสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และให้หมายความรวมถึงการแบ่งบรรจุ หรือรวมบรรจุด้วย
“จำหน่าย”	หมายความว่า ขาย จ่าย แจก แลกเปลี่ยน ให้
“นำเข้า”	หมายความว่า นำหรือส่งเข้ามาในราชอาณาจักร
“ส่งออก”	หมายความว่า นำหรือส่งออกนอกราชอาณาจักร
“เสพ”	หมายความว่า การรับยาเสพติดให้โทษเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าด้วยวิธีใด

“ติดยาเสพติดให้โทษ” หมายความว่า เสพเป็นประจำติดต่อกันและตกอยู่ในสภาพที่ร่างกายที่มีความจำเป็นต้องพึ่งยาเสพติดให้โทษนั้น โดยสามารถตรวจพบสภาพเช่นว่านั้นได้ตามหลักวิชาการ

### 2.1.1 ยาเสพติดให้โทษแบ่งตามพระราชบัญญัติ ออกเป็น 5 ประเภท คือ

(1) ยาเสพติดให้โทษประเภท 1 ยาเสพติดให้โทษชนิดร้ายแรง ที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง เช่น เฮโรอีน (Heroin) เมทแอมเฟตามีน (methamphetamine) หรือยาบ้า

(2) ยาเสพติดให้โทษประเภท 2 ยาเสพติดให้โทษทั่วไป ซึ่งยาเสพติดประเภทนี้สามารถนำมาใช้ทางการแพทย์ได้ แต่ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของแพทย์และใช้ในกรณีจำเป็นเท่านั้น เช่น มอร์ฟีน (Morphine) โคคาอีน (Cocaine) โคเดอีน (Codeine) ผื่นยา (Medicinal Opium)

(3) ยาเสพติดให้โทษประเภท 3 ยาเสพติดให้โทษที่มีลักษณะเป็นตำรับยา และมียาเสพติดให้โทษในประเภท 2 ผสมอยู่ด้วย มีประโยชน์ทางการแพทย์ การนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นหรือเพื่อเสพติด จะมีบทลงโทษไว้ ตามหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา ยาเสพติดประเภทนี้ ได้แก่ ยาแก้ไอที่มีตัวโคเคอีน (Codeine) ยาแก้ท้องเสียที่มีฝิ่นผสมอยู่ด้วย และยานิราระงับปวดต่าง ๆ เช่น มอร์ฟีน (Morphine) เพททีดีน (Pethidine) ซึ่งสกัดจากฝิ่น

(4) ยาเสพติดให้โทษประเภท 4 สารเคมีที่ใช้ในการผลิตยาเสพติดให้โทษประเภท 1 หรือประเภท 2 ยาเสพติดชนิดนี้ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดโรคแต่อย่างใด เช่น อาเซติกแอนไฮไดรด์ (Acetic anhydride) อาเซทิลคลอไรด์ (Acetyl chloride) ซึ่งใช้ในการเปลี่ยนมอร์ฟีนเป็นเฮโรอีน สารคลอซูโดไดอีเฟดรีนสามารถนำมาใช้ในการผลิตยาบ้าได้ และวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทอีก 12 ชนิดที่สามารถผลิตยาอีและยาบ้า นอกจากนี้ยังครอบคลุมยาเสพติดประเภทที่ 1-4 และทุกส่วนของพืชกัญชา ทุกส่วนของพืชกระท่อม และ เห็ดขี้ควาย เป็นต้น

(5) ยาเสพติดให้โทษประเภท 5 ยาเสพติดให้โทษที่มีได้เข้าอยู่ในประเภท 1 ถึงประเภท 4 เช่น กัญชา และ พืชกระท่อม

### 2.1.2 ข้อหาและบทลงโทษ ของยาเสพติดประเภทที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงบทกำหนดโทษของยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 1 ที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาท ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (7)

ข้อหา	บทลงโทษ
ผลิต นำเข้า ส่งออก	<ol style="list-style-type: none"> <li>จำคุกตลอดชีวิต ปรับ 1,000,000 – 5,000,000 บาท (ม.65 ว.1)</li> <li>ถ้ากระทำเพื่อจำหน่าย ประหารชีวิต (ม.65 ว.2)</li> <li>จำนวนเป็นสารบริสุทธิ์ 20 กรัมขึ้นไป ถือว่ากระทำเพื่อจำหน่าย (ม.15)</li> </ol>
จำหน่าย ครอบครองเพื่อจำหน่าย	<ol style="list-style-type: none"> <li>จำนวนเป็นสารบริสุทธิ์ไม่เกิน 100 กรัม จำคุก 5 ปี ถึงตลอดชีวิต(ม.66 ว.1)</li> <li>จำนวนเป็นสารบริสุทธิ์เกิน 100 กรัม จำคุกตลอดชีวิต หรือประหารชีวิต (ม.66 ว.2)</li> </ol>
การครอบครอง	<ol style="list-style-type: none"> <li>จำนวนเป็นสารบริสุทธิ์ไม่ถึง 20 กรัม จำคุก 1-10ปี และปรับ 20,000 – 200,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ (ม.67)</li> <li>จำนวนเป็นสารบริสุทธิ์ 20 กรัมขึ้นไป ถือว่ากระทำเพื่อจำหน่าย(ม.15)</li> </ol>
การเสพ ผู้เสพ	จำคุก 6 เดือน ถึง 10ปี และปรับ 10,000 – 60,000 บาท (ม.91)
การใช้อุบาย หลอกลวง ชูเชิญใช้กำลัง ประทุษร้ายให้ผู้เสพ	<ol style="list-style-type: none"> <li>จำคุก 3 ปี ถึงตลอดชีวิต และปรับ 300,000 – 1,500,000 บาท และถ้าเป็นการกระทำต่อผู้หญิงหรือบุคคลซึ่งยังไม่บรรลุนิติภาวะวางโทษประหารชีวิต (ม.93 ว.2)</li> <li>ถ้ากระทำโดยมีอาวุธปืน หรือมีบุคคลร่วมกัน 2 คน ขึ้นไป จำคุก 2 – 15 ปี และปรับ 200,000 – 1,500,000 บาท (ม.93)</li> </ol>
ยุยงส่งเสริมให้ผู้อื่นเสพ	จำคุก 1-5 ปี และปรับ 20,000 – 100,000 บาท (ม.93 ว.1)

## 2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Methamphetamine

เมทแอมเฟตามีนหรือยาบ้าจัดเป็นยาเสพติดประเภทสังเคราะห์ และยังเป็นยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 1 ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ส่งผลทำให้สมองตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา และยังส่งผลต่อระบบหลอดเลือดและหัวใจทำให้มีอาการใจสั่น ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นเร็วและแรงขึ้น เมื่อมีการใช้ยาเสพติดไปนาน ๆ ฤทธิ์ยาจะไปกดระบบประสาทส่วนกลางทำให้เกิดสติเฟื่อง และการสั่งงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกายจะผิดปกติไป และเกิดอันตรายถึงชีวิต (8)

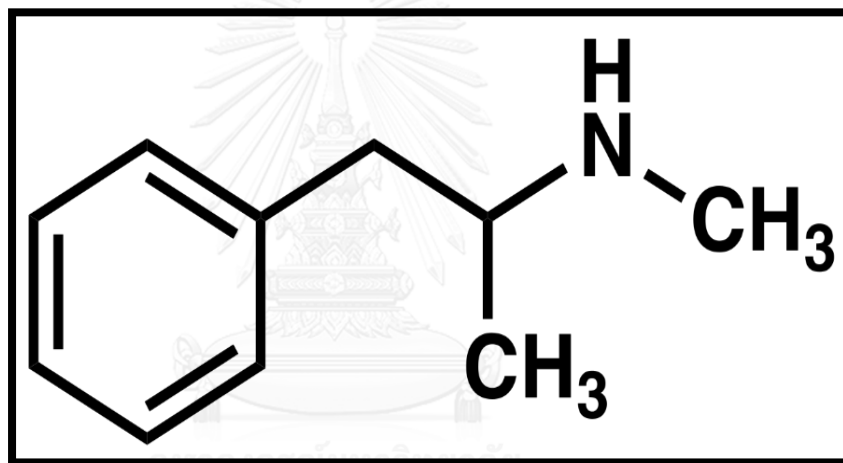
เมทแอมเฟตามีนหรือยาบ้า ที่แพร่หลายในปัจจุบันมีอยู่ในรูปแบบอัดเม็ด ผลึกใส และแบบผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีรสขม ในลักษณะของรูปแบบอัดเม็ดที่สามารถพบได้โดยส่วนใหญ่ จะพบลักษณะเม็ดสีส้ม สีน้ำตาล เม็ดมีลักษณะแบน กลม ขนาดเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณ 6-8 มิลลิเมตร น้ำหนักโดยเฉลี่ยหนึ่งเม็ดประมาณ 80-100 มิลลิกรัม ซึ่งแต่ละด้านหรือด้านใดด้านหนึ่งของเม็ดจะมีการแสดงลักษณะต่าง ๆ ซึ่งสัญลักษณ์ที่สามารถพบได้ทั่วไป เช่น พ WY และ M เป็นต้น หรือมีการแสดงเส้นแบ่งครึ่งเม็ดหรืออาจจะมีลักษณะของเม็ดที่เป็นด้านเรียบทั้งสองด้าน (1)



รูปภาพ 1 ลักษณะโดยทั่วไปของยาบ้าชนิดอัดเม็ด  
(ที่มา: [http://th.klear.com/profile/p\\_cmnews](http://th.klear.com/profile/p_cmnews))

### 2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเมทแอมเฟตามีน

ยาบ้ามีสารออกฤทธิ์คือเมทแอมเฟตามีนซึ่งเป็นหนึ่งในสารเสพติดที่กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางมีชื่อเรียกแบบง่ายทางเคมีว่า Phenylethylamines โดยมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบ Aromatic ring และมีหมู่ amine จะเกาะอยู่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งโดยจะเลือกเกาะที่บริเวณ Beta – carbon หรือบริเวณ Alpha - carbon โดยมีสูตรโครงสร้างทางเคมีคือ  $C_{10}H_{15}N$  นอกจากนี้มีชื่อเรียกสารเคมีในระบบ IUPAC คือ N-methyl-1-phenylpropan-2-amine มีน้ำหนักของมวลโมเลกุลเท่ากับ 149.24 g/mol มีลักษณะใสไม่มีสี จุดเดือด  $212\text{ }^{\circ}\text{C}$  จุดหลอมเหลว  $170 - 175\text{ }^{\circ}\text{C}$  (9) มีลักษณะทางกายภาพในรูปของผลึกซึ่งรู้จักกันในนามของ “ICE” และในรูปของเกลือไฮโดรคลอไรด์หรือเกลือซัลเฟตมีการผสมแป้งเราจะรู้จักกันในนามของ “Yaba หรือ ยาบ้า”



รูปภาพ 2 ลักษณะโครงสร้างของอนุพันธ์ของ เมทแอมเฟตามีน หรือ ยาบ้า

(ที่มา: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Racemic\\_methamphetamine.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Racemic_methamphetamine.svg))

มีชื่อเรียกกันทั่วไปในประเทศไทยว่า ยาบ้า (1) และในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Shisheh, Shabu, Dar va Panjereh, Gach, Lachaki, Ice, and Crystal (10)

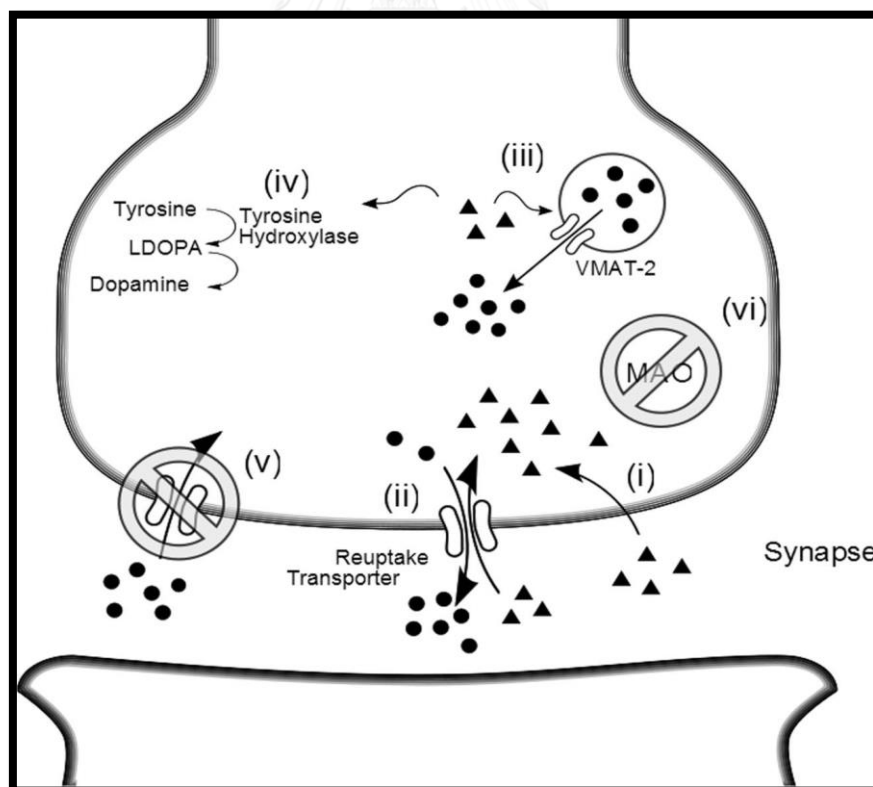
### 2.2.2 กลไกการออกฤทธิ์

เมทแอมเฟตามีนออกฤทธิ์คล้ายกับแอมเฟตามีน เนื่องจากเมทแอมเฟตามีนมีการเพิ่มหมู่เมทิลในโครงสร้าง ทำให้มีความสามารถละลายไขมัน (lipophilic) ได้ดีมากขึ้น จึงสามารถผ่านเข้าสู่ blood-brain barrier ได้ดี และยังไปออกฤทธิ์กระตุ้นการหลั่ง catecholamine ซึ่งมีฤทธิ์



ต่อกล้ามเนื้อหัวใจทำให้หัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตสูงและกล้ามเนื้อหัวใจถูกทำลาย อาจทำให้เกิดการเสียชีวิตได้

Catecholamine บริเวณปลายประสาทที่ยาบ้าออกฤทธิ์กระตุ้นให้มีเพิ่มขึ้น คือ dopamine โดยมีกลไกการออกฤทธิ์คือ เมทแอมเฟตามีน (▲) จะเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธี Passive diffusion (i) หรือผ่านทาง dopamine transporter ที่ผิวของเซลล์ (ii) ทำให้การหลั่งของ dopamine (●) ที่หลั่งออกมาจะเกิดการกระจายตัวหรือทำให้เกิดการหลั่งออกจาก vesicle มากขึ้น และเกิดกระจายตัวเข้าสู่บริเวณ synapse และเข้าสู่ neuronal cytosol (iii) เมทแอมเฟตามีนยังช่วยส่งเสริมการกระตุ้นการทำงานของ tyrosine hydroxylase (iv) ที่ช่วยเปลี่ยน Tyrosine เป็น dopamine จึงทำให้ความเข้มข้นของ dopamine ใน cytosol และบริเวณ synapse สูงขึ้น (ii) และในขณะเดียวกันเมทแอมเฟตามีนยังช่วยยืดเวลาการทำงานของ monoamine neuronal โดยการยับยั้งการกลับเข้าสู่ pre-synapse (v) ลดการแสดงออกของ transporter ที่ผิวของเซลล์และยับยั้งการทำงานของ monoamine oxidase (vi) ให้ Dopamine ถูกทำลายลดลงเหลือปริมาณ Dopamine ออกฤทธิ์ในบริเวณนั้นเพิ่มขึ้นและนานขึ้น



รูปภาพ 3 แสดงกลไกการออกฤทธิ์ของเมทแอมเฟตามีน

(ที่มา: Schep L.J, et al.2010)

ผลจากการเสพยาบ้าจะมีการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งจะส่งผลทั้งทางร่างกายและจิตใจ โดยผู้เสพยาจะมีความรู้สึกกระฉับกระเฉง ร่างกายตื่นตัว เกิดความมั่นใจ แต่เมื่อหมดฤทธิ์ยาจะมีอาการอ่อนเพลียมากกว่าปกติ มีอาการปวดศีรษะ ซึมเศร้า ประสาทหลอน ประสาทล้า ทำให้การตัดสินใจช้ากว่าปกติและผิดพลาด นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ในร่างกายหลายระบบ เช่น ระบบทางเดินอาหารโดยจะทำให้รู้สึกเบื่ออาหาร ไม่หิว เป็นต้น ในกรณีที่มีการเสพยาในปริมาณที่มาก ยาจะไปกดระบบประสาท ระบบหลอดเลือดและหัวใจรวมถึงระบบทางเดินหายใจทำให้หมดสติ และเสียชีวิตได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเสียชีวิตเนื่องจากเกิดภาวะหัวใจวาย

นอกจากนี้ ยาบาายังไปกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทที่ควบคุมการแสดงออกทางด้านอารมณ์ ซึ่งผู้ที่เสพยาบ้าจะมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปคือ จะมีลักษณะการก้าวร้าว มีอาการหวาดระแวง อาการประสาทหลอน และมีโอกาสเป็นโรคจิตบางชนิดได้ โดยคิดว่าจะมีบุคคลรอบข้างมาทำร้ายตนเอง จึงอาจจะส่งผลให้เกิดคดีอาชญากรรมหรือเกิดการทำร้ายตนเองและผู้อื่น ถึงแก่ชีวิตได้

### 2.2.3 การกระจายตัว (Distribution)

เมื่อเมทแอมเฟตามีนเข้าสู่ร่างกาย จะมีการกระจายตัวของเมทแอมเฟตามีนไปทั่วทุกส่วนร่างกาย เนื่องจากการเพิ่มหมู่เมทิลในโครงสร้างของเมทแอมเฟตามีน จึงทำให้มีความสามารถในการละลายไขมันได้ดี จึงสามารถผ่านเข้าสู่สมองโดยผ่าน blood brain barrier ได้ และเนื่องจากเมทแอมเฟตามีนมีมวลโมเลกุลน้อยและมีความสามารถในการละลายไขมันได้ดี จึงสามารถผ่านจากแม่สู่ทารกในครรภ์ได้และยังผ่านทางน้ำนมแม่สู่ทารกได้ (9)

### 2.2.4 การขับออกจากร่างกาย (Elimination)

เมทแอมเฟตามีนจะมีการขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ ทางเหงื่อ และทางอุจจาระ พบว่ามีการขับออกทางปัสสาวะประมาณร้อยละ 90 หลังจากร่างกายได้รับเมทแอมเฟตามีนด้วยวิธีการกินภายใน 4 วัน และส่วนใหญ่เมทแอมเฟตามีนจะสามารถขับออกจากร่างกายได้ภายใน 48 ชั่วโมง และเนื่องจากเมทแอมเฟตามีนมีความเป็นเบสอ่อนจึงสามารถขับออกได้ดีในปัสสาวะที่เป็นกรด ค่าเฉลี่ยของ Half-life อยู่ระหว่าง 9-12 ชั่วโมง (9)

### 2.2.5 วิธีการเสพเมตแอมเฟตามีน

1. วิธีการเสพด้วยการกิน ซึ่งเมตแอมเฟตามีนจะถูกดูดซึมได้ดีที่ระบบทางเดินอาหาร พบว่าหลังได้รับเมตแอมเฟตามีนด้วยการกินจะออกฤทธิ์ 3.13 – 6.3 ชั่วโมงหลังมีการเสพ และพบความเข้มข้นของเมตแอมเฟตามีนในพลาสมา โดยมีความเข้มข้นสูงสุดที่ 3.6 - 4 ชั่วโมง

มีค่า half – life เท่ากับ 10.1 ชั่วโมง

2. วิธีการเสพโดยการสูดดมไอระเหย โดยจะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในพลาสมาโดยจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ หลังมีการเสพ อาจเป็นเพราะมีการได้รับเมตแอมเฟตามีนอย่างต่อเนื่อง

มีค่า half – life เท่ากับ 11.1 ชั่วโมง

3. วิธีการเสพโดยการสูดดมผงเข้าทางจมูก จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในพลาสมาเพียงไม่กี่นาทีหลังสูดดม

มีค่า half – life เท่ากับ 3.13 -6.3 ชั่วโมง

4. วิธีการเสพโดยการฉีดเข้าหลอดเลือดดำ เนื่องจากออกฤทธิ์หลังการฉีดเข้าหลอดเลือดดำภายในเวลาไม่กี่นาที

มีค่า half – life เท่ากับ 12.2 ชั่วโมง (6, 8, 9, 11, 12)

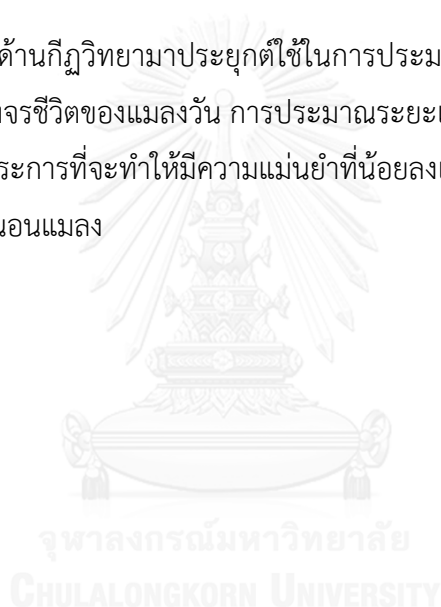
### 2.3 การประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตจากแมลง (Postmortem interval estimation: PMI)

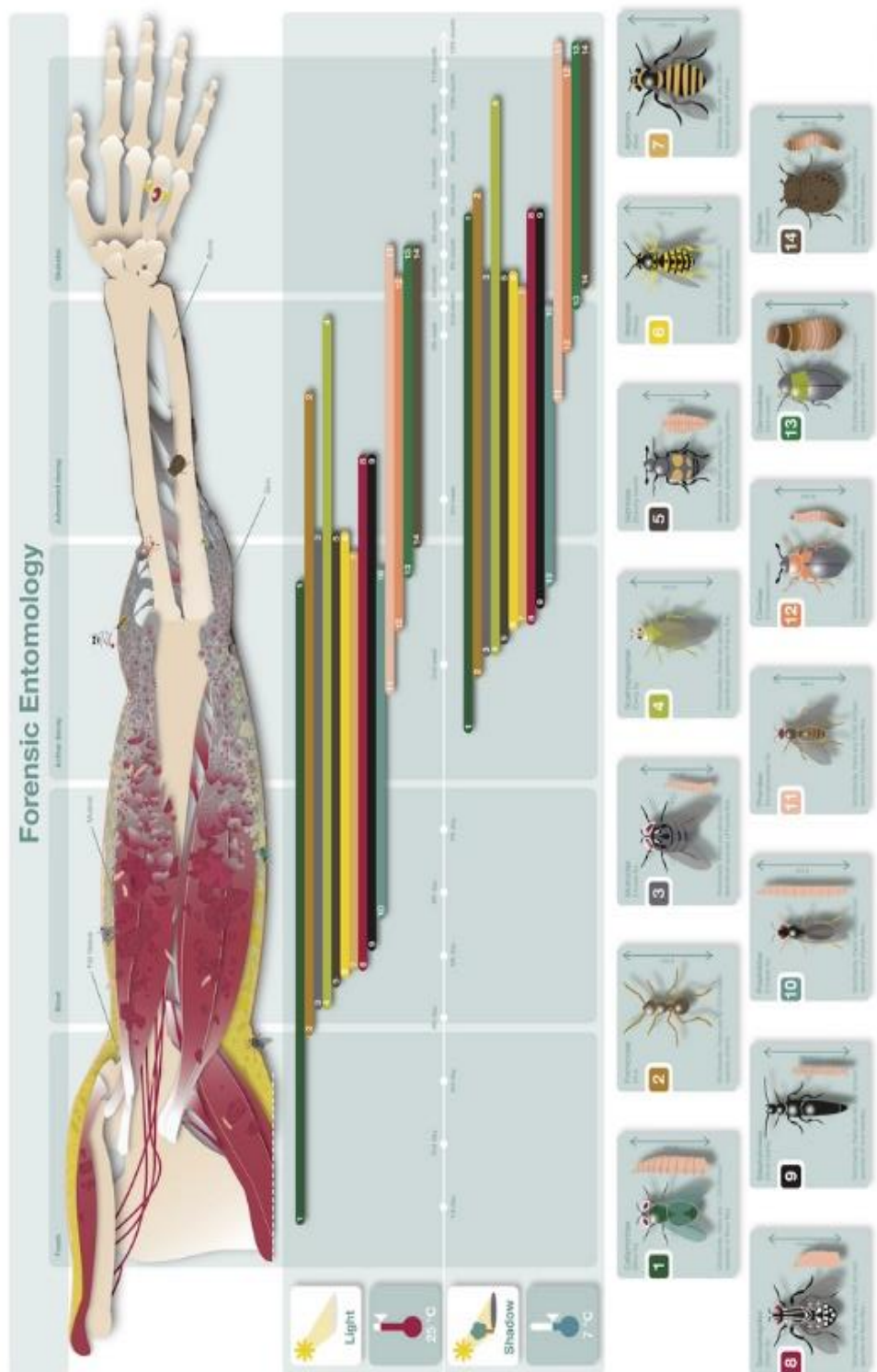
นิติกีฏวิทยาคือการนำความรู้ทางด้านชีววิทยาของแมลงและสัตว์ขาข้อ มารวมกับนิติวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการพิสูจน์หรือใช้เป็นหลักฐานทางด้านกระบวนการยุติธรรม (13) จากการศึกษาทางนิติกีฏวิทยาพบว่า แมลงวันมีความสำคัญและเป็นแมลงกลุ่มแรก ๆ ที่มาตอมซากศพ และสามารถวางไข่ได้ทันทีที่บนซากศพ ซึ่งแมลงวันที่พบมากที่สุดคือ แมลงวันในกลุ่มแมลงวันหัวเขียว (Calliphoridae) แมลงวันบ้าน (Muscidae) และ แมลงวันหลังลาย (Sarcophagidae) ตามลำดับ (14, 15) ดังนั้นสามารถนำแมลงวันนี้มาเป็นหลักฐานในงานทางนิติเวช และเป็นหลักฐานในการพิสูจน์การเคลื่อนย้ายศพ การเชื่อมโยงระหว่างที่เกิดเหตุเหยื่อและผู้ต้องสงสัย ช่วยระบุขนาดแผลศพ (16) ใช้เป็นหลักฐานในด้านงานพิษวิทยาหรือแม้กระทั่งเป็นหลักฐานในการหาสารพันธุกรรมของมนุษย์ และการประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต

การประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต ในกรณีที่มีการเสียชีวิตในระยะแรกคือ 24 ชั่วโมง จะสามารถประเมินได้จากการเปลี่ยนแปลงสภาพของศพเช่น การแข็งตัวของกล้ามเนื้อศพ (Rigor

mortis) การตกลงสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงบนตัวศพ (Lividity) และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างกายศพ เป็นต้น แต่ถ้าในกรณีที่มีการเสียชีวิตมากกว่า 24 ชั่วโมง จะอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงจากการเน่า เมื่อเกิดการเน่าของศพโดยกระบวนการเน่า นั้น เกิดจากการที่ร่างกายมีการย่อยสลายจากทั้ง Enzymes ในร่างกายและแบคทีเรียต่าง ๆ ในร่างกาย ที่อาจจะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารเคมีบางอย่างในร่างกายที่แตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของการเน่า นั้นสามารถเริ่มได้จาก ระยะแรก Fresh stage, Bloated stage, Active decay stage, Post-decay stage (17) และตลอดจนระยะสุดท้าย Skeletonization (รูปที่ 4) สิ่งที่เกิดจากการย่อยสลายภายในร่างกายของศพทำให้เกิดกลิ่น และกลิ่นนั้นสามารถที่จะดึงดูดแมลงสายพันธุ์ต่าง ๆ เข้ามาในบริเวณซากศพ

จึงนำความรู้ทางด้านกีฏวิทยามาประยุกต์ใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตโดยสามารถประเมินได้จากวงจรชีวิตของแมลงวัน การประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตด้วยวิธีข้างต้นนั้นอาจจะมีปัจจัยหลายประการที่จะทำให้มีความแม่นยำที่น้อยลงเช่น ในร่างศพมีสารเสพติดซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลง





รูปภาพ 4 ลำดับการพบแมลงแต่ละชนิดที่พบบนซากศพ ที่ช่วงอุณหภูมิ 7 °C และ 25 °C  
(ที่มา: <http://www.flickr.com/photos/mstoll/4287107245/>)

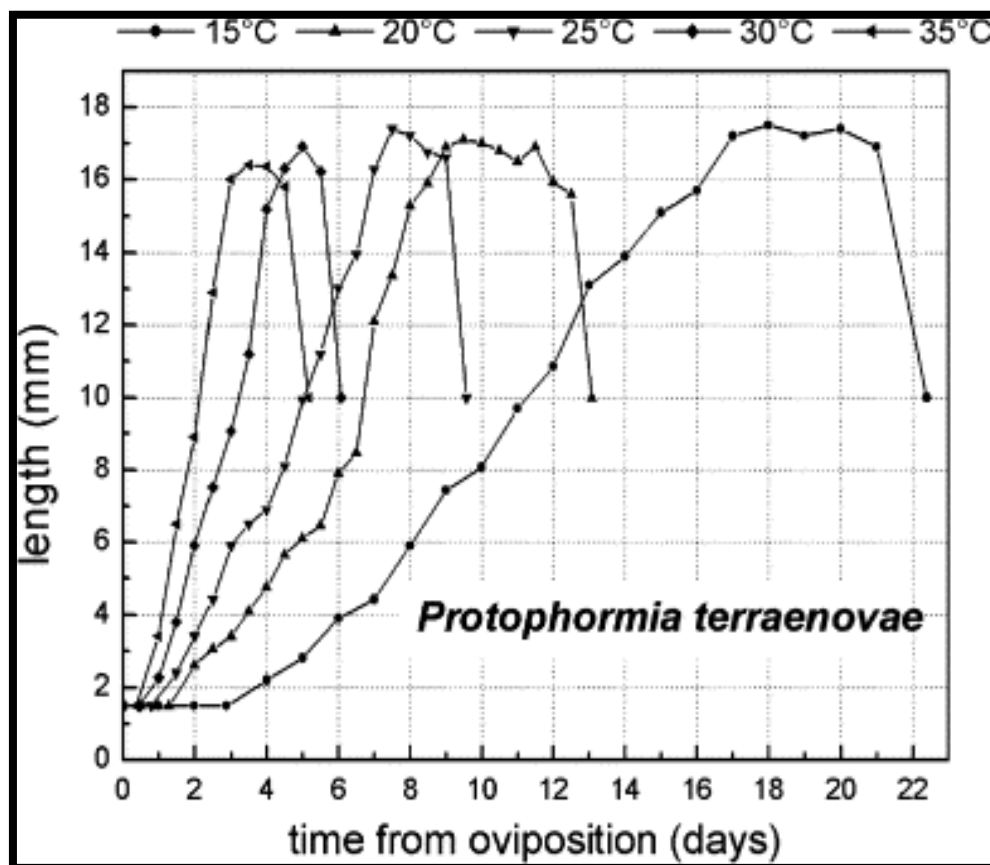
จากรูปข้างต้นเมื่อมีการรวบรวมข้อมูลของสายพันธุ์แมลงต่าง ๆ ที่สามารถพบได้บริเวณที่พบศพและบนศพนั้น จะสามารถนำมาอ้างอิงในการประมาณระยะเวลาการเสียชีวิตได้ เนื่องจากแมลงแต่ละชนิดที่สามารถพบได้บริเวณที่พบศพหรือบนศพนั้น มักจะพบได้แตกต่างกันซึ่งความแตกต่างที่จะพบแมลงต่าง ๆ นั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ภูมิภาค ฤดูกาล และภูมิอากาศในพื้นที่นั้น ๆ ได้

แมลงวันที่มีบทบาทสำคัญที่นำมาใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต (PMI) ในประเทศไทยมีการรายงานการศึกษาการจำแนกหนอนแมลงวันที่พบบนศพ โดยอาศัยข้อมูลทางชีววิทยาและอนุวิทยา ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2551 โดย Pengsakul T. และคณะ (18) สามารถจำแนกหนอนแมลงวันได้ 6 ชนิดได้แก่ *Chrysomya megacephala* จำนวน 68%, *C. rufifacies* จำนวน 14%, *Sarcophaga ruficornis* จำนวน 12%, *C. nigripes* จำนวน 2%, *S. javanica* จำนวน 2% และ *S. peregrina* จำนวน 2 % เป็นต้น และการศึกษาในประเทศไทยก่อนหน้านี้นี้พบว่า แมลงวันหัวเขียวสายพันธุ์ *C. megacephala* และ *C. rufifacies* เป็นสายพันธุ์ที่พบมากในประเทศไทย (19)

แมลงวันที่พบบนศพนั้นมีหลายสายพันธุ์ซึ่งแต่ละสายพันธุ์มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตนั้นจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมรอบข้าง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เช่นในปี 2003 จากการศึกษาของ Grassber M, Friedrich E. และ Reiter C. (20) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียว สายพันธุ์ *Chrysomya albiceps* ตั้งแต่ระยะไข่จนถึงระยะตัวโตเต็มวัยในอุณหภูมิที่แตกต่างกันที่ 15, 20, 25, 30 และ 35°C ซึ่งพบว่าเมื่อมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันส่งผลให้มีการเจริญเติบโตแตกต่างกันได้ เช่นที่อุณหภูมิที่ 15 °C จะมีการเจริญเติบโตได้แค่ในระยะตัวหนอนที่ 1 (L1) เท่านั้น และที่อุณหภูมิ 35 °C จะเร่งการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงระยะตัวโตเต็มวัยโดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดในการเจริญเติบโต

เมื่อมีความรู้ทางด้านวงจรชีวิตของแมลงวันจึงสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต โดยใช้ความยาวของตัวหนอนแมลงวันที่ทำกรเก็บตัวหนอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในบริเวณที่พบศพ จากการศึกษาของ Grassberger M. และ Reiter C. (21) ในปี ค.ศ. 2003 ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลงวัน *Protophormia terraenovae* เมื่อได้ผลการศึกษานำข้อมูลต่าง ๆ มาเขียนกราฟ โดยกำหนดให้แนวตั้งของกราฟเป็นความยาวของตัวหนอนแมลงวันมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร และแนวนอนของกราฟเป็นระยะเวลาการเจริญเติบโตของตัวหนอน ในแต่ละช่วงเวลามีหน่วยเป็นวัน ซึ่งตำแหน่งสูงสุดของแต่ละเส้นกราฟคือระยะก่อนเข้าสู่ระยะดักแด้ และเส้นกราฟจะสิ้นสุดลงเมื่อแมลงวันเข้าสู่ระยะดักแด้ เมื่อเข้าสู่ระยะดักแด้

ลักษณะของตัวหนอนแมลงวันจะลดลง ดังนั้นเมื่อทำการวัดตัวหนอนระยะที่ 3 (L3) ควรมีความระมัดระวังว่าตัวหนอนนั้นจะกำลังจะพัฒนาเจริญไปเป็นระยะดักแด้



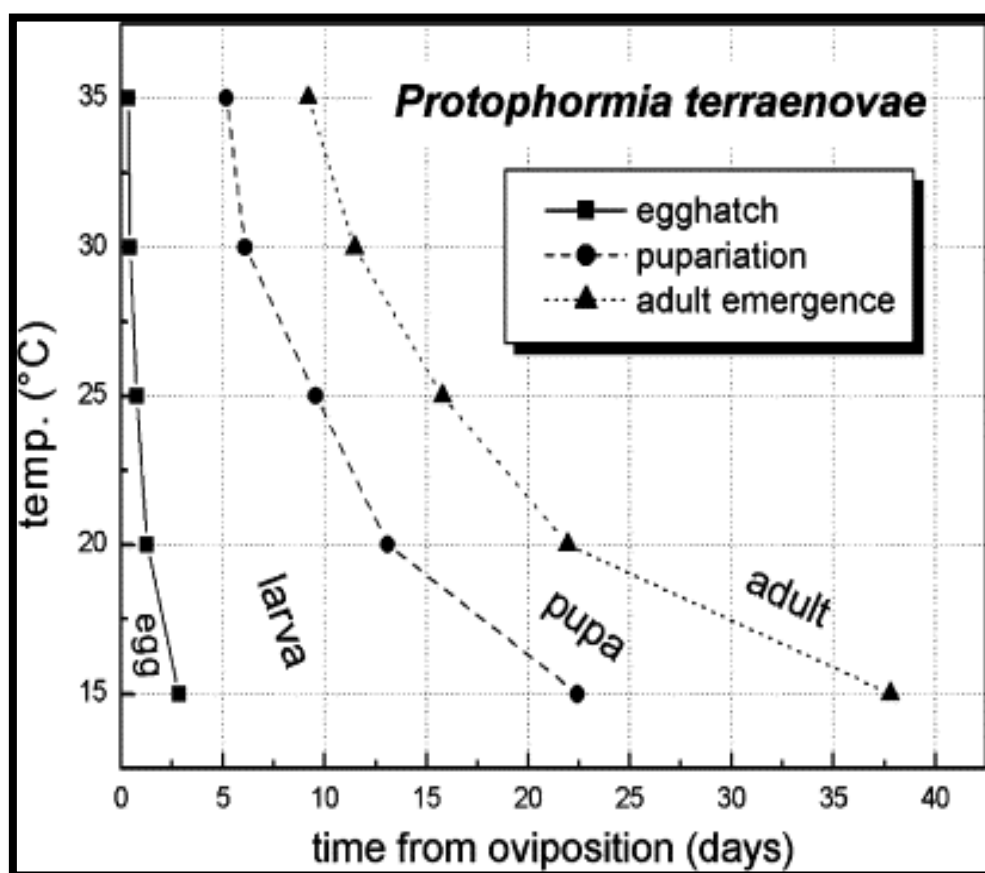
รูปภาพ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังการตายและการเปลี่ยนของแมลงวัน

*Protophormia terraenovae* แบบ isomegalen diagram

(ที่มา: Grassberger M, et al.2002)

ประโยชน์ที่ได้จากกราฟนี้คือ ทำการเก็บตัวหนอนที่ได้จากศพแล้วนำมาทำการวัดขนาดและมีข้อมูลอุณหภูมิของบริเวณที่เกิดเหตุ จากนั้นนำข้อมูลความยาวของตัวหนอนที่วัดได้มาทำการศึกษาจากกราฟดังกล่าว โดยลากเส้นตรงลงมายังแกนเวลาจะสามารถบอกข้อมูลของวันที่เสียชีวิตได้ อย่างไรก็ตามกราฟนี้ก็ยังมีข้อจำกัด หากพบศพอยู่ในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากข้อมูลที่ได้จากกราฟนี้จะมีความแม่นยำน้อยลง แต่ถ้าศพอยู่ในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่มากการใช้กราฟนี้จะให้ข้อมูลที่แม่นยำ

นอกจากนี้ยังนำผลการศึกษาดังกล่าวมาเขียนกราฟที่มีชื่อว่า Isomorphen diagram คือ การประมาณระยะเวลาการเสียชีวิตโดยการคำนวณย้อนกลับของระยะ ของแมลงวันที่พบจากบริเวณที่เกิดเหตุ โดยนำตัวหนอนแมลงวันระยะที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุดที่พบบริเวณศพมาเลี้ยงจน หนอนแมลงวันเข้าสู่ระยะดักแด้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณโดยทำการลากเส้นจากอุณหภูมิที่วัดได้ จากบริเวณที่พบศพไปยังระยะของแมลงวันที่ตัวโตเต็มวัย จากนั้นลากเส้นลงมาก็จะได้อายุแมลงวัน ทั้งหมดตั้งแต่ระยะไข่ไปจนถึงระยะตัวโตเต็มวัยที่อุณหภูมิดังกล่าว หลังจากนั้นนำอายุของแมลงวัน ที่ได้มาลบด้วยจำนวนวันที่เลี้ยงแมลงวันจะทำให้ได้ข้อมูลของระยะเวลาการเสียชีวิตของศพนั้น ๆ ได้



รูปภาพ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังการตายและการเปลี่ยนแปลงของแมลงวัน

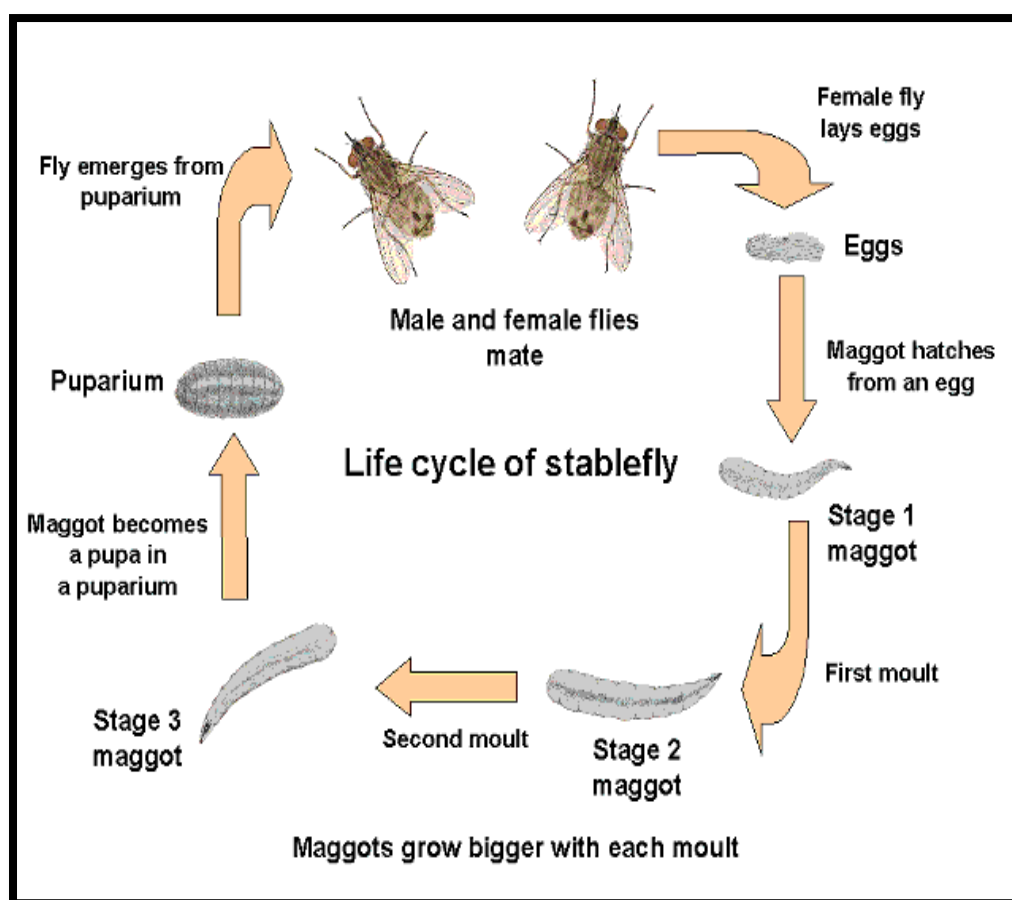
*Protophormia terraenovae* แบบ Isomorphen-diagram

(ที่มา: Grassberger M, et al.2002)



## 2.4 ชีวิตวิทยาของแมลงวัน

แมลงวันมีวงจรชีวิตแบบการเปลี่ยนแปลงสัณฐานแบบสมบูรณ์ (Complete metamorphosis) มีการเปลี่ยนแปลง 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ (Egg) ระยะตัวหนอน (Larva) ระยะดักแด้ (Pupa) และระยะตัวเต็มวัย (Adult) โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยในการเจริญเติบโตครบวงจรชีวิตประมาณ 8-10 วัน ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตและขนาดของตัวอ่อนในแต่ละระยะนั้นมีปัจจัยหลายอย่าง คือ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณอาหาร เป็นต้น ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ อุณหภูมิ (5, 22)



รูปภาพ 7 วงจรชีวิตของแมลงวันบ้าน ซึ่งมีการเจริญเติบโตแบบ การเปลี่ยนแปลงสัณฐานแบบสมบูรณ์ (Complete Metamorphosis)  
(ที่มา: [www.lbo.moph.go.th/enocc/Fly.doc](http://www.lbo.moph.go.th/enocc/Fly.doc))

ในประเทศไทยมีแมลงวันอยู่หลายสายพันธุ์ สายพันธุ์ที่พบบ่อยและมีความสำคัญทางด้านการแพทย์ที่สุดในประเทศไทย คือ แมลงวันบ้าน (House fly) หรือ *Musca domestica* และ

แมลงวันหัวเขียว (Blow fly) หรือ *Chrysomya megacephala* โดยจะกล่าวถึงข้อมูลทางด้านชีววิทยาพื้นฐานของแมลงวันบ้านสายพันธุ์ *Musca domestica* ซึ่งสามารถพบได้บ่อยในงานของนิติเวชของประเทศไทยและยังมีความสำคัญทางด้านกีฏวิทยา

### แมลงวันบ้าน (House fly)

แมลงวันบ้านจัดอยู่ใน Family: Muscidae Genus: Musca มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Musca domestica* เป็นแมลงวันที่มีความใกล้ชิดกับมนุษย์และเป็นแมลงวันที่มีความสำคัญมากในทางการแพทย์ มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในทุกจังหวัดของประเทศไทย ซึ่งจะพบมากในช่วงฤดูร้อน ในคอกสัตว์ กองสิ่งปฏิกูล ขยะติดเชื้อที่เป็นซากชิ้นส่วนมนุษย์ โดยเฉพาะหลังเกิดภัยพิบัติ และกองอุจจาระของสัตว์ ซากสัตว์เน่าเปื่อย (23)

### วงจรชีวิตของแมลงวันบ้าน

แมลงวันบ้านมีการเปลี่ยนแปลงสัณฐานแบบสมบูรณ์ (Complete Metamorphosis) คือมีการเปลี่ยนแปลง 4 ระยะ (23, 24) ได้แก่

1. ระยะไข่ (Egg stage) หลังจากที่ผสมพันธุ์แมลงวันบ้านตัวเมียจะวางไข่ เป็นกลุ่ม ๆ บนสิ่งปฏิกูลที่มีความชื้น เช่น เนื้อสด ซากชิ้นส่วนจากร่างกายมนุษย์ โดยจะวางไข่ ครั้งละประมาณ 75-150 ฟอง ในอุณหภูมิที่เหมาะสม ลักษณะรูปร่างของไข่คล้ายกล้วย (Banana Shape) มีสีขาวขุ่น มีความยาวประมาณ 1.2 มิลลิเมตร โดยทั่วไปในระยะนี้จะสามารถเจริญไปเป็นตัวหนอนโดยใช้เวลาประมาณ 18-24 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมรอบข้าง



รูปภาพ 8 ลักษณะสัณฐานของไข่แมลงวันบ้าน

(ที่มา: [http://animal-affairs.photoshelter.com/image/10000eWx\\_UouseVg](http://animal-affairs.photoshelter.com/image/10000eWx_UouseVg))

2. ระยะตัวหนอน (Larva stage) ในระยะนี้มีพัฒนา 3 ระยะ ในระยะที่ 1 จะมีความยาวขนาด 1-3 มิลลิเมตร ระยะที่ 2 มีความยาว 4-6 มิลลิเมตร และ ระยะที่ 3 มีความยาวประมาณ 7-13 มิลลิเมตร ตัวหนอนแมลงวันมีลักษณะเป็นทรงกลมยาวรีคล้ายเม็ดข้าวสาร ตัวหนอนจะกินอินทรีย์สารต่าง ๆ และในสภาวะที่เหมาะสมจะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของระยะนี้ประมาณ 4-5 วัน ส่วนตัวหนอนในระยะที่ 3 ช่วงสุดท้ายจะหยุดกินอาหาร ตัวหนอนระยะนี้จะเคลื่อนที่ไปสู่ที่แห้ง ไม่มีแสง จากนั้นจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะดักแด้ต่อไป



รูปภาพ 9 ลักษณะสีฐานของตัวหนอนแมลงวันบ้าน  
(ที่มา: <http://www.feedipedia.org/node/671>)

3. ระยะดักแด้ (Pupa stage) การเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะดักแด้จะเกิดการหดตัวของตัวหนอนแมลงวัน เมื่อระยะดักแด้เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะมีลักษณะคล้ายถังเปียร์ มีสีน้ำตาลเข้มด้านหัวและด้านท้ายปลายแหลม ในระยะนี้จะมีการเจริญเติบโตเป็นระยะตัวโตเต็มวัยโดยการเจริญเติบโตต่าง ๆ จะเกิดภายในเปลือกดักแด้ ในระยะนี้เมื่อเจริญเต็มที่แล้วมีความยาวประมาณ 6-8 มิลลิเมตร ใช้เวลาประมาณ 4-5 วันก่อนจะเจริญเป็นตัวเต็มวัย



รูปภาพ 10 ลักษณะสีฐานของดักแด้แมลงวันบ้าน  
(ที่มา: <http://www.feedipedia.org/node/671>)

4. ระยะตัวเต็มวัย (Adult) ในระยะโตเต็มวัยของแมลงวันเมื่อออกจากปลอกดักแด้จะอยู่ในที่ไม่มีแสงประมาณ 18-36 ชั่วโมงเพื่อสร้างผิวชั้นนอก และการพัฒนาปีกให้แข็งแรง ซึ่งแมลงวันบ้านตัวผู้จะมีขนาดยาว ประมาณ 5.8-6.5 มิลลิเมตร ส่วนแมลงวันบ้านตัวเมียจะมีความยาวประมาณ 6-9 มิลลิเมตร ลักษณะลำตัวสีเทาหม่น มีหนวด 2 เส้น เพื่อทำหน้าที่รับความรู้สึก มีปีก 2 คู่ ลักษณะใสแบบไม่มีเกล็ด มีขา 3 คู่ ส่วนบริเวณอกจะมีสีเหลืองปนเทา มีแถบสีดำอยู่บริเวณอก 4 เส้น ส่วนท้องมีสีเหลือง



รูปภาพ 11 แสดงลักษณะแมลงวันบ้านระยะตัวเต็มวัย

(ที่มา: [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/flies/house\\_fly.HTM](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/flies/house_fly.HTM))

โดยแมลงวันตัวโตเต็มวัยจะมีอายุโดยเฉลี่ยประมาณ 70 วัน ลักษณะพฤติกรรมของแมลงวันชอบตอมอาหารทุกชนิด ตลอดจนมูลสัตว์ กองอุจจาระของสัตว์ ซากสัตว์เน่าเปื่อยและสิ่งปฏิกูล โดยจะดูดกินอินทรีย์สารที่เป็นของเหลว ถ้าเป็นของแข็งจะปล่อน้ำลายออกมาย่อยอาหารก่อนที่จะดูดกิน นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำโรคอีกด้วย (25, 26)

## 2.5 การประยุกต์ใช้แมลงในการหาหลักฐานทางพิษวิทยา (Entomotoxicology)

กรณีที่ศพเสียชีวิตมาเป็นเวลานานจะมีการย่อยสลายกล้ามเนื้อจนกระทั่งถึงโครงกระดูก จึงไม่สามารถเก็บของเหลวต่าง ๆ มาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษได้ แมลงวันจึงเป็นอีกทางเลือกที่จะนำมาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษ (17) ซึ่งแมลงที่มีการศึกษาในการตรวจหาสารพิษหรือยาต่าง ๆ จากศพมนุษย์คือ Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae และ Dermestidae (beetles) ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ทั้ง ระยะตัวอ่อน (Larva) ระยะดักแด้ (Pupa) และระยะโตเต็มวัย (Adult) โดยนำแมลงวันที่เก็บได้ในบริเวณที่พบศพหรือบนตัวศพมาบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อนำมาทดสอบแล้ว พบว่ามีลักษณะที่คล้ายกับของเหลวในร่างกายมนุษย์ เนื้อเยื่อของมนุษย์ ที่นำมาตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาได้ (27)

ซึ่งสารเคมีในร่างกายหรือเนื้อเยื่อมนุษย์ที่พบในศพ ยังสามารถทำให้แมลงมีการเจริญเติบโตที่เกิดความคลาดเคลื่อนได้ เพราะไปส่งผลทำให้แมลงมีความเจริญเติบโตเร็วขึ้นหรือช้าลง (28) เช่น ในปี 1992 จากงานวิจัยของ Goff ML, Brown WA, และ Omori AI. (29) ได้ศึกษาผลของเมทแอมเฟตามีนต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันหลังลาย สายพันธุ์ *Parasarcophaga ruficornis* พบว่าเมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 30 ถึงชั่วโมงที่ 60 หนอนแมลงวันได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่มีความเข้มข้น 71.4 และ 142.9 mg จะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่ากลุ่มควบคุม (control group) และกลุ่มที่มีความเข้มข้น 37.5 mg จากนั้นจะเข้าสู่ระยะดักแด้ชั่วโมงที่ 132 ในความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ 37.5 mg และในความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ 142.7 mg และกลุ่มควบคุมจะเริ่มเข้าสู่ระยะดักแด้ชั่วโมง 138. สุดท้ายความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ 71.4 mg จะเข้าสู่ระยะดักแด้ในชั่วโมงที่ 114

ในปี ค.ศ. 2007 Definis-Gojanović M. และคณะ (30) ได้ทำการศึกษาการตรวจวิเคราะห์ยาจากแมลงที่ได้จากศพและเนื้อเยื่อของมนุษย์ที่เสียชีวิตมาแล้ว 3 อาทิตย์ โดยใช้หนอนแมลงวันที่พบในศพ ทำการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาเพื่อตรวจหาสารพิษหรือยา ด้วยวิธี GC-MS พบว่า สามารถตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาได้ทั้งตัวหนอนแมลงที่ได้จากศพและจากเนื้อเยื่อของมนุษย์

ต่อมาในปี 2012 de Carvalho LM. และคณะ (31) ได้ศึกษาผลของโคเคนต่อการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียวสายพันธุ์ *Chrysomya albiceps* และสายพันธุ์ *Chrysomya putoria* โดยมีความสำคัญต่อการประมาณระยะเวลาหลังการตาย พบว่าโคเคนมีผลและช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวทั้งสองสายพันธุ์ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้

รับโคเคนพบว่าตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียวทั้งสองสายพันธุ์ โตเร็วกว่าปกติซึ่งทำให้การประมาณระยะเวลาหลังการตายผิดพลาดได้

ในปี 2012 Rashid RA. และคณะ (32) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจหาสารไมทราเจนิน (Mitragynine) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์หลักของใบกระท่อม ในแมลงวันที่พบได้บ่อยที่ประเทศมาเลเซีย คือแมลงวันหัวเขียวสายพันธุ์ *Chrysomya megacephala* โดยวิธีการสกัดแบบ SPE และการตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC โดยใช้ความเข้มข้นของ Active metabolite 4 ความเข้มข้นคือ ความเข้มข้นที่ 0, 20, 40, 60 กรัม ผลที่ได้คือความเข้มข้นที่ 0 หรือ 20 กรัม ตัวหนอนมีการเจริญไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม แต่จะอยู่ในระยะดักแด้จนออกมาเป็นตัวแมลงวันช้าลง 6 ชั่วโมง ที่ 40 กรัมจะอยู่ในระยะดักแด้จนออกมาเป็นตัวแมลงวันช้าลง 12 ชั่วโมง ที่ 60 กรัมจะอยู่ในระยะดักแด้จนออกมาเป็นตัวแมลงวันช้าลง 24 ชั่วโมง แต่ที่ 40 และ 60 กรัม ตัวหนอนโตเร็วกว่ากลุ่มที่ความเข้มข้นที่ 20 กรัม และกลุ่มควบคุม ดังนั้น ความเข้มข้นที่มากขึ้นทำให้การเจริญเติบโตช้าลง ซึ่งอาจส่งผลทำให้การประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตผิดพลาดได้ และการตรวจหนอนจากศพเป็นการตรวจทางเลือกหนึ่งที่จะตรวจหาสารไมทราเจนิน

## 2.6 Gas chromatography – mass spectrometry

**Gas chromatography** เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์สารเคมี โดยใช้เทคนิคในการแยกสารผสมที่มีความสามารถระเหยได้ง่าย โดยอาศัยแก๊สเป็นตัวพา (Carrier Gas) เคลื่อนผ่านเฟสคงที่ (Stationary Phase) ด้วยความเร็วที่ต่างกัน สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ทั้งทางด้านคุณภาพและทางด้านปริมาณ

**Mass spectrometry** ใช้หลักการวิเคราะห์หาค่ามวลต่อประจุ ( $m/z$ ) มี Mass filter ที่นิยมเป็นแบบ Quadrupole ที่มีความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ชนิดและโครงสร้างสารประกอบได้ เมื่อเปรียบเทียบกับไอออนที่มีการแตกตัว (Fragment ion) กับฐานข้อมูลใน Mass Spectrum Library

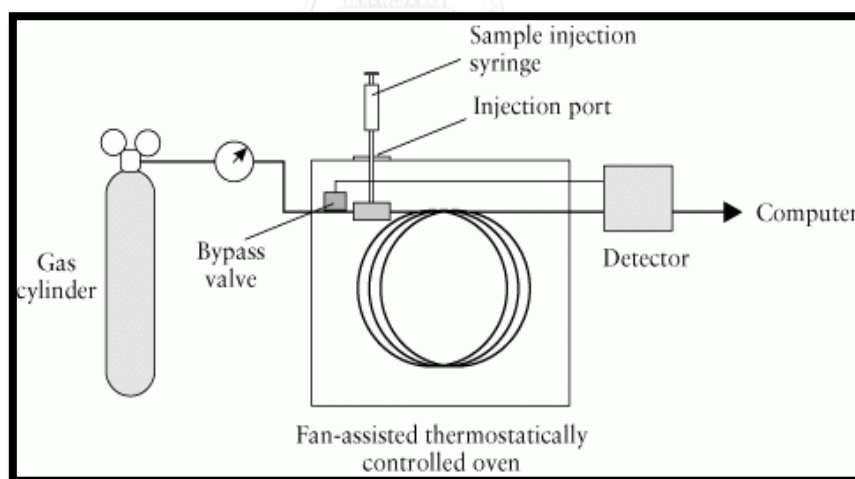
โดยที่การแตกตัวเป็นไอออนของสารประกอบนั้น ใช้วิธี Electron impact (EI) ซึ่งเป็นการยิงสารประกอบด้วยอิเล็กตรอนพลังงานสูง ทำให้สารประกอบเกิดการแตกตัวเป็นไอออน (Fragmentation patterns) ซึ่งไอออนที่ได้ออกมานั้นจะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวไม่ซ้ำรูปแบบกัน

พร้อมทั้งยังสามารถคำนวณหาปริมาณสารได้โดยการเลือกตรวจเฉพาะไอออนที่ต้องการ (Selected Ion Monitoring, SIM) จะได้ความไว (Sensitivity) ที่สูงมากจึงสามารถตรวจวิเคราะห์สารได้ในระดับความเข้มข้นในหน่วย พิโคกรัม (pg) ซึ่งในปัจจุบันมีข้อมูลชนิดของสารใน Mass Spectrum Library มากกว่าสี่แสนกว่าชนิด จึงสามารถใช้ตรวจวิเคราะห์ที่พิสูจน์ชนิดประเภทของสารที่ยังไม่ทราบประเภทได้เป็นอย่างดี และเป็นเครื่องมือตรวจวิเคราะห์มาตรฐาน (gold standard) ในทางนิติพิษวิทยา

### องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง Gas chromatography mass spectrometry

**Injector** คือ ส่วนที่สารผสม (สารตัวอย่าง) ที่จะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องมือวิเคราะห์ โดยจะระเหยเป็นไอก่อนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ Column ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมของ Injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอเหมาะกับสารผสมจะสามารถระเหยเป็นไอ และสารไม่เกิดการเสียดสภาพใด ๆ โดย Injector มี 2 mode คือ split mode และ splitless mode

**Oven** คือ บริเวณที่บรรจุ Column และยังเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ Column ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมของสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์



รูปภาพ 12 แสดงส่วนประกอบพื้นฐาน ของเครื่อง Gas chromatography  
(ที่มา: [www.sakiaki.exteen.com](http://www.sakiaki.exteen.com))

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้

**Ionization Source** แบบ Electron impact ซึ่งเป็นการทำให้สารตัวอย่างแตกตัวโดยการใช้ อิเล็กตรอนพลังงานสูงในการทำให้สารตัวอย่างแตกตัวเป็นไอออนจำนวนมาก และถูกดึงเข้าหา

Repeller ที่มีความต่างศักย์ 70 อิเล็กตรอนโวลต์ จึงสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสารนั้น ๆ ได้

**Mass Analyzer** เลือกใช้แบบ Quadrupole ซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์ที่ให้อิออนที่แตกตัววิ่งผ่านแท่งโลหะ 4 แท่งวางขนานกัน มีการสร้างสนามแม่เหล็กเพื่อใช้กรองไอออน ไอออนที่มีมวลต่อประจุที่สอดคล้องกับสนามแม่เหล็กจะวิ่งผ่านไปถึงตัวตรวจวัดได้ ไอออนที่มีมวลต่อประจุอื่น ๆ จะวิ่งชนแท่งโลหะไปไม่ถึงตัวตรวจวัด

**Detector** คือเครื่องที่ใช้ตรวจวัดปริมาณของประจุแล้วแปลงผลออกมาเป็นปริมาณขององค์ประกอบแต่ละตัวที่มีการผสมอยู่ในตัวอย่าง ไปแสดงผลที่ monitor ในรูปแบบของ chromatograms

### การนำมาประยุกต์ใช้

สามารถนำมาใช้ในงานวิเคราะห์สารประกอบที่เป็นองค์ประกอบในของผสม สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานตรวจวิเคราะห์ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ เครื่องสามารถตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสารพิษ และสารเสพติด นอกจากนั้นยังสามารถตรวจวิเคราะห์หาชนิดและหาปริมาณของแก๊สพิษได้ ยังสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ



รูปภาพ 13 เครื่อง Gas chromatography - mass spectrometry Shimadzu ultra QP-2010  
(ที่มา: [www.barascientific.com](http://www.barascientific.com))



### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 รูปแบบการวิจัย (Research Design)

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment) ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ และ ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 3.2 ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

##### 3.2.1 กลุ่มประชากรเป้าหมาย (Target population)

ตัวหนอนแมลงวันบ้านในชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ที่กินอาหารذبหมูปดละเอียดที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน ในความเข้มข้นที่ 50, 100, 200 และ 500 ng/mL

##### 3.2.2 การเก็บตัวอย่าง (Specimen collection)

- สุ่มเก็บตัวหนอนจำนวน 9 ตัว ในแต่ละชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง จากอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น ที่ 0, 50, 100, 200 และ 500 ng/mL เพื่อมาทำการวัดความยาวของตัวหนอนเพื่อดูการเจริญเติบโต
- จากนั้นสุ่มหยิบนำตัวหนอน 30 ตัว ในแต่ละชั่วโมงที่ 72 และ 96 ชั่วโมง จากอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น ที่ 0, 50, 100, 200 และ 500 ng/mL เพื่อมาทำตรวจหาเมทแอมเฟตามีนด้วยวิธีการตรวจคัดกรองและการตรวจยืนยันด้วยเทคนิคการสกัด SPE และการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ GC-MS

### 3.2.3 ขนาดของประชากรตัวอย่าง (Sample size)

การคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ (4)

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2} \times \sigma^2$$

$$n = \frac{(1.96 + 1.28)^2}{1.85^2} \times 1.17$$

$$n = 3.59$$

$n$  = ขนาดตัวอย่าง

$\alpha$  = ค่าความผิดพลาดในการสรุปผลอ้างอิงจากตัวอย่างสู่ประชากร

$Z_{\alpha}$  = confidence coefficient ได้จากระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด ( $1 - \alpha$ )

$Z_{\beta}$  = 1.28 (power 0.90)

$\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ยของความยาวตัวหนอน

$$\bar{X}_1 = 14.94 \text{ mm.}$$

$$\bar{X}_2 = 13.09 \text{ mm.}$$

$\sigma^2$  = ค่าความแปรปรวนของความยาวของตัวหนอน มีค่าเท่ากับ 1.17

จากการคำนวณขนาดประชากรตัวอย่าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.59 ตัวอย่าง หรือประมาณ 4 ตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มประชากรในหนึ่งช่วงเวลาต่อหนึ่งความเข้มข้นมีกลุ่มประชากรตัวอย่างเท่ากับ 4 ตัวอย่าง และในหนึ่งความเข้มข้นจะมีจำนวนประชากรเท่ากับ 16 ตัวอย่าง

ดังนั้นจึงมาจำนวนประชากรตัวอย่างรวมทั้งหมด เท่ากับ 80 ตัวอย่าง

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ได้เลือกใช้กลุ่มประชากรตัวอย่างในหนึ่งความเข้มข้นในหนึ่งช่วงเวลาเท่ากับ 9 ตัว จึงมีจำนวนประชากรตัวอย่างในหนึ่งความเข้มข้นเท่ากับ 36 ตัวอย่าง จึงมีจำนวนประชากรตัวอย่างรวมทั้งหมด 180 ตัวอย่าง

ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการทำงานวิจัยครั้งนี้เพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูลและคำนวณนัยสำคัญทางสถิติ

### 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

- 3.3.1 เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ Gas Chromatography Mass Spectrometry  
ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น ultra QP 2012
- 3.3.2 ชุดสกัด Solid phase extraction  
ยี่ห้อ Bond Elut รุ่น Bond Elut Certify 200MG 3mL
- 3.3.3 เครื่องสกัดด้วยคลื่นอัลตราโซนิค (Sonicator bath)  
ยี่ห้อ Julabo รุ่น JulaboUSR 8
- 3.3.4 เครื่องบดละเอียดเนื้อเยื่อ  
ยี่ห้อ Qiagen รุ่น TissueRuptor
- 3.3.5 เครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ  
ยี่ห้อ Hettich Zentrifugen รุ่น centrifuge Mikro 220/220R
- 3.3.6 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ แสงสว่าง และความชื้น  
ยี่ห้อ Sanyo รุ่น MLR-351/MLR-351H
- 3.3.7 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ – 20 °C  
ยี่ห้อ Sanyo รุ่น Whirlpool
- 3.3.8 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ – 4 °C  
ยี่ห้อ Panasonic รุ่น Magic Cool SBC-P2DS
- 3.3.9 เครื่องไมโครเวฟ  
ยี่ห้อ Sharp รุ่น R-220
- 3.3.10 เครื่องผสมสารละลาย Vortex  
ยี่ห้อ Vortex-Genie รุ่น K-550-GE
- 3.3.11 เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน (Hotplate Stirrer)  
ยี่ห้อ CIMAREC รุ่น SP131320-33Q
- 3.3.12 เครื่องชั่งน้ำหนัก  
ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น ME 204 S/N B314189352

- 3.3.13 ตู้ดูดไอระเหยสารเคมี (hood)  
ยี่ห้อ ChemFAST รุ่น ChemFAST Elite 12
- 3.3.14 ขวดสำหรับใส่สารเพื่อการวิเคราะห์ GC glass vial และ Glass inserted GC vial  
ยี่ห้อ national scientific รุ่น C4013-15
- 3.3.15 ไมโครปิเปต ขนาด 10 ,200 ,500  $\mu$ L และ 5 mL  
ยี่ห้อ Eppendorf รุ่น Eppendorf Research<sup>®</sup> plus.
- 3.3.16 หลอด Centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร  
ยี่ห้อ ExtraGene รุ่น P1013-15
- 3.3.17 เครื่องปั่นอเนกประสงค์  
ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2100
- 3.3.18 ปิเปตทิป ขนาด 10, 200, 500  $\mu$ L และ 5 mL  
ยี่ห้อ Eppendorf รุ่น e.p T.I.P.S<sup>®</sup> standard/bulk
- 3.3.19 ปากคีบ (Forceps)  
ยี่ห้อ Golrah
- 3.3.20 ถุงมือยาง  
ยี่ห้อ sempermed<sup>®</sup>
- 3.3.21 พาราฟิล์ม (Parafilm)  
ยี่ห้อ Parafilm M.
- 3.3.22 หลอดหยด (Dropper)
- 3.3.23 นาฬิกาจับเวลา  
ยี่ห้อ Casio Stop watch รุ่น HS-30W
- 3.3.24 กระดาษทิชชูสำหรับทำความสะอาด
- 3.3.25 แ่งแก้วคนสารเคมี
- 3.3.26 ถ้วยพลาสติกสำหรับใส่อาหารเลี้ยงแมลงวัน

### 3.4 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

- 3.4.1 Methamphetamine (Certified reference Material) เป็นสารมาตรฐานได้มาจาก Cerilliant จาก ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 3.4.2 Pseudoephedrine (internal standard) ได้มาจาก proficiency test จาก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ประเทศไทย
- 3.4.3 Methanol (Grade for analysis) บริษัท Merck KGaA ประเทศ Germany
- 3.4.4 1.0M NaOH (Pellets for analysis) บริษัท Merck KGaA ประเทศ Germany
- 3.4.5 Phosphate buffer pH 8-8.5
- 3.4.6 Sulfuric acid (Grade for analysis) บริษัท Merck KGaA ประเทศ Germany
- 3.4.7 40% (v/v) formaldehyde
- 3.4.8 1 g sodium nitroprusside (Grade for analysis) บริษัท Merck KGaA ประเทศ Germany
- 3.4.9 Acetaldehyde บริษัท Merck KGaA ประเทศ Germany
- 3.4.10 2% sodium carbonate (Grade for analysis) บริษัท Merck KGaA ประเทศ Germany
- 3.4.11 Acetonitrile (Grade for analysis) บริษัท Merck KGaA ประเทศ Germany
- 3.4.12 10% Ammoniated Chloroform (Grade for analysis) กับ Isopropanol (Grade for liquid chromatography) ในอัตราส่วน 80:20
- 3.4.13 Acidified methanol

หมายเหตุ : รายละเอียดวิธีการเตรียมสารเคมีแสดงในภาคผนวก ค.

### 3.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการเลี้ยงแมลงวันบ้าน (House fly) โดยควบคุมอุณหภูมิที่  $28 \pm 1$  °C ความชื้นสัมพัทธ์  $75 \pm 5$  % แสงสว่าง 12:12

### 3.5.1 วิธีการเพาะเลี้ยงแมลงวันบ้าน

#### วัสดุอุปกรณ์

1. กรงสำหรับเลี้ยงแมลงวันบ้าน ขนาด 30X30X30 เซนติเมตร
2. ถ้วยพลาสติก ขนาด 25X40X9 เซนติเมตร สำหรับใส่อาหารเพื่อให้แมลงวันวางไข่
3. ถ้วยพลาสติก ขนาด 25X40X9 เซนติเมตร สำหรับใส่อาหารเพื่อให้เลี้ยงแมลงวัน
4. ผ้าขาวบางสำหรับปิดถาดเพื่อป้องกันหนอนแมลงวันโตออกมา
5. ปากคีบ (Forceps)
6. สำลีสําหรับให้น้ำหวานแมลงวันบ้าน

#### อาหารแมลงวันบ้าน

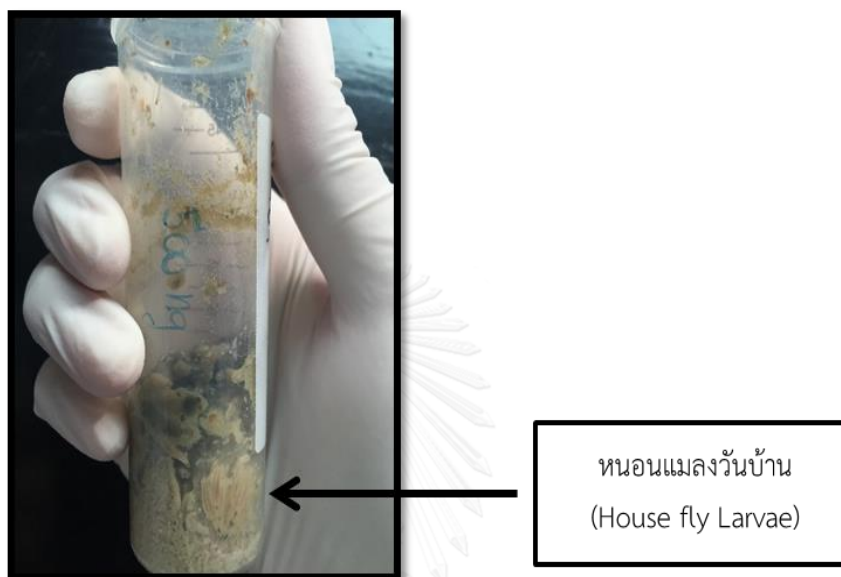
1. อาหารเลี้ยงแมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) ได้มีการประยุกต์มาจากวิธีของ Sherman RA. และคณะ (33) ได้แก่
  - อาหารของแมลงวันบ้าน ใช้น้ำหวานผสมนมผง อัตราส่วน 3:1 (10% Sugar: milk powder 1%)
  - อาหารสำหรับให้แมลงวันวางไข่ (ปลาป่นและน้ำสะอาด ในอัตราส่วน 1:1 )



รูปภาพ 14 วัสดุอุปกรณ์ อาหารสำหรับเลี้ยงแมลงวัน และ อาหารสำหรับแมลงวันวางไข่

## 2. อาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันบ้านเพื่อการทดลอง

- ตับหมูสดบดละเอียด 20 กรัม
- เมทแอมเฟตามีน ที่มีความเข้มข้นสุดท้าย ที่ 0, 50, 100 ,200 และ 500 ng/ml (34, 35) โดยใช้ความเข้มข้นละ 1 mL



หนอนแมลงวันบ้าน  
(House fly Larvae)

รูปภาพ 15 อาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันบ้าน

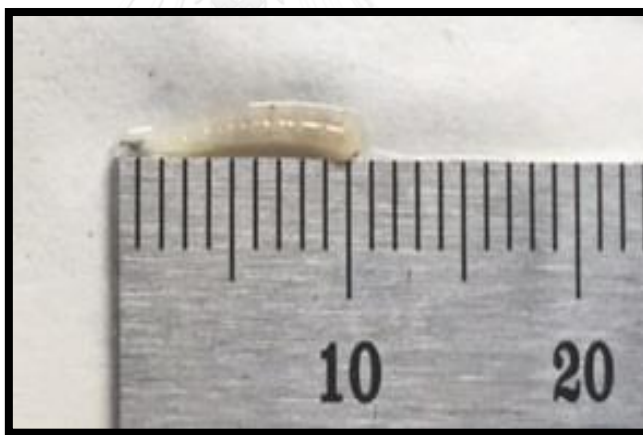
### 3.5.2 การเตรียมส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนและตับหมูบด

กระบวนการเตรียมได้มีการประยุกต์มาจากวิธีของ Rashid RA. และคณะ (32) โดยนำตับหมูบดละเอียด 100 กรัมมาแบ่งใส่ภาชนะทั้งหมด 5 ชุด โดยแต่ละชุดมีตับหมูบด 20 กรัม จากนั้นเติมเมทแอมเฟตามีนโดยมีความเข้มข้นสุดท้ายที่ 0, 50, 100 , 200 และ 500 ng/ml โดยใช้ความเข้มข้นละ 1 mL ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไประเหยที่ 100 °C นาน 10 นาที เพื่อกำจัด Methanol ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารมาตรฐานออก ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปใช้ในการเลี้ยงหนอนแมลงวันบ้าน

### 3.5.3 การแสดงออกของ *Musca domestica* ต่ออาหารที่ส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน

นำอาหารสำหรับเลี้ยงแมลงวันบ้าน (น้ำหวานผสมนมผง อัตราส่วน 3:1) และอาหารสำหรับให้แมลงวันวางไข่ (ปลาป่นและน้ำสะอาดอัตราส่วน 1:1) ในกรงที่มีขนาด 30×30×30 เซนติเมตร และทำการปล่อยแมลงวันบ้านระยะโตเต็มวัยประมาณ 30 ตัวเข้ากรง เมื่อสังเกตเห็นว่าแมลงวันบ้านวางไข่บนอาหาร จึงทำการแยกออกจากอาหารที่แมลงวันวางไข่ โดยนำไข่แมลงวันบ้านจำนวน 80-120 ฟอง วางลงบนอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันบ้านที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่มีความเข้มข้นที่ 0, 50, 100, 200 และ 500 ng/mL โดยแบ่งออกเป็นชุด ชุดละ 40 - 50 ฟอง

จากนั้นนำอาหารและไข่ของแมลงวันบ้านไปเลี้ยงที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ แสงสว่าง และความชื้นที่มีอุณหภูมิที่  $28 \pm 1$  °C ความชื้นสัมพัทธ์  $75 \pm 5$  % แสงสว่าง 12:12 (36) โดยสุ่มหยิบตัวหนอนแมลงวันจำนวน 9 ตัวในแต่ละระยะที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง นำมาทำการศึกษายาวของตัวหนอนเพื่อดูการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้หนอนตายและตัวหนอนยึดตัว โดยจุ่มในน้ำร้อนที่ 80°C นาน 5-10 วินาที จากนั้นนำมาวัดความยาวของตัวหนอนด้วยไม้บรรทัด



รูปภาพ 16 แสดงวิธีการวัดความยาวของตัวหนอนแมลงวันด้วยไม้บรรทัด

จากนั้นสุ่มหยิบนำตัวหนอน 30 ตัว ในระยะที่ 72 และ 96 ชั่วโมง เพื่อมาทำตรวจหาปริมาณของเมทแอมเฟตามีน โดยทำการตรวจ presumptive test เพื่อเป็นการตรวจคัดกรอง จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี GC-MS เพื่อเป็นการตรวจยืนยัน จากนั้นนำข้อมูลมาสรุปผล



### 3.5.4 Presumptive test (การตรวจคัดกรอง)

เป็นตรวจวิเคราะห์สารตัวอย่างเพื่อทำการคัดกรองแยกตัวอย่างที่ให้ผลบวก ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่ามีสารเสพติดของเมทแอมเฟตามีนผสมอยู่ในสารตัวอย่าง โดยวิธีที่ทำการวิเคราะห์ มี 2 วิธี

#### 1. Marquis test

##### วิธีการทดลอง

หยดตัวอย่างลงบนจานกระเบื้อง จากนั้นหยดน้ำยา Marquis ที่เตรียมไว้ และอ่านผลการทดสอบ

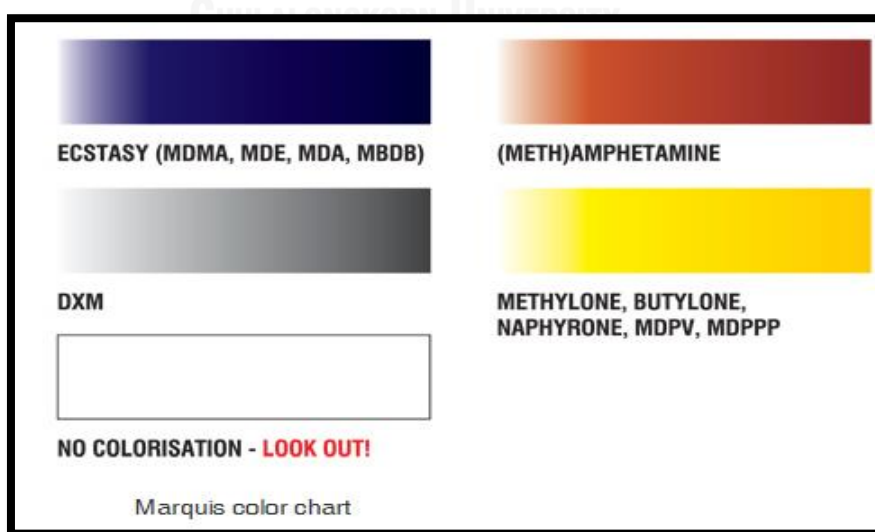
##### ผลการทดลอง

สีที่ปรากฏสามารถอ่านผลได้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2 ผลของ Color Test ของ Marquis reagent

Drug	Color
Amphetamine or Methamphetamine	Orange-brown
Aspirin	Pink
Morphine, Opium, Codeine	Purple
Diphenhydramine	Yellow
Propoxyphene	Black

หมายเหตุ : รายละเอียดวิธีการเตรียมสารเคมีแสดงในภาคผนวก ค.



รูปภาพ 17 แสดงลักษณะสีที่เกิดของการตรวจด้วย Marquis test

(ที่มา: <http://spycity.com.au/eztest-marquis.aspx>)

## 2. Simon's test (modified sodium nitroprusside test)

### วิธีการทดลอง

หยดตัวอย่างลงบนจานกระเบื้อง จากนั้น หยดน้ำยา A ลง 1หยด ตามด้วย  
น้ำยา B ลง 2หยด และอ่านผลการทดสอบ




### ผลการทดลอง

สีที่ปรากฏสามารถอ่านผลได้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 3 ผลของ Color Test ของ Simon's reagent

Drug	Color
Methamphetamine	Deep blue
Amphetamine, MDA	Cherry-Pink
Ephedrine, MDMA	Dark-blue

หมายเหตุ : รายละเอียดวิธีการเตรียมสารเคมีแสดงในภาคผนวก ค.

SIMON'S	ROBADOPE	SUSPECTED DRUG
 5sec or Less to React	No Reaction	MDMA or MDEA
No Reaction	 Reaction takes 1-5mins	MDA
 5sec or less to react	No Reaction	MDMA or MDEA & Methamphetamine

รูปภาพ 18 แสดงลักษณะสีที่เกิดของการตรวจด้วย Marquis test

(ที่มา: [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com))

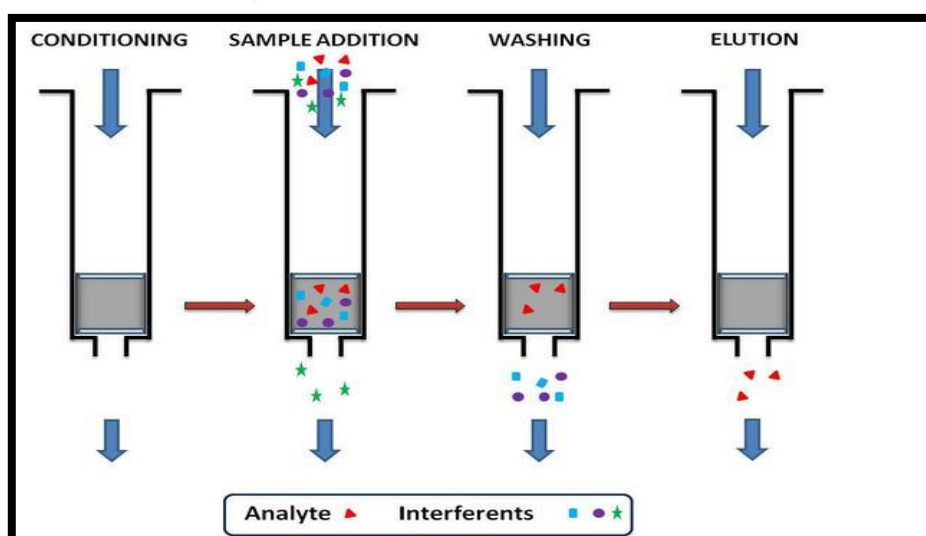
### 3.5.5 การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่างให้พร้อมก่อนการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดด้วยวิธี Solid-Phase Extraction สารตัวอย่างที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ คือตัวหนอนแมลงวันบ้าน มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มหยิบนำตัวหนอน 30 ตัว ใน ระยะที่ 72 และ 96 ชั่วโมงบดละเอียด เติมน้ำกลั่น 1 mL (นำมาตรวจ Presumptive test)
2. เติม Pseudoephedrine 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  (Internal Standard) ปริมาตร 10  $\mu\text{L}$
3. จากนั้นนำสารตัวอย่างมาเตรียมสกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูงใน Ultrasonic bath 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้มีค่า pH 8-8.5 ด้วย 1.0 NaOH ปริมาตร 10  $\mu\text{L}$
4. นำสารตัวอย่างมาเตรียมสกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นความถี่สูงใน Ultrasonic bath 10 นาทีและตรวจเช็คค่าความเป็นกรดเป็นด่างอีกครั้ง
5. จากนั้นนำไปปั่นที่ 3500 rpm นาน 10 นาที แล้วเก็บชั้นส่วนใส (Supernatant) นำไปสกัดด้วย Bond Elut<sup>®</sup> SPE Cartridge เพื่อทำการตรวจยืนยัน (Confirmatory test) ด้วยวิธี GC-MS

### 3.5.6 การสกัดด้วยวิธี Solid-Phase Extraction

ขั้นตอนการสกัดด้วย Bond Elut<sup>®</sup> SPE Cartridge เป็นดังนี้ (37-39)



รูปภาพ 19 การแสดงขั้นตอนการสกัด Solid-Phases Extraction

( ที่มา: <http://share.psu.ac.th/blog/sci-discus/30396>)

1. **การ Activation:** เติม Methanol 2 mL และ น้ำกลั่น 2 mL ตามลำดับ โดยขั้นตอนนี้จะไม่ใช้ Vacuum Pump ในการช่วยดึงสารละลาย เพื่อให้คอลัมน์ทำงานได้เต็มที่
2. **Sample Addition :** เติมชั้นส่วนใส (Supernatant) ที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างลงในคอลัมน์ โดยปล่อยให้ตัวอย่างค่อย ๆ ผ่านคอลัมน์ช้า ๆ ตามแรงโน้มถ่วง
3. **Washing:** เติมสารน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ให้มีอัตราการไหลผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราเร็ว 2 มิลลิลิตรต่อนาที ตามด้วย 2 mL ของ acetate buffer pH 4 ด้วยอัตราเร็ว 1 มิลลิลิตรต่อนาทีตามลำดับ จากนั้นปล่อยให้คอลัมน์แห้งประมาณ 2 นาที ภายใต้อุณหภูมิห้อง
4. **Eluting:** ถอดคอลัมน์ออกจากอุปกรณ์สกัด จากนั้นเติม 2 mL ของ Acetonitrile ให้ไหลผ่านคอลัมน์ด้วยแรงดึงดูดของโลก และทำให้ Acetonitrile แห้งภายใต้อุณหภูมิห้อง 2 นาที
5. จากนั้นเติมสารละลายที่ผสมระหว่าง 2% Ammoniated Chloroform กับ Isopropanol ในอัตราส่วน 80:20 ปริมาตร 4 มิลลิลิตร และปล่อยให้สารละลายผ่านคอลัมน์ด้วยแรงโน้มถ่วง
6. สุดท้าย เติม 0.1 mL ของ Acidified methanol จากนั้นปล่อยให้แห้งสนิทภายใต้อุณหภูมิห้อง เมื่อแห้งสนิทแล้วจึงละลายกลับด้วย Methanol ปริมาตร 500  $\mu$ L จากนั้นเทใส่ Glass – inserted GC Vial เพื่อเตรียมฉีดเข้าเครื่องตรวจวิเคราะห์ GC-MS ต่อไป

### 3.5.7 การตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas chromatography – Mass spectrometry

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์เทคนิค Gas chromatography Ultra QP-2010 โดยใช้ Mass Spectrometry เป็นแบบ Quadrupole (Shimadzu corp<sup>®</sup>: Kyoto, Japan) โดยรายละเอียดของการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง (40) ดังนี้

**Column:** DB-5MS (30m X 0.32mm i.d., Film thickness, 0.25 $\mu$ m)

**Temperature program:** เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 150 °C คงที่นาน 1 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 15 °C / min จนถึงอุณหภูมิที่ 210 °C

**Injector temperature:** 250 °C แบบ Split mode.

**Carrier gas:** Helium gas

**Flow rate:** 1.73 mL/min

**Column pressure:** 153.6 kPa

**Split ratio:** 20.0

**Injector volume:** 1  $\mu$ L

**Ion source temp:** 250 °C

Mass spectrometry: m/z 42, 58, 65, 91 และ 134

Retention time: 1.850 min

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

จากการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่พิจารณาความแตกต่างกันในกลุ่มควบคุม (Control Group) และกลุ่มทดลอง (Test Group) ซึ่งใช้ Factorial ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีน และการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันและนำเสนอข้อมูลความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี GC-MS



## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 การศึกษาการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน

จากการศึกษาหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน ที่ความเข้มข้น 0 (Control group), 50, 100, 200 และ 500 ng/mL โดยทำการสุ่มหยิบตัวหนอนแมลงวันในช่วงเวลาที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมงมาจำนวน 9 ตัว เพื่อมาทำการวัดขนาดความยาวของตัวหนอน และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ตารางแสดงผลของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้าน *Musca Domestica* ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนในแต่ละช่วงเวลา

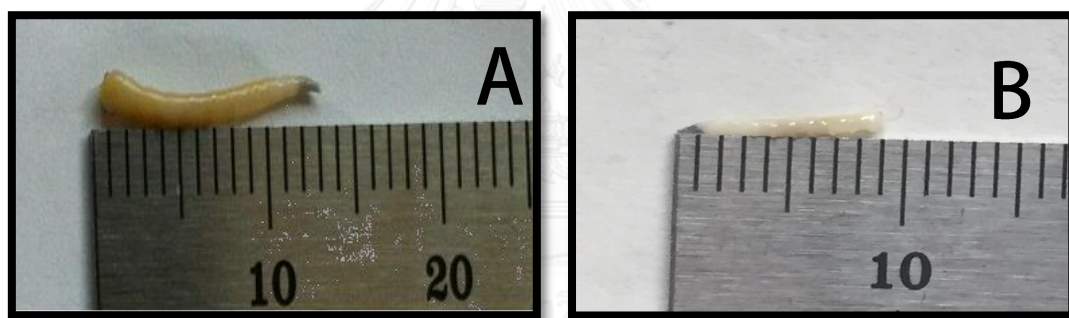
ชั่วโมงที่	ความเข้มข้น				
	Control group (0 ng/mL)	50 ng/mL	100 ng/mL	200 ng/mL	500 ng/mL
24	3 mm. (±0.25)	4 mm. (±0.56)	4 mm. (±0.75)	4 mm. (±0.77)	4 mm. (±0.25)
48	6 mm. (±0.00)	7 mm. (±0.75)	7 mm. (±0.56)	7 mm. (±0.43)	7mm. (±0.60)
72	10 mm. (±0.71)	8 mm. (±1.18)	8 mm. (±0.83)	9 mm. (±1.66)	9 mm. (±1.46)
96	13 mm. (±0.25)	10 mm. (±1.13)	10 mm. (±1.04)	10.5 mm. (±0.89)	11.5 mm. (±1.22)

โดยพบว่าในชั่วโมงที่ 24 และชั่วโมงที่ 48 เมื่อความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้หนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารผสมเมทแอมเฟตามีนจะมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้นในทุกความเข้มข้น เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่มีเมทแอมเฟตามีนหรือกลุ่มควบคุม

เมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 72 และ ชั่วโมงที่ 96 การเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน ในทุกความเข้มข้นจะมีการชะลอการเจริญเติบโต ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่ากลุ่มควบคุม

การเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในชั่วโมงที่ 24 และ ชั่วโมงที่ 48 การเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันมีความเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกความเข้มข้นมีค่า  $p < 0.05$  เมื่อมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ชั่วโมงที่ 72 ในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ที่ความเข้มข้น 200 และ 500 ng/ml มีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่า  $p > 0.05$

กลุ่มควบคุม (Control Group) จะเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะดักแด้ที่ 114 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่มีความเข้มข้นที่แตกต่างกันจะเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะดักแด้ที่ 120 ชั่วโมง



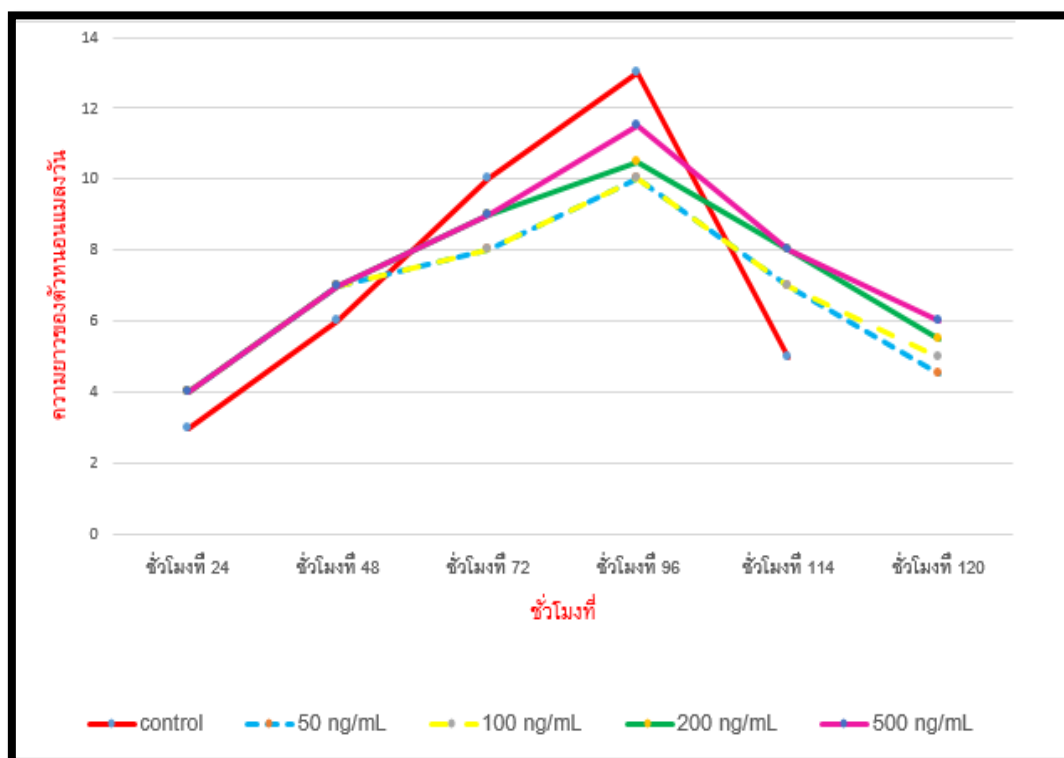
**รูปภาพ 20** แสดงการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ 96 ชั่วโมง

(A) ตัวหนอนแมลงวันบ้าน ใน Control Group

(B) ตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน ที่ความเข้มข้น 200 ng/ml

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนกับการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้านได้ (รูปที่ 21) และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต ในกรณีที่ผู้เสียชีวิตมีปริมาณเมทแอมเฟตามีนในร่างกายได้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดตัวหนอนที่เก็บได้จากตัวศพมา plot ลง

ในกราฟที่แกน Y จากนั้นลากเส้นตรงไปตัดกับเส้นกราฟในแกน X จะสามารถประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตได้ (ดังรายละเอียดจะอยู่ในส่วนสรุปและวิจารณ์ผล)



รูปภาพ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนและการเจริญเติบโตของแมลงวันบ้าน  
แกน X คือ ชั่วโมงที่ทำการวัดความยาวของตัวหนอนแมลงวัน หน่วย ชั่วโมง  
แกน Y คือ ความยาวของตัวหนอนแมลงวัน หน่วย มิลลิเมตร

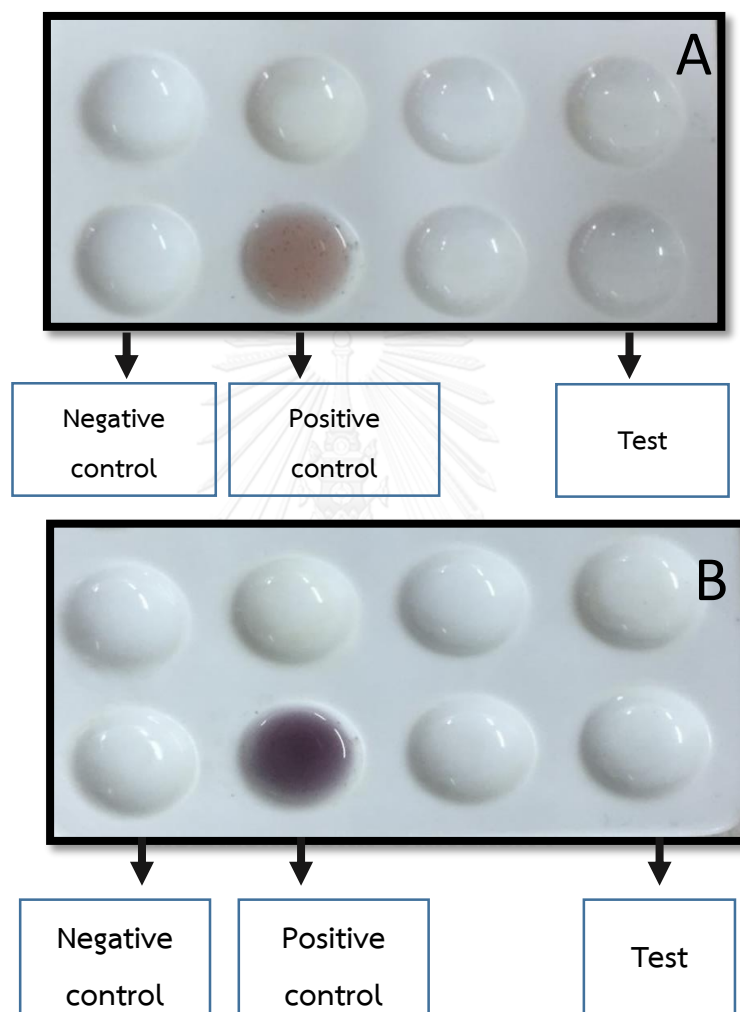
#### 4.2 การศึกษาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่ส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนด้วย Presumptive test และ Gas chromatography - mass spectrometry

ในการศึกษาครั้งนี้ เลือกใช้ตัวหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนในชั่วโมงที่ 72 และ ชั่วโมงที่ 96 ในทุกความเข้มข้นจำนวน 30 ตัว นำมาตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค color test เพื่อเป็นการตรวจคัดกรอง (presumptive test) และนำไปตรวจยืนยัน (confirm test) ด้วย Gas chromatography - mass spectrometry



#### 4.2.1 การตรวจคัดกรองด้วยเทคนิค color test (presumptive test)

เมื่อทำการบดละเอียดตัวหนอนจำนวน 30 ตัวในน้ำกลั่น 1 mL แล้วนำมาตรวจ color test 2 วิธี ผลที่ได้แสดงตามตารางที่ 5 จากนั้นก็นำส่วนที่เหลือไปเตรียมตัวอย่างให้พร้อมก่อนการสกัดด้วยวิธี Solid-Phase Extraction (SPE) ต่อไป



หมายเหตุ: **Negative control** คือ สารตัวอย่างที่ได้จากการสกัดจากตัวหนอนแมลงวันที่ไม่ได้รับเมทแอมเฟตามีน  
**Positive control** คือ สารตัวอย่างที่ได้จากการสกัดจากตัวหนอนแมลงวันที่มีการเติมเมทแอมเฟตามีน  
**Test** คือ สารตัวอย่างที่ได้จากการสกัดจากตัวหนอนแมลงวันที่ได้รับเมทแอมเฟตามีนในอาหาร

รูปภาพ 22 ผลการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค color Test

(A) Marquis test ให้ผล Negative

(B) Simon's test ให้ผล Negative

ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี color test 2 วิธี Marquis test และ Simon's test

ชั่วโมงที่	ความเข้มข้น (ng/mL)	Color test	
		Marquis test	Simon's test
ชั่วโมงที่ 72	Control group (0 ng/mL)	Negative	Negative
	50 ng/mL	Negative	Negative
	100 ng/mL	Negative	Negative
	200 ng/mL	Negative	Negative
	500 ng/mL	Negative	Negative
ชั่วโมงที่ 96	Control group (0 ng/mL)	Negative	Negative
	50 ng/mL	Negative	Negative
	100 ng/mL	Negative	Negative
	200 ng/mL	Negative	Negative
	500 ng/mL	Negative	Negative

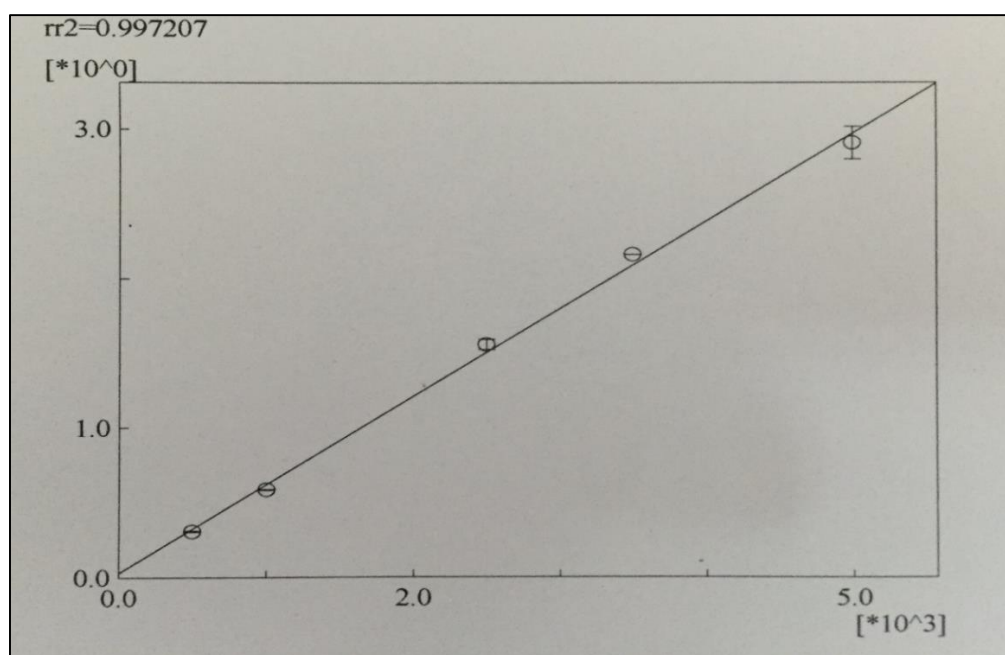
#### 4.2.2 การตรวจยืนยันด้วยเทคนิค Gas chromatography – mass spectrometry

จากนั้นนำตัวหอนแมลงวันที่บดละเอียดแล้วมาเตรียมให้อยู่สถานะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดด้วยวิธี Solid-Phase Extraction (SPE) และจะได้สารตัวอย่างที่เหมาะสมต่อการตรวจวิเคราะห์ GC-MS

ทำกราฟสารละลายมาตรฐานของเมทแอมเฟตามีน ซึ่งใช้สารละลายเมทแอมเฟตามีนที่มีความเข้มข้นทั้งหมด 5 ความเข้มข้น คือ 500, 1000, 2500, 3500 และ 5000 ng/mL (ทั้งหมด 2 ซ้ำ) ซึ่งสามารถตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนได้ที่ Retention time เท่ากับ 1.850 นาที และมี

m/z ที่ 58 ที่มีความจำเพาะต่อเมทแอมเฟตามีน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเพื่อใช้สำหรับการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างแอมलगวัน (รูปที่ 23)

ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.997 ซึ่งค่าที่ได้นั้นเป็นที่ยอมรับได้ในการตรวจหาเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างแอมलगวันบ้านได้ และมีค่าขีดต่ำสุดของการตรวจวิเคราะห์ (Limit of detection) เท่ากับ 20 ng/mL



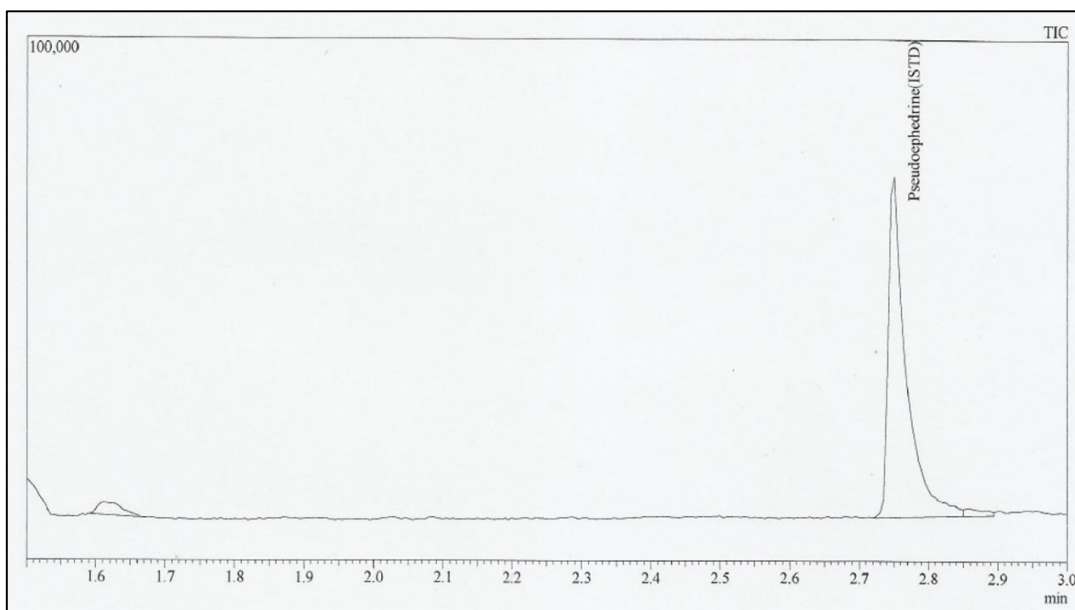
รูปภาพ 23 กราฟสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนในช่วงความเข้มข้น 500 – 5,000 ng/mL

สำหรับการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างแอมलगวันบ้านในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่าไม่สามารถตรวจเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างแอมलगวันบ้านจำนวน 30 ตัว ที่ได้รับอาหารผสมเมทแอมเฟตามีนที่มีความเข้มข้น 0, 50, 100, 200 ng/mL ในชั่วโมงที่ 72 และในชั่วโมงที่ 96 ดังข้อมูลในตารางที่ 6 และแสดงดังรูปที่ 24

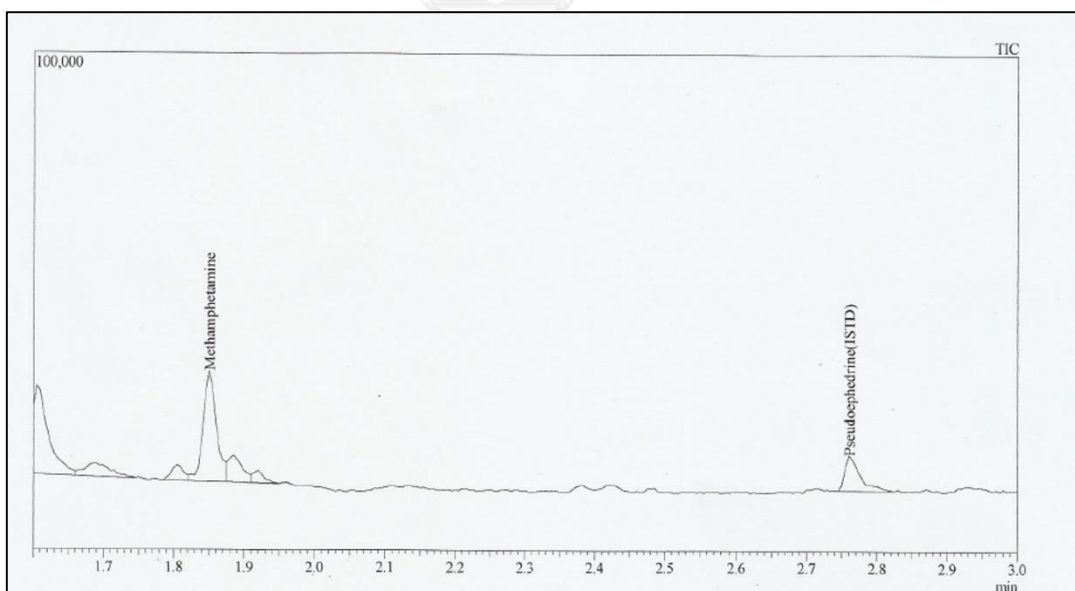
ส่วนตัวอย่างแอมलगวันบ้านจำนวน 30 ตัวที่ได้รับอาหารผสมเมทแอมเฟตามีนในความเข้มข้นที่ 500 ng/mL สามารถตรวจวิเคราะห์พบเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างแอมलगวันบ้านได้ในชั่วโมงที่ 96 เท่านั้น แสดงดังรูปที่ 25

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างน้ำที่ 72 และ 96 ชั่วโมงใน  
ความเข้มข้นต่างๆ

ชั่วโมงที่	ความเข้มข้น (ng/mL)	GC-MS
ชั่วโมงที่ 72	Control group (0 ng/mL)	Negative
	50 ng/mL	Negative
	100 ng/mL	Negative
	200 ng/mL	Negative
	500 ng/mL	Negative
ชั่วโมงที่ 96	Control group (0 ng/mL)	Negative
	50 ng/mL	Negative
	100 ng/mL	Negative
	200 ng/mL	Negative
	500 ng/mL	<b>Positive</b>



รูปภาพ 24 Chromatogram แสดงผลการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างน้ำปัสสาวะที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 200 ng/mL ในชั่วโมงที่ 96  
ไม่สามารถตรวจพบเมทแอมเฟตามีน



รูปภาพ 25 Chromatogram แสดง ผลการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างน้ำปัสสาวะที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 500 ng/mL ในชั่วโมงที่ 96  
สามารถตรวจพบเมทแอมเฟตามีน พบ ที่ RT. 1.845-1.855

## บทที่ 5

### สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 การศึกษาการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้าน *Musca domestica*

จากการศึกษาผลของเมทแอมเฟตามีนต่อการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันบ้าน *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) พบว่าเมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 24 และ ชั่วโมงที่ 48 ตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนในทุกความเข้มข้นจะมีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน (control group) เนื่องจากเมทแอมเฟตามีนจะมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งมีการหลั่งสารสื่อประสาท เช่น Dopamine, Serotonin และ Norepinephrine เป็นต้น (41, 42) จากงานวิจัยของ Andrew B. Barron. ในปี ค.ศ. 2010 ได้ทำการศึกษายาของสารสื่อประสาทของแมลง พบว่าในแมลงมีสารสื่อประสาทที่ชื่อว่า Octopamine ที่มีโครงสร้างคล้ายกับ dopamine ซึ่งมีฤทธิ์กระตุ้นความอยากอาหารจึงอาจเป็นไปได้ในช่วง 24 - 48 ชั่วโมงแรก เมื่อหนอนแมลงวันบ้านได้รับเมทแอมเฟตามีนเข้าสู่ร่างกายจะไปกระตุ้นการทำงานของ Octopamine ทำให้เกิดการกระตุ้นพฤติกรรมการกินของตัวหนอนแมลงวันบ้านให้มีการบริโภคมากขึ้น (40) จึงส่งผลให้ตัวหนอนแมลงวันบ้านมีการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ไม่ได้รับเมทแอมเฟตามีน

และเมื่อเข้าสู่เมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 72 และ 96 ชั่วโมง จะมีการชะลอการเจริญเติบโตช้าลง หลังจากนั้นตัวหนอนแมลงวันจะเริ่มมีการหดตัวเพื่อเตรียมพัฒนาเข้าสู่ระยะดักแด้ (43) จากนั้นหนอนแมลงวันที่ได้อาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนจะพัฒนาเข้าสู่ระยะดักแด้ที่ 120 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีน จะมีการเจริญเติบโตแล้วเข้าสู่ระยะดักแด้ที่ 114 ชั่วโมง ซึ่งมีการศึกษาเมทแอมเฟตามีนและยาอื่นที่มีความเป็นพิษต่อระบบประสาท ในหนูพบว่า ในสัตว์ทดลองเมื่อได้รับปริมาณของเมทแอมเฟตามีนด้วยวิธีการกินในปริมาณที่สูง (High Dose) จะออกฤทธิ์ได้เต็มที่ในช่วงระยะเวลา 8 – 72 ชั่วโมง จึงจะเกิดการยับยั้งการทำงานของ Dopamine receptor จึงทำให้เกิดการคั่งของ Dopamine จึงทำให้ส่งผลต่อระบบต่าง ๆ ซึ่งในระบบทางเดินอาหารนั้นจะส่งผลให้รู้สึกอึดไม่หิว (44) จึงอาจจะส่งผลทำให้หนอนแมลงวันมีการเจริญเติบโตที่ช้าลงได้

จากงานวิจัยของ Goff ML. และ คณะ ในปี 1992 ได้ศึกษาผลของเมทแอมเฟตามีนต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันหลังลาย สายพันธุ์ *Parasarcophaga ruficornis* พบว่า เมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 30 ถึงชั่วโมงที่ 60 หนอนแมลงวันได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 71.4 และ 142.9 mg จะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่ากลุ่มควบคุม (control group) และกลุ่มที่มีความเข้มข้น 37.5 mg จากนั้นจะเข้าสู่ระยะดักแด้ชั่วโมงที่ 132 ในความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ 37.5 mg และในความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ 142.7 mg และกลุ่มควบคุมจะเริ่มเข้าสู่ระยะดักแด้ชั่วโมง 138. สุดท้ายความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ 71.4 mg จะเข้าสู่ระยะดักแด้ในชั่วโมงที่ 114

จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยดังกล่าว ที่ศึกษาผลของเมทแอมเฟตามีนต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวัน พบว่าความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ใช้ในการทดสอบแตกต่างกัน และสายพันธุ์ของแมลงวันที่ต่างกัน อาจทำให้อัตราการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันแตกต่างกันได้ เนื่องจากเภสัชจลนศาสตร์ (Pharmacokinetics) และเภสัชพลศาสตร์ (Pharmacodynamics) ของยาในแมลงแต่ละชนิดนั้น จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (Species) การเจริญเติบโตและพฤติกรรมการกินของแมลง (45) ซึ่งอาจจะทำให้แมลงวันที่ได้รับสารเคมีหรือยาต่าง ๆ จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ต่างกัน (46)

de Carvalho. และคณะ ศึกษาผลของโคเคนต่ออัตราการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียว สายพันธุ์ *Chrysomya albiceps* และสายพันธุ์ *Chrysomya putoria* พบว่าตัวหนอนแมลงวันหัวเขียวที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของโคเคน (cocaine) ทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันหัวเขียวที่ไม่ได้รับโคเคนจึงสามารถสรุปได้ว่าโคเคนมีผลและช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงวัน ซึ่งการเจริญเติบโตของตัวหนอนที่ได้รับยามีการเจริญที่แตกต่างกันโดยจะขึ้นอยู่กับการตอบสนองของตัวหนอนแมลงวันกับยาที่ได้รับและกระบวนการกำจัดออกจากร่างกายของตัวหนอนแมลงวันแต่ละชนิด ซึ่งจะส่งผลให้การประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตจากหนอนแมลงวันที่บนศพที่มีโคเคนในร่างศพ จะส่งผลทำให้การประมาณระยะเวลาหลังการตายผิดพลาดได้ (31)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมทแอมเฟตามีนในทุกความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p = 0.001$  และพบว่าที่ 72 ชั่วโมง ในความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่ 200 และ 500 ng/mL มีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

$p = 0.261, 0.220$  เนื่องจากอยู่ในระยะที่มีการชะลอการเจริญเติบโตจึงอาจจะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Mullany C. และคณะ (47) ในปี 2014 ได้ทำการศึกษาผลของ  $p$  - hydroxymethamphetamine ต่อการเจริญเติบโตของ แมลงวันหัวเขียว สายพันธุ์ *Calliphora stygia* พบว่ามีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าตัวที่ไม่ได้รับ  $p$  - hydroxymethamphetamine อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p = 0.001$  ต่อมาในปี ค.ศ. 2014 Zhou Lii. และคณะ (48) ได้ทำการศึกษาผลของKetamineหรือยาเคต่อการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียวสายพันธุ์ *Chrysomya megacephala* เมื่ออุณหภูมิต่างกันจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต เช่น เมื่อพบศพที่มีการเสียชีวิตมากกว่า 24 ชั่วโมง ศพจะเกิดการเน่าแล้วการเน่านี้จะมีกลิ่นส่งผลให้แมลงต่าง ๆ ให้มาเกี่ยวข้องกับศพโดยเฉพาะแมลงวัน ซึ่งการประมาณระยะเวลาการเสียชีวิตจะอาศัยหลักฐานต่างที่พบบริเวณที่พบศพ มาช่วยคำนวณการประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิต ถ้าตัวหนอนแมลงวันที่พบนั่นเป็นแมลงวันบ้าน และทำการตรวจวัดความยาวของตัวหนอนได้ค่าเท่ากับ 10 มิลลิเมตร ซึ่งในภาวะปกติหนอนแมลงวันบ้านที่ความยาวของตัวหนอนแมลงวันเท่ากับ 10 มิลลิเมตร จะเจริญอยู่ในระยะ L2 หรือ 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิเท่ากับ  $28 \pm 1$  °C แต่ถ้าผู้เสียชีวิตได้เสียชีวิตจากการเสพเมทแอมเฟตามีน ความยาวของตัวหนอนที่วัดได้นั้นจะอยู่ในชั่วโมงที่ 96 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิเท่ากับ  $28 \pm 1$  °C จะพบว่าการประมาณระยะเวลาหลังเสียชีวิตจะเกิดความผิดพลาดได้ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้สามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณระยะเวลาหลังการเสียชีวิตจากตัวหนอนแมลงวันบ้านที่พบบนศพที่มีสารเมทแอมเฟตามีนในร่างศพ

## 5.2 การศึกษาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันบ้าน *Musca domestica*

จากการศึกษาการตรวจคัดกรองด้วยเทคนิค color test ด้วยวิธี Marquis test และ Simon test นั้น พบว่าให้ผลลบต่อการทดสอบ เนื่องจากปริมาณที่ใช้ทดสอบในครั้งนี้มีความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนคือ 50, 100, 200 และ 500 ng/mL ซึ่งการตรวจด้วยเทคนิคนี้มีข้อจำกัดในการตรวจวิเคราะห์ (Limit of detection) คือสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ในระดับที่ความเข้มข้น 5 - 10 µg/mL ขึ้นไป จึงไม่สามารถตรวจพบเมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันได้ในครั้งนี้ได้ (49)

การศึกษากการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ นั้นมีความสามารถในการตรวจหาสารในตัวหนอนแมลงวันได้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำได้ ซึ่งผลจาก



การศึกษาพบว่าสามารถตรวจวิเคราะห์ปริมาณเมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันบ้านที่ได้รับอาหารผสมเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 500 ng/mL ที่ชั่วโมงที่ 96 เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Magni AP. และคณะ (50) ในปี 2014 ได้ทำการตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันหัวเขียวสายพันธุ์ *Calliphora vomitoria* พบว่าสามารถตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนแมลงวันได้ในระยะก่อนเข้าสู่ดักแด้ ในความเข้มข้นที่ 5 ng/mg และตรวจพบในตัวหนอนระยะที่ 3 (L3) ที่ความเข้มข้นที่ 10 ng/mg เนื่องจากเหตุที่ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในตัวหนอนระยะที่ 1 และ ตัวหนอนระยะที่ 2 ได้นั้น อาจเป็นเพราะกระบวนการเมตาบอลิซึมของตัวหนอนอาจมีการกำจัดยา สารเสพติดหรือของเสียต่าง ๆ ออกจากร่างกายจึงอาจมีการสะสมของตัวยามากเกินไปพอต่อการตรวจวิเคราะห์ได้ จึงสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ในตัวหนอนระยะที่ 3 และระยะก่อนจะเข้าสู่ดักแด้ และในปี ค.ศ. 2004 จากการศึกษาของ Compobasso CP. และคณะ (51) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาเสพติดระหว่างเนื้อเยื่อของมนุษย์และตัวหนอนแมลงวันหัวเขียวพบว่าการกระจายตัวของตัวยานในร่างกายมีความแตกต่างกันและพบว่าสามารถตรวจวิเคราะห์ยาเสพติดได้ในระยะตัวหนอนแมลงวันระยะที่ 3 มากกว่าในระยะก่อนเข้าสู่ดักแด้ เพราะอาจเกิดจากการที่ตัวหนอนมีการเผาผลาญและการกำจัดตัวยาออกจากร่างกายจึงทำให้มีปริมาณยาที่สะสมในตัวหนอนแมลงวันไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ (52)

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ศึกษาเฉพาะผลของเมทแอมเฟตามีนต่อการเจริญเติบโต โดยควบคุมปัจจัยและตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลง เช่น อุณหภูมิและความชื้น ดังนั้น การนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ต้องคำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของหนอนแมลงได้และสามารถนำไปคำนวณหาระยะเวลาหลังการเสียชีวิตได้ในกรณีที่พบผู้เสียชีวิตที่มีสารเมทแอมเฟตามีนและที่เสียชีวิตมากกว่า 24 ชั่วโมง และการตรวจวิเคราะห์หนอนแมลงวันที่พบบนตัวศพอาจนำมาใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาได้

## รายการอ้างอิง

1. สำนักงานพัฒนาการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติด. เรียนรู้เรื่องยาเสพติดชีวิตปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา; 2545. 30-1 p.
2. Inoue H, Iwata Y, Murayama K. Characterization and profiling of methamphetamine seizures. Journal health science 2008;54:615-22.
3. Turowski P, Kenny BA. The blood-brain barrier and methamphetamine: open sesame? Frontiers in neuroscience. 2015;9:156.
4. Oliveira HG, Gomes G, Morlin JJ, Jr., Von Zuben CJ, Linhares AX. The effect of Buscopan on the development of the blow fly *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae). Journal of forensic sciences. 2009;54(1):202-6.
5. สุนทรวิฑูร พ. แผลงวัน: บทบาทที่สำคัญทางการแพทย์. Songkla medicine journal. 2555;30(3):167-76.
6. Tuchsaringkransakul T. Purification of methamphetamine from seized drugs (ICE) and determination of purity by GC-FID. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2007.
7. นิลทองคำ พ. พระราชบัญญัติ ยาเสพติดให้โทษ. กรุงเทพมหานคร: อชตยา มิเลินเนียม; 2011.
8. คณาจารย์ภาควิชานิติเวชศาสตร์. นิติเวชศาสตร์และนิติเวชศาสตร์ปฏิบัติ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2548. 357-60 p.
9. Schep LJ, Slaughter RJ, Beasley DM. The clinical toxicology of metamfetamine. Clinical toxicology 2010;48(7):675-94.
10. Alam Mehrjerdi Z. Crystal in Iran: methamphetamine or heroin kerack. Daru : journal of Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences. 2013;21(1):22.
11. Cook CE, Jeffcoat AR, Hill JM, Pugh DE, Patetta PK, Sadler BM, et al. Pharmacokinetics of methamphetamine self-administered to human subjects by smoking S-(+)-methamphetamine hydrochloride. Drug metabolism and disposition. 1993;21(4):717-23.
12. Cook CE, Jeffcoat AR, Sadler BM, Hill JM, Voyksner RD, Pugh DE, et al. Pharmacokinetics of oral methamphetamine and effects of repeated daily dosing in humans. Drug metabolism and disposition. 1992;20(6):856-62.

13. Sritavanich N, Jamjanya T, Hanboonsong Y, Jamsuwan A. An application of forensic entomology to evaluate post-mortem interval. *KKU research journal*. 2007;7(2):1-5.
14. Leccese A. Insects as forensic indicators: methodological aspects. *Journal of forensic medicine and toxicology*. 2004;5(1):26-32.
15. Sukontason K, Sukontason KL, Piangjai S, Tippanun J, Lertthamnongtham S, Vogtsberger RC, et al. Survey of forensically-relevant fly species in Chiang Mai, Northern Thailand. *Journal of the society for vector ecology*. 2003;28(1):135-8.
16. Sukontason KL, Ngern-Klun R, Sripakdee D, Sukontason K. Identifying fly puparia by clearing technique: application to forensic entomology. *Parasitology research*. 2007;101(5):1407-16.
17. Bushby SK, Thomas N, Priemel PA, Coulter CV, Rades T, Kieser JA. Determination of methylphenidate in Calliphorid larvae by liquid-liquid extraction and liquid chromatography mass spectrometry-forensic entomotoxicology using an in vivo rat brain model. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 2012;70:456-61.
18. Pengsakul T. Identification of maggots collected from corpses by using biology and molecular informations. Bangkok: Chulalongkorn University; 2010.
19. Bunchu N, Boonleat A, Rungkrajong T, Sukontason K. Blow fly species (Diptera: calliphoridae) in different landscape of Phitsanulok province Thailand. *Naresuan research conference*. 2010:29-31.
20. Grassberger M, Friedrich E, Reiter C. The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in central Europe. *International journal of legal medicine*. 2003;117(2):75-81.
21. Grassberger M, Reiter C. Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). *Forensic science international*. 2002;128(3):177-82.
22. Singh D, Bala M. The effect of starvation on the larval behavior of two forensically important species of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Forensic science international*. 2009;193(1-3):118-21.

23. Greenberg B. FLIES AND DISEASE, Vol. 1: ECOLOGY, CLASSIFICATION AND BIOTIC ASSOCIATION 1st ed. New Jersey, USA: Princeton University Press; 1971. 54-153 p.
24. Gennard DE. Forensic Entomology. England: John Wiley & Sons Ltd.; 2007. 41-2 p.
25. สิงห์อาษา ส. กีฏวิทยา - อศคารุวิทยาการแพทย์และสัตวแพทย์. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: คณะสัตวแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2537.
26. อ่อมอ่อง บ. แมลงวัน : กีฏวิทยาและการควบคุม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย; 2543.
27. Gagliano-Candela R, Aventaggiato L. The detection of toxic substances in entomological specimens. International journal of legal medicine. 2001;114(4-5):197-203.
28. Kharbouche H, Augsburg M, Cherix D, Sporkert F, Giroud C, Wyss C, et al. Codeine accumulation and elimination in larvae, pupae, and imago of the blowfly *Lucilia sericata* and effects on its development. International journal of legal medicine. 2008;122(3):205-11.
29. Goff ML, Brown WA, Omori AI. Preliminary observations of the effect of methamphetamine in decomposing tissues on the development rate of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on the estimations of postmortem intervals. Journal of forensic sciences. 1992;37:867-72.
30. Definis-Gojanovic M, Sutlovic D, Britvic D, Kokan B. Drug analysis in necrophagous flies and human tissues. Journal Arhiv za higijenu rada i toksikologiju. 2007;58(3):313-6.
31. de Carvalho LM, Linhares AX, Badan Palhares FA. The effect of cocaine on the development rate of immatures and adults of *Chrysomya albiceps* and *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae) and its importance to postmortem interval estimate. Forensic science international. 2012;220(1-3):27-32.
32. Rashid RA, Zulkifli NF, Rashid RA, bt Rosli SF, Sulaiman SHS, Ahmad NW. Effects of Ketum extract on blowfly *Chrysomya megacephala* development and detection of mitragynine in larvae sample. Business,engineering and industrial applications (ISBEIA). 2012:337-40.
33. Sherman RA, Wyle FA. Low-cost, low-maintenance rearing of maggots in hospitals, clinics, and schools. The american journal of tropical medicine and hygiene

1996;54(1):38-41.

34. McIntyre IM, Nelson CL, Schaber B, Hamm CE. Antemortem and postmortem methamphetamine blood concentrations: three case reports. *Journal of analytical toxicology*. 2013;37(6):386-9.

35. Ago M, Ago K, Ogata M. Determination of methamphetamine in sudden death of a traffic accident inpatient by blood and hair analyses. *Legal medicine*. 2009;11 S568-9.

36. เกตุวัลท์ ช. การเลี้ยงแมลงวันเพื่อใช้ในการทดลอง. Proceedings of the 22nd annual conference : plant sciences 2527:271-83.

37. Chen XH, Wijsbeek J, Franke JP, de Zeeuw RA. A single-column procedure on Bond Elut Certify for systematic toxicological analysis of drugs in plasma and urine. *Journal of forensic sciences*. 1992;37(1):61-71.

38. Hasegawa C, Kumazawa T, Lee XP, Marumo A, Shinmen N, Seno H, et al. Pipette tip solid-phase extraction and gas chromatography - mass spectrometry for the determination of methamphetamine and amphetamine in human whole blood. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2007;389(2):563-70.

39. Soriano T, Jurado C, Menendez M, Repetto M. Improved solid-phase extraction method for systematic toxicological analysis in biological fluids. *Journal of analytical toxicology*. 2001;25(2):137-43.

40. Barron AB, Sovik E, Cornish JL. The roles of dopamine and related compounds in reward-seeking behavior across animal phyla. *Frontiers in behavioral neuroscience*. 2010;4:163.

41. Buck JM, Siegel JA. The effects of adolescent methamphetamine exposure. *Frontiers in neuroscience*. 2015;9:151.

42. Kuczenski R, Segal DS. Exposure of adolescent rats to oral methylphenidate: preferential effects on extracellular norepinephrine and absence of sensitization and cross-sensitization to methamphetamine. *Journal of Neuroscience*. 2002;22(16):7264-71.

43. Mai M, Amendt J. Effect of different post-feeding intervals on the total time of development of the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *Forensic science international*. 2012;221(1-3):65-9.

44. Itzhak Y, Achat-Mendes C. Methamphetamine and MDMA (ecstasy) neurotoxicity: 'of mice and men'. *International union of biochemistry and molecular biology*. 2004;56(5):249-55.
45. Dayananda R, Kiran J. Entomotoxicology. *International journal of medical toxicology and forensic medicine* 2013;3(1):71-4.
46. Gautam L, Pathak R, Danlami HS, Cole MD. *Entomotoxicology: Alternative matrices for forensic toxicology*. Rockaway, New Jersey: Advantage Business Media; 2013.
47. Mullany C, Keller PA, Nugraha AS, Wallman JF. Effects of methamphetamine and its primary human metabolite, p-hydroxymethamphetamine, on the development of the Australian blowfly *Calliphora stygia*. *Forensic science international*. 2014;241:102-11.
48. Lu Z, Zhai X, Zhou H, Li P, Ma J, Guan L, et al. Effects of ketamine on the development of forensically important blowfly *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae) and its forensic relevance. *Journal of forensic sciences*. 2014;59(4):991-6.
49. O'Neal CL, Crouch DJ, Fatah AA. Validation of twelve chemical spot tests for the detection of drugs of abuse. *Forensic science international*. 2000;109(3):189-201.
50. Magni PA, Pacini T, Pazzi M, Vincenti M, Dadour IR. Development of a GC-MS method for methamphetamine detection in *Calliphora vomitoria* L. (Diptera: Calliphoridae). *Forensic science international*. 2014;241:96-101.
51. Campobasso CP, Gherardi M, Caligara M, Sironi L, Introna F. Drug analysis in blowfly larvae and in human tissues: a comparative study. *International journal of legal medicine*. 2004;118(4):210-4.
52. El-Samad LM, El-Moaty ZA, Makemer HM. Effects of tramadol on the development of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) and detection of the drug concentration in postmortem rabbit tissues and larvae. *Journal of entomology*. 2011;8(4):353-64.

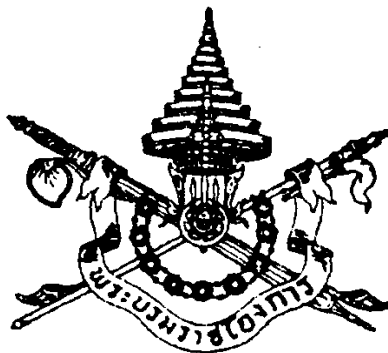


ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.

พ.ร.บ ยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. ๒๕๒๒



พระราชบัญญัติ

ยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. ๒๕๒๒

ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร.

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๒๒

เป็นปีที่ ๓๔ ในรัชกาลปัจจุบัน

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศว่า

(๔) “ยาเสพติดให้โทษ” หมายความว่า สารเคมีหรือวัตถุนิตใด ๆ ซึ่งเมื่อเสพเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะโดยรับประทาน ดม สูบ ฉีด หรือด้วยประการใด ๆ แล้วทำให้เกิดผลต่อร่างกายและจิตใจในลักษณะสำคัญ เช่น ต้องเพิ่มขนาดการเสพขึ้นเป็นลำดับ มีอาการนอนยาเมื่อขาดยา มีความต้องการเสพทั้งทางร่างกายและจิตใจอย่างรุนแรงตลอดเวลา และสุขภาพโดยทั่วไปจะทรุดโทรมลง กับให้รวมตลอดถึงพืชหรือส่วนของพืชที่เป็นหรือ ให้ผลผลิตเป็นยาเสพติดให้โทษ หรืออาจใช้ผลิตเป็นยาเสพติดให้โทษและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตยาเสพติดให้โทษด้วย ทั้งนี้ ตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ไม่หมายความถึงยาสามัญประจำบ้านบางตำรับตามกฎหมายว่าด้วยยาที่มียาเสพติดให้โทษผสมอยู่

(๔) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “ยาเสพติดให้โทษ” แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๒๘



“ผลิต” หมายความว่า เพาะ ปลูก ทำ ผสม ปู รัง แปรสภาพ เปลี่ยนรูป สังเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์ และให้หมายความรวมถึงการแบ่งบรรจุ หรือรวมบรรจุด้วย

“จำหน่าย” หมายความว่า ขาย จ่าย แจก แลกเปลี่ยน ให้

“นำเข้า” หมายความว่า นำหรือส่งเข้ามาในราชอาณาจักร

“ส่งออก” หมายความว่า นำหรือส่งออกนอกราชอาณาจักร

(๕) “เสพ” หมายความว่า การรับยาเสพติดให้โทษเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าด้วยวิธีใด

(๖) “ติดยาเสพติดให้โทษ” หมายความว่า เสพเป็นประจำติดต่อกันและตกอยู่ในสภาพที่ จำเป็นต้องพึ่งยาเสพติดให้โทษนั้น โดยสามารถตรวจพบสภาพเช่นว่านี้ได้ตามหลักวิชาการ

(๗) “หน่วยการใช้” หมายความว่า เม็ด ซอง ขวด หรือหน่วยอย่างอื่นที่สร้างขึ้นซึ่งโดยปกติ สำหรับการใช้เสพหนึ่งครั้ง

(๘) “การบำบัดรักษา” หมายความว่า การบำบัดรักษาผู้ติดยาเสพติดให้โทษ ซึ่งรวมถึงตลอด ถึงการฟื้นฟูสมรรถภาพและการติดตามผลหลังการบำบัดรักษาด้วย

(๙) “สถานพยาบาล” หมายความว่า โรงพยาบาล สถานพยาบาล สถานพักฟื้น หรือสถานที่ อื่นใดเฉพาะที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษาให้เป็นที่ทำการบำบัดรักษาผู้ติดยาเสพติด ให้โทษ

(๑๐) “เภสัชกร” หมายความว่า ผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรมตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพ เภสัชกรรม

(๕) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “เสพ” แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๓๐

(๖) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “ติดยาเสพติดให้โทษ” เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๓๐

(๗) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “หน่วยการใช้” เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๘) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “การบำบัดรักษา” เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๓๐

(๙) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “สถานพยาบาล” แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๑๐) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “เภสัชกร” แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

“ตำรับยา” หมายความว่า สูตรของสิ่งปรุงไม่ว่าจะมีรูปลักษณะใดที่มียาเสพติดให้โทษรวมอยู่ด้วย ทั้งนี้ รวมทั้งยาเสพติดให้โทษที่มีลักษณะเป็นวัตถุสำเร็จรูปทางเภสัชกรรมซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้แก่คนหรือสัตว์ได้

(๑๑) “ข้อความ” หมายความว่า ความรวมถึงการกระทำให้ปรากฏด้วยตัวอักษร ภาพ ภาพยนตร์ แสง เสียง เครื่องหมายหรือการกระทำอย่างใด ๆ ที่ทำให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจความหมายได้

(๑๒) “โฆษณา” หมายความว่า การทำการไม่ว่าด้วยวิธีใดๆ ให้ประชาชนเห็นหรือทราบข้อความ เพื่อประโยชน์ในทางการค้า แต่ไม่หมายความรวมถึงเอกสารทางวิชาการหรือตำราที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน

“ผู้รับอนุญาต” หมายความว่า ผู้ได้รับใบอนุญาตตามพระราชบัญญัตินี้

“ผู้อนุญาต” หมายความว่า เลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยา หรือผู้ซึ่งได้รับมอบหมายจากเลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยา

“คณะกรรมการ” หมายความว่า คณะกรรมการควบคุมยาเสพติดให้โทษตามพระราชบัญญัตินี้

“พนักงานเจ้าหน้าที่” หมายความว่า ผู้ซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งให้ปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

“เลขาธิการ” หมายความว่า เลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยา

“รัฐมนตรี” หมายความว่า รัฐมนตรีผู้รักษาการตามพระราชบัญญัตินี้

มาตรา ๕ พระราชบัญญัตินี้ไม่ใช้บังคับแก่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข แต่ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข รายงานการรับ การจ่าย การเก็บรักษา และวิธีการปฏิบัติอย่างอื่นที่เกี่ยวกับการควบคุมยาเสพติดให้โทษให้คณะกรรมการทราบทุกหกเดือน แล้วให้คณะกรรมการเสนอพร้อมทั้งให้ความเห็นต่อรัฐมนตรีเพื่อสั่งการต่อไป

มาตรา ๖ ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขรักษาการตามพระราชบัญญัตินี้ และให้มีอำนาจแต่งตั้งพนักงานเจ้าหน้าที่ ออกกฎกระทรวงกำหนดค่าธรรมเนียมไม่เกินอัตราตามบัญชีท้าย

(๑๑) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “ข้อความ” เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๑๒) มาตรา ๔ นิยามคำว่า “โฆษณา” เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

พระราชบัญญัตินี้ ยกเว้นค่าธรรมเนียม และกำหนดกิจการอื่น กับออกประกาศ ทั้งนี้ เพื่อปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

กฎกระทรวงและประกาศนั้น เมื่อได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้วให้ใช้บังคับได้

มาตรา ๗ ยาเสพติดให้โทษแบ่งออกเป็น ๕ ประเภท คือ

(๑) ประเภท ๑ ยาเสพติดให้โทษชนิดร้ายแรง เช่น เฮโรอีน (Heroin)

(๒) ประเภท ๒ ยาเสพติดให้โทษทั่วไป เช่น มอร์ฟีน (Morphine) โคคาอีน (Cocaine) โคเดอีน (Codeine) ผีนยา (Medicinal Opium)

(๓) ประเภท ๓ ยาเสพติดให้โทษที่มีลักษณะเป็นตำรับยา และมียาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ ผสมอยู่ด้วย ตามหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

(๔) ประเภท ๔ สารเคมีที่ใช้ในการผลิตยาเสพติดให้โทษประเภท ๑ หรือประเภท ๒ เช่น อาเซติกแอนไฮไดรด์ (Acetic Anhydride) อาเซทิลคลอไรด์ (Acetyl Chloride)

(๕) ประเภท ๕ ยาเสพติดให้โทษที่มีได้เข้าอยู่ในประเภท ๑ ถึงประเภท ๔ เช่น กัญชา พืชกระท่อม

ทั้งนี้ ตามที่รัฐมนตรีประกาศระบุชื่อยาเสพติดให้โทษตามมาตรา ๘ (๑)

เพื่อประโยชน์แห่งมาตรานี้ คำว่า ผีนยา (Medicinal Opium) หมายถึง ผืนที่ได้ผ่านกรรมวิธีปรุงแต่งโดยมีความมุ่งหมายเพื่อใช้ในทางยา

มาตรา ๘ ให้รัฐมนตรีโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๑) ระบุชื่อยาเสพติดให้โทษว่า ยาเสพติดให้โทษชื่อใดอยู่ในประเภทใด ตามมาตรา ๗

(๒) เพิกถอนหรือเปลี่ยนแปลงชื่อหรือประเภทยาเสพติดให้โทษตาม (๑)

(๓) กำหนดมาตรฐานว่าด้วยปริมาณ ส่วนประกอบ คุณภาพ ความบริสุทธิ์ หรือลักษณะอื่นของยาเสพติดให้โทษตลอดจนการบรรจุและการเก็บรักษายาเสพติดให้โทษ

(๓) มาตรา ๗ (๓) แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๓๐

(๔) กำหนดจำนวนและจำนวนเพิ่มเติมซึ่งยาเสพติดให้โทษที่จะต้องใช้ในการแพทย์และทางวิทยาศาสตร์ที่ราชอาณาจักรประจำปี

(๑๔)(๕) กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการในการกำหนดปริมาณยาเสพติดให้โทษที่ผู้อนุญาตจะอนุญาตให้ผลิต นำเข้า จำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครองได้

(๑๕)(๖) กำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ตามมาตรา ๗ (๓)

(๗) จัดตั้งสถานพยาบาล

(๘) กำหนดระเบียบข้อบังคับ เพื่อควบคุมการบำบัดรักษาและระเบียบวินัยสำหรับสถานพยาบาล

## หมวด ๑๐

### มาตรการควบคุมพิเศษ

มาตรา ๕๗ ห้ามมิให้ผู้ใดเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ หรือประเภท ๕

มาตรา ๕๘ ห้ามมิให้ผู้ใดเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ เว้นแต่การเสพนั้นเป็นการเสพเพื่อการรักษาโรคตามคำสั่งของผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรม หรือผู้ประกอบโรคศิลปะแผนปัจจุบันชั้นหนึ่งในสาขาทันตกรรมที่ได้รับใบอนุญาตตามมาตรา ๑๗

(๒๑) มาตรา ๕๘/๑ ในกรณีจำเป็นและมีเหตุอันควรเชื่อได้ว่ามีบุคคลหรือกลุ่มบุคคลใดเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ ประเภท ๒ หรือประเภท ๕ อันเป็นความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ในเคหสถาน สถานที่ใด ๆ หรือยานพาหนะ ให้พนักงานฝ่ายปกครอง หรือตำรวจ หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ มีอำนาจตรวจ หรือทดสอบ หรือสั่งให้รับการตรวจหรือทดสอบว่าบุคคลหรือกลุ่มบุคคลนั้นมียาเสพติดให้โทษดังกล่าวอยู่ในร่างกายหรือไม่

(๑๔) มาตรา ๘ (๕) แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๑๕) มาตรา ๘ (๖) แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๓๐

(๒๑) มาตรา ๕๘/๑ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

พนักงานฝ่ายปกครอง หรือตำรวจ หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ ตำแหน่งใด ระดับใด หรือชั้นยศใด จะมีอำนาจหน้าที่ตามที่ได้กำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งทั้งหมด หรือแต่บางส่วน หรือจะต้องได้รับอนุมัติจากบุคคลใดก่อนดำเนินการ ให้เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดด้วยความเห็นชอบของคณะกรรมการ โดยทำเอกสารมอบหมายให้ไว้ประจำตัวพนักงานฝ่ายปกครอง หรือตำรวจ หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายนั้น

วิธีการตรวจหรือการทดสอบตามวรรคหนึ่งให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขที่คณะกรรมการกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ทั้งนี้ ในประกาศดังกล่าวอย่างน้อยต้องมี มาตรการเกี่ยวกับการแสดงความบริสุทธิ์ของพนักงานฝ่ายปกครอง หรือตำรวจ หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติหน้าที่ และมาตรการเกี่ยวกับการห้ามเปิดเผยผลการตรวจหรือทดสอบแก่ผู้ที่ไม่มีความเกี่ยวข้อง ในกรณีที่ปรากฏผลเบื้องต้นเป็นที่สงสัยว่ามียาเสพติดให้โทษอยู่ในร่างกาย จนกว่าจะได้มีการตรวจยืนยันผลเป็นที่แน่นอนแล้ว

มาตรา ๕๙ ให้รัฐมนตรีกำหนดจำนวนยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ ที่จะต้องใช้ในทางการแพทย์และทางวิทยาศาสตร์ทั่วราชอาณาจักรประจำปี โดยให้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาไม่ช้ากว่าเดือนมกราคมของแต่ละปี และให้กำหนดจำนวนเพิ่มเติมได้ในกรณีจำเป็นโดยให้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเช่นกัน

<sup>(๓๐)</sup>มาตรา ๖๐ ในกรณีที่ผู้รับอนุญาตประสงค์ที่จะจำหน่ายหรือมีไว้ในครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ เกินปริมาณที่กำหนดไว้ตามมาตรา ๘ (๕) ให้ยื่นคำขอรับใบอนุญาตเป็นกรณีพิเศษ

การขอรับใบอนุญาตและการออกใบอนุญาตให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง ให้นำบทบัญญัติในมาตรา ๘ (๕) มาใช้บังคับโดยอนุโลม

มาตรา ๖๑ ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตจำหน่ายหรือมีไว้ในครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ ตายก่อนใบอนุญาตสิ้นอายุ ให้ทายาท ผู้ครอบครองหรือผู้จัดการมรดกแจ้งให้ผู้อนุญาตทราบภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่ผู้รับอนุญาตตาย และให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจยึดยาเสพติดให้โทษที่ผู้รับอนุญาตมีเหลือมาเก็บรักษาไว้ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ยาเสพติดให้โทษที่ยึดไว้นั้นให้กระทรวงสาธารณสุขจ่ายค่าตอบแทนตามที่เห็นสมควร

<sup>(๓๐)</sup> มาตรา ๖๐ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

มาตรา ๖๒ ให้ผู้รับอนุญาตตามมาตรา ๑๗ มาตรา ๒๐ และมาตรา ๒๖ จัดให้มีการทำบัญชีรับจ่ายยาเสพติดให้โทษและเสนอรายงานต่อเลขาธิการเป็นรายเดือนและรายปี บัญชีดังกล่าวให้เก็บรักษาไว้และพร้อมที่จะแสดงต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ได้ตลอดเวลาในขณะเปิดทำการ ทั้งนี้ ภายในห้าปีนับแต่วันที่ลงรายการครั้งสุดท้ายในบัญชี บัญชีรับจ่ายยาเสพติดให้โทษตามวรรคหนึ่ง ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา ๖๓ เมื่อได้จัดตั้งสถานพยาบาลสำหรับบำบัดรักษาผู้ติดยาเสพติดให้โทษตามมาตรา ๘ (๗) แล้ว ให้รัฐมนตรีกำหนดระเบียบข้อบังคับเพื่อควบคุมการบำบัดรักษา และระเบียบวินัยสำหรับสถานพยาบาลดังกล่าวด้วย

### หมวด ๑๑

#### การนำผ่านซึ่งยาเสพติดให้โทษ

มาตรา ๖๔ ในการนำผ่านซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ ประเภท ๒ ประเภท ๔ และประเภท ๕ ต้องมีใบอนุญาตของเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจของประเทศที่ส่งออกนั้นมาพร้อมกับยาเสพติดให้โทษและต้องแสดงใบอนุญาตดังกล่าวต่อพนักงานศุลกากร ก็ต้องยินยอมให้พนักงานศุลกากรเก็บรักษาหรือควบคุมยาเสพติดให้โทษนั้นไว้

ให้พนักงานศุลกากรเก็บรักษาหรือควบคุมยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ ประเภท ๒ ประเภท ๔ และประเภท ๕ นั้นไว้ในที่สมควรจนกว่าผู้ที่นำผ่านซึ่งยาเสพติดให้โทษจะนำยาเสพติดให้โทษดังกล่าวออกไปนอกราชอาณาจักร

ในกรณีที่ผู้นำผ่านซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ ประเภท ๒ ประเภท ๔ และประเภท ๕ ไม่นำยาเสพติดให้โทษดังกล่าวออกไปนอกราชอาณาจักรภายในกำหนดเวลาสามสิบวันนับแต่วันนำเข้า ให้พนักงานศุลกากรรายงานให้เลขาธิการทราบ เลขาธิการมีอำนาจออกคำสั่งให้ผู้นำผ่านซึ่งยาเสพติดให้โทษนำยาเสพติดให้โทษดังกล่าวออกไปนอกราชอาณาจักรภายในกำหนดหกสิบวันนับแต่วันที่ออกคำสั่ง ในกรณีผู้ได้รับคำสั่งไม่ปฏิบัติตาม ให้ยาเสพติดให้โทษดังกล่าวตกเป็นของกระทรวงสาธารณสุข

## หมวด ๑๒

### บทกำหนดโทษ

(๓๒) มาตรา ๖๕ ผู้ใดผลิต นำเข้า หรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๑๕ ต้องระวางโทษจำคุกตลอดชีวิตและปรับตั้งแต่หนึ่งล้านบาทถึงห้าล้านบาท

ถ้าการกระทำความผิดตามวรรคหนึ่งเป็นการกระทำเพื่อจำหน่าย ต้องระวางโทษประหารชีวิต

ถ้าการกระทำความผิดตามวรรคหนึ่งเป็นการผลิตโดยการแบ่งบรรจุ หรือรวมบรรจุ และมีปริมาณคำนวณเป็นสารบริสุทธิ์ หรือมีจำนวนหน่วยการใช้ หรือน้ำหนักสุทธิไม่ถึงปริมาณที่กำหนดตามมาตรา ๑๕ วรรคสาม ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สี่ปีถึงสิบห้าปี หรือปรับตั้งแต่แปดหมื่นบาทถึงสามแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้าการกระทำความผิดตามวรรคสามเป็นการกระทำเพื่อจำหน่าย ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สี่ปีถึงจำคุกตลอดชีวิตและปรับตั้งแต่สี่แสนบาทถึงห้าล้านบาท

<sup>(๓๓)</sup> มาตรา ๖๖ ผู้ใดจำหน่ายหรือมีไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ โดยไม่ได้รับอนุญาตและมีปริมาณคำนวณเป็นสารบริสุทธิ์ หรือมีจำนวนหน่วยการใช้ หรือน้ำหนักสุทธิไม่ถึงปริมาณที่กำหนดตามมาตรา ๑๕ วรรคสาม ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สี่ปีถึงสิบห้าปี หรือปรับตั้งแต่แปดหมื่นบาทถึงสามแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้ายาเสพติดให้โทษตามวรรคหนึ่งมีปริมาณคำนวณเป็นสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ปริมาณที่กำหนดตามมาตรา ๑๕ วรรคสาม แต่ไม่เกินยี่สิบกรัม ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สี่ปีถึงจำคุกตลอดชีวิตและปรับตั้งแต่สี่แสนบาทถึงห้าล้านบาท

ถ้ายาเสพติดให้โทษตามวรรคหนึ่งมีปริมาณคำนวณเป็นสารบริสุทธิ์เกินยี่สิบกรัมขึ้นไปต้องระวางโทษจำคุกตลอดชีวิตและปรับตั้งแต่หนึ่งล้านบาทถึงห้าล้านบาท หรือประหารชีวิต

<sup>(๓๒)</sup> มาตรา ๖๕ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

<sup>(๓๓)</sup> มาตรา ๖๖ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๓๔) มาตรา ๖๗ ผู้ใดมีไว้ในครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ โดยไม่ได้รับอนุญาต และมีปริมาณคำนวณเป็นสารบริสุทธิ์ หรือมีจำนวนหน่วยการใช้ หรือมีน้ำหนักสุทธิไม่ถึงปริมาณที่กำหนดตามมาตรา ๑๕ วรรคสาม ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสิบปี หรือปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๓๕) มาตรา ๖๘ ผู้ใดผลิต นำเข้า หรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๑๖ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสิบปี และปรับตั้งแต่หนึ่งแสนบาทถึงหนึ่งล้านบาท

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดเป็นมอร์ฟิน ฝิ่น หรือโคคาอิน ผู้นั้นต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ยี่สิบปีถึงจำคุกตลอดชีวิต และปรับตั้งแต่สองล้านบาทถึงห้าล้านบาท

(๓๖) มาตรา ๖๙ ผู้ใดมีไว้ในครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๑๗ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปี หรือปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ผู้ใดจำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๑๗ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสิบปี หรือปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดตามวรรคสองเป็นมอร์ฟิน ฝิ่น หรือโคคาอิน มีปริมาณคำนวณเป็นสารบริสุทธิ์ไม่ถึงหนึ่งร้อยกรัม ผู้นั้นต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สามปีถึงยี่สิบปี หรือปรับตั้งแต่หกหมื่นบาทถึงสี่แสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ แต่ถ้ามอร์ฟิน ฝิ่น หรือโคคาอินนั้นมีปริมาณคำนวณเป็นสารบริสุทธิ์ตั้งแต่หนึ่งร้อยกรัมขึ้นไป ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ห้าปีถึงจำคุกตลอดชีวิต และปรับตั้งแต่ห้าแสนบาทถึงห้าล้านบาท

ถ้าผู้ได้รับใบอนุญาตตามมาตรา ๑๗ กระทำการฝ่าฝืนตามวรรคหนึ่ง วรรคสอง หรือวรรคสาม ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปี และปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท

(๓๗) มาตรา ๗๐ ผู้ใดผลิตหรือนำเข้าซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๐ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสามปี และปรับตั้งแต่หนึ่งแสนบาทถึงสามแสนบาท

(๓๔) มาตรา ๖๗ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๓๕) มาตรา ๖๘ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๓๖) มาตรา ๖๙ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๓๗) มาตรา ๗๐ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕



(๓๘) มาตรา ๗๑ ผู้ใดจำหน่าย มีไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่าย หรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๐ วรรคหนึ่ง โดยมีจำนวนยาเสพติดให้โทษไม่เกินที่กำหนดตามมาตรา ๒๐ วรรคสี่ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

กรณีตามวรรคหนึ่ง ถ้ามียาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ เกินจำนวนตามมาตรา ๒๐ วรรคสี่ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี และปรับไม่เกินสองแสนบาท

(๓๙) มาตรา ๗๒ ผู้ใดนำเข้าหรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๒ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี และปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท

(๔๐) มาตรา ๗๓ ผู้ใดผลิต นำเข้า ส่งออก จำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๔ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๖ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสิบปี และปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงสองแสนบาท

กรณีตามวรรคหนึ่ง ถ้ามียาเสพติดให้โทษในประเภท ๔ ตั้งแต่สิบกิโลกรัมขึ้นไป ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสิบห้าปี และปรับตั้งแต่หนึ่งแสนบาทถึงหนึ่งล้านห้าแสนบาท

(๔๑) มาตรา ๗๔ ผู้ใดมีไว้ในครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๔ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๖ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปี หรือปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๔๒) มาตรา ๗๕ ผู้ใดผลิต นำเข้า หรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๖ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สองปีถึงสิบห้าปี และปรับตั้งแต่สองแสนบาทถึงหนึ่งล้านห้าแสนบาท

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดดังกล่าวมานั้นเป็นพืชกระท่อม ผู้นั้นต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี และปรับไม่เกินสองแสนบาท

(๓๘) มาตรา ๗๑ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๓๙) มาตรา ๗๒ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔๐) มาตรา ๗๓ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔๑) มาตรา ๗๔ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔๒) มาตรา ๗๕ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

<sup>(๔๓)</sup> มาตรา ๓๖ ผู้ใดมีไว้ในครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๖ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปี หรือปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดดังกล่าวมาในวรรคหนึ่งนั้นเป็นพืชกระท่อม ผู้นั้นต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

<sup>(๔๔)</sup> มาตรา ๓๖/๑ ผู้ใดจำหน่ายหรือมีไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๒๖ วรรคหนึ่ง โดยมีจำนวนยาเสพติดให้โทษไม่ถึงสิบกิโลกรัม ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สองปีถึงสิบปี หรือปรับตั้งแต่สี่หมื่นบาทถึงสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

กรณีตามวรรคหนึ่ง ถ้ามียาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ ตั้งแต่สิบกิโลกรัมขึ้นไป ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สองปีถึงสิบห้าปี และปรับตั้งแต่สองแสนบาทถึงหนึ่งล้านห้าแสนบาท

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดดังกล่าวมาในวรรคหนึ่งนั้นเป็นพืชกระท่อม ผู้นั้นต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี หรือปรับไม่เกินสี่หมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดดังกล่าวมาในวรรคสองนั้นเป็นพืชกระท่อม ผู้นั้นต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี และปรับไม่เกินสองแสนบาท

<sup>(๔๕)</sup> มาตรา ๓๗ ผู้รับอนุญาตผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา ๒๗ ต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

<sup>(๔๖)</sup> มาตรา ๓๘ ผู้รับอนุญาตผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา ๒๘ มาตรา ๓๐ หรือมาตรา ๓๑ ต้องระวางโทษปรับไม่เกินสี่หมื่นบาท

<sup>(๔๗)</sup> มาตรา ๓๙ ผู้รับอนุญาตผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา ๓๒ มาตรา ๓๓ หรือมาตรา ๓๔ ต้องระวางโทษปรับไม่เกินหนึ่งแสนบาท

<sup>(๔๓)</sup> มาตรา ๓๖ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

<sup>(๔๔)</sup> มาตรา ๓๖/๑ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

<sup>(๔๕)</sup> มาตรา ๓๗ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

<sup>(๔๖)</sup> มาตรา ๓๘ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

<sup>(๔๗)</sup> มาตรา ๓๙ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔๘) มาตรา ๘๐ ผู้รับอนุญาตผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๓๕ วรรคหนึ่ง ต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

(๔๙) มาตรา ๘๑ เกษังกรผู้มีหน้าที่ควบคุมผู้ใดไม่ปฏิบัติตามการให้เป็นไปตามมาตรา ๓๖ มาตรา ๓๗ หรือมาตรา ๓๘ ต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

(๕๐) มาตรา ๘๒ ผู้ใดผลิต นำเข้า หรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ปลอม อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๓๙ (๑) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สามปีถึงยี่สิบปี และปรับตั้งแต่สามแสนบาทถึงสองล้านบาท

(๕๑) มาตรา ๘๓ ผู้ใดจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ปลอม อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๓๙ (๑) ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปี และปรับไม่เกินห้าแสนบาท

(๕๒) มาตรา ๘๔ ผู้ใดผลิต นำเข้า หรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ผิดมาตรฐานหรือยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ เสื่อมคุณภาพ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๓๙ (๒) หรือ (๓) ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสามปี หรือปรับไม่เกินหกหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๕๓) มาตรา ๘๕ ผู้ใดจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ผิดมาตรฐานหรือยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ เสื่อมคุณภาพ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๓๙ (๒) หรือ (๓) ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๕๔) มาตรา ๘๖ ผู้ใดผลิต นำเข้า หรือส่งออกซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ที่ต้องขึ้นทะเบียนตำรับยาแต่ไม่ได้ขึ้นทะเบียนตำรับยา หรือยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียนตำรับยาอันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๓๙ (๔) หรือ (๕) ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปี และปรับไม่เกินห้าแสนบาท

(๔๘) มาตรา ๘๐ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔๙) มาตรา ๘๑ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๐) มาตรา ๘๒ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๑) มาตรา ๘๓ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๒) มาตรา ๘๔ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๓) มาตรา ๘๕ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๔) มาตรา ๘๖ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๕) มาตรา ๘๗ ผู้ใดจำหน่ายยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ที่ต้องขึ้นทะเบียนตำรับยาแต่ไม่ได้ขึ้นทะเบียนตำรับยา หรือยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ ที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียนตำรับยา อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๓๙ (๔) หรือ (๕) ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสามปี และปรับไม่เกินสามแสนบาท

(๕๖) มาตรา ๘๘ ผู้ใดแก้ไขรายการทะเบียนตำรับยาเสพติดให้โทษในประเภท ๓ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๔๔ วรรคหนึ่ง ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๕๗) มาตรา ๘๙ ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา ๔๘ หรือมาตรา ๔๘/๑ หรือไม่ปฏิบัติตามกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา ๔๘ หรือมาตรา ๔๘/๑ หรือไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของผู้อนุญาตตามมาตรา ๔๘/๒ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี หรือปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๕๘) มาตรา ๘๙/๑ ถ้าการกระทำตามมาตรา ๘๙ เป็นการกระทำของเจ้าของสื่อโฆษณา หรือผู้ประกอบการโฆษณา ผู้กระทำต้องระวางโทษเพียงกึ่งหนึ่งของโทษที่บัญญัติไว้สำหรับความผิดนั้น

(๕๙) มาตรา ๘๙/๒ ถ้าการกระทำความผิดตามมาตรา ๘๙ หรือมาตรา ๘๙/๑ เป็นความผิดต่อเนื่อง ผู้กระทำต้องระวางโทษปรับวันละไม่เกินห้าพันบาท หรือไม่เกินสองเท่าของค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการโฆษณานั้น ตลอดระยะเวลาที่ยังฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตาม

(๖๐) มาตรา ๙๐ ผู้ใดไม่อำนวยความสะดวกตามสมควรแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรา ๔๙ หรือขัดขวางการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเจ้าหน้าที่ตามมาตรา ๕๕ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๕๕) มาตรา ๘๗ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๖) มาตรา ๘๘ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๗) มาตรา ๘๙ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๘) มาตรา ๘๙/๑ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๕๙) มาตรา ๘๙/๒ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๐) มาตรา ๙๐ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๑) มาตรา ๙๑ ผู้ใดเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๕๗ หรือยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๕๘ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หกเดือนถึงสามปี หรือปรับตั้งแต่หนึ่งหมื่นบาทถึงหกหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๖๒) มาตรา ๙๒ ผู้ใดเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา ๕๗ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดดังกล่าวมานั้นเป็นพืชกระท่อม ผู้นั้นต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งเดือน หรือปรับไม่เกินสองพันบาท

(๖๓) มาตรา ๙๒/๑ ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของพนักงานฝ่ายปกครอง หรือตำรวจ หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ซึ่งสั่งตามมาตรา ๕๘/๑ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท

(๖๔) มาตรา ๙๓ ผู้ใดใช้อุบายหลอกลวง ชูเชิญ ใช้กำลังประทุษร้าย ใช้อำนาจครอบงำผิดคลองธรรม หรือใช้วิธีข่มขืนใจด้วยประการอื่นใด ให้ผู้อื่นเสพยาเสพติดให้โทษ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสิบปี และปรับตั้งแต่หนึ่งแสนบาทถึงหนึ่งล้านบาท

ถ้าได้กระทำโดยมีอาวุธ หรือโดยร่วมกระทำความผิดด้วยกันตั้งแต่สองคนขึ้นไป ผู้กระทำต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สองปีถึงสิบห้าปี และปรับตั้งแต่สองแสนบาทถึงหนึ่งล้านบาท

ถ้าการกระทำตามวรรคหนึ่งหรือวรรคสอง เป็นการกระทำต่อหญิงหรือต่อบุคคลซึ่งยังไม่บรรลุนิติภาวะ หรือเป็นการกระทำเพื่อจูงใจให้ผู้อื่นกระทำความผิดทางอาญา หรือเพื่อประโยชน์แก่ตนเองหรือผู้อื่นในการกระทำความผิดทางอาญา ผู้กระทำต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สามปีถึงจำคุกตลอดชีวิต และปรับตั้งแต่สามแสนบาทถึงห้าล้านบาท

(๖๑) มาตรา ๙๑ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๒) มาตรา ๙๒ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๓) มาตรา ๙๒/๑ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๔) มาตรา ๙๓ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดตามวรรคสามเป็นมอร์ฟิน หรือ โคคาอิน ผู้กระทำได้ระวางโทษเพิ่มขึ้นอีกกึ่งหนึ่ง และถ้าเป็นการกระทำต่อหญิงหรือต่อบุคคลซึ่งยังไม่บรรลุนิติภาวะ ผู้กระทำได้ระวางโทษจำคุกตลอดชีวิต และปรับตั้งแต่หนึ่งล้านบาทถึงห้าล้านบาท

ถ้ายาเสพติดให้โทษซึ่งเป็นวัตถุแห่งการกระทำความผิดตามวรรคสามเป็นเฮโรอีน ผู้กระทำได้ระวางโทษเป็นสองเท่า และถ้าเป็นการกระทำต่อหญิงหรือต่อบุคคลซึ่งยังไม่บรรลุนิติภาวะ ผู้กระทำได้ระวางโทษประหารชีวิต

(๖๕) มาตรา ๙๓/๑ ผู้ใดยุยงส่งเสริมให้ผู้อื่นเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ หรือยาเสพติดให้โทษในประเภท ๒ โดยฝ่าฝืนบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงห้าปี หรือปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้าการกระทำตามวรรคหนึ่งเป็นการยุยงส่งเสริมให้ผู้อื่นเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๖๖) มาตรา ๙๓/๒ ผู้ใดใช้อุบายหลอกลวง ชูเชิญ ใช้กำลังประทุษร้าย ใช้อำนาจครอบงำผิดคลองธรรม หรือใช้วิธีข่มขืนใจด้วยประการอื่นใดให้ผู้อื่นกระทำความผิดฐานผลิต นำเข้า ส่งออก จำหน่าย ครอบครองเพื่อจำหน่าย หรือครอบครองซึ่งยาเสพติดให้โทษ ต้องระวางโทษเป็นสองเท่าของโทษที่กฎหมายบัญญัติไว้สำหรับความผิดนั้น

(๖๗) มาตรา ๙๔ ผู้ใดเสพยาเสพติดให้โทษ เสพและมีไว้ในครอบครอง เสพและมีไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่าย หรือเสพและจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษตามลักษณะ ชนิด ประเภท และปริมาณที่กำหนดในกฎกระทรวง และได้สมัครใจขอเข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลก่อนความผิดจะปรากฏต่อพนักงานเจ้าหน้าที่หรือพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจ อีกทั้งได้ปฏิบัติตามระเบียบตามระเบียบข้อบังคับเพื่อควบคุมการบำบัดรักษาและระเบียบวินัยสำหรับสถานพยาบาลดังกล่าว จนได้รับการรับรองเป็นหนังสือจากพนักงานเจ้าหน้าที่ที่รัฐมนตรีกำหนดแล้ว ให้พ้นจากความผิดตามที่กฎหมายบัญญัติไว้ แต่ทั้งนี้ไม่รวมถึงกรณีความผิดที่ได้กระทำไปภายหลังการสมัครใจเข้ารับการรักษา

(๖๕) มาตรา ๙๓/๑ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๖) มาตรา ๙๓/๒ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๗) มาตรา ๙๔ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

การรับเข้าบำบัดรักษาในสถานพยาบาลตามวรรคหนึ่งให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ และวิธีการที่ คณะกรรมการประกาศกำหนด

(๖๘) มาตรา ๙๔/๑ ผู้ใดทำการบำบัดรักษาผู้ติดยาเสพติดให้โทษเป็นปกติธุระโดยใช้ยา ตามกฎหมายว่าด้วยยา วัตถุออกฤทธิ์ตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท หรือยา เสพติดให้โทษตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ หรือกระทำการบำบัดรักษาผู้ติดยาเสพติดให้โทษ ไม่ว่าโดยวิธีอื่นใด ซึ่งมีได้กระทำในสถานพยาบาลตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัตินี้ ไม่ว่าจะได้รับ ประโยชน์ตอบแทนหรือไม่ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หกเดือนถึงสามปี และปรับตั้งแต่ห้าหมื่นบาทถึง สามแสนบาท

(๖๙) มาตรา ๙๕ ทายาท ผู้ครอบครอง หรือผู้จัดการมรดกผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา ๖๑ ต้อง ระวางโทษปรับไม่เกินสองพันบาท

(๗๐) มาตรา ๙๖ ผู้รับอนุญาตผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๖๒ วรรคหนึ่ง ต้องระวางโทษ ปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท

มาตรา ๙๗ ผู้ใดต้องคำพิพากษาถึงที่สุดให้ลงโทษจำคุกสำหรับความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ถ้ากระทำความผิดตามพระราชบัญญัตินี้อีกในระหว่างที่ยังต้องรับโทษอยู่หรือภายในเวลาห้าปีนับแต่ วันพ้นโทษ หากศาลจะพิพากษาลงโทษครั้งหลังถึงจำคุก ให้เพิ่มโทษที่จะลงแก่ผู้นั้นอีกกึ่งหนึ่งของโทษ ที่ศาลกำหนดสำหรับความผิดครั้งหลัง

มาตรา ๙๘ ผู้ใดต้องโทษตามมาตรา ๙๑ หรือมาตรา ๙๒ เป็นครั้งที่สาม เมื่อพ้นโทษแล้ว ให้ พนักงานเจ้าหน้าที่โดยคำสั่งรัฐมนตรีนำไปควบคุมไว้ ณ สถานพยาบาลที่รัฐมนตรีประกาศจัดตั้งขึ้น โดยเฉพาะ และให้ทำการบำบัดรักษาจนกว่าจะได้รับการรับรองเป็นหนังสือจากพนักงานเจ้าหน้าที่ที่ รัฐมนตรีกำหนดว่าเป็นผู้ได้รับการบำบัดรักษาครบถ้วนตามระเบียบข้อบังคับเพื่อควบคุมการ บำบัดรักษาและระเบียบวินัยสำหรับสถานพยาบาลดังกล่าวแล้ว

(๖๘) มาตรา ๙๔/๑ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๖๙) มาตรา ๙๕ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๗๐) มาตรา ๙๖ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๗๑) มาตรา ๙๙ ผู้ใดหลบหนีไปในระหว่างที่ถูกควบคุมไว้ ณ สถานพยาบาลตามมาตรา ๙๘ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

(๗๒) มาตรา ๑๐๐ กรรมการหรือพนักงานเจ้าหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ หรือข้าราชการหรือพนักงานองค์การหรือหน่วยงานของรัฐผู้ใดผลิต นำเข้า ส่งออก จำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่ายซึ่งยาเสพติดให้โทษ หรือสนับสนุนในการกระทำความผิดดังกล่าว อันเป็นการกระทำความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ต้องระวางโทษเป็นสามเท่าของโทษที่กำหนดไว้สำหรับความผิดนั้น

(๗๓) มาตรา ๑๐๐/๑ ความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ที่มีโทษจำคุกและปรับ ให้ศาลลงโทษจำคุกและปรับด้วยเสมอ โดยคำนึงถึงการลงโทษในทางทรัพย์สินเพื่อป้องกันการกระทำความผิดเกี่ยวกับยาเสพติดให้โทษ

ถ้าศาลเห็นว่าการกระทำความผิดของผู้ใดเมื่อได้พิเคราะห์ถึงความร้ายแรงของการกระทำความผิด ฐานะของผู้กระทำความผิดและพฤติการณ์ที่เกี่ยวข้องประกอบแล้ว กรณีมีเหตุอันสมควรเป็นการเฉพาะราย ศาลจะลงโทษปรับน้อยกว่าอัตราโทษขั้นต่ำที่กำหนดไว้สำหรับความผิดนั้นก็ได้

(๗๔) มาตรา ๑๐๐/๒ ถ้าศาลเห็นว่าผู้กระทำความผิดผู้ใดได้ให้ข้อมูลที่สำคัญและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปราบปรามการกระทำความผิดเกี่ยวกับยาเสพติดให้โทษต่อพนักงานฝ่ายปกครอง หรือตำรวจ หรือพนักงานสอบสวน ศาลจะลงโทษผู้นั้นน้อยกว่าอัตราโทษขั้นต่ำที่กำหนดไว้สำหรับความผิดนั้นก็ได้

(๗๕) มาตรา ๑๐๑ ในกรณีที่มีการยึดยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ ประเภท ๒ หรือประเภท ๓ ตามมาตรา ๔๙ (๒) หรือตามกฎหมายอื่นและไม่มีผู้ฟ้องคดีต่อศาล ถ้าไม่มีผู้ใดมาอ้างว่าเป็นเจ้าของภายในกำหนดหกเดือนนับแต่วันที่ยึด ให้ยาเสพติดให้โทษนั้นตกเป็นของกระทรวงสาธารณสุข

(๗๖) มาตรา ๑๐๑ ทวิ ในกรณีที่มีการยึดยาเสพติดให้โทษในประเภท ๔ หรือประเภท ๕ ตามมาตรา ๔๙ (๒) หรือตามกฎหมายอื่น ไม่ว่าจะมีการฟ้องคดีต่อศาลหรือไม่ก็ตาม เมื่อได้มีการตรวจ

(๗๑) มาตรา ๙๙ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๗๒) มาตรา ๑๐๐ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๗๓) มาตรา ๑๐๐/๑ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๗๔) มาตรา ๑๐๐/๒ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕

(๗๕) มาตรา ๑๐๑ แก้ไขโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๓๐

(๗๖) มาตรา ๑๐๑ ทวิ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๓๐



พิสูจน์ชนิดและปริมาณแล้วว่าเป็นยาเสพติดให้โทษในประเภทดังกล่าว โดยบันทึกรายงานการตรวจพิสูจน์ไว้ ให้กระทรวงสาธารณสุขหรือผู้ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขมอบหมายทำลายหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามระเบียบที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด

มาตรา ๑๐๒ บรรดา ยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ ประเภท ๒ ประเภท ๔ หรือประเภท ๕ เครื่องมือ เครื่องใช้ ยานพาหนะหรือวัตถุอื่นซึ่งบุคคลได้ใช้ในการกระทำความผิดเกี่ยวกับยาเสพติดให้โทษอันเป็นความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ให้ริบเสียทั้งสิ้น

(๗๗) มาตรา ๑๐๒ ทวิ ในกรณีที่มีการฟ้องคดีความผิดเกี่ยวกับยาเสพติดให้โทษในประเภท ๑ หรือในประเภท ๒ ต่อศาล และได้มีการโต้แย้งเรื่องประเภท จำนวน หรือน้ำหนักของยาเสพติดให้โทษ ถ้าศาลชั้นต้นมีคำพิพากษาหรือคำสั่งให้ริบยาเสพติดให้โทษดังกล่าวตามมาตรา ๑๐๒ หรือตามกฎหมายอื่น และไม่มีคำเสนอว่าผู้เป็นเจ้าของแท้จริงไม่ได้รู้เห็นเป็นใจด้วยในการกระทำความผิดภายในกำหนดสามสิบวันนับแต่วันที่ศาลมีคำพิพากษาหรือคำสั่งให้ริบยาเสพติดให้โทษนั้น ให้กระทรวงสาธารณสุขหรือผู้ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขมอบหมายทำลายหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามระเบียบที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(๗๗) มาตรา ๑๐๒ ทวิ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ ๔) พ.ศ. ๒๕๔๓

## ภาคผนวก ข.

ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาลักษณะของเมทแอมเฟตามีนต่ออัตราการเจริญเติบโตของแมลงวัน *Musca domestica* ในแต่ละช่วงเวลาในความเข้มข้นต่าง ๆ (จำนวน 180 ตัวอย่าง)

ชั่วโมงที่	ความเข้มข้น (ng/mL)	ความยาวของตัวหนอน แมลงวัน (mm.)	GC-MS (จำนวนหนอน 30 ตัว)
24	0 ng/mL (control group)	2.5	ไม่มีการตรวจวิเคราะห์ ในชั่วโมงที่ 24
		3	
		3.5	
		3	
		3	
		3	
		3	
		3	
		3	
	50 ng/mL	4	
		4	
		4	
		3.5	
		4	
		4.5	
		5	
	100 ng/mL	4	
		3	
		5	
		4	
		3	
		5	
		3	
		3	

	200 ng/mL	4	
		4	
		4	
		4	
		5	
		4.5	
		2.5	
		3	
		4	
		4.5	
	500 ng/mL	4.5	
		3.5	
		4	
		4	
		4	
		4	
		4	
		4	
		4	
48	0 ng/mL (control group)	6	ไม่มีการตรวจวิเคราะห์ ในชั่วโมงที่ 24
		6	
		6	
		6	
		6	
		6	
		6	
		6	
	50 ng/mL	7.5	
		7.5	
		6	
		7.5	
		6	

		6	
		7.5	
		7.5	
	100 ng/mL	6.5	
		7	
		7.5	
		6	
		7.5	
		7.5	
		7.5	
		6.5	
		7	
		200 ng/mL	
	7.5		
	7.5		
	7		
	7		
	7		
	7		
	7		
	500 ng/mL	7	
		7	
		7	
		6.5	
7.5			
7			
7			
8.5			
6.5			
72	0 ng/mL (control group)	10	Negative
		10	
		10	
		10	

		9	Negative
		11	
		11	
		10	
		9	
	50 ng/mL	8	
		7	
		9	
		7	
		8	
		9	
		6	
		9	
	100 ng/mL	9.5	
		9	
		8	
		7	
		9	
		8	
		7	
		7	
	200 ng/mL	8.5	
		8.5	
		11	
		6	
		10	
10			
7			
10			
500 ng/mL	9		
	8		
	10		
	7	Negative	

		10	
		7	
		9	
		11	
		7.5	
		10.5	
		9	
96	0 ng/mL (control group)	13	Negative
		13	
		13	
		13	
		12.5	
		13.5	
		13	
		13	
	50 ng/mL	11	Negative
		10.5	
		8.5	
		9	
		11.5	
		10.5	
		10	
		8.5	
	100 ng/mL	10	Negative
		10	
		10	
		8.5	
		10.5	
		11	
		11	
		8	
10.5			

	200 ng/mL	11	Negative
		10	
		9.5	
		9	
		11.5	
		11	
		11.5	
		10	
		10	
	500 ng/mL	12	<b><u>Positive</u></b>
		12.5	
		10	
		13	
		9.5	
		12	
		12.5	
		10.5	
		11.5	

## ภาคผนวก ค.

## การเตรียมสารเคมีเพื่อการวิเคราะห์

การเตรียมสารเคมี

1. Methamphetamine (Certified reference Material) เป็นสารมาตรฐานได้มาจาก Cerilliant จาก ประเทศสหรัฐอเมริกา ในความเข้มข้น 1 mg/mL นำมาเตรียมให้ได้ความเข้มข้นที่ 50, 100, 200 และ 500 ng/mL ดังนี้

ที่ความเข้มข้น 500 ng/mL

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1 \text{ mg/mL (V)} = 500 \text{ ng/mL (5mL)}$$

$$V = 0.0025 \text{ mL หรือ } 2.5 \text{ } \mu\text{L}$$

ดังนั้น ดูด Methamphetamine มา 2.5  $\mu\text{L}$  จากนั้นเติม Methanol ปริมาณ 4997.5  $\mu\text{L}$

ที่ความเข้มข้น 200 ng/mL

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1 \text{ mg/mL (V)} = 200 \text{ ng/mL (5mL)}$$

$$V = 0.0001 \text{ mL หรือ } 1 \mu\text{L}$$

ดังนั้น ดูด Methamphetamine มา 1  $\mu\text{L}$  จากนั้นเติม Methanol ปริมาณ 4999  $\mu\text{L}$

ที่ความเข้มข้น 100 ng/mL

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1 \text{ mg/mL (V)} = 100 \text{ ng/mL (5mL)}$$

$$V = 0.0005 \text{ mL หรือ } 0.5 \text{ } \mu\text{L}$$

ดังนั้น ดูด Methamphetamine มา 0.5  $\mu\text{L}$  จากนั้นเติม Methanol ปริมาณ 4999.5  $\mu\text{L}$

ที่ความเข้มข้น 50 ng/mL

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1 \text{ mg/mL (V)} = 50 \text{ ng/mL (5mL)}$$

$$V = 0.00025 \text{ mL หรือ } 0.25 \text{ } \mu\text{L}$$

ดังนั้น ดูด Methamphetamine มา 0.25  $\mu\text{L}$  จากนั้นเติม Methanol ปริมาณ 4999.75  $\mu\text{L}$



## 2. การเตรียม 1.0M NaOH

1 M NaOH ปริมาตร 1000 mL (โมเลกุล NaOH = 40)

ใน สารละลาย 1000 mL มี เนื้อสาร NaOH 40 g

ถ้า สารละลาย 100 mL มี เนื้อสาร NaOH 4 g

ดังนั้น ชั่ง NaOH 4 g ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 mL

## 3. 10% Ammoniated Chloroform กับ Isopropanol ในอัตราส่วน 80:20

ทำการเตรียม 10% Ammoniated Chloroform

1. นำ Ammonia 10 mL เติม Chloroform 90 mL จากนั้นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

จากนั้น นำมาเตรียม 10% Ammoniated Chloroform กับ Isopropanol ในอัตราส่วน 80:20

1. นำ 10% Ammoniated Chloroform ที่เตรียมไว้ข้างต้นมา 3.2 mL
2. จากนั้นเติม Isopropanol 0.8 mL แล้วนำมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

## 4. การเตรียม Acetate buffer pH 4

1. เตรียม Glacial Acetate acid 570  $\mu$ l
2. เติมน้ำกลั่น 80 mL จากนั้นปรับ pH ด้วย 1.0M KOH 1.6 mL
3. จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 mL

## 5. Acidified methanol

เตรียม 1 mL ของ HCL จากนั้นเติมน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 mL

## 6. Marquis test

ผสม sulfuric acid 100 mL กับ 40% (v/v) formaldehyde ปริมาตร 1 mL

(ถ้าต้องการเก็บไว้หลายสัปดาห์ ควรเก็บให้พ้นแสง)

## 7. Simon Test

1. ละลาย 1 g sodium nitroprusside ในน้ำกลั่น 100 mL จากนั้น เติม 2 mL ของ acetaldehyde จากนั้นผสมให้เข้ากัน
2. 2% sodium carbonate ในน้ำกลั่น

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ศิรินภา เพ็ชรนารถ อายุ 25 ปี

เกิดวันที่ 1 มิถุนายน 2533

ที่อยู่ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Email: Bim.sirinapa@hotmail.com

ปี 2554 สำเร็จการศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาเทคนิคการแพทย์) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

ปี 2557 สำเร็จการศึกษาปริญญาโทสาขานิติเวชศาสตร์ (แขนงนิติวิทยาศาสตร์) คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

