รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมี จากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก: ปัจจัยที่มีผลกระทบ

Occupational Health Screening on Respiratory Impairment and Blood Biochemical Parameters from Insecticide Exposure among Migrant Workers in Eastern Region: Factors affecting

รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ NRPM 5409900030688
สัญญาเลขที่ 48/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมี จากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก: ปัจจัยที่มีผลกระทบ

Occupational Health Screening on Respiratory Impairment and Blood Biochemical Parameters from Insecticide Exposure among Migrant Workers in Eastern Region: Factors affecting

รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

รายงานวิจัยฉบับนี้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปี พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม) มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 48/2560

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโป่งน้ำร้อน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองตาคง นางสาววันเพ็ญ พันชนัง บุคลากรจากโรงพยาบาลโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ขอขอบคุณเจ้าของสวนผลไม้และผู้บริหารสวนผลไม้ทุกแห่ง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการช่วยเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสิ้นโครงการ ขอขอบพระคุณ ล่ามชาวกัมพูชาที่ช่วยแปลภาษากัมพูชาของแบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูล นิสิตชาวกัมพูชาระดับปริญญาตรี ปริญญาโทและปริญญาเอกที่ช่วยเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ จนงานวิจัยจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ขอขอบคุณนายภาณุวัฒน์ เชิดเกียรติกูล ผู้ช่วยนักวิจัย ขอขอบคุณนายฌาน ปัทมะ พลยง นิสิตระดับปริญญาเอก และขอบคุณนายรัฐวุฒิ นายรัฐวุฒิ สมบูรณ์ธรรม ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกขั้นตอนจนเสร็จสิ้น ขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านให้ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว ผู้บังคับบัญชา และเพื่อนผู้ร่วมงาน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ข้าพเจ้าขอระลึกทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

ทีมวิจัย
รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

ภาควิชาสุขศาสตร์ อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พ.ศ. 2560

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอด อาการระบบทางเดินหายใจ ผลเลือดทางชีวเคมี รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก จำนวน 274 คน เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ตรวจหาเอนไซม์คลอรีนเอสเตอเรสในเลือดโดยใช้กระดาษทดสอบพิเศษและตรวจสมรรถภาพปอด

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกร จำนวน 274 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 60.6 อายุ เฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 30.80 (9.46) ปี ระยะเวลาในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงครั้งละ 6-8 ชั่วโมง ร้อยละ 59.9 ระยะเวลา เฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 6.02 (1.73) ชั่วโมง การตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือด ของเกษตรกร พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการทดสอบอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีความเสี่ยง ร้อยละ 23.4 มีความเสี่ยง ร้อยละ 2.2 จากการสัมภาษณ์ พบว่า เกษตรกรมีอาการไอเมื่อตื่นนอนทันที ร้อยละ51.4 มีเสมหะเป็นประจำ ร้อยละ50 แน่นหายใจลำบาก ร้อยละ 37 และเจ็บหน้าอก ร้อยละ 42 ผลการตรวจสมรรถภาพปอด พบค่าเฉลี่ยของ Force Vital Capacity (FVC) เท่ากับ 2.96 (.585) ลิตร ค่า Forced Expiratory Volume Time (FEV_1) เท่ากับ 2.64 ลิตร (0.52) และ ค่าเฉลี่ย FEV_1/FVC เท่ากับ 89.69% (8.36) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) ของตัวแปรอิสระต่อการเปลี่ยนแปลงค่า FVC พบวา เพศ อายุ การปลูกลำไย การรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่า FVC (R = .59 , R square = .34) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< .05$) และพบว่า การมีหน้าที่เก็บลำไย เป็นตัวแปรที่มีผลต่อค่า FVC/FEV_1 (R = .323, R square = .104) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< .05$) และการวิเคราะห์สถิติถดถอยพหุลอจีสติก (Multiple logistic regression) ของตัวแปรอิสระกับอาการระบบทางเดินหายใจ พบว่า เพศหญิงมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.787 (1.210, 6.470) การดื่มสุรามากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์ มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 4.675 (1.395,15.671) การรับสัมผัสฝุ่นมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.743 (1.238, 6.093) ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา ควรมีการคัดกรองสมรรถภาพปอดของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว โดยเฉพาะเกษตรกรที่เป็นเพศชาย ผู้ที่ปลูกลำไย ผู้ที่รับสัมผัสไอสารกำจัดแมลง ส่วนการคัดกรองอาการระบบทางเดินหายใจ คือ ผู้ที่ดื่มสุรา การรับสัมผัสฝุ่น เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากการใช้สารกำจัดแมลงมากขึ้น

Research Team: Assoc. Prof. Dr. Anamai Thetkathuek
Dr. Teerayuth Sangiamsak
Dr. Wallop Jaidee
Dr. Wiwat Ekburanawat

Department of Industrial hygiene and safety
Faculty of Public Health, Burapha University

Year: 2017

Abstract

The objectives of this research were to study the respiratory disorder including pulmonary function, respiratory system-related symptom as well as the blood test from biochemical analysis. The study also extended to the factors which affect respiratory disorder among 274 labors who were migrant farmers working in the Eastern part of Thailand. The data collection was conducted through the interview, the blood test serving a cholinesterase enzyme count in blood by using reactive paper as well as pulmonary function tests.

The findings of the study had shown that, from 274 informants, the majority of research population was male with 60.6%. The average age (Standard Deviation) was 30.80 (9.46) years-old. 59.9% with 6-8 hours spending in the pesticide spray per one session. The average time period, they spent to spray the pesticide was 6.02 (1.73) hours. Regarding to the screening test that measured the blood cholinesterase among farmers, the study found that the majority of the informants could be categorized as non-risk group or 23.4% whereas the percentage of the risk group was only 2.2%. From the interview, 51.4% of the farmers had developed the after wake-up coughing (coughing immediately after waking up) symptom, 50% had sputum regularly, 37% had shown chest tightness symptom, and 42% had the chest pain symptom. According to the Lung function test, the average Force Vital Capacity (FVC) was 2.96 (.585) liters and the Forced Expiratory Volume Time scale (FEV_1) was 2.64 liters (0.52). Thereby, the average FEV_1/FVC was obtained as 89.69% (8.36).

The result of the Linear regression analysis of independent variables to the FVC value showed that gender, age, longan cultivation, and exposure to insecticide vapors were variables which influenced the interpretation of the FVC at R = .59, R square = .34). Its statistical significance was set at $p< .05$. It was found that the task to collect longan was the variable which influence the FVC/FEV_1 scale at R = .323, R

square = .104. Its statistical significance was set at p< .05. According to the Multiple logistic regression analysis of the independent variables to the respiratory symptom, it showed that the female had OR score at (95% CI) 2.787 (1.210, 6.470). And other analyzed information consists of: drinking more than 4 glasses per week had OR score (95% CI) at 4.675 (1.395, 15.671), the exposure to dust more than 4 hours per day had OR scores (95% CI) at 2.743 (1.238, 6.093), respectively.

The recommendation obtained from this sturdy is that health screening test on lung function should be given to farmers who are migrant workers, especially for the male farmers, longan cultivators, and farmers who highly exposed to the insecticide vapours. For the respiratory symptoms screening, it should be focused on farmers who regularly consume alcohol and being exposed to the dust. As a result of these factors can potentially increase risk of developing the respiratory system related illness which results from the higher amount of pesticide being used.

สารบัญ

		หน้า
	กิตติกรรมประกาศ	ค
	บทคัดย่อ	ง
	Abstract	ฉ
	สารบัญ	ซ
	สารบัญตาราง	ญ
	สารบัญภาพ	ฏ
	คำอธิบายคำย่อในการวิจัย (List of abbreviation)	ฐ
บทที่		
1	**บทนำ**	1
	ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย	1
	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
	กรอบแนวความคิด (Conceptual Framework) ของโครงการวิจัย	4
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
	คำจำกัดความ	7
2	**การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	10
	แรงงานต่างด้าวจากพม่า กัมพูชา และลาว	10
	สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชในภาคเกษตรกรรม	12
	สารกำจัดศัตรูพืชและผลกระทบต่อสุขภาพ	12
	ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืช	13
	ประเภทของสารกำจัดแมลง	13
	การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจากการทำงาน	14
	การออกฤทธิ์ต่อเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส	15
	ผลกระทบต่อสุขภาพของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต	16
	ผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด	20
	ผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี	23
	การวินิจฉัย การวินิจฉัยภาวะของ The cholinergic syndrome	27
	การประเมินการรับสัมผัส	29
	ปัจจัยที่มีผลต่อพิษจากสารกำจัดแมลง	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	**ระเบียบวิธีวิจัย**	40
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา	40
	การคำนวณขนาดตัวอย่าง	40
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	41
	การหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย	43
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	43
	การวิเคราะห์ข้อมูล	47
4	**ผลการวิจัย**	49
	ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม	49
	ส่วนที่ 2 ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา	51
	ส่วนที่ 3 ประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน	53
	ส่วนที่ 4 ประวัติในการทำงาน	54
	ส่วนที่ 5 ประวัติการรับสัมผัสฝุ่น	58
	ส่วนที่ 6 การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	58
	ส่วนที่ 7 อาการของระบบทางเดินหายใจ	59
	ส่วนที่ 8 ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลง	64
	ส่วนที่ 9 ผลการตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	66
	ส่วนที่ 10 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์	67
	ส่วนที่ 11 ผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าว	69
	ส่วนที่ 12 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก	76
	ส่วนที่ 13 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก	83
5	**สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	91
	สรุปผลการวิจัย	100
	ข้อเสนอแนะ	102
บรรณานุกรม		103
ประวัติผู้วิจัยและคณะ		123

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของผลการตรวจที่ผิดปกติ	44
3-2	เกณฑ์ผลเลือดทางชีวเคมี	45
4-1	จำนวน ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามลักษณะประชากร	50
4-2	จำนวนร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามประวัติการสูบบุหรี่ และ การดื่มสุรา	52
4-3	จำนวน ร้อยละของประวัติการเจ็บป่วยในปัจจุบัน จำแนกตามอาการต่าง ๆ	53
4-4	จำนวน ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามประวัติในการทำงาน	55
4-5	จำนวน ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามประวัติในการรับสัมผัสฝุ่นไอต่างๆในปฏิบัติงานที่สวนผลไม้	58
4-6	จำนวน ร้อยละของการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จำแนกตามการใช้และชนิดของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในปฏิบัติงานที่สวนผลไม้	59
4-7	จำนวน ร้อยละของอาการต่าง ๆ ภายใน 1 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจำแนกตามความผิดปกติตามกลุ่มอาการ	60
4-8	จำนวน ร้อยละของอาการต่าง ๆ หลังจาก 1 ชั่วโมงที่พ่นสารกำจัดแมลง จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	65
4-9	ผลการตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกรด้วยกระดาษทดสอบ Reactive paper จำแนกตามระดับความเสี่ยง	67
4-10	ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์จำแนกตาม Lung Function Capacity (%) ของเกษตรกร	67
4-11	ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	68
4-12	ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์ตามการแปลผลของสมการศิริราช จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	69
4-13	ผลการตรวจการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวจำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-14	ผลการตรวจการทำหน้าที่ของตับอ่อนจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวจำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	73
4-15	ผลการตรวจการทำหน้าที่ของไตจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวจำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	74
4-16	ผลการตรวจการทำหน้าที่ของตับจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวจำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร	75
4-17	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจในแรงงานต่างด้าวที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเขตภาคตะวันออก	77
4-18	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในแรงงานต่างด้าวที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเขตภาคตะวันออก	84
4-19	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1/FVC ในแรงงานต่างด้าวที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเขตภาคตะวันออก	88

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	5

คำอธิบายคำย่อในการวิจัย (List of abbreviation)

คำย่อ	คำเต็ม
FVC	Forced vital capacity
FEV1	Forced expiratory volume in 1 second
SGOT	Serum glutamic oxaloacetic transaminase
SGPT	Serum Glutamic Pyruvate Transferase
BUN	Blood Urea Nitrogen
Cr	Creatinine
CBC	Complete blood count
WBC	White blood cell
RBC	Red blood cell) Count
Hct	Hematocrit
HGB	Hemoglobin
Plt	Platlet
AChE	Acetylcholinesterase
BuChE	Butyrylcholinesterase
SChE	Serum cholinesterase
CNS	Central nervous system
OR	ODD ratio
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)
PEFR	Peak expiratory flow rate
PChE	Plasma cholinesterase
GGT	Gamma-glutamyl transferase
ALT	Alanine aminotransferase (
AST	Aspartate aminotransferase
ALP	Alkaline phosphatase

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีจำนวนประชากร ประมาณ 65.7 ล้านคน (National Statistical Office. National Statistical Office of Thailand, 2016) ในจำนวนดังกล่าวมีเกษตรกรประมาณ 14.88 ล้านคนหรือ ร้อยละ 38.7 ที่ปฏิบัติงานในภาคเกษตรกรรม (National Statistical Office, 2016) ที่จำนวนเกษตรกรลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้องมีการจัดหาแรงงานต่างด้าวเข้ามาทำงานทดแทนในส่วนที่ขาดไป (Samneang, 2013) หลังจากนั้นจำนวนแรงงานต่างด้าวสูงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามการรายงานของกระทรวงแรงงานในปี 2554 และ 2559 พบแรงงานต่างด้าวเพิ่มขึ้นจาก 248,064 คนเป็น 1,437,716 คน (Office of Foreign workers administration, 2017) โดยเฉพาะแรงงานชาวกัมพูชาที่เป็นที่นิยมในการจ้างมาปฏิบัติงานในสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก เช่น จันทบุรีและระยอง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้ชายแดน

การทำสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก เกษตรกรนิยมปลูกผลไม้หลากหลายชนิด โดยผลไม้ในพื้นที่ภาคตะวันออกนี้ นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจอันดับต้น ๆ ของเมืองไทย ประกอบด้วย เงาะ ทุเรียน มังคุด ลำไย (Thetkathuek et al., 2005) เพื่อการเพิ่มผลผลิตผลไม้ให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ เกษตรกรจึงจำเป็นต้องใช้สารกำจัดแมลง เพื่อควบคุม กำจัดแมลง ซึ่งสารกำจัดแมลงกลุ่มที่นิยมใช้ คือ กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphate) และกลุ่มคาร์บาเมท (Carbamate) การปฏิบัติงานในสวนผลไม้ที่นิยมจ้างแรงงานชาวกัมพูชามาปฏิบัติแทนแรงงานไทยจึงมีโอกาสรับสัมผัสกับสิ่งคุกคามจากการปฏิบัติงานในสวนผลไม้ได้

เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวมีโอกาสรับสัมผัสสิ่งคุกคามทางอาชีวอนามัยด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง สารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทได้ หากมีการใช้สารที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกษตรกรมีโอกาสรับสัมผัสสารกำจัดแมลงเข้าสู่ร่างกายผ่านทางปาก จมูก และผิวหนังได้ (Thetkathuek et al, 2005; Casals et al., 2008) การรับสัมผัสสารกลุ่มดังกล่าวมากเกินไปจะมียังยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Acetylcholinesterase,AChE) จนเกิดอาการไม่พึงประสงค์ (Dorko et al., 2011) เช่น วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน เหงื่อออก ปวดท้อง ท้องเสีย หัวใจเต้นช้า หายใจลำบาก (Dorko et al., 2011; Kachaiyaphum et al., 2010) และมีผลกระทบต่อผลเลือดทางชีวเคมีได้ (Awad et al., 2014; Vikrant, 2015)

การรับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ โดยกระทบต่อร่างกายแบบมัสคารินิค (Muscarinic effects) (Jensen, 2011; Kamanyire, 2004; Yassi, 2002) จนทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่นอาการหายใจลำบาก ไอ น้ำมูกไหล ภาวะกล้ามเนื้อเรียบของหลอดลมตีบ (Constriction of the bronchial smooth muscle) แน่นหน้าอก (Tightness of the chest) ไอ (Wheezing) หายใจลำบาก (Difficulty in breathing) ภาวะร่วมกันของหลอดลมตีบ (Bronchoconstriction) โรคหอบหืด ในกลุ่มที่พ่นสารกำจัดแมลง (Fareed et al., 2013; Hoppin et al, 2006) และ การเพิ่มขึ้นของสารคัดหลั่ง จะนำไปสู่ภาวะความผิดปกติของการ

ขาดออกซิเจนแบบรุนแรง (Severe impairment in oxygenation) หรือ Hypoxaemia จนอาจนำไปสู่อาการเขียวได้ (Cyanosis) (Kamanyire & Karalliedde, 2004, Karalliedde et al., 2001) นอกจากนั้นมีผลต่อการลดลงของสมรรถภาพปอด (Negatu et al., 2016) และ ทำให้เกิดมะเร็งปอดได้ (Fieten et al., 2009)

การคาดการณ์การเกิดพิษจากสารกำจัดแมลง หรือ การประเมินผลกระทบ (Biomarker of effect) ทำได้โดยการประเมินจากระดับการลดลงของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดและเม็ดเลือด (Plasma cholinesterase, PChE and erythrocyte cholinesterase, AChE) เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดผลกระทบจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในร่างกาย (Patel et al., 2012; Karalliedde & Senanayake, 1990) สามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น จากเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Thetkathuek et al., 2005) การใช้อุปกรณ์ทดสอบแบบ The EQM Test-mate (Hofmann et al., 2008) กระดาษทดสอบพิเศษ (Kachaiyaphum et al., 2010; Thetkathuek et al., 2014) เป็นต้น จากการศึกษาของอนามัย เทศกะทึกและคณะ (2559) โดยการตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท โดยการประเมินระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการทดสอบอยู่ในกลุ่มที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 16.6 มีความเสี่ยง ร้อยละ 58.5

ปัจจัยที่มีผลต่อความผิดปกติระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ประกอบด้วย ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศหญิงมีความสัมพันธ์กับการเกิดพิษจากสารกำจัดแมลงมากกว่าเพศชาย อายุและระดับการศึกษามีผลต่อการเกิดพิษ (Atreya et al., 2012) ระดับการศึกษา พบว่า ระดับการศึกษาที่สูงขึ้นทำให้มีความเสี่ยงจากการรับสัมผัสจากสารลดลง (Zyoud et al., 2010; Hanne et al., 2010) สถานภาพสมรส ผู้ที่มีเป็นโสด แยก หย่าหม้ายมีผลกระทบต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลงได้ (Kachaiyaphum et al., 2010) ประวัติในการทำงาน การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงนานกว่ามีความเสี่ยงมากกว่ารับสัมผัสสั้นกว่า (Ohayo-Mitiko et al., 2000) ดัชนีมวลกาย (BMI) ความสัมพันธ์กับการลดลงของระดับเอนไซม์โคลินเอสเตอเรสในเลือด Sutoluk, Zeynel, et al. (2011) สุขอนามัยส่วนบุคคล เกษตรกรปลูกผักที่ไม่สวมถุงมือหน้ากาก และรองเท้ามีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมากกว่ากลุ่มที่สวมใส่ (Chakrabotry et al., 2009) เป็นต้น

การประเมินผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่ออาการระบบทางเดินหายใจในเกษตรกรมีความสำคัญมาก เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการเฝ้าระวังสุขภาพระบบทางเดินหายใจของแรงงานต่างด้าวอย่างเนิ่น ๆ ได้ ที่ผ่านมาสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุขได้มีภารกิจหลักในการเฝ้าระวังสุขภาพเกษตรกรไทย โดยการตรวจคัดกรองระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในกลุ่มเสี่ยงจากกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต หรือ กลุ่มคาร์บาเมทในเกษตรกรชาวไทย (Ministry of Health, 2014) แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาผลกระทบของการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงต่อระบบทางเดินหายใจในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว ซึ่งสามารถคัดกรองสมรรถภาพปอด (Spirometry) และประเมินอาการระบบทางเดินหายใจด้วยแบบสอบถาม เช่น แบบสอบถามของสมาคมทรวงอก ประเทศสหรัฐอเมริกา (American Thoracic Society, ATS) (American Thoracic Society, 1995) สภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council:

BMRC) และสมาคมอุรเวชแห่งประเทศไทย เป็นต้น

ในแง่ดัชนีชี้วัดผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี (Biochemical parameters) สารกำจัดแมลงมีผลกระทบต่ออวัยวะต่าง ๆ ได้ เช่น ตับ ไต เลือด ได้ สารบางชนิดมีพิษจะออกฤทธิ์ร่วมกับการดื่มเหล้า หรือ ใช้สารชนิดอื่น ๆ ร่วมด้วย ดังนั้นการตรวจเลือด เพื่อประเมินการทำหน้าที่ของตับจึงเป็นสิ่งสำคัญ เคยมีการศึกษาพบว่า การใช้สารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเป็นพิษต่อตับ และไตในสัตว์ทดลอง ภายหลังที่มีการรับสัมผัสสารเมทิล พาราไทออน (Hepato-renal toxicity-associated with methyl parathion exposure) (Vikrant S., 2015) นอกจากนั้นมีการศึกษาพบว่า การรับสัมผัสสารคลอไพริฟอสในมนุษย์สารจะทำลายการทำหน้าที่ของตับ เช่น เอนไซม์ Gamma-glutamyl transferase (GGT); Alanine aminotransferase (ALT หรือ SGPT); Aspartate aminotransferase (AST or SGOT) และ Alkaline phosphatase (ALP) (Awad et al., 2014)

จากการศึกษาของผลกระทบจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวชาวกัมพูชา ของ Thetkathuek et al. (2017) พบอาการผิดปกติทางระบบทางเดินหายใจร้อยละ 58 รองจากความผิดปกติทางระบบประสาท ร้อยละ 64.9 ดังนั้นการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจจึงเป็นสิ่งสำคัญ นับว่าเป็นการส่งเสริมสิทธิในการดูแลสุขภาพแรงงานต่างด้าว องค์การอนามัยโลกเคยกล่าวไว้ว่า สถานะของสมบูรณ์ทางร่างกาย จิตใจและสังคมความเป็นอยู่ ที่สมบูรณ์ไม่ใช่เพียงแค่ไม่เจ็บป่วยหรือทุพพลภาพเท่านั้น (BSR, 2012) แท้ที่จริงแล้วการเฝ้าระวังสุขภาพแรงงานต่างด้าว มีการดำเนินงานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การตรวจสุขภาพและประกันสุขภาพแรงงานต่างด้าว ที่ระบุว่าจะต้องมีการตรวจสุขภาพแรงงานต่างด้าวสัญชาติเมียนม่าร์ ลาว กัมพูชาที่อาศัยในประเทศไทยทุกคนต้องผ่านการตรวจสุขภาพ คือ การตรวจสุขภาพประจำปี บริการด้านการรักษาพยาบาล การบริการสร้างเสริมสุขภาพและการควบคุมป้องกันโรค และการเฝ้าระวังโรค (กระทรวงสาธารณสุข, 2558) อย่างไรก็ตามที่ผ่านมายังขาดการเฝ้าระวังโรคจากการทำงาน รวมถึงความเสี่ยงของสารกำจัดแมลงต่อระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาของ Sutoluk et al. (2011) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์โคลีนเอสเตอร์เรสในเลือด (Serum cholinesterase (SChE) levels) กับสมรรถภาพปอด (Pulmonary function test) พบว่า ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอร์เรสในเลือดในเกษตรกร มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอด อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Peiris-John et al. (2005) พบว่า เกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่มีระดับ SChE ลดลงจะทำให้สมรรถภาพปอดเปลี่ยนแปลงไป คือ ค่า FVC, FEV_1 และ FVC and FEV_1 เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่ดี ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการศึกษาของ Pathak et al. (2013) ที่พบว่าภายหลังจากที่เกษตรกรได้รับสัมผัสสารกำจัดแมลงทำให้การทำงานของปอดการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบอย่างรุนแรงจากการสัมผัสกับสารกำจัดศัตรูพืชในช่วงกิจกรรมการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง

ถึงแม้ว่ามีการศึกษาที่ผ่านมาในต่างประเทศ Sutoluk et al. (2011) Peiris-John et al. (2005) Pathak et al. (2013) เกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารกำจัด

แมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท และ การทำหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ โดยการประเมินทางชีวเคมี (Vikrant, 2015; Awad et al., 2014) แต่ในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาดังกล่าวในเกษตรกร ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเกี่ยวกับการคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง โดยการประเมินปัจจัยที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีในกลุ่มเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว เพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานทางสุขภาพที่สำคัญ สามารถนำมาใช้ต่อยอดเพื่อเป็นข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดทำมาตรการในการดูแลสุขภาพและเฝ้าระวังสุขภาพเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ในเขตภาคตะวันออกต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอดและอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก
   2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลงที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดในของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก
   2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลงที่ส่งผลต่ออาการระบบทางเดินหายใจในของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตในด้านรูปแบบการดำเนินการวิจัย โดยมี ขอบเขตด้านประชากร คือ เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว ในสวนผลไม้ในเขตจังหวัดระยอง และจันทบุรี กลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 274 คน ขอบเขตด้านเนื้อหา เป็นการศึกษาโดยการประเมินสมรรถภาพปอดและอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ของแรงงานต่างด้าวในเขตจังหวัดระยอง และจันทบุรี และปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก ศึกษาในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2560

กรอบแนวความคิด (Conceptual Framework) ของโครงการวิจัย

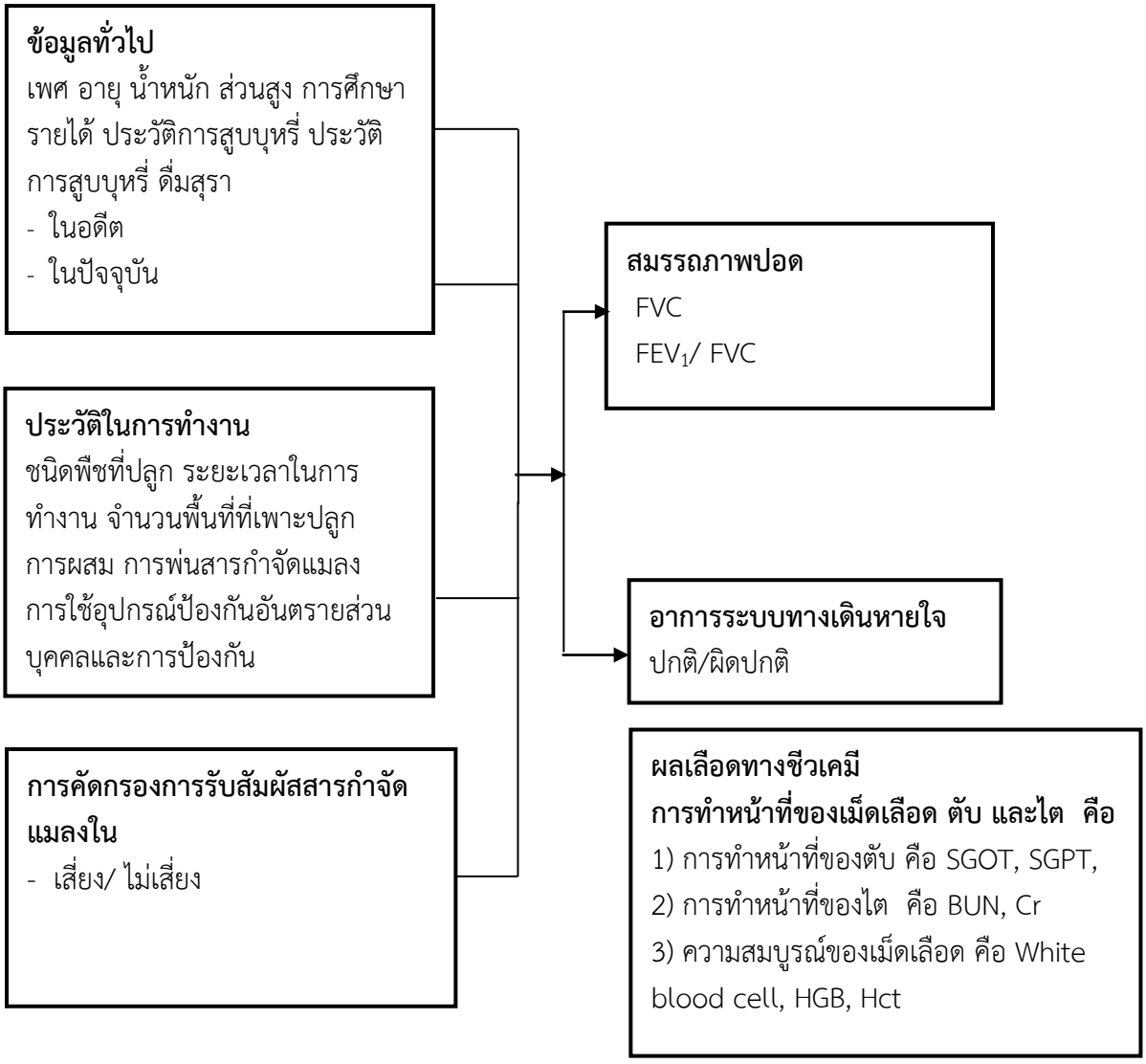
ตัวแปรที่ใช้ในการทำวิจัย

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ 1) ข้อมูลส่วนบุคคลเช่น เพศ อายุ การศึกษา รายได้ ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา ประวัติการสูบบุหรี่ ดื่มสุราในอดีตและในปัจจุบัน 2) ประวัติในการทำงาน เช่น ชนิดพืชที่ปลูก ระยะเวลาในการทำงาน จำนวนพื้นที่ที่เพาะปลูก การผสม การพ่นสารกำจัดแมลง

การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น แว่นตา หน้ากาก ถุงมือ เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว รองเท้าบู๊ท ชุดคลุม 3) การคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัด

2. ตัวแปรตาม ความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง ประกอบด้วย สมรรถภาพปอด และอาการระบบทางเดินหายใจ และผลเลือดทางชีวเคมี ประกอบด้วย SGOT (serum glutamic oxaloacetic transaminase) และ SGPT (Serum Glutamic Pyruvate Transferase) การทำหน้าที่ของไต คือ BUN (Blood Urea Nitrogen), Cr (Creatinine) และ เม็ดเลือด เช่น White blood cell, Hemoglobin, Hematochrit, Platelet ตามลำดับ

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยฉบับนี้ ประกอบด้วย ประโยชน์ด้านวิชาการ ด้านนโยบาย ด้านเศรษฐกิจ/ พาณิชย์ ด้านสังคมและชุมชน รวมถึงการเผยแพร่ในวารสาร และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ด้านวิชาการ องค์ความรู้ที่ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการคัดกรองสุขภาพเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจเกษตรกรและผลเลือดทางชีวเคมีที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงจะเป็นประโยชน์มากสำหรับเป็นข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาปรับปรุง วางแผน ส่งเสริมในการเฝ้าระวังสุขภาพระบบทางเดินหายใจและการทำหน้าที่ของตับ ไต เม็ดเลือดของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในงานเกษตรกรรม ได้องค์ความรู้ที่ได้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลที่เกี่ยวกับการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับความผิดปกติระบบทางเดินหายใจและการทำหน้าที่ของตับ ไต เม็ดเลือด ซึ่งนำไปใช้เป็นฐานในการพัฒนานโยบายเกี่ยวกับการดูสุขภาพแรงงานต่างด้าวภาคเกษตรกรรมของประเทศชาติต่อไปได้

2. ด้านนโยบาย ผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพที่เป็นแรงงานต่างด้าว เช่น สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข และกระทรวงแรงงาน และสถานประกอบการ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และแนวทางในการร่าง ระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ทางอาชีวอนามัยสำหรับเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก เพื่อป้องกันโรคระบบทางเดินหายใจและผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของตับ ไต เม็ดเลือดที่เกิดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงต่อไป

3. ด้านเศรษฐกิจ การวิจัยนี้เป็นการหาแนวทางในการคัดกรองสุขภาพผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง ซึ่งเป็นการเฝ้าระวัง คัดกรองโรคที่เกิดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงตั้งแต่เนิ่น ๆ จะเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคระบบทางเดินหายใจและผลกระทบต่อตับ ไต เม็ดเลือดได้

4. ด้านชุมชน ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพ จะได้ประโยชน์จากการศึกษาผลการวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในรูปของรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ บทความวิจัยนานาชาติ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความเข้มแข็งของครอบครัว ชุมชนและประเทศได้ งานวิจัยฉบับนี้เป็นการสนับสนุนงานวิจัยของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา นอกจากนั้นงานวิจัยฉบับนี้จะช่วยสนับสนุนการขอตำแหน่งทางวิชาการของนักวิจัย ต่อไป

หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

ภาครัฐ

- คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรีและจังหวัดอื่น ๆ

คำจำกัดความ

แรงงานต่างด้าว หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพทำสวนผลไม้ที่เป็นแรงงานต่างด้าวชาวกัมพูชา ทั้งเพศชายและเพศหญิง รวมทั้งผู้ที่รับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดแมลงที่ขึ้นทะเบียนในเขตภาคตะวันออก

เพศ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพทำสวนผลไม้ชายและหญิงที่เป็นแรงงานต่างด้าว ชาวกัมพูชา ในเขตภาคตะวันออก

อายุ หมายถึง อายุของผู้ประกอบอาชีพทำสวนผลไม้ที่เป็นแรงงานต่างด้าว ในเขตภาคตะวันออก ระหว่าง 18-60 ปี

ระดับการศึกษา หมายถึง ระดับการศึกษาของเกษตรกร ที่อยู่ในระดับต่าง ๆ คือ ไม่ได้เรียนหนังสือ ประถมศึกษา มัธยมศึกษาหรือสูงกว่า ผู้ประกอบอาชีพทำสวนผลไม้ที่เป็นแรงงานต่างด้าว ในเขตภาคตะวันออก

ประวัติการสูบบุหรี่ หมายถึง ประวัติการสูบบุหรี่ในอดีตและปัจจุบัน จำแนกเป็น สูบบุหรี่ หมายถึง ผู้ที่สูบบุหรี่ และ ไม่เคยสูบบุหรี่ หมายถึงไม่เคยสูบบุหรี่เลยตลอดอายุขัยของผู้ประกอบอาชีพ

ประวัติการดื่มสุรา หมายถึง ประวัติการดื่มสุราของของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกเป็นไม่เคยดื่มเลย เคยดื่มแต่เลิกแล้ว และยังดื่มอยู่

ชนิดพืชที่ปลูก หมายถึง ผลไม้ที่มีการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ได้แก่ ทุเรียน ลำไย เงาะ มังคุด ลองกอง สับปะรด อื่น ๆ

ระยะเวลาในการทำงาน หมายถึง ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเกษตรกรรมในสวนผลไม้ของผู้ประกอบอาชีพที่เป็นแรงงานต่างด้าวจนถึงในปัจจุบัน (ปี)

จำนวนพื้นที่ที่เพาะปลูก หมายถึง จำนวนของพื้นที่ที่ปฏิบัติงานเกษตรกรรมในสวนผลไม้ของผู้ประกอบอาชีพที่เป็นแรงงานต่างด้าว (ไร่)

ระยะเวลาในการฉีดพ่นสาร หมายถึง จำนวนชั่วโมงที่ผู้ประกอบอาชีพทำสวนผลไม้ที่เป็นแรงงานต่างด้าวปฏิบัติงานในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง

วิธีการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง หมายถึง วิธีการปฏิบัติในขณะฉีดพ่นสารกำจัดแมลง ได้แก่ สะพายหลัง รถยนต์/ รถเครื่อง วางถังพ่นบนดิน อื่น ๆ

การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล หมายถึง การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ แว่นตา หน้ากาก/ ผ้าปิดจมูก ถุงมือ เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว รองเท้าบู้ท ชุดคลุมร่างกาย ในขณะพ่นฉีดสารกำจัด**แมลงของ**ผู้ประกอบอาชีพทำสวนผลไม้ที่เป็นแรงงานต่างด้าว

การคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด หมายถึง การตรวจหาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในน้ำเลือดบนกระดาษทดสอบ Reactive paper จำแนกเป็น กลุ่มไม่เสี่ยง คือ เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสอยู่ในระดับปกติ และปลอดภัย กลุ่มเสี่ยง คือ มีเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสอยู่ในระดับมีความเสี่ยง และไม่ปลอดภัย ซึ่งสามารถอ่านผลโดยการเทียบสีที่เปลี่ยนแปลงกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน แบ่งออกเป็น 4 ระดับดังนี้

1. ปกติ หมายถึง แผ่นสีมาตรฐานเปลี่ยนเป็นสีเหลือง คือ มีระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมากกว่าหรือเท่ากับ 100 หน่วยต่อมิลลิลิตร

2. ปลอดภัย หมายถึง แผ่นสีมาตรฐานเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียว คือ มีระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมากกว่าหรือเท่ากับ 87.5 หน่วยต่อมิลลิลิตร

3. มีความเสี่ยง หมายถึง แผ่นสีมาตรฐานเปลี่ยนเป็นสีเขียว คือ มีระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมากกว่าหรือเท่ากับ 75 แต่ไม่ถึง 87.5 หน่วยต่อมิลลิลิตร

4. ไม่ปลอดภัย หมายถึง แผ่นสีมาตรฐานเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม คือ มีระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสต่ำกว่า 75 หน่วยต่อมิลลิลิตร

หลังจากนั้น นำผลการทดสอบมาจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ปกติ ประกอบด้วย สีเหลืองและเหลืองเขียว และ 2) ไม่ปกติ ประกอบด้วย สีเขียว และน้ำเงิน ตามลำดับ

การตรวจสมรรถภาพปอด หมายถึง การตรวจวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าและออกด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ (Spirometry) เพื่อวินิจฉัยโรคว่ามีการอุดกั้นที่หลอดลมหรือมีการตีบตันที่ถุงลมปอดหรือไม่ ทดสอบโดยใช้เครื่อง Spirometer วัดได้ 3 ค่าดังนี้

1. FVC (Forced vital capacity) คือ ปริมาตรอากาศของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่มีหน่วยเป็นลิตร

2. FEV_1 (Forced expiratory volume in 1 second) คือ ปริมาตรอากาศที่ขับออกได้ในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตร

3. FEV_1/ FVC คือ ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาตรอากาศที่ขับออกได้ในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่และปริมาตรอากาศของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

หลังจากวิเคราะห์ผลแล้วจะนำค่าทั้ง 3 ค่า มาแปลผลโดยใช้เกณฑ์ของสมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) แปรผลออกมาเป็นสมรรถภาพปอดปกติ และสมรรถภาพปอดผิดปกติ

สมรรถภาพปอดปกติ หมายถึง เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวไม่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบหลอดลมอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสม

สมรรถภาพปอดผิดปกติ หมายถึง เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวมีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสมโดยแบ่งเป็น

ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) คือ ลักษณะทางเดินหายใจตีบแคบทำให้อากาศไหลออกจากปอดได้ช้า จะพิจารณาจากค่า FEV1 (% Predicted) โดยปกติ (Normal) เท่ากับ >80 เล็กน้อย (Mild) เท่ากับ 66-80 ปานกลาง (Moderate) เท่ากับ 50-65 และมาก (Severe) เท่ากับ <50 ตามลำดับ

ความผิดปกติแบบจำกัดการขยาย (Restrictive abnormality) ความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว คือ ลักษณะอาจมีพังผืดที่ปอด ทำให้เนื้อปอดแข็ง เกิดการดึงรั้ง ขยายตัวได้ยาก จะพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ FVC จะมีค่าลดลงต่ำกว่าปกติ พิจารณาจาก FVC (% Predicted) โดยค่า ปกติ (Normal) เท่ากับ >80 เล็กน้อย (Mild) เท่ากับ 66-80 ปานกลาง (Moderate) เท่ากับ 50-65 และ มาก (Severe) เท่ากับ <50 ตามลำดับ

ความผิดปกติแบบผสม คือ ความผิดปกติที่เกิดขึ้นทั้งแบบหลอดลมอุดกั้นและแบบจำกัดการขยายตัวร่วมกันพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ FEV_1และ FVC จะมีค่าลดลงต่ำกว่าปกติ

อาการระบบทางเดินหายใจ หมายถึง ภาวะผิดปกติของทางเดินหายใจเมื่อสัมผัสสิ่งกระตุ้น เช่น ไอโลหะ การศึกษาครั้งนี้ประเมินอาการระบบทางเดินหายใจโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ดัดแปลงมาจากสภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council: BMRC อ้างอิงถึงใน ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) ใช้เฉพาะเนื้อหาอาการทางเดินหายใจเท่านั้น ประกอบด้วย อาการไอ อาการมีเสมหะ อาการไอและมีเสมหะ อาการแน่นหน้าอก อาการหายใจไม่ออกและอาการเจ็บหน้าอกโดยการแปลผลดังนี้

ปกติ หมายถึง เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวไม่มีอาการตามที่กล่าวมาเลย

ผิดปกติ หมายถึง ถ้าเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวมีอาการไอ เสมหะ อาการไอและเสมหะ อาการแน่นหน้าอก อาการหายใจไม่ออก และอาการเจ็บหน้าอก ถ้าพบว่า เป็นข้อใดข้อหนึ่งถือว่าผิดปกติระบบทางเดินหายใจ

ผลเลือดทางชีวเคมี เป็นการการประเมินทางชีวเคมี ประกอบด้วย การทำหน้าที่ของตับ คือ SGOT (Serum glutamic oxaloacetic transaminase) และ SGPT (Serum Glutamic Pyruvate Transferase) การทำหน้าที่ของไต คือ BUN (Blood Urea Nitrogen), Cr (Creatinine) และ เม็ดเลือด เช่น White blood cell, Hemoglobin, Hematochrit, Platelet ตามลำดับ

แสดงความคาดหมายศักยภาพและวิธีการหรือแนวทางที่จะนาผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เป็นประโยชน์ต่อองค์กรเพื่อนำไปใช้จัดการเรียนการสอนแก่นิสิตให้มีความรู้เกี่ยวกับงานด้านอาชีวอนามัยในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวภาคเกษตรกรรมและนำไปใช้ในการป้องกันและควบคุมสิ่งคุกคามทางอาชีวอนามัยในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวภาคเกษตรกรรมต่อไป
2. เป็นประโยชน์ต่อองค์กรที่ดูแลสุขภาพเกษตรกร เช่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ได้ข้อมูลพื้นฐานสุขภาพของเกษตรกรในพื้นที่ สามารถนำไปใช้เพื่อการดูแลสุขภาพประชาชนอย่างต่อเนื่องได้ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข เพื่อเป็นแนวทางในการร่างกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับต่าง ๆ ทางอาชีวอนามัยสำหรับเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวภาคเกษตรกรรมในเขตภาคตะวันออกต่อไป
3. เผยแพร่บทความวิจัยวิจัยนานาชาติ เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการให้แก่ผู้สนใจ และเป็นข้อมูลพื้นฐานภายในประเทศในการหาแนวทางแก้ปัญหาสุขภาพในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่ปฏิบัติงานกับสารกำจัดแมลงต่อไป

หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

ภาครัฐ

- คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรีและจังหวัดอื่น ๆ

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัย เรื่อง การคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก:ปัจจัยที่มีผลกระทบ มีหัวข้อที่ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรม เพื่อให้ครอบคลุมตัวแปรต้น และตัวแปรตามตามกรอบแนวคิด รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

แรงงานต่างด้าวจากพม่า กัมพูชา และลาว

ประเทศไทยเริ่มมีวิธีการจัดการแรงงานต่างด้าวที่เข้าเมืองผิดกฎหมายจากประเทศเพื่อนบ้าน คือ พม่า ลาว และกัมพูชา ตั้งแต่ พ.ศ. 2539 เนื่องจากสภาพปัญหาที่ขาดแคลนจำนวนแรงงานระดับล่างในตลาดแรงงาน (กฤตยา อาชวนิจกุล, 2555) ดังนั้นรัฐบาลจึงต้องการจำนวนแรงงานมาทดแทนจำนวนที่ขาดหายไป โดยแรงงานกลุ่มนี้มีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความเติบโตให้สภาวะเศรษฐกิจไทย ปัจจุบันจำแนกแรงงานต่างด้าวได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) แรงงานต่างด้าวที่จดทะเบียน 2) แรงงานต่างด้าวที่ผ่านการพิสูจน์สัญชาติ 3) แรงงานต่างด้าวที่นำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน และ 4) แรงงานต่างด้าวที่ไม่ได้จดทะเบียน (กฤตยา อาชวนิจกุล, 2555)

สถิติแรงงานต่างด้าว

จำนวนแรงงานต่างด้าวสูงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามการรายงานของกระทรวงแรงงานในปี 2554 และ 2559 พบแรงงานต่างด้าวเพิ่มขึ้นจาก 248,064 คนเป็น 1,437,716 คน ตามลำดับ (Office of Foreign workers administration, 2017) โดยเฉพาะแรงงานชาวกัมพูชาที่เป็นที่นิยมในการจ้างมาปฏิบัติงานในสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก เช่น จันทบุรีและระยอง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้ชายแดนกัมพูชา นักวิจัยด้านประชากรศาสตร์ประมาณการไว้ว่า ตัวเลขแรงงานต่างด้าวที่ปรากฏในการสำรวจสำมะโนประชากรและเคหะ พ.ศ. 2553 จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมาก สถิติจากกรมจัดหางานสำนักบริหารแรงงานต่างด้าว ปี 2555 จำนวนคนงานต่างด้าว มีจำนวนทั้งสิ้น 1,133,851 คน เป็นชาวต่างด้าวเข้าเมืองถูกกฎหมาย มีจำนวนทั้งสิ้น 940,531 คน แรงงานที่ผิดกฎหมาย จำนวน 193,320 คน (สำนักบริหารแรงงานต่างด้าว, 2555) โดยข้อมูลในปี พ.ศ. 2557 สรุปยอดรวมการจดทะเบียนแรงงานต่างด้าว ณ ศูนย์บริการจดทะเบียนแรงงานต่างด้าว (One Stop Service: OSS) ทั่วประเทศ พบว่า มียอดรวมจดทะเบียนทั้งสิ้น จำนวน 1,154,582 คน โดยจำแนกเป็นแรงงานต่างด้าว 1,086,749 คน ผู้ติดตาม 67,833 คนและ จำนวนนายจ้าง 220,396 ราย (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2557)

จำนวนแรงงานต่างด้าว ในเขตภาคตะวันออก รวม 233,663 คน มีจำนวนแรงงานต่างด้าวสูงสุด คือ จังหวัดชลบุรี และรองลงมา คือ จังหวัดระยอง โดยมีรายละเอียด คือ จังหวัด ชลบุรี 111,339 คน ระยอง 35,082 คน สมุทรปราการ 25,447 ตราด 20,311 คน ฉะเชิงเทรา 20,261 คน จันทบุรี 12,316 คน ปราจีนบุรี 5,773 คน และสระแก้ว 3,174 คน ตามลำดับ เมื่อจำแนกตาม

สัญชาติ พบว่า 3 ลำดับแรก คือ พม่า กัมพูชาและลาว ตามลำดับ โดยสัญชาติพม่าที่ถูกกฎหมาย ร้อยละ 68.28 และผิดกฎหมาย ร้อยละ 34.01 คน (สำนักบริหารแรงงานต่างด้าว, 2555) จากการสำรวจของสำนักนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร (2555) พบว่า แรงงานต่างด้าวที่เข้ามาทำงานในจังหวัดชลบุรีเป็นสัญชาติกัมพูชามากที่สุด ขณะที่กิจการในภาคเกษตรที่มีความต้องการใช้แรงงานต่างด้าวมาก ได้แก่ กิจการไม้ดอกไม้ประดับ (สวนกล้วยไม้) สวนยางพารา มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ไร่อ้อย ฟาร์มสุกร แพปลาน้ำจืด ประมงทะเล และแปรรูปสินค้าเกษตรส่วนจำนวนแรงงานต่างด้าว อย่างไรก็ตามจำนวนแรงงานต่างด้าวที่เข้ามารับจ้างในภาคเกษตรกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนผลไม้ ยังไม่มีสถิติที่ชัดเจน

กล่าวโดยสรุปจำนวนแรงงานต่างด้าวที่เข้ามาปฏิบัติงานในสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก ส่วนใหญ่เป็นชาวกัมพูชา แต่ยังไม่ทราบจำนวนแรงงานที่ชัดเจน

การปฏิบัติงานแรงงานต่างด้าวภาคเกษตรกรรม

แรงงานต่างด้าวมีความสำคัญต่อการทำงานภาคเกษตรกรรมมาก ซึ่งผู้วิจัยขออธิบายความหมายของคำว่า"เกษตรกรรม" โดยกฎกระทรวงว่าด้วยการคุ้มครองแรงงานในงานเกษตรกรรม พ.ศ. 2547 ได้กำหนดความหมาย"งานเกษตรกรรม" หมายถึง งานที่เกี่ยวกับการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ การป่าไม้ การทำนาเกลือสมุทรและการประมงที่มิใช่การประมงทะเล ซึ่งการจ้างงานเกษตรกรรมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การจ้างแบบตลอดปี และการจ้างตามฤดูกาล (ไม่ตลอดปี) (Ministry of Labor, 2005) โดยทั่วไปการจ้างแรงงานต่างด้าวชาวกัมพูชา เพื่อมาปฏิบัติงานในสวนผลไม้ขนาดใหญ่ มักเป็นการจ้างแบบตลอดปี ส่วนในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นการจ้างแบบตลอดปี

ลักษณะการปฏิบัติงานของเกษตรกรในประเทศไทย พบว่า จำนวนเกษตรกรลดลง และมีหาเครื่องจักรกลทางการเกษตรเข้ามาทางานมากขึ้น ข้อมูลสำมะโนการเกษตรของ สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2556) พบว่า สัดส่วนของแรงงานในภาคการเกษตรมีระดับการศึกษาสูงขึ้น ซึ่งเป็นทิศทางที่ดีเพราะจะช่วยให้สามารถเรียนรู้และนำเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนาและปรับปรุงเพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิต ในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามในประเด็นที่ยังขาดจำนวนแรงงานในภาคการเกษตร จึงได้มีการนำแรงงานต่างด้าวเข้ามาทดแทนแรงงานไทยบางส่วน

จากข้อมูล Office of Foreign Workers Administrator (2012) พบว่า ไทยมีสัดส่วนแรงงานต่างด้าวสัญชาติพม่า ลาวและกัมพูชาประมาณร้อยละ 25.4 ทำงานอยู่ในภาคเกษตร/ปศุสัตว์/ ประมงและกิจการต่อเนื่องเกษตร ในขณะเดียวกัน ขอยกตัวอย่างการศึกษาวิจัยของศิริพร จันทร์ฉายและคณะ (2557) ระบุว่าการจ้างปฏิบัติงานแรงงานต่างด้าวมาทำงานในภาคเกษตรกรรมมีหลายลักษณะ ได้แก่ ขุดมัน ตัดหญ้า ปลูกข้าวโพด รับจ้างกรีดยาง ทำไร่ เคยมีการศึกษาการเข้ามาทำงานของแรงงานต่างด้าวในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า สัญชาติพม่า จำนวนมากที่สุด 102 คน ร้อยละ 34.0 มีการเข้ามาทำไร่ ทำสวน ทำนา จำนวน 168 คน (ร้อยละ 56) รับจ้างทั่วไป ได้แก่ ขุดมัน ตัดหญ้า ปลูกข้าวโพด 69 คน (ร้อยละ 23.0) รับจ้างกรีดยาง จำนวน 50 คน (ร้อยละ 16.7) ตามลำดับ

ความรับผิดชอบของแรงงานต่างด้าวในกิจการเพาะปลูก งานรับผิดชอบเบื้องต้น ได้แก่ การเก็บเกี่ยวพืชผล ดายหญ้า รดน้ำ และฉีดพ่นสารเคมี พบว่า เข้าข่ายงานลักษณะอันตรายในช่วงที่

ลงพื้นที่ภาคสนาม เนื่องจากคนงานที่ผสมน้ำยาเคมีมักไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน เช่น ถุงมือ หรือหน้ากาก ซึ่งยิ่งเพิ่มสัมผัสกับสารเคมีมากขึ้น โดยส่วนใหญ่ผู้ที่ฉีดพ่นสารเคมีมักเป็นแรงงานวัยผู้ใหญ่เพศชาย มากกว่า (องค์การแรงงานระหว่างประเทศ, ม.ป.ป.)

สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชในภาคเกษตรกรรม

สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticide) นิยมนำมาใช้ในประโยชน์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการควบคุมพาหะของโรคในสัตว์และมนุษย์ และนำมาใช้ในงานเกษตรกรรม เพื่อควบคุมกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นแต่ละประเทศจึงมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลาย ในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป และในสหรัฐอเมริกามีการนำเอาสารกำจัดศัตรูพืชมาใช้ในปริมาณมาก ซึ่งนับว่ามากกว่าประเทศอื่น ๆ ในโลก ส่วนในประเทศไทยมีการสั่งนำเข้าปริมาณมากต่อปีและมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งรายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชสูงที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การนำเข้าของสารเคมีกำจัดแมลงที่ขึ้นทะเบียนของกรมวิชาการเกษตร พบว่า การนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2555 พบว่า ประเทศไทยมีปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 133,575,731.75 กิโลกรัมต่อปี (เครือข่ายเตือนภัยสารเคมี กำจัดศัตรูพืช, 2555) ในปีพ.ศ. 2559 ระบุสถิติการนำเข้าสารกำจัดแมลง (Insecticide) จำนวน 160,687,089.48 กิโลกรัม (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2559)

สารกำจัดศัตรูพืชและผลกระทบต่อสุขภาพ

ผลกระทบสำคัญจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเกษตรกรรม ส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ไม่ถูกต้องของเกษตรกร คือ เกษตรกรใช้สารเคมีที่มีอันตรายร้ายแรงสูง (Highly hazardous) ในกลุ่ม 1b ตามการจัดลำดับขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) การที่เกษตรกรผสมสารเคมีหลายชนิดในการฉีดพ่นแต่ละครั้ง และเกษตรกรมีความถี่ในการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายครั้งต่อสัปดาห์ (Murphy, 2000)

ผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรมได้รับผลกระทบต่อการรับสัมผัสสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช (Ministry of Health, 2013) ผลการศึกษาของอนามัย เทศกะทึก และคณะ (2559) ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวชาวกัมพูชาที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้ เขตภาคตะวันออก จำนวน 891 คน เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ทำกลุ่มแบบ Focus group ผลการศึกษาในแง่ประวัติการเจ็บป่วยที่ผ่านมาภายใน 12 เดือน พบว่า ประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่มีสภาวะสุขภาพทางกาย แข็งแรงดี ร้อยละ 73.2 สภาวะสุขภาพทางจิตใจ พบว่า ส่วนใหญ่แข็งแรงดี ร้อยละ 85.0 ส่วนการเจ็บป่วยในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา พบว่า ส่วนใหญ่มีอาการเจ็บป่วย ร้อยละ 51.7 โดยมีอาการปวดท้อง และโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ร้อยละ 15.5 ระดับความรุนแรงของความเจ็บป่วย พบว่า สามารถทำงานต่อได้ ร้อยละ 80.8 และในเรื่องปัญหาสุขภาพในปัจจุบันของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า มีปัญหาบริเวณหลัง ร้อยละ 28.6 รองลงมามีปัญหาที่ข้อต่าง ๆ ร้อยละ 25.0 และปวดศีรษะ หรือ ไมเกรน ร้อยละ 24.1ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลง ในอาการผิดปกติระดับเล็กน้อยของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่มีอาการเวียนศีรษะ

ร้อยละ 33.8 รองลงมา มีอาการไอ ร้อยละ 28.6 และเจ็บคอ คอแห้ง ร้อยละ 20.7 ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลง ในอาการผิดปกติระดับปานกลาง ของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่มีอาการเจ็บหน้าอก แน่นหน้าอก ร้อยละ 24.6 รองลงมา มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ร้อยละ 23.9 และมีอาการปวดท้อง ร้อยละ 17.4

จากการศึกษาของ Thetkathuek et al. (2017) ศึกษาระดับ Acetylcholinesterase enzyme activity จากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวใน เขตภาคตะวันออก จำนวน 891 คน ผลการศึกษา พบว่า ผลการตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการทดสอบอยู่ในกลุ่มที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 16.6 มีความเสี่ยง ร้อยละ 58.5

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืช

สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticide) องค์การอาหารและยา (FAO, Food and Agricultural Organization) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึงสารหรือสารประกอบที่นำมาใช้ในการป้องกัน ทำลาย หรือควบคุม สิ่งที่รบกวนต่าง ๆ เช่น พาหะนำโรคในมนุษย์ หรือสัตว์ ซึ่งรวมถึงสารเคมีที่นำมาใช้ในการควบคุมสปีชีส์ของวัชพืช หรือสัตว์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอันตราย หรือรบกวนผลผลิตต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต การเก็บ การขนส่งหรือตลาดขายอาหาร งานเกษตรกรรม ไม้ และผลิตภัณฑ์ของไม้ หรืออาหารสัตว์ ยังนำมาใช้ในการควบคุมแมลง เพลี้ย หรือชนิดอื่น (อนามัย เทศกะทึก, 2556)

ประเภทของสารกำจัดแมลง

สารกำจัดแมลง (Insecticides) เป็นสารเคมีที่ใช้เพื่อป้องกันกำจัด หรือขับไล่ศัตรูพืช และสัตว์ เป็นสารที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ หรือได้จากมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ และ อนินทรีย์ ซึ่งสารกำจัดแมลงที่ได้ใช้ในประเทศไทยมีหลายลักษณะ เช่น การบรรจุของเหลวลงในกระป๋องอัดความดัน การผสมของสารออกฤทธิ์กับสิ่งที่แมลงกิน แท่งชอล์ก เป็นการผสมสารออกฤทธิ์กับผงแป้ง เป็นขดเพื่อจุดกันยุง เป็นการผสมสารออกฤทธิ์กับขี้เลื่อย เป็นต้น ซึ่งจะมีปริมาณสารออกฤทธิ์ จากการสังเคราะห์นั้นจำแนกได้ตามโครงสร้างและตามกลไกการออกฤทธิ์ เป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาเมท กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และกลุ่มไพริทรอยด์ ซึ่งขออธิบาย 2 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาเมทโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphate)

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต เป็นสารเคมีที่มีการสังเคราะห์ขึ้นมากกว่า 100,000 ชนิด ที่พบได้บ่อย เช่น สารพาราไทออน สารทีอีพีพี สารโฟเรต สารไดอะซินอน สารคลอไพริฟอส สารเคมีกลุ่มนี้ถูกย่อยสลายตัวภายใน 72 ชั่วโมงในสภาพแวดล้อมปกติ อย่างไรก็ตามสารกลุ่มนี้มีพิษรุนแรงต่อมนุษย์ อาจทำให้เสียชีวิตได้ (อนามัย เทศกะทึก, 2556) สารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตมีโครงสร้างทางเคมีเป็นเอสเตอร์ของกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid, H_3PO_4) มีการเรียกว่าออร์กาโนฟอสฟอรัส (Organophosphorus) หรือ ฟอสฟอรัส เอสเตอร์ (Phosphorus ester) โครงสร้างประกอบ ด้วยอะตอมของออกซิเจน คาร์บอน ซัลเฟอร์ และ

ไนโตรเจน อยู่ติดกับอะตอมของฟอสฟอรัส (Phosphorus atom)

2. กลุ่มคาร์บาเมท (Carbamate) สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมทเป็นสารเคมีที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ละลายน้ำได้ดี เป็นกลุ่มที่มีพิษต่อมนุษย์ค่อนข้างน้อย แต่มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงได้อย่างดี เนื่องจากเป็นสารเคมีที่สามารถสลายตัวได้เร็ว สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ คาร์บาริล (Carbaryl) ไบกอน (Baygon) แลนดริน (Landrin) เป็นต้น สารกลุ่มนี้สามารถซึมผ่านผิวหนังได้ไม่ดีนัก และมีความเป็นพิษน้อยกว่ากลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตมาก (อนามัย เทศกะทึก, 2556) และในการประชุมวิชาการเพื่อการเฝ้าระวังสารเคมีทางการเกษตร ได้มีเฝ้าระวังสารเคมีทางการเกษตรกลุ่มคาร์บาเมท คือ สารคาร์โบฟูราน (Carbofuran) ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมท ที่มีพิษสูง นิยมใช้ในพืชหลายประเภทเช่น ข้าว อ้อย กล้วย เป็นต้น เพื่อกำจัดแมลงในวงกว้าง (Broad-based spectrum) และสารเมโทมิล (Methomyl) นำมาใช้ในการกำจัดแมลงหลายประเภท เช่น แมลงปากกัด ปากดูด เพลี้ย และหนอนชนิดต่าง ๆ มักใช้ในพืชจำพวกส้มเขียวหวาน ข้าวโพด หัวหอม เป็นต้น (รพิจันทร์ ภูริสัมบรรณ, 2554)

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจากการทำงาน

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจากการทำงาน สามารถรับสัมผัสทั้งแบบทางตรง เช่น ทางการหายใจ ทางผิวหนัง ตา ปาก และทางอ้อม เช่น การกลืนกินอาหารที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลง การรับสัมผัสทางผิวหนัง อาจจะเกิดขึ้นจากกสารกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนมากับเสื้อผ้าที่สวมใส่ในขณะการผสม พ่น การขนย้ายสารกำจัดแมลง และ ระหว่างการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร (Marrs & Ballantyne, 2003)

1. การรับสัมผัสทางผิวหนัง (Dermal exposure)

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงทางผิวหนัง มีหลายการศึกษาระบุว่า การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงทางผิวหนัง เป็นทางที่พบได้มากที่สุด พบประมาณร้อยละ 30-45 ของการเจ็บป่วยจากสารกำจัดแมลง จากการศึกษาในรัฐแคลิฟอเนียร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ร้อยละ 15-25 ของผู้ที่มีอาการไม่พึงประสงค์ มีสาเหตุเนื่องจากสภาวะทางผิวหนัง (Ballantyne, 2004) อัตราการดูดซึมผ่านผิวหนังที่ผิวหนังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เปรียบเทียบกับฝ่ามือ สารกำจัดศัตรูพืชถูกดูดซึมที่อวัยวะเพศมากกว่า 12 เท่า ที่ศีรษะเร็วกว่า 4 เท่าและ ที่ลำตัวเร็วกว่า 3 เท่า อัตราการดูดซึมเร็วขึ้นตามระดับอุณหภูมิ ซึ่งความร้อนที่สูงกว่าจะทำให้การไหลเวียนของเลือดสูงกว่า ทำให้การกระจายของสารกำจัดศัตรูพืชสูงขึ้นตามไปด้วย และ ขึ้นอยู่กับระดับความหนาของผิวหนัง และองค์ประกอบของไขมัน (The sebum composition) ระยะห่างของหลอดเลือดกับผิวหนัง (Kielhorn et al., 2006; Wester et al., 1984; Poet,2000)

มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ช่วยเพิ่มการดูดซึมสารกำจัดแมลงทางผิวหนังได้มากขึ้น เช่น ระดับอุณหภูมิ ความชื้น อายุ ความเข้มข้นของสาร มีการศึกษา พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในสิ่งแวดล้อมในการทำงานและความชื้นจะช่วยเพิ่มอัตราการดูดซึมทางผิวหนัง จนมีการทำลายผิวหนังได้ (Abrasions) (Grissom & Shah, 1992; MacFarlane et al. 2013) หรือทำให้เกิดอาการระคายเคืองได้เช่นกัน (MacFarlane et al., 2013) ถึงแม้ว่ามีการล้างทำความสะอาดผิวหนังที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลงด้วยวิธีง่าย ๆ ด้วยน้ำและสบู่ แต่จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า ยังมีปริมาณ

สารเคมีตกค้างที่ผิวหนังอยู่ในบริเวณผิวหนังที่ผ่านการชำระล้างแล้ว (Zendzian, 2003) โดยพบสารเคมีที่ตกค้างที่ผิวหนังชั้น Stratum coneum ทำให้เกิดพิษต่อร่างกายได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลา ความรุนแรงของความสามารถในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ และ คุณสมบัติของสารเคมีอีกด้วย ถึงแม้ว่าการดูดซึมสารกำจัดแมลงที่ตกค้างเข้าสู่ร่างกายภายหลังการล้างออกจากร่างกายนาน 15 นาที พบว่า ยังเพิ่มความเข้มข้นสารเคมีในระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย ทำให้เกิดพิษในร่างกายได้ (Zendzian, 1994)

2. การรับสัมผัสทางปาก (Oral exposure)

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงเข้าสู่ร่างกายทางปาก อาจเกิดจากน้ำลายมีการปนเปื้อนสารกำจัดแมลงที่ลอยมาทางอากาศ และ จากการรับประทานอาหาร หรือ ดื่มน้ำที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลงจากการปฏิบัติงาน หรือ มือเกษตรกรที่มีปนเปื้อนสารกำจัดแมลง แล้วหยิบอาหารเข้าสู่ปาก หรือ สูบบุหรี่ เป็นต้น

3. การรับสัมผัสทางการหายใจ (Respiratory exposure)

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงทางการหายใจ มักเกิดขึ้นเนื่องจากหากใจเอาสารกำจัดแมลงขณะที่มีการพ่นสารกำจัดแมลงขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นในบรรยากาศขึ้นอยู่กับอัตราของการพ่น ชนิดของการพ่น เช่น แบบละออง หรือ แบบผง การเคลื่อนที่ของอากาศ เป็นต้น (Marrs & Ballantyne, 2003) หรือสภาพแวดล้อมมีการระบายอากาศที่ไม่ดี (Dowling & Seiber, 2002)

การออกฤทธิ์ต่อเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส

เอนไซม์อะเซ็ตทิลโคลีนเอสทอเรส (Acetyl cholinesterase, AchE) มักพบในช่องว่างของเซลล์เส้นประสาทกับกล้ามเนื้อ (Neurons, neuromuscular junctions) และเยื่อบุเมมเบรน (Erythrocyte membranes) ในรูปอื่น ๆ รู้จักว่าเป็นโคลีนเอสเทอเรสในเลือด (Serum cholinesterase (ChE) ซึ่งเป็นกลุ่มของเอนไซม์พในพลาสมา (Enzymes present in plasma) พบในเลือด ตับและน้ำไขสันหลัง (Cerebrospinal fluid) และเกลียล เซลล์ (Glial cells) (Jokanović, 2009) อย่างไรก็ตามจะถูกขับออกทางปัสสาวะ อุจจาระ และลมหายใจออก (Urine, feces and exhaled air)

สารกำจัดแมลงส่วนใหญ่จะถูกระตุ้นให้ออกฤทธิ์ผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นภายในตับโดยเอนไซม์ไซโทโครมพี 450 (Cytochrome P450) และฟลาวินที่ประกอบด้วยโมโนออกซีจีเนส (Flavin-containing monooxygenases) การเกิดพิษของสรรกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตทำให้ผู้รับสัมผัสเข้าไปเสียชีวิตได้ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น การเข้ารับบริการทางสุขภาพ และปัจจัยทางจิตวิทยาทางสังคม โดยพบว่า อุบัติการณ์ในผู้ที่มีอายุน้อยมีอุบัติการณ์สูงกว่าอายุมาก โดยมีรายงานการเกิดพิษด้วยตนเอง โดยมีอัตราการเสียชีวิต เท่ากับร้อยละ 20 ในประเทศอินเดีย พบว่า สารประกอบกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตเป็นสาเหตุของการเกิดพิษและเสียชีวิตมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ (Avijit Saha et al., 2016)

เอนไซม์ที่ถูกยับยั้งได้โดยสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต สามารถนำเอนไซม์ชนิดนี้มาใช้เป็นดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มนี้ได้ หรือ เรียกว่า Biomarkers of exposure จนกว่าระดับเอนไซม์จะเข้าสู่ภาวะปกติ ดังที่กล่าวมาแล้วสามารถพบเอนไซม์ AChE ในเม็ดเลือดแดง

(Red blood cells) และ BChE ในพลาสมา (BChE in the plasma) (Black et al., 2008) มักใช้ค่า Butyrylcholinesterase เพื่อประเมินการรับสัมผัสในช่วงเริ่มแรก (Early biomarker) เนื่องจากมีปริมาณมากกว่าและมีความไวมากกว่าชนิด AChE อย่างไรก็ตามผลจะไม่เจาะจงดังเช่น การคัดกรองโดย AChE ในเม็ดเลือดแดง (AChE. Screening the red blood cell) ในกลุ่มที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มนี้ ดังนั้นค่อนข้างมีข้อจำกัดในการใช้เป็นดัชนีประเมินการรับสัมผัส (Lotti & Moretto, 1995)

ผลกระทบต่อสุขภาพของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต

หลักการพื้นฐานของพิษของสารกลุ่มออร์กโนฟอสเฟตในมนุษย์ เกิดจากเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสถูกยับยั้ง จนสารสื่อประสาทอะเซตทิลโคลีนคั่ง (Acetylcholine) (Cholinergic syndrome) ผลที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดอาการเจ็บป่วย (Karalliedde et al., 2001) ผู้วิจัยจะอธิบายผลกระทบของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต จำแนกตามพิษแบบเฉียบพลัน แบบกึ่งเฉียบพลัน และแบบเรื้อรัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเกิดพิษแบบเฉียบเฉียบพลัน (Acute poisoning)

การเกิดพิษแบบเฉียบพลัน ทำให้เกิดอาการแบบ The acute cholinergic syndrome นับว่าเป็นอาการเริ่มแรกและเป็นอาการที่เกิดขึ้นภายหลังการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต เกิดเนื่องจากการคั่งของสารสื่อประสาทอะเซ็ตทิลโคลีน (Acetylcholine; ACh) เนื่องจากเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสถูกยับยั้ง (Inhibition of cholinesterases; ChE) การรับสัมผัสทางการกลืนกิน เป็นทางหลักที่ทำให้เกิดพิษแบบเฉียบพลันนี้ เช่น การรับประทานอาหาร หรือ ดื่มน้ำที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลงกลุ่มนี้ หรือ การฆ่าตัวตาย ซึ่งพบได้มากในประเทศกำลังพัฒนา (Senanayake, 1998; Karalliedde & Senanayake, 1986)

ทางในการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจากการประกอบอาชีพเกษตรกรรม เกษตรกรมักรับสัมผัสผ่านทางผิวหนัง (Dermal absorption) และทางการหายใจ (Inhalation) หรือ ทางปาก (Ingestion) จากการปนเปื้อนในอาหารและน้ำดื่ม การรับสัมผัสทางผิวหนัง เคยมีรายงานการศึกษาการเกิดพิษเมื่อนำสารมาลาไทออน (Malathion) มาใช้ในการกำจัดเหาบนศีรษะ ภายหลังการดูดซึมของสารเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังที่มากพอทำให้เกิดพิษได้ (Opawoye & Haque, 1998) การเกิดพิษแบบเฉียบพลันจากการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตทางผิวหนัง สามารถดูดซึมที่ผิวหนังชั้น Subcutaneous (Serrano & Fedriani, 1997) หรือโดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ (Intramuscular) (Zoppellari et al., 1997) และโดยการฉีดเข้าหลอดเลือดดำ (Intravenous injection) (Guven et al., 1997) เป็นต้น

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาผู้รับสัมผัสสารกำจัดแมลงมักเกิดอาการผิดปกติ เรียกว่า โคลิเนอจิกเฉียบพลัน (Acute cholinergic symptoms) เคยพบอาการผิดปกติดังกล่าวภายหลังการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลงภายในที่พักอาศัย (Greenaway & Orr, 1996; Chaudhry et al., 1998) ส่วนการรับสัมผัสผ่านทางการหายใจเอาสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตเข้าสู่ร่างกาย สามารถรับได้หลายรูปแบบ เช่น ไอระเหย ฝุ่น หรือ ละอองเล็ก ๆ (Vapour, dusts หรือ droplets) สารเหล่านี้สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจได้รวดเร็วกว่าการรับสัมผัสทางผิวหนัง

(Skin contamination) อย่างไรก็ตามในผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารกำจัดแมลง หรือการพ่นสารกำจัดแมลงมีโอกาสรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในขณะทำการพ่นสารกลุ่มนี้ผ่านทางผิวหนังได้มากกว่าทางอื่น ๆ เคยพบการปนเปื้อนสารกำจัดแมลงในเลือดที่เกิดจากการรับสัมผัสผ่านทางผิวหนังมากกว่าทางการหายใจ ประมาณ 100 เท่า (Karalliedde et al., 2001) การดูดซึมผ่านทางผิวหนังจะเพิ่มขึ้น หากมีการปนเปื้อนสารกำจัดแมลงบนเสื้อผ้าที่เป็นผ้าฝ้าย

การเกิดพิษของสารประกอบกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตเกิดได้เนื่องจากสารกลุ่มนี้จะเข้าไปในระบบการไหลเวียนของเลือด ดูดซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อภายในร่างกาย และยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase enzyme) ในส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วย เซลล์ประสาท เม็ดเลือดแดง และในพลาสมา ตามลำดับ สารประกอบอิสระกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตจะถูกย่อยสลายโดยซีรั่มได้เร็วมาก และ โดยเอนไซม์ P 450 และ เอ-เอสเตอเรสภายในตับ (Hepatic microsomal enzymes) (P450 enzymes and A-esterases) เพื่อให้มีความเป็นพิษน้อยลงและกำจัดออกจากร่างกายทางปัสสาวะ สารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและ A-esterases เช่น พาราออกซอนเอส (Paraoxonase) เป็นกลุ่มของเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์ OP esters แต่ไม่ถูกยับยั้งจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ในทางตรงกันข้ามสาร B-esterases เช่น Acetylcholinesterase (AChE) จะถูกยับยั้งจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Mutch et al., 1992)

ความรุนแรงของพิษของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและเวลาในการเกิดพิษขึ้นอยู่กับปัจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดของสารกำจัดแมลง ทางในการรับสัมผัส เช่น การรับเข้าทางการกลืนกินในขนาดมากในช่วงเวลาสั้น ๆ จะเกิดพิษได้เร็วมากภายในไม่กี่นาที สามารถเสียชีวิตภายหลังการกลืนกินสาร Pyrophosphate (TEPP) ภายใน 5 นาที อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่มักจะมีอาการภายหลังการกลืนกินภายใน 30 นาที และส่วนใหญ่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง (Karalliedde & Senanayake, 1989)

การเกิดอาการแบบโคลิเนอจิกแบบช้า (Delayed cholinergic manifestations) มักเกิดจากการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตที่สามารถละลายในไขมันได้ เช่น สารเฟนไทออน (Fenthion) และ คลอเฟนไทออน (Chlorfenthion) และ สารประกอบที่คล้าย ๆ กัน เช่น พาราไทออน ซึ่งสารกลุ่มพาราไธออนสามารถย่อยสลายจนกลายเป็นพาราออกซอนได้ (Mahieu et al., 1982) จากการศึกษาในสัตว์ทดลอง พบว่า สารประกอบ เช่น ฟีไนโตรไทออน (Fenitrothion) สารเมอร์ฟอส (Merphos) และ สารเมวินฟอส (Mevinphos) มีความเป็นพิษจากการรับสัมผัสทางผิวหนังมากกว่าทางการกลืนกิน (Gaines, 1969) อาจเนื่องจากการย่อยสลายจากระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal tract)

การคั่งของสารสื่อประสาทอะเซตทิลโคลีนในตำแหน่งต่าง ๆ กันจะมีผลต่ออาการพิษแบบโคลิเนอจิกแบบเฉียบพลัน (Acute cholinergic syndrome) ประกอบด้วย มีการจำแนกอาการ และอาการแสดงของพิษแบบเฉียบพลัน (The signs and symptoms of acute organophosphate poisoning) ตามระยะเวลาที่แสดงอาการ หรือ อาการต่าง ๆ อาจเกิดร่วมกันก็ได้ 3 อาการ คือ 1) มัสคารินิค (Muscarinic effect) 2) นิโคตินิค (Nicotinic effect) และ 3) ผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system effect) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลกระทบแบบมัสคารินิค (Muscarinic Effects) ผลกระทบแบบมัสคารินิค เกิดเนื่องจากการสะสมของสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ที่ส่วนปลายของเส้นประสาทของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Nerve terminals of the parasympathetic nervous system) ประกอบด้วย อาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น สิ่งคัดหลั่งคั่ง ระบบทางเดินหายใจผิดปกติ อาการผิดปกติทางตา อาการระบบทางเดินปัสสาวะ อาการผิดปกติของหัวใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

สิ่งคัดหลั่งคั่ง ประกอบด้วย อาการน้ำมูกไหล (Rhinorrhoea) สิ่งคัดหลั่งในหลอดลมคั่ง (Bronchorrhoea) เหงื่อออก (Sweating) น้ำตาไหล (Lachrymation) น้ำลายไหล (Salivation)

ระบบทางเดินหายใจผิดปกติ ประกอบด้วย ภาวะกล้ามเนื้อเรียบของหลอดลมตีบ (Constriction of the bronchial smooth muscle) แน่นหน้าอก (Tightness of the chest) ไอ (Wheezing) หายใจลำบาก (Difficulty in breathing) ภาวะร่วมกันของหลอดลมตีบ (Bronchoconstriction) และ การเพิ่มขึ้นของสิ่งคัดหลั่ง จะนำไปสู่ภาวะความผิดปกติของการขาดออกซิเจนแบบรุนแรง (Severe impairment in oxygenation) หรือ (Hypoxaemia) จนอาจนำไปสู่อาการเขียวได้ (Cyanosis) (Karalliedde et al., 2001; Hoppin et al., 2006) และยังมีความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคปอด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง หอบหืด โรคมะเร็งปอด (Nordgren & Bailey, 2016; Baldi et al., 2014, Hoppin et al., 2008) และ Chakraborty et al. (2009) พบว่า สมรรถภาพปอดที่ผิดปกติ คือ FVC, FEV1, FEV1/ FVC ratio, FEF25%-75% and peak expiratory flow rate (PEFR) มีความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสที่ถูกยับยั้งเนื่องจากรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในเกษตรกรที่ประเทศอินเดีย

อาการผิดปกติทางตา ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ (Parasympathomimetic contraction of smooth muscle) จนเป็นสาเหตุของรูม่านตาเล็ก ม่านตาแคบ (Miosis) การมองภาพซ้อน (Blurring of vision) เคยเกิดภาวะพิษเฉียบพลันในกรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น พบว่า ผู้ป่วยมีอาการปวดตามาก (Karalliedde et al., 2001)

อาการระบบทางเดินอาหาร มีอาการต่าง ๆ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง (Abdominal cramps) เป็นตะคริวที่หน้าท้อง (Abdominal cramps) ท้องเสีย (Diarrhoea) และระบบสืบพันธุ์

อาการระบบทางเดินปัสสาวะ (Genito-urinary systems) เช่น กลั้นปัสสาวะไม่ได้ (Urinary incontinence) (Karalliedde et al., 2001)

อาการผิดปกติของหัวใจ อาการผิดปกติแบบมัสคารินิค (The muscarinic effect) มีผลกระทบต่อหัวใจ ทำให้หัวใจเต้นช้า (Bradycardia) หัวใจเต้นผิดจังหวะ (Arrhythmias) (Chacko et al., 2010) จะนำไปสู่หัวใจภาวะหัวใจห้องล่างเต้นเบา (Ventricular fibrillation) หรือหัวใจหยุดเต้น ทำให้ภาวะขาดออกซิเจน (Hypoxaemia) (Karalliedde et al., 2001)

1.2 ผลกระทบแบบนิโคตินิค (Nicotinic Effects) ผลกระทบแบบนิโคตินิค เกิดเนื่องจากการกระตุ้นของ The nicotinic receptors ที่บริเวณ Autonomic ganglia บริเวณ The neuromuscular junction และ The adrenal medulla ผลกระทบในภาพรวมจะมีผลต่อหัวใจ ขึ้นอยู่ว่าจะมีผลกระทบต่อมัสคารินิค หรือ นิโคตินิค และ พบอาการได้ทั้งหัวใจเต้นเร็ว (Tachycardia) และ เต้นช้า (Bradycardia)

ผลกระทบแบบนิโคตินิค (The nicotinic effects) ที่บริเวณ Neuromuscular junction จะทำให้มีอาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น อาการกระตุก (Fasciculations) และ กล้ามเนื้ออ่อนแรง (Muscle weakness) ภาวะกล้ามเนื้อกระตุก สามารถพบได้ในตำแหน่งหนังตา และ ภาวะกระตุกที่ใบหน้า (Oro-facial musculature) ภายหลังการดูดซึมสารกำจัดแมลงกลุ่มนี้เข้าสู่ร่างกาย การคั่งของสารสื่อประสาทอะเซ็ตทิลโคลีนบริเวณส่วนเชื่อมต่อของกล้ามเนื้อประสาท อาจจะเพียงพอทำให้กล้ามเนื้อเป็นอัมพาตได้ (Muscle paralysis) กล้ามเนื้ออ่อนแรง และอาการอัมพาต ส่วนอาการผิดปกติระบบทางดินหายใจ อาจจะเป็นอาการเริ่มแรก (Karalliedde et al., 2001) หลังจากนั้นจะเกิดการกดของระบบประสาทส่วนกลาง ร่วมกับหัวใจถูกกด (Cardiovascular depression) ภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง เกิดภายหลังกล้ามเนื้อกระตุก เนื่องจาก Depolarisation neuromuscular ถูกยับยั้ง อันตรายของกล้ามเนื้ออ่อนแรง จะทำให้ระบบทางเดินหายใจล้มเหลวและเสียชีวิตตามมา (Karalliedde & Henry, 1993; Karalliedde & Senanayake, 1989)

1.3 ผลกระทบต่อส่วนกลาง (Central Effects) สารกลุ่มนี้มีผลกระทบต่อสมองโดยการกระตุ้น Cholinergic stimulation ภายในสมอง การคั่งของสารสื่อประสาทอะเซ็ทติลโคลีนในระบบประสาทส่วนกลางจะกระตุ้นทำให้เกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น เวียนศีรษะ (Giddiness) วิตกกังวล (Anxiety) กระสับกระส่าย (Restlessness) สั่น (Tremor) ปวดศีรษะ (Headache) สมาธิล้มเหลว (Failure to concentrate) สับสนและชัก (Confusion and convulsions) อาการอื่น ๆ เช่น การนอนหลับถูกรบกวน (Sleep disturbances) พูดเลอะเลือน (Slurred speech) อารมณ์แปรปรวน (Emotional lability) และ ฝันมากเกินไป (Excessive dreaming) (Wadia et al., 1974) หากมีการรับสัมผัสแบบเล็กน้อย (Mild exposure) อาจจะนำไปสู่การรบกวนระบบประสาทส่วนกลาง เช่น รบกวนความจำ การลดความเร็วของการทำงานของ Psychomotor (Psychomotor speed) ฉุนเฉียวง่าย หงุดหงิด (Irritability) นอนไม่หลับ (Insomnia) (Whorton & Obrinsky, 1983)

เคยมีรายงานเกี่ยวกับการเกิดพิษของอาวุธเคมี (Warfare) ที่ได้รับสัมผัสจากการพ่นทางอากาศ (Aerial spraying) ทำให้มีอาการพิษแบบรุนแรง (Severe intoxication) ประกอบด้วย ศูนย์กลางของการหายใจถูกกด (Depression of the centers of respiration) (Stewart & Anderson, 1968) และมีความผิดปกติของระบบการไหลเวียนของเลือด (เช่น Vasomotor center) อาจจะทำให้เกิดความดันโลหิตต่ำ (Hypotension) แน่นหน้าอก (Dyspnea) อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจแบบ Cheyne-Stokes respiration และ เกิดอาการเขียว (Cyanosis) สารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตจะชักนำทำให้เกิดลมชัก (Seizures) อย่างไรก็ตามผู้ประกอบอาชีพบางคนเชื่อว่าอาการผิดปกติต่าง ๆ อาจจะไม่เกี่ยวข้องกับการถูกยับยั้งของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (AChE inhibition) (Karalliedde et al., 2001)

อาการแบบเฉียบพลันทางระบบประสาทส่วนกลางจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตแบบไม่ปกติ (Unusual CNS clinical features of acute OP poisoning) รวมถึงอาการ Extrapyramidal symptoms (Senanayake & Sanmuganathan, 1995) การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่ความเข้มข้นสูง ๆ จะเป็นสาเหตุของความผิดปกติของคลื่นสมอง ทำให้เกิดภาวะชักได้ (Burchfiel & Duffy, 1982) บางครั้งการรับสัมผัสครั้งเดียว ระยะเวลายาวนานทำให้เกิดความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG sequelae) ได้อีกด้วย (Vale, 1999) แต่อาการเปลี่ยนแปลงยังไม่

ชัดเจน อย่างไรก็ตามเคยมีการศึกษาในรัฐโคโรราโดและ รัฐเทกซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา ติดตามในผู้ป่วย จำนวน 100 คน พบว่า ผู้ได้รับพิษจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตแบบเฉียบพลันไม่มีอาการสัมพันธ์กับความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าสมอง เมื่อเปรียบกับกลุ่มไม่รับสัมผัส (Savage et al., 1988)

พยาธิสภาพของระบบประสาทส่วนกลาง ภายหลังการเกิดพิษเฉียบพลันอย่างรุนแรงในมนุษย์และสัตว์ทดลอง พบว่า มีความไม่จำเพาะเจาะจง ถึงแม้ว่าหลอดเลือดถูกทำลายก็ตาม การเกิดพิษแบบเฉียบพลันจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตต่อระบบต่าง ๆ เช่น หัวใจ การไหลเวียนของเลือด น้ำลาย ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น ซึ่งอาการในระยะเฉียบพลัน อาการพิษมีตั้งแต่เล็กน้อยจนถึงอาการปานกลาง ตัวอย่างเช่น อาการผิดปกติต่อกล้ามเนื้อ เช่น กล้ามเนื้อเกร็ง เป็นตะคริว (Karalliedde, 1993) เป็นต้น

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจะมีต่อกระทบระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด ทำให้มีอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจเฉียบพลัน เช่น ไอ หายใจดังวี้ด แน่นหน้าอก ระคายเคืองคอ คอแห้ง มีน้ำมูกและจมูกแห้ง (Cough, wheezing, chest tightness, dyspnea, throat irritation and dryness, nose secretion and dryness) เคยพบว่า ทำ ให้เกิดการระคายเคืองที่ระบบทางเดินหายใจผู้ประกอบอาชีพ (MacFarlane et al., 2013)

เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงและความผิดปกติต่อระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในกระบวนการผลิตสารกำจัดแมลง เช่น Zuskin (2008) ศึกษาแบบตัดขวางเปรียบเทียบระหว่างผู้ประกอบอาชีพในโรงงานผลิตขวดกับผู้ที่อยู่ในกระบวนการผลิตสารกำจัดศัตรูพืช ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มรับสัมผัสมีความเสี่ยงต่อโรคระบบทางเดินหายใจ เช่นอาการไอเรื้อรัง ในเพศหญิง (OR = 1.29, 95% CI: 1.15–15.84) อาการแน่นหน้าอก (Dyspnea) ระดับ 3 และ 4 (OR = 1.11, 95% CI: 1.06–1.97 ในเพศหญิง; และOR = 2.35, 95% CI: 1.50–4.10 ในเพศชาย) อาการระคายเคืองคอ (Throat irritation) ในเพศชาย (OR = 1.36, 95% CI: 1.10–3.50) และ จมูกแห้ง (Nasal dryness) (OR = 1.15, 95% CI: 1.05–2.91 ในเพศหญิง; และ OR = 1.19, 95% CI: 1.10–3.15 ในเพศชาย) ตามลำดับ

มีการศึกษาต่าง ๆ ที่รายงานอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจในกลุ่มเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงในประเทศต่าง เช่น การศึกษา ในรัฐโอไอโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการควบคุมตัวแปรด้าน อายุ การสูบบุหรี่ พบว่า การใช้สารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับอาการระบบทางเดินหายใจ คือ อาการมีเสมหะ (Phlegm) (OR = 1.91, 95% CI: 1.02–3.57) หายใจดังวี้ด (Wheezing) (OR = 3.92, 95% CI: 1.76–8.72) อาการหวัด (Flu-like symptoms) (OR = 2.93, 95% CI: 1.69–5.12) (Sprince et al., 2000) เช่นเดียวกันการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา Hoppin et al. (2006) รายงานผลจากการศึกษาจาก The Agricultural Health Study (AHS) พบว่า การรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ชนิดไดคลอวอสและฟอเรต (Dichlorvos and phorate) พบว่า มีความสัมพันธ์กับอาการ หายใจดังวี้ด (Wheezing) ในผู้ประกอบการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช (Commercial pesticide applicators) มีค่า (OR = 2.48,

95% CI: 1.08–5.66 และ (OR = 2.35, 95% CI: 1.36–4.06) ตามลำดับ ภายหลังที่มีการควบคุมตัวแปร อายุ BMI การสูบบุหรี่ โรคหอบหืด และการใช้สารกำจัดแมลงมาก่อน Hoppin et al. (2006) ได้อธิบายถึงแนวโน้มของการตอบสนองกับขนาดสารกำจัดแมลง (Dose-response trend) พบว่า สารคลอไพริฟอส ในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับอาการหายใจดังวี้ด มีค่า p-value < 0.01) Ciesielski et al. (1994) พบว่า การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในกลุ่มระงับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase inhibition) มีความสัมพันธ์กับอาการเจ็บหน้าอก และหายใจลำบาก (Chest pain and difficulty in breathing) ในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในนอร์ทแคโรไลน่าเหนือ (Ciesielski et al., 1994)

ผลกระทบของการรับสัมผัสสารเคมีต่อความผิดปกติระบบทางเดินหายใจ มีสาเหตุจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสและมีผลกระทบต่อปอดและระบบทางเดินหายใจ นำไปสู่อาการระบบทางเดินหายใจที่ผิดปกติและมีผลต่อสมรรถภาพปอดได้ เคยมีการศึกษาในประเทศอินเดียศึกษา คือ ศึกษาแบบ A matched case-control study ในเกษตรกรที่พ่นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของ Red blood cell acetylcholinesterase (AchE) และ การลดลงกับอาการผิดปกติ ประกอบด้วย น้ำมูกไหล หรือ คัดจมูก (Runny or stuffy nose) มีค่า (OR = 2.85, 95% CI: 1.98–4.63) เจ็บคอ (Sore throat) มีค่า (OR = 1.76, 95% CI: 1.29–2.43), ไอแห้ง ๆ (Dry cough) (OR = 2.83, 95% CI: 1.92–4.41) หายใจดังวี้ด (Wheezing) (OR = 1.78, 95% CI: 1.33–2.46) หายใจหอบเหนื่อย (Breathlessness) (OR = 2.41, 95% CI: 2.06–3.82) แน่นหน้าอก (Chest tightness) (ORX = 3.26, 95% CI: 2.23–5.17) และ หายใจลำบาก (Dyspnea) (OR = 2.63, 95% CI: 1.89–4.13) อาการหลอดลมอักเสบ (Chronic bronchitis)
(OR = 2.54, 95% CI: 1.48–3.74) และ อาการหอบหืดที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ (Asthma) (OR = 1.34, 95% CI: 1.09–1.79) (Chakraborty et al., 2009) การศึกษานี้ พบว่า เกษตรกรมีความชุกมากขึ้นของอาการผิดปกติที่ระบบทางเดินหายใจส่วนบนและล่างและมีการลดลงของสมรรถภาพปอดถึง 48.9% และยังพบอีกว่าเกษตรกรที่มี ระดับ AChE ต่ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอาการระบบทางเดินหายใจ (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) และทำงานของปอดลดลงอีกด้วย

การศึกษาในประเทศอิหร่าน มีการศึกษาของ Hashemi et al. (2006) พบว่า ปัจจัยการทำงานมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติในเกษตรกรชาวอิหร่าน กับการใช้สารกำจัดแมลง โดยเพิ่มความเสี่ยงของอาการหายใจดังวี้ดและมีเสมหะ (Wheezing and phlegm) นอกจากนั้นพบว่าการเกี่ยวข้องกับสารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับอาการไอเรื้อรัง (Wilkins et al., 1999) ในการศึกษาในเกษตรกรชาวเคนยา Ohayo-Mitoko et al. (2000) ระบุว่า การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่มีฤทธิ์ระงับเอนไซม์ Acetylcholinesterase enzyme เช่น สารไดเมทโธเอท (Dimethoate) มาลาไทออน (Malathion) มาโคเซบ (Mancozeb) เมทโทมิล (Methomyi) มีความสัมพันธ์ต่อความชุกของอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ เช่น เจ็บหน้าอก น้ำมูกไหล หายใจดังวี้ด (Chest pain,

cough, running nose, wheezing) หายใจลำบาก หอบเหนื่อย (Difficulties in breathing, shortness of breath) และ ระคายคอ (Irritation of the throat)

ผลกระทบจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงต่อสมรรถภาพปอด

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดได้ เคยมีการศึกษาพบมีความสัมพันธ์กับผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชกับสมรรถภาพปอด โดยมีรูปแบบการศึกษาที่แตกต่างกันไป เช่น การศึกษาในประเทศโครเอเซีย Zuskin et al. (2008) พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FVC (Forced vital capacity), FEV_1 (Forced Expiratory Volume in one second) และ FEF25%–75% (The forced expiratory flow between 25% และ 75% of forced vital capacity) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาความเสี่ยงในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมนอกจากนั้นมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจของเกษตรกรในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาของ Stoecklin-Marois et al. (2015) พบว่า ความชุกของโรคหอบหืด อาการไอเรื้อรัง โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง และ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Hernandez et al. (2008) ในเกษตรกรที่มีหน้าที่พ่นสารกำจัดศัตรูพืช ในประเทศสเปน ในระยะเวลาสั้น ๆ พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FEV_1 ในขณะที่รับสัมผัสระยะเวลานานมีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FEF25% 75% ภายหลังการควบคุมตัวแปร อายุ เพศ การสูบบุหรี่ น้ำหนักความสูง การดื่มสุรา ระดับเอนไซม์ Paraoxonase 1 (PON1) Polymorphism และ ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส นอกจากนั้นมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารกำจัดแมลงจากการทำงานในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า มีความสัมพันธ์กับความผิดปกติของสมรรถภาพปอด (Impaired lung function) ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืดจากการทำงาน (Occupational asthma) พบว่า มีความสัมพันธ์กับสารกำจัดเชื้อรากับการลดลงของค่า FEV_1 (Forced expired volume in 1 s) (Royce et al., 1993) มีการศึกษาภาคตัดขวางอื่น ๆ ในผู้พ่นสารกำจัดแมลง จำนวน 102 คน ในประเทศเอทิโอเปีย (Ethiopia) พบว่า ผู้พ่นที่มีอายุ 15-24 ปีมีระดับ FEV_1 และ FVC ลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่ม (Mekonnen & Agonafir, 2004).

การศึกษาในเกษตรกรชาวศรีลังกา Peiris-John et al. (2005) พบว่า สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับการลดลงของ สมรรถภาพปอด FEV_1 และ FVC (Peiris-John et al., 2005) เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพโรงงานอุตสาหกรรมสารกำจัดศัตรูพืชในประเทศเลบานอน, Salameh et al. (2005) พบความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FEV_1, FEF25%-75% และFEV1/ FVC นอกจากนั้นมีการศึกษาในเกษตรกรใน Colorado และ Nebraska พบว่า การทำปฏิกิริยาระหว่างสารกำจัดศัตรูพืช และ พิษของเอ็นโดทอกซิน (Endotoxin) ระบุว่าการรับสัมผัสทั้งสองอย่างนี้จะมีความสัมพันธ์กับการลดลงของ FEV_1 (Reynolds et al., 2012).

มีการศึกษาในประเทศอินเดียของ Fareed et al. (2013) ที่ศึกษาแบบตัดขวางในเกษตรกรที่พ่นสารกำจัดศัตรูพืช ในสวนมะม่วงมีความสัมพันธ์กับการลดลงของสมรรถภาพปอดกับระดับเอนไซม์ Acetylcholinesterase และ Butylcholinesterase activities ส่วนการศึกษาของ Chakraborty et al. (2009) พบสมรรถภาพปอดที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับสารกำจัดแมลงกลุ่ม

ออร์แกโนฟอสเฟต หรือ คาร์บาเมท ซึ่งสารกำจัดแมลงสองกลุ่มนี้มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ Cholinesterase inhibition. เคยมีการศึกษาในเกษตรกร ในประเทศอินเดีย พบว่า รับสัมผัสสารกำจัดแมลงสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FVC, FEV_1, FEV_1/ FVC ratio, FEF25%-75% และ Peak expiratory flow rate (PEFR)

ผลกระทบของสารกำจัดแมลงต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจากการทำงานและสิ่งแวดล้อมทั่วไป ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพผู้รับสัมผัสที่หลากหลายมาก ที่ผ่านมาพบว่า มีผู้เสียชีวิตต่อปีประมาณ 10,000 รายของผู้ใช้สารกำจัดแมลงจากทั่วโลก โดย 3 ใน 4 มาจากประเทศกำลังพัฒนา (Horrigan et al., 2002) การเกิดผลกระทบของสารกำจัดแมลงเกิดได้ทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังดังกล่าวมาแล้วข้างต้น (Yassi et al., 2001) ความเสี่ยงของการพ่นสารกำจัดแมลงในเกษตรกรมีมากกว่าประชากรทั่วไปที่รับสัมผัสจากน้ำ ดิน (Amer, 2002) การรับสัมผัสสารกำจัดความเข้มข้นต่ำ ๆ ทำให้เกิดดารเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี (Biochemical changes) และทำให้เกิดผลไม่พึงประสงค์ในมนุษย์ได้ (Elhalwagy et al., 2009; Ibrahim et al., 2011) ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีอาจจะไม่ได้นำไปสู่อาการผิดปกติต่าง ๆ ถึงแม้ว่าการตอบสนองทางชีวเคมีในการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีผลกระทบของการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอนไซม์ตับ

การตรวจการทำหน้าที่ของตับ โดยการตรวจหาเอนไซม์ที่เซลล์ตับ เช่น Aspartate Aminotransferase (AST) หรือ Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT) และ Alanine aminotransferase (ALT) หรือ Serum glutamate pyruvate transaminase (SGPT) ในภาวะที่ตับทำงานปกติจะมี AST, ALT และ ALP ในระดับต่ำมาก ถ้าตับทำงานผิดปกติ จะทำให้ AST, ALT และ ALP ในเลือดสูงขึ้น ผู้ประกอบอาชีพที่มีภาวะพร่องที่ตับเพราะตับไม่สามารถทำลายและกำจัดออกเอนไซม์ดังกล่าวไปได้ (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2554)

เอนไซม์ตับ (Liver function test) เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญ เพื่อประเมินหน้าที่ในการทำหน้าที่ของตับ การประเมินระดับอะมินโนทรานสเฟอเรส (Aminotransferases) นิยมใช้เป็นดัชนีเพื่อบ่งชี้ความผิดปกติของเซลล์ตับ (Hepatocellular necrosis) ซึ่งเอนไซม์ Aspartate aminotransferase (AST) และ Alanine amino transferase (ALT) เป็นเอนไซม์ตับในกลุ่มควบคุมที่พบว่า มีระดับต่ำกว่ากลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง (Zeinalov and Gorkin, 1990) มีนักวิจัยหลาย ๆ คนได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ กับผลกระทบของสารกำจัดแมลง รวมถึง ALT, AST, ALP, และ Acetylcholinesterase (AChE) (Altuntas et al., 2002; Ahmed & Mohammad, 2005; Remor et al., 2009; Vrioni et al., 2011; Dias et al., 2013)

ที่ผ่านมามีจำนวนการศึกษาจำนวนไม่กี่ฉบับที่ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตกับระบบตับและตับอ่อน (Hepatobiliary system and pancreas (Goud et al., 2012; Moore & James, 1981) โดยมีผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตกับระบบตับในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ ประการแรกขอกล่าวถึงผล

การศึกษาในสัตว์ทดลอง เคยพบสาเหตุที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสและผลกระทบต่อการบาดเจ็บของเซลล์แอคซินาร์ในสัตว์ทดลอง (Acinar cell injury) ภายหลังที่ฉีดสารอะซินนอน (Diazinon) เข้าไปทางหลอดเลือดดำ (Intravenous infusion) (Mishra et al., 2013) ประการถัดมาการศึกษาในมนุษย์ มีการศึกษาค่อนข้างน้อยมากที่ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลทางชีวเคมีในกลุ่มที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงมาก่อน (Amer et al., 2002; Mansour, 2004; Abdel Rasoul et al., 2008) ดังนั้นการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่มีผลกระทบต่อเอนไซม์ตับและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสจึงมีความสำคัญ

ผลการศึกษาในมนุษย์ โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตต่อตับมีทั้งในผู้ที่กลืนกินจากความพลั้งเผลอและกลุ่มเกษตรกรที่รับสัมผัสสารจากการประกอบอาชีพ เคยมีรายงานการเกิดพิษในประชาชนที่เข้ารับการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาลแพทย์ที่เบิร์ดแวน (Burdwan Medical College and Hospital, Burdwan) จำนวน 150 คน ภายหลังมีการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตจากการกลืนกินหรือด้วยความพลั้งเผลอ จนมีอาการเป็นพิษ โดยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 64 รายและ เพศหญิง จำนวน 86 ราย ส่วนใหญ่จำนวน 63 รายอายุ 21-30ปี และอย่างน้อย จำนวน 10 คนที่มีอายุมากกว่า 40 ปี ทางในการเกิดพิษของสารกำจัดแมลงพบว่า ส่วนใหญ่เกิดจากการฆ่าตัวตาย จำนวน 6 ราย โดยมีการรับเข้าทางปากมากที่สุด ชนิดสารกำจัดแมลงที่ใช้กันมากที่สุด คือ คลอไพริฟอส (Chlorpyriphos) ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้ป่วย 67 ราย ชนิดรองลงมา คือ เมทิลพาราไทออน (Methyl parathion) พบว่า มีจำนวน 12 รายที่ภาวะตับอ่อนเป็นพิษ (Pancreatitis) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์จากตับอ่อน (Pancreatic enzyme levels) 8% จากจำนวน 12 รายมีจำนวน 6 รายที่เสียชีวิต และมีจำนวน 5 รายที่แสดงความสัมพันธ์ของเอนไซม์ตับที่เปลี่ยนแปลงไป (Change in liver enzymes) โดยผู้ป่วยมีอาการปวดท้องในช่วงที่นอนในโรงพยาบาล (Bag et al., 2015)

การศึกษาเพื่อประเมินภาวะพิษเฉียบพลันจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต เฉียบพลันในผู้ป่วยที่รักษาตัวด้วยโรคพิษสารกำจัดแมลงจากการฆ่าตัวตายโดยส่วนใหญ่ในโรงพยาบาลของวิทยาลัยแพทย์ (Medicine indoor department of R G Kar Medical College and Hospital, Kolkata, India) ประเทศอินเดีย โดยใช้ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ พบว่า จำนวน 58 รายไม่รอดชีวิตระหว่างทำการรักษา ซึ่งผู้ป่วยมักมาด้วยอาการพิษแบบมัสคารินิกและนิโคตินิก (Muscarinic and nicotinic manifestations) มีการประเมินเลือดเพื่อหาการทำหน้าที่ของตับ Bilirubin, Direct bilirubin, SGPT, SGOT และ ALP พบว่า มีระดับสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในผู้ป่วยทุกรายที่บ่งชี้ว่ามีความบกพร่องในการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อ (Muscular functional impairment) เนื่องจากความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต แต่ระดับของเอนไซม์ SGPT มีระดับสูงขึ้นในผู้ที่เสียชีวิตเมื่อเทียบกับกลุ่มที่รอดชีวิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ผลการวิเคราะห์พบว่า อัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยมีระดับเอนไซม์ SGPT ในเลือดสูง จากการศึกษาครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่าสามารถใช้ประโยชน์ของระดับเอนไซม์ SGPT ในเลือดเพื่อการจัดการผู้ป่วยพิษจากสารกำจัดแมลง (The management of OP pesticide poisoning) และเป็นดัชนีในการพยากรณ์ที่ดีในผู้ที่รอดชีวิตได้ (Avijit Saha et al., 2016)

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลง พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างการทำหน้าที่ของตับกับเอนไซม์ AChE เคยมีผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามระหว่างเอนไซม์ AST, ALT, direct bilirubin และ Acetylcholinesterase enzyme (AChES) และ อายุในกลุ่มควบคุมและความสัมพันธ์ทางบวกในกลุ่มรับสัมผัส (Awad et al., 2014) จำนวนของการพ่นสารกำจัดแมลง พบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับเอนไซม์ AST, ALP, Total และ ค่า Direct bilirubin และจำนวนการพ่นสารกำจัดแมลง เคยมีการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ในตับ และการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง เช่น Misra et al. (1985) รายงานว่าระดับเอนไซม์ AST และ ALT สูงในเลือดผู้รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตอย่างเรื้อรัง เกณฑ์ในการคาดการณ์การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งวิธีที่สำคัญมากที่สุด คือ การประเมินระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดที่ลดลงมากกว่าร้อยละ 25 เมื่อเทียบกับค่าพื้นฐาน (Baseline) (Serum cholinesterase depression) ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกับการเปลี่ยนแปลงในระดับที่สูงขึ้นของเอนไซม์ตับชนิด SGOT (Increased activity) (Antonio et al., 2006)

การศึกษาของ Goel et al. (2000) พบความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของระดับเอนไซม์ตับ ALP, AST และ ALT เนื่องจากผลกระทบของสารคลอไพริฟอส (Effect of chlorphyrifos) ส่วน Rahman and Siddiqui (2003) แสดงถึงความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างระดับเอนไซม์ AST และ ALT ในเนื้อเยื่อหนูทดลองที่รับสัมผัสสาร Phosphorothionate การเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ตับ ALT และ / หรือ AST นับว่าเป็นดัชนีชี้วัดความเป็นพิษที่ตับได้อย่างดี (Indicator of hepatic toxicity) (Dorosz, 2002; Hall, 2001) น่าแปลกใจ คือ พบระดับเฉลี่ยของ ALTและ AST ในกลุ่มควบคุมมีระดับสูงกว่าในเกษตรกร (Adama et al., 2012) อย่างไรก็ตามมีการพบระดับผิดปกติของระดับเอนไซม์ Transaminases (ALT and AST) ในกลุ่มเกษตรกรในประเทศอินเดียและปากีสถาน ซึ่งพบว่า มีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกร (Azmi et al., 2006; Hernandez et al., 2006; Khan et al., 2008; Patil et al., 2003)

มีการศึกษาแบบติดตามไปข้างหน้า (A prospective study) เคยพบผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในกระบวนการผลิต จำนวนทั้งสิ้น 161 คน โดยเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน ซึ่งมีจำนวน 50 คนอยู่ในแผนกซ่อมบำรุง และ 71 คนรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต พบว่า ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับ SGOT & SGPT (The serum levels of SGOT & SGPT) ของกลุ่มซ่อมบำรุงและกลุ่มรับสัมผัสอยู่ในระดับปกติ (Normal limits) (Patel & Bhatnagar, 2008) การศึกษาแบบติดตามไปข้างหน้าอีกการศึกษาหนึ่งที่น่าสนใจ (A cohort study) ในเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดแมลงอย่างมาก จำนวน 106 ราย โดยมีประเมินผลการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเลือด จำนวน 2 ครั้งในฤดูกาลพ่นสารกำจัดแมลง ซึ่งเป็นเอนไซม์สะท้อนถึงความเป็นพิษ (Enzymes reflecting cytotoxicity) ประกอบด้วย SGPT, SGOT, CK, และ Amino-oxidase และมีพารามิเตอร์ทางชีวเคมีอื่น ๆ ที่เป็นดัชนีชี้วัดการเกิดพิษของไต (Markers of nephrotoxicity) คือ ยูเรีย และครีเอตินีน (Urea, creatinine)

พารามิเตอร์ที่บ่งชี้ภาวะมีไขมัน คือ คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอร์ไรด์ (Cholesterol and triglycerides) มีการศึกษาแบบตามไปข้างหน้าของ Dilshad et al. (2008) ที่ศึกษาในผู้ป่วย

จำนวน 109 ราย พบว่า ระดับ Butyril cholinesterase activity มีระดับลดลงในเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนั้นพบว่า ผลทางชีวเคมีในเลือดในเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ประกอบด้วย ALT, AST, CK, LDH และ Phosphate โดยระดับสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างมีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับเอนไซม์ SGOT, LDH, SGPT

ประโยชน์ของระดับเอนไซม์ตับต่อการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดแมลง มีบางการศึกษาระบุว่าการใช้เอนไซม์ตับใช้ประเมินความรุนแรงของพิษจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตแบบเฉียบพลัน (Acute organophosphorus poisoning) เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า ระดับเอนไซม์ตับไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการตายหรือโรคระบบทางเดินหายใจ (Respiratory depression) มีการศึกษาระบุว่ามีการสูญเสียการทำหน้าที่ของตับ (Liver dysfunction) ในผู้ที่ป่วยด้วยโรคพิษจากสารกำจัดแมลงแบบเรื้อรัง (Chronic organophosphorus poisoning) และใช้เพื่อการบ่งชี้ในการคัดกรองแต่ละบุคคลที่มีความเสี่ยงสูงสำหรับการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืช แต่ยังไม่พบว่า มีความสัมพันธ์กับการเกิดพิษแบบเฉียบพลัน (Acute organophosphorus poisoning) และพบว่า การใช้เอนไซม์ตับไม่น่าจะเป็นประโยชน์เพื่อประเมินความรุนแรงของโรคพิษจากสารกำจัดแมลงแบบเฉียบพลัน ทั้ง ๆ ที่เคยมีการศึกษาที่มีการประเมินโดยใช้เอนไซม์ตับอย่างไรก็ตามในการศึกษาระบุว่าการคาดการณ์โดยใช้ระดับเอนไซม์ตับไม่เป็นประโยชน์เพื่อประเมินความรุนแรงของโรคพิษจากสารกำจัดแมลงแบบเฉียบพลัน (Dayanand & Anikethana, 2015)

ไต

ปกติไตมีหน้าที่กำจัดของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการออกไป เช่น สารยูเรียไนโตรเจน (Blood urea nitrogen, BUN) สารครีเอตินีน (Creatinine, Cr) และกรดยูริก (Uric acid) ถ้าผู้ประกอบอาชีพมีสภาพไตผิดปกติ การขับถ่ายของเสียดังกล่าวจะลดลง จะทำให้มีสารเหล่านี้ตกค้างอยู่ในเลือดปริมาณสูงขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายตามมา (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2554) การทำหน้าที่ของไต (Renal function test) การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมีผลกระทบต่อระดับการทำหน้าของไตได้ เคยมีการศึกษา พบระดับความเข้มข้นของครีเอตินีนเฉลี่ย (The mean level of creatinine concentration) ในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรม Plant protection agents มีระดับสูงกว่าที่พบในเกษตรกร ค่าความชุกของค่าผิดปกติของค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) ใน Plants protection agents เท่ากับ 39.13% ซึ่งสูงกว่าในเกษตรกร คือ 19.05% การศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่าพบว่า ไตเป็นพิษ (Nephrotoxic changes) ในผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกับการเปลี่ยนแปลงระดับครีเอตินีนระดับสูง (Attia, 2006) อาจเกิดจากการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่เหมาะสม (Adama et al., 2012)

ระบบเลือด

การตรวจทางโลหิตวิทยาขั้นพื้นฐาน เรียกชื่อย่อว่า ซีบีซี (CBC, Complete Blood Count) เช่น การตรวจความเข้มข้นของเลือด (Hct) เพื่อดูสภาวะโลหิตจาง การตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดแดง (Red Blood Cell, RBC) จำนวนเม็ดเลือดขาว (White Blood Cell, WBC) เกล็ดเลือด

(Platelet, Plt) และ การตรวจดูรูปร่างลักษณะของเม็ดเลือด เป็นการตรวจเบื้องต้นเพื่อดูภาวะทั่วไปของร่างกาย (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2554)

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมีความสัมพันธ์ต่อการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดได้ Arshad et al. (2016) พบความสัมพันธ์ระหว่าง การทำลายดีเอ็นเอในแง่ของความยาวของหาง (Tail length) และ ความเข้มข้นสารกำจัดแมลงชนิด มาลาไทออนในเลือด (Malathion concentration in blood) มีการศึกษาพบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีระดับพารามิเตอร์ของเลือดปกติ (Adama et al., 2012) คล้าย ๆ กับการศึกษา Lebailly et al. (2003) และ Pastor et al. (2002) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของระบบโลหิต เนื่องจากเกิดพิษจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังได้ เคยมีการศึกษามาทั้งจากสัตว์ทดลองและมนุษย์ ซึ่งผลการศึกษายังมีข้อขัดแย้งอยู่ (Jamil et al., 2007; Meaklim et al., 2003; Saly et al., 1995) สารกำจัดแมลงแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามีพิษต่อคุณสมบัติของเม็ดเลือด (Hematotoxic properties) และอาจเป็นสาเหตุของโรคซีด (Aplastic anemia) และ โรคอื่น ๆ คือ agranulocytosis, neutropenia, และ thrombopenia (Parent-Massin & Thouvenot, 1993)

การวินิจฉัย การวินิจฉัยภาวะของ The cholinergic syndrome

การวินิจฉัยภาวะของ The cholinergic syndrome ขึ้นอยู่กับอาการผิดปกติต่าง ๆ ประกอบด้วย อาการรูม่านตาหด (Miosis) ร่วมกับอาการกระตุก (Fasciculations) ในการวินิจฉัยพิษจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตแบบเฉียบพลัน (Acute OP intoxication) และ อาการต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน เช่น น้ำตาไหล (Lachrymation) น้ำลายไหล (Salivation) สิ่งคัดหลั่งในหลอดลมคั่ง (Bronchorrhoea) และ ภาวะเหงื่อออกมากเกินไป (Excessive sweating) ร่วมกับอาการหัวใจเต้นช้า (Bradycardia) เป็นต้น

ในประเทศกำลังพัฒนานิยมประเมินความผิดปกติจากกลิ่นลมหายใจออก ซึ่งกลิ่นจะคล้ายกระเทียม (Pungent garlic like odour) อาการอาเจียน เพื่อวินิจฉัยการเกิดพิษจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต แม้ไม่ทราบสาเหตุอย่างชัดเจนได้ (Karalliedde, 2000) หากเป็นไปได้ ควรมีการวิเคราะห์หาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส เพื่อร่วมในการวินิจฉัย และเพื่อประเมินการตอบสนองต่อ Oximes ระดับของการยับยั้งของระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเม็ดเลือดแดง (Inhibition of RBC AChE) และ Butyrylcholinesterase (BuChE) ในพลาสมา ซึ่งมีความแตกต่างตามระดับและความแตกต่างของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Karalliedde et al., 2001)

นอกจากนั้นมีการประเมินความเป็นพิษของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตจากการประเมินความรุนแรง ตามด้วยการวินิจฉัย จัดลำดับของความรุนแรงของโรค (Grading of disease severity) อาจจะบ่งชี้ความเป็นพิษแบบรุนแรงที่ควรรับการรักษาได้ (Bardin et al, 1990)

การจำแนกระดับความรุนแรงของอาการแบบโคลิเนอจิกแบบเฉียบพลัน

ระดับความรุนแรงของอาการแบบโคลิเนอจิกแบบเฉียบพลัน (Acute cholinergic) สามารถจำแนกได้ 3 ระดับ คือ อาการเล็กน้อย อาการปานกลาง และ อาการรุนแรง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. อาการเล็กน้อย (Mild) ประกอบด้วย อาการเบื่ออาหาร (Anorexia) ปวดศีรษะ (Headache) วิงเวียนศีรษะ (Dizziness) อ่อนแรง (Weakness) วิตกกังวล (Anxiety) ไม่สุขสบาย (Substernal discomfort) มีอาการกระตุกที่ลิ้นและเปลือกตา (Fasciculations of the tongue and eyelids) รูม่านตาหดและการมองเห็นบกพร่อง (Miosis, and impairment of visual acuity) ตามลำดับ

2. อาการปานกลาง (Moderate) ประกอบด้วย คลื่นไส้ (Nausea) น้ำลายคั่ง (Salivation) เสมหะคั่ง (Bronchorrhoea) (Lacrimation) ปวดตะคริว (Abdominal cramps) ท้องเสีย (Diarrhoea) อาเจียน (Vomiting) เหงื่อออก (Sweating) ความดันโลหิตสูง (Hypertension) หรือ ความดันโลหิตต่ำ (Hypotension) และ กล้ามเนื้อกระตุก (Muscular fasciculations) ตามลำดับ

3. อาการรุนแรง (Severe) ประกอบด้วย รูม่านตาหดตัว (Miosis or Mydriasis) รูม่านตาไม่ตอบสนอง (Non-reactive pupils) หายใจลำบาก (Dyspnoea) ระบบทางเดินหายใจถูกกด (Respiratory depression) ปอดบวม (Pulmonary oedema) เขียว (Cyanosis) การควบคุมของหูรูดสูญเสียไป (Loss of sphincter control) ชัก (Convulsions) หมดสติ (Coma) หัวใจเต้นช้า (Bradycardia) หรือ หัวใจเต้นเร็ว (Tachycardia) หัวใจขาดเลือด (Cardiac ischaemia) หัวใจเต้นผิดจังหวะ (Cardiac dysrhythmias) โพแทสเซียมต่ำ (Hypokalaemia) และ น้ำตาลในเลือดสูง (Hyperglycaemia) อาจพบตับอ่อนอักเสบเฉียบพลัน (Acute pancreatitis) กล้ามเนื้ออัมพาต (Muscular paralysis) (Inchem, n.d.)

วิธีการการจำแนกระดับความรุนแรงของอาการเกิดพิษจากสารกำจัดแมลง ตามแนวทางของกระทรวงสาธารณสุข จำแนกความรุนแรง เป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) อาการผิดปกติระดับเล็กน้อย หมายถึง มีอาการไอ แสบจมูก เจ็บคอ คอแห้ง หายใจติดขัด เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ นอนหลับไม่สนิท คันผิวหนัง ผิวแห้ง ผิวแตก ผื่นคันที่ ผิวหนัง ตุ่มพุพอง ปวดแสบร้อน ตาแดง แสบตา ตาคัน อ่อนเพลีย อาการชา ใจสั่น เหงื่อออก น้ำตาไหล น้ำลายไหล น้ำมูกไหล 2) อาการผิดปกติระดับปานกลาง หมายถึง หนังตากระตุก ตาพร่ามัว เจ็บหน้าอก แน่นหน้าอก คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย กล้ามเนื้ออ่อนล้า เป็นตะคริว มือสั่น เดินโซเซและ 3) อาการผิดปกติระดับรุนแรง หมายถึง ลมชัก หมดสติ ไม่รู้สึกตัว (กระทรวงสาธารณสุข, 2557) ตามลำดับ

เคยมีการศึกษาโดยการเลือกพารามิเตอร์จาก 5 อาการ คือ (Miosis, Fasciculations, Respiratory depression, Bradycardia และ ระดับการรู้สึกตัว (Level of consciousness) ดูความแม่นยำโดยการศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 173 คน ที่ป่วยจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ในประเทศศรีลังกา (Senanayake et al., 1993) Goswamy et al. (1994) มีการใช้ระบบคะแนน (A scoring system) โดยการให้คะแนน จำนวน 16 คะแนน โดยจำแนกตามอาการ Miosis, Unconsciousness, Fasciculations และระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในพลาสมา (Plasma cholinesterase levels) เพื่อคาดการณ์ความต้องการเครื่องช่วยหายใจ (Ventilatory requirements)

คะแนนความรุนแรงของการเกิดพิษ (Poison Severity Score; PSS) (Persson et al., 1998) ได้มีการดัดแปลงระดับคะแนนความรุนแรง สำหรับการเกิดพิษจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต

ด้วยโปรแกรมความปลอดภัยเกี่ยวกับสารเคมีนานาชาติ (Karalliedde et al., 2001) ใน คศ. 1999 ใน Sao Paulo ประเทศบราซิล Brazil (Haines, Personal Communication, 1999) Bardin et al. (1987) มีการศึกษาย้อนหลัง เพื่อจำแนกระดับผู้ป่วยตามระดับ 0-3 บนพื้นฐานของอาการทางคลินิกที่ค้นพบ ค่าอากาศในเลือด (Blood gas) และผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอก เพื่อความพยายามในการทำนายความเสี่ยงในผู้ป่วย โดยการเกิดพิษในระดับ 3 (Grade 3 intoxication) ประกอบด้วยความพยายามในการฆ่าตัวตาย อาการ stupor มีค่า Pa02 < lOkPa และ ผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติ หากพบมากกว่า 2 ปัจจัย จะต้องการใช้เครื่องช่วยหายใจ และได้รับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตนานยิ่งขึ้น (Bardin et al, 1990)

การประเมินการรับสัมผัส

การประเมินการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง (Monitoring for pesticide exposure) ในการทำงาน สามารถประเมินได้หลายทางด้วยกัน เช่น ทางผิวหนัง ทางการหายใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินการรับสัมผัสทางผิวหนัง (Skin) การประเมินการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง ทางผิวหนัง อาจจะทำโดยการเช็ดสารเคมีที่ปนเปื้อนผิวหนังออกไปวิเคราะห์ ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น ล้างมือ (Hand rinses) การตรวจวัดสารเคมีตกค้างบนผ้า โดยการติดผ้าก๊อซที่ติดบนเสื้อผ้า (Absorbent pads attached to clothing) หรือ ตัวอย่างที่เก็บได้จากเสื้อผ้า การประเมินสารกำจัดแมลงบนผิวหนัง ทำได้โดยการเก็บสารกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนตัวกลาง (Media) เช่น บนผิวหนัง หรือ เสื้อผ้า ตามด้วยการวิเคราะห์สารกำจัดแมลง ทางห้องปฏิบัติการ วิธีการประเมินสารกำจัดแมลงทางผิวหนังที่นิยมมากที่สุด คือ Patch technique โดยจะต้องติด Patch ที่เสื้อผ้า หรือผิวหนังโดยตรง สารเคมีจะดูดซึม Patch เพื่อเป็นตัวแทนบนพื้นที่ผิวหนังที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง วิธีนี้เป็นวิธีง่าย ๆ ยังมีข้อจำกัด สามารถนำมาประเมินการรับสัมผัสสารเคมีแบบกึ่งเชิงปริมาณได้ (Semi-quantitative)

รูปแบบอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น Lebailly et al. (2009) ระบุว่าใช้วิธี The whole-body method ในการประเมินการรับสัมผัสทางผิวหนัง โดยการใช้ชุดคลุมและถุงมือผ้า มักมีการประเมินแยกกันระหว่างงานผสม การเทสาร และการพ่นสาร (Mixing–loading and application tasks) โดยการประเมินบริเวณผิวหนัง จำนวน 12 ตำแหน่ง ในร่างกาย คือ มือ แขน ฝ่ามือ ขา หน้าอก หลัง ต้นขา (Hands, Arms, Forearms, Legs, Chest, Back and Thighs) เช่น ตัวอย่างการศึกษาของ Taneepanichskul et al. (2014) ประเมินความเข้มข้นการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชทางผิวหนังด้วยวิธี Dermal wipes บริเวณมือ ใบหน้าและ เท้า และ วิธี Dermal patches และ การเก็บตัวอย่างอากาศ (Air sampling) ในผู้ประกอบอาชีพสวนพริก จำนวน 38 คน นอกจากนั้นมีวิธี Chemical removal technique ที่เคยนำมาใช้ประเมินการรับสัมผัสทางผิวหนัง (Fenske, 1997) วิธี Dermal dosimetry technique (Honeycutt et al., 2001) และ วิธี Fluorescent tracer technique video นำมาใช้ประมาณการณ์รับสัมผัสเชิงปริมาณ (Fenske, 1997) เป็นต้น

2. การประเมินการรับสัมผัสทางการหายใจ (Respiratory tract) การประเมินการรับสัมผัสสาเคมีทางการหายใจ โดยการประเมินความเข้มข้นสารเคมีที่ปนเปื้อนในบรรยากาศ ด้วยวิธี Passive sampling หรือ การเก็บตัวอย่างส่วนบุคคล (Personal samplers) (Griffith and Duncan,

1992) นอกจากนั้น Taneepanichskul et al. (2014) ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ บริเวณระดับทางเดินหายใจ (Breathing zone) โดยการใช้ Personal sampling pumps

3. การติดตามการรับสัมผัสทั่วไป

การติดตามการรับสัมผัสทั่วไป (General monitors for exposure) ประกอบด้วย การติดตามทางชีวภาพ (Biomonitoring) เพื่อประเมินการรับสัมผัส (Over-exposure) รวมถึงการตรวจทางการแพทย์แบบเป็นระยะ ๆ (Periodic medical examination) รวมถึงการประเมินโดยใช้ดัชนีทางชีวภาพ (Biological Exposure Indices, BEIs) (ACGIH, 2002) ซึ่ง BEIs และ การประเมินทางชีวภาพอื่น ๆ มีหลายวิธี เช่น 1) การประเมินสารเคมีในรูปเดิม (Parent compounds) หรือ รูปย่อยสลายจากสารคัดหลั่งในร่างกาย (Metabolites) (เลือด ปัสสาวะ น้ำลาย) บางครั้งใช้เส้นผม 2) การประเมินผลกระทบต่อโมเลกุลเป้าหมาย เช่น เฮโมโกลบิน อัลไคเลชั่น (Haemoglobin alkylation) หรือ เอนไซม์ เช่น การยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (AchE inhibition) ซึ่งทราบกันดีว่าเป็นดัชนีชี้วัดผลกระทบ (Biomarkers of effect) ต่อสุขภาพ

การประเมินทางชีวภาพ

การประเมินทางชีวภาพ (Biomonitoring) ใช้ประเมินการรับสัมผัสสารเคมีเข้าสู่ร่างกายทุกทาง ประกอบด้วย ทางเดินหายใจ ผิวหนัง และดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด สามารถประเมินระดับสารเคมีในรูปสารเคมีรูปเดิม (Parent compounds) หรือ รูปที่ย่อยสลายแล้ว (Metabolites) จากเลือด ปัสสาวะ การประเมินสารเคมีในปัสสาวะ เป็นวิธีที่นิยมมากกว่าการเจาะเลือด เนื่องจากมีอันตรายน้อยกว่า ผู้วิจัยขออธิบายการประเมินทางชีวภาพ 2 ลักษณะ คือ ดัชนีชี้วัดการรับสัมผัส และดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อร่างกาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ดัชนีชี้วัดการรับสัมผัส

ดัชนีชี้วัดการรับสัมผัส ทำได้โดยการประเมินสารเมแทบอไลท์ (Metabol; ites) ของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในปัสสาวะ และเลือด สามารถนำมาใช้ประเมินการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงได้ อย่างไรก็ตามการกระจายของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในร่างกายมีค่าแปรปรวน เช่น อายุของเม็ดเลือดแดงสั้น ความสามารถในการรวมตัวกับไขมัน เป็นต้น Vasilic et al. (1999) รายงานในผู้ที่เกิดพิษจากสารกลุ่มเป็นพิษจากมาลาไทออน (Malathion poisoning) และสามารถประเมินสารเคมีในเลือดได้ (The parent compound) เพียง 1 วันภายหลังการเกิดพิษ ส่วนการประเมินสารรูปเมแทบอไลท์ในปัสสาวะ (Urinary excretion of metabolites) สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสได้ (Biomarker of exposure) (COT, 1999) ข้อมูลที่แม่นยำมักมาจากการวิเคราะห์ปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ทั้งก่อนการรับสัมผัส และ หลังการรับสัมผัส (Nolan et al., 1984)

การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในขนาดเดียวกันผ่านทางผิวหนัง พบขนาดร้อยละ 1-2 ในค่าเมแทบอไลท์ในปัสสาวะ พบค่าครึ่งชีวิตของการขับออกทางปัสสาวะของค่า (Urinary dialkylphosphates) ภายหลังการรับสารคลอไพริฟอสเข้าร่างกายทางปากของอาสาสมัครพบค่าครึ่งชีวิต นาน 15.5 ชั่วโมง และ ภายหลังการรับสัมผัสทางผิวหนัง พบค่าครึ่งชีวิต เท่ากับ 30 ชั่วโมง (Griffin et al., 1999) ตามลำดับ เขาได้รับคำแนะนำว่าควรเก็บตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อการ

ประเมินทางชีวภาพภายหลังการรับสัมผัสทางผิวหนัง คือ ก่อนกะการทำงานในวันต่อไป จาก การศึกษาทดลองปริมาณสารคลอไพริฟอส พบว่า ไม่ยับยั้งการออกฤทธิ์ของเอนไซม์ AChE (Depress AChE activity) สามารถประเมินระดับสารไดอัลคิลฟอสเฟต (Dialkylphosphate) ในรูปเมแทบอไลท์ในปัสสาวะได้ ซึ่งบ่งชี้ ให้เห็นว่าการประเมินสารกำจัดแมลงในปัสสาวะมีความไว มากพอ และใช้เป็นดัชนีประเมินการรับสัมผัส (Indicator of exposure) ได้ Drevenkar et al. (1991) ได้ให้ความชัดเจนว่าสารไดอัลคิลฟอสฟอรัส (Dialkylphosphorus) ในรูปเมแทบอไลท์ใน ปัสสาวะ เป็นดัชนีที่มีความไวมากกว่าระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือด

อย่างไรก็ตาม ผู้ศึกษาเคยเสนอแนะว่าพารามิเตอร์ทั้งสองชนิดควรนำมาใช้ในประเมินการ รับสัมผัส เนื่องจากยังขาดความสัมพันธ์ระหว่างการถูกยับยั้งของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase inhibition) และ ความเข้มข้นสารเมแทบอไลท์ในปัสสาวะ เป็นสิ่งที่น่าสนใจใน การศึกษาที่ระบุว่าเมแทบอไลท์ของสารไดอะซินอนในปัสสาวะ (A metabolite of diazinon in the urine) ในผู้ป่วยที่มีอาการพิษ ที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณที่มีการฉีดพ่นสารนาน 4 เดือนครึ่ง และมีสารประกอบ ออร์แกโนฟอสเฟตต่างชนิดกันจะผลิตเมแทบอไลท์ชนิดเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น สารพาราไทออน เมทิล (Parathionmethyl) และ สารเฟนไทออน (Fenitrothion) เป็นต้น

ดังนั้นการประเมินการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในปัสสาวะยังมีข้อจำกัด การประเมินสาร เมแทบอไลท์ของสารซาริน (Sarin metabolites) เช่น กรดเมทิลฟอสฟอนิก (Methylphosphonic acid) และ กรดไอโซโพรพิวเมทิลฟอสฟอนิก (Isopropylmethylphosphonic acid) ประเมินโดย ก๊าซโครมาโตกราฟฟี่ (Nakajima et al., 1998)

2. ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพของผลกระทบต่อร่างกาย

ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพของผลกระทบต่อร่างกาย ผลลัพธ์ของการตอบสนองของร่างกายต่อ สารพิษ มีการเปลี่ยน แปลงที่วัดได้ในรูปของการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี สรีระวิทยา พฤติกรรม หรือ อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกาย เช่น การประเมินการออกฤทธิ์ของเอนไซม์โคลีนเอสเตอร์เรส และ การประเมินอาการพิษจากสารกำจัดแมลง

2.1 การประเมินการออกฤทธิ์ของเอนไซม์โคลีนเอสเตอร์เรส

การประเมินการออกฤทธิ์ของเอนไซม์โคลีนเอสเตอร์เรส (Measurement of Cholinesterase Activity ChE assays) เป็นวิธีที่มีประโยชน์หากมีค่าของระดับเอนไซม์ก่อนการรับ สัมผัส (Pre-exposure) ควรระมัดระวัง เกี่ยวกับเทคนิคมาตรฐานในการวิเคราะห์ ซึ่งแต่ละเทคนิคมี ช่วงค่าปกติของตนเอง (Normal range) การเกิดพิษแบบเฉียบพลันจากการรับสัมผัสระดับเล็กน้อย (Mild poisoning) อาจจะทำให้ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสลดลง (BuChE) เหลือร้อยละ 50 การรับสัมผัสระดับปานกลาง (Moderate poisoning) เป็นสาเหตุของการลดลงเหลือร้อยละ 20 ขณะที่ความเป็นเป็นแบบรุนแรง (Severe poisoning) ค่าลดลงเหลือร้อยละ 10 หรือ น้อยกว่า (Karalliedde et al., 2001)

อย่างไรก็ตาม Bardin et al. (1987) เคยวัดค่า BuChE ในผู้ป่วยต่อเนื่องกัน จำนวน 61 ราย ค่าที่ประเมินได้ ไม่สามารถนำมาคาดการณ์ความรุนแรงของอาการพิษได้ แต่สามารถนำค่า เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเม็ดเลือดแดง (RBC AChE) นำมาใช้เป็นดัชนีในการคาดการณ์อาการเกิด พิษทางคลินิก พบว่า ร้อยละ 30 ของค่าปกติมีความสัมพันธ์กับการฟื้นตัวทางคลินิกที่มีอันตรายเพียง

เล็กน้อยของการกำเริบของโรค Cunha et al. (1995) มีการศึกษาแบบย้อนหลัง (Retrospective survey) ของภาวะพิษจากกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ระบุว่า ค่า BuChE กลับสู่ภาวะปกติมากกว่าร้อยละ 10 ของค่าปกติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ดีกับการพยากรณ์โรค ข้อดีของการประเมินค่า BuChE คือ สะดวกสบาย ราคาถูก และ ใช้ได้แพร่หลายมากกว่า อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่าง BuChE กับค่า RBC AChE ไม่ค่อยคงที่มากนัก

การวัดค่าเอนไซม์อะเซตทิลโคลีนเอสเตอเรสในเม็ดเลือดแดง (RBC AChE) มีความตรงในการคาดการณ์ความรุนแรงของความเป็นพิษจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท (Karalliedde et al., 2001) เคยพบความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพิษในของสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในสมองและพบว่า AChE ถูกยับยั้งเนื่องจากหลายปัจจัย โดยทั่วไป ร้อยละ 50-80 ของ AChE ในระบบประสาทมักจะไม่ถูกกระตุ้นก่อนแสดงอาการ ส่วนการออกฤทธิ์ของ AChE ในสมอง ร้อยละ 10-50 ของค่าปกติ พบว่า มีความสัมพันธ์กับความเป็นพิษรุนแรง และต่ำกว่าร้อยละ 10 กับระบบทางเดินหายใจล้มเหลวและเสียชีวิต (Lotti, 1999)

การตรวจหาเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสโดยใช้กระดาษทดสอบพิเศษ

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต และกลุ่มคาร์บาเมท ตามที่กล่าวมาแล้วว่ามีกลไกในการออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสทั่วร่างกาย ซึ่งสารเคมีกำจัดแมลง 2 กลุ่มนี้ สามารถตรวจสอบความรุนแรงของพิษที่เข้าสู่ร่างกายได้ โดยใช้กระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) เพื่อประเมินเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสได้ ซึ่งตรวจหาปริมาณเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส เป็นการตรวจหาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในน้ำเลือด (Psuedocholinesterase) (กระทรวงสาธารณสุข, 2557; Thetkathuek et al., 2014; Thetkathuek et al., 2017) การศึกษาระดับความเสี่ยงในการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในเกษตรกรชาวไทย ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรได้รับการคัดกรองสุขภาพด้วยกระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) จำนวน 527,144 คน ผลการคัดกรองสุขภาพพบว่า เกษตรกรมีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจำนวน 172,286 คนคิดเป็นร้อยละ 32.68 33 (กระทรวงสาธารณสุข, 2557)

การเจ็บป่วยที่ต้องส่งต่อเพื่อรับการรักษา พบว่า เกษตรกรที่มีอาการของโรคพิษสารกำจัดศัตรูพืชอย่างรุนแรง และได้รับการส่งต่อเพื่อทำการรักษา จำนวน 368 คน (Ministry of Health, 2013) และจากการตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับเอนไซด์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกรด้วยกระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) เพื่อเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของเกษตรกร ในปี 2557 พบว่า เกษตรกรที่มีผลการตรวจพบผู้เสี่ยง 107,989 รายจากการคัดกรองทั้งหมด 314,603 ราย คิดเป็นร้อยละ 34.33 (กระทรวงสาธารณสุข, 2557)

ผลการศึกษาระดับความเสี่ยงของผลเลือดที่เกิดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงของเกษตรกร โดยทดสอบระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในแรงงานไทย เคยมีการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีผลการทดสอบจัดอยู่กลุ่มที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 27.3 กลุ่มที่มีเสี่ยงร้อยละ 32.7 (สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2556) ส่วนการศึกษาระดับความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์การ์โนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในกลุ่มแรงงานต่างด้าวในประเทศไทย อนามัย เทศกะทึกและคณะ (2559) ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงาน

ต่างด้าวชาวกัมพูชาที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้ เขตภาคตะวันออก จำนวน 891 คน โดยคัดกรองระดับเอนไซม์คลอรีนเอสเตอเรสในเลือด โดยใช้กระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่มีผลการทดสอบอยู่ในกลุ่มที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 16.6 มีความเสี่ยง ร้อยละ 58.5

2.2 การประเมินอาการพิษจากสารกำจัดแมลง สามารถประเมินได้โดยใช้แบบประเมินความเสี่ยง เช่น แบบประเมินความเสี่ยงในการทำงานของเกษตรกรจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของกระทรวงสาธารณสุข แบบประเมินประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและการปฏิบัติตัวในขณะทำงาน ส่วนที่ 3 อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (กระทรวงสาธารณสุข, 2557)

3. การเกิดพิษแบบกึ่งเฉียบพลัน (Sub-acute poisoning) อาการกึ่งเฉียบพลันมีผลกระทบต่อร่างกายหลายระบบด้วยกัน ประกอบด้วย ผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง (CNS effects) และ กลุ่มอาการแบบ Intermediate syndromes โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง (CNS effects) สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต สามารถละลายในไขมันได้ดี และซึม เข้าสู่ระบบประสาท (ANS) ได้ ทำให้เกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ ตามมาได้ เช่น กระสับกระส่าย ซึมลง และหมดสติ เป็นต้น

3.2 กลุ่มอาการ Intermediate syndromes อาการดังกล่าวจะเกิดขึ้นใน 24-96 ชั่วโมงภายหลังจากได้รับสารพิษ ซึ่งอาจเป็นเวลาในระหว่างหรือภายหลังการเกิดอาการโคลิเนอจิก (Cholinergic signs) กลุ่มอาการในระยะนี้คือ การมี Cranial nerve palsy ทำให้เป็น อัมพาตบริเวณกล้ามเนื้อคอ และกล้ามเนื้อการหายใจ ชนิดสารที่ทำให้เกิดอาการเหล่านี้ ได้แก่ สารเฟนไทออน (Fenthion) สารโมโนโครโตฟอส (Mono-crotophos) สารไดเมทเอท (Dimethoate) และสารเมตามิดาฟอส (Metamidophos) หากเกิดภาวะนี้ขึ้นแล้ว การให้สารอะโทรปีน (Atropine) และ 2-PAM จะไม่สามารถระงับและแก้ไขอาการพิษเหล่านี้ได้

4. การเกิดพิษแบบเรื้อรัง (Chronic poisoning)

การเกิดพิษแบบเรื้อรัง (Chronic poisoning) มักเกิดขึ้นภายหลังจากได้รับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตภายหลังจากเกิดภาวะเป็นพิษเฉียบพลันเป็นเวลานาน ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะเกิดอาการ Delayed polyneuropathy ผู้ป่วยจะเริ่มมีอาการปวด เนื่องจากจากการเป็นตะคริวบริเวณกล้ามเนื้อขา อาจมีชาปลายมือและปลายเท้าได้ และ จะเกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง รีเฟลกซ์ของเอ็นลดลง (Tendon reflex) ต่อมาอาจมีอาการและอาการแสดงต่าง ๆ เช่น อาการชาบริเวณขาและแขน อาการ Motor neuropathy ที่กล้ามเนื้อแขนและขาเท่ากันทั้ง 2 ข้าง อาจมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง สารกำจัดแมลงที่เป็นสาเหตุของอาการต่าง ๆ เช่น สารมิพาฟอกซ์ (Mipafox) สารเลปโตฟอส (Leptophos) สารไตรคลอฟอน (Trichlorphon) สารไตรคลอโรเนท (Trichloronate) เป็นต้น

อาการเป็นพิษที่เกิดจากสารกำจัดแมลงชนิดคาร์บาเมท

อาการเป็นพิษที่เกิดจากสารกำจัดแมลงชนิดคาร์บาเมท จะมีอาการคล้าย ๆ กับอาการเป็นพิษจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต คือมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (King & Aaron, 2015) แต่มีความสามารถละลายในไขมันได้น้อยกว่ากลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต อาการเป็นพิษจะสั้นกว่าอาการ

เป็นพิษจากสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ทำให้มีอาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย เหงื่อออกมาก

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการรับสัมผัสทางผิวหนังจะไม่เกิดการระคายเคือง เมื่อมีการรับสัมผัสสารทางจะทำให้น้ำตาไหล หายใจติดขัด ปวดท้องเกร็ง มีการขับเหงื่อและน้ำลายขับออกมามาก อาเจียน ท้องร่วง ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย การสัมผัสถูกตาทั้งที่เป็นไอและของเหลวทำให้เกิดการระคายเคือง เป็นต้น (อนามัย เทศกะทึก, 2556) ผลการศึกษาของ สิริภัณฑ์กัญญา และยรรยง (2554) พบว่า ภายหลังการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ไม่ทราบกลุ่มของสารกำจัดแมลง พบว่า เกษตรกรมีอาการทางสุขภาพที่พบมาก ที่สุด คือวิงเวียนศีรษะ ร้อยละ 61.82 อาการปวดศีรษะ ร้อยละ 56.36

ปัจจัยที่มีผลต่อพิษจากสารกำจัดแมลง

ปัจจัยที่มีผลต่อพิษจากสารกำจัดแมลง ประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะทางทั่วไป ประวัติในการทำงาน สุขอนามัยส่วนบุคคล ระดับความรู้และทัศนคติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะทางทั่วไป มีหลายงานวิจัยที่รายงานลักษณะทางทั่วไปเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออาการเกิดพิษของสารกำจัดแมลง (Kachaiyaphum et al., 2010; Lu, 2005; Hanne et al., 2010; Maroni et al., 2000) ดังนี้

เพศ เพศเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดพิษจากสารกำจัดแมลง เพศหญิงมีความเสี่ยงมากกว่าเนื่องจากใช้เวลาอยู่ในสวนมากกว่าผู้ชาย จากการศึกษาของ Thetkathuek et al. (2017) ในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 57.7 อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 30.29 (8.48) ปี และพบว่า เพศชาย มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.51 (1.05, 2.19) เมื่อเทียบกับเพศหญิง เช่นเดียวกันกับการศึกษา ที่ระบุว่าเพศชายมีระดับ ความเสี่ยงมากกว่าเพศหญิง 3.50 เท่า 95% ช่วงเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.59 ถึง 6.65 (สิริภัณฑ์ กัญญา, 2554) นอกจากนั้นมีการศึกษพบว่า การพ่นสารกำจัดแมลงของเพศชายมีความถี่มากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) (Taneepanichskul, 2012)

ความเสี่ยงด้านเพศกับเอนไซม์คลอรีนเอสเตอเรส พบว่า เพศชายมีโอกาสในการมีระดับเอนไซม์คลอรีนเอสเตอเรสผิดปกติสูงกว่า หญิง 5.80 เท่า 95% ช่วงเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 1.79 ถึง 18.83 (Kachaiyaphum et al., 2010) เพศชายมีความชุกของการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจมากกว่าเพศหญิง (39.0% vs. 24.4%; PR = 1.6) (Syamlal et al., 2013) อย่างไรก็ตามมีการศึกษาพบว่า เพศไม่มีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสจากสารกำจัดแมลง (Zyoud et al., 2010)

จากการศึกษาแบบตัดขวางเปรียบเทียบระหว่างผู้ประกอบอาชีพที่ทำขวดกับผู้ที่อยู่ในกระบวนการผลิตสารกำจัดศัตรูพืช โดยกลุ่มหลังมีความเสี่ยงต่อโรคระบบทางเดินหายใจ รวมถึงอาการไอเรื้อรัง ในเพศหญิง (OR = 1.29, 95% CI: 1.15–15.84) อาการแน่นหน้าอก (Dyspnea) ระดับ 3 และ 4 (OR = 1.11, 95% CI: 1.06–1.97 ในเพศหญิง; OR = 2.35, 95% CI: 1.50–4.10 ในเพศชาย) ระคายเคืองคอ (Throat irritation) ในเพศชาย (OR = 1.36, 95% CI: 1.10–3.50) และจมูกแห้ง (Nasal dryness) (OR = 1.15, 95% CI: 1.05–2.91 ในเพศหญิง; OR = 1.19, 95% CI: 1.10–3.15 ในเพศชาย) (Zuskin, 2008)

อายุ อายุเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับอาการพิษจากสารกำจัดแมลง จากการศึกษาของ Syamlal et al. (2013) พบว่า กลุ่มที่การใช้หน้ากากที่มีอายุ 16-34 ปีมีค่าความชุกมากกว่ากลุ่มใช้สารกำจัดแมลงอายุ ≥65 ปี (46.9% และ. 30.0%; PR = 1.6) และ Mekonnen and Agonafir (2004) ศึกษาแบบภาคตัดขวางที่เป็นผู้พ่นสารกำจัดแมลง จำนวน 102 คน และไม่ใช้สารกำจัดแมลง จำนวน 69 คน ในประเทศเอทิโอเปีย พบว่า ผู้ที่มีอายุ 15–24 ปีมีระดับสมรรถภาพปอด FEV_1 และ FVC ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ระดับการศึกษา ระดับการศึกษาเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการใช้สารกำจัดแมลง โดยระดับการศึกษาที่สูงขึ้นทำให้มีความเสี่ยงจากการรับสัมผัสจากสารลดลง (Zyoud et al., 2010; Hanne et al., 2010) ระดับการศึกษาลดระดับผลกระทบของสารกำจัดแมลง ร้อยละ 55 (OR = 0.45, CI 95%: 0.22-0.91) (Hanne et al., 2010)

สถานภาพสมรส ผู้ที่มีสถานภาพสมรสเป็นโสด แยก หย่า หม้ายมีความสัมพันธ์กับผลกระทบต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลงได้ (Kachaiyaphum et al., 2010) และผลการศึกษาของ Kachaiyaphum et al. (2010) พบว่า ผู้ที่มีสถานภาพสมรสเป็นโสด แยก หย่า หม้ายมีโอกาสในการมีระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสผิดปกติสูงกว่าผู้ที่สมรส 4.00 เท่า 95% ช่วงเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 1.03 ถึง 15.48

1. เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส

เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมีผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ เช่น การศึกษาในเกษตรกรชาวเคนยา Ohayo-Mitoko et al. (2000) ระบุว่า การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่มีฤทธิ์ระงับเอนไซม์ Acetylcholinesterase enzyme เช่น สารไดเมทโทเอท (Dimethoate) มาลาไทออน (Malathion) มาโคเซบ (Mancozeb) เมโทมิล (Methomyi) มีความสัมพันธ์ต่อความชุกของอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ เช่น เจ็บหน้าอก น้ำมูกไหล หายใจดังวี้ด (Chest pain, cough, running nose, wheezing) หายใจลำบาก หอบเหนื่อย (Difficulties in breathing, shortness of breath) และ ระคายคอ (Irritation of the throat) Ciesielski et al. (1994) พบว่า การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในกลุ่มระงับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase inhibition) มีความสัมพันธ์กับอาการเจ็บหน้าอก และหายใจลำบาก (Chest pain and difficulty in breathing) ในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในนอร์ทแคโรไลน่าเหนือ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Ciesielski et al., 1994)

ผลกระทบจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงต่อสมรรถภาพปอด เคยมีการศึกษาพบมีความสัมพันธ์กับผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชกับสมรรถภาพปอด พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FVC (Forced vital capacity), FEV_1 และ FEF25%–75% (The forced expiratory flow between 25% และ75% of forced vital capacity) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Zuskin et al., 2008) และจากการศึกษาความเสี่ยงในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจของเกษตรกรในไร่รัฐแคลิฟอร์เนียของ Stoecklin-Marois et al. (2015) พบว่า มีความชุกของโรคหอบหืด อาการไอเรื้อรัง โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง

การศึกษาของ Chakraborty et al. (2009) พบว่า เกษตรกรมีความชุกมากขึ้นของอาการผิดปกติที่ระบบทางเดินหายใจส่วนบนและล่างและมีการลดลงของสมรรถภาพปอดถึง 48.9% และยัง

พบอีกว่าเกษตรกรที่มี ระดับ AChE ต่ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอาการระบบทางเดินหายใจ Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)และทำงานของปอดลดลงอีกด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาในเกษตรกรที่มีหน้าที่พ่นสารกำจัดศัตรูพืช ในประเทศสเปน ในระยะเวลาสั้น ๆ พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FEV1 ในขณะที่รับสัมผัสระยะเวลานานมีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FEF25% 75% ภายหลังการควบคุมตัวแปร อายุ เพศ การสูบบุหรี่ น้ำหนักความสูง การดื่มสุรา ระดับเอนไซม์ Paraoxonase 1 (PON1) polymorphism และ ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Hernandez et al., 2008)

สมรรถภาพปอดที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต หรือ คาร์บาเมท

สารกำจัดแมลงสองกลุ่มนี้มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ Cholinesterase inhibition. เคยมีการศึกษาในเกษตรกร ในประเทศอินเดีย พบว่า รับสัมผัสสารกำจัดแมลงสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FVC, FEV1, FEV_1/ FVC ratio, FEF25%-75% และ Peak expiratory flow rate (PEFR) (Chakraborty et al., 2009) นอกจากนั้นมีการศึกษาแบบตัดขวางในเกษตรกรที่พ่นสารกำจัดแมลงในสวนมะม่วงมีความสัมพันธ์กับการลดลงของสมรรถภาพปอดกับระดับเอนไซม์ Acetylcholinesterase และ Butylcholinesterase activities (Fareed et al., 2013).

3. ประวัติในการทำงาน

ประสบการณ์ในการใช้สารกำจัดแมลง มีผลกระทบของการรับสัมผัสสารเคมีต่อความผิดปกติระบบทางเดินหายใจ มีสาเหตุจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มต่าง ๆ เช่น สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสและมีผลกระทบต่อปอดและระบบทางเดินหายใจ นำไปสู่อาการระบบทางเดินหายใจที่ผิดปกติและมีผลต่อสมรรถภาพปอดได้ ประกอบด้วย การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงนานกว่ามีความเสี่ยงมากกว่ารับสัมผัสสั้นกว่า (Ohayo-Mitiko et al., 2000) เคยมีการศึกษาพบว่า มีการศึกษาต่าง ๆ ที่รายงานอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจในกลุ่มเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง การศึกษาในรัฐโอไอโอ ประเทศสหรัฐอเมริการายงานว่าภายหลังการควบคุมตัวแปรด้าน อายุ การสูบบุหรี่ พบว่า การใช้สารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับอาการระบบทางเดินหายใจ คือ อาการมีเสมหะ (Phlegm) (OR = 1.91, 95% CI: 1.02–3.57) หายใจดังวี้ด (Wheezing) (OR = 3.92, 95% CI: 1.76–8.72) อาการหวัด (Flu-like symptoms) (OR = 2.93, 95% CI: 1.69–5.12) (Sprince et al., 2000) Hashemi et al. (2006) พบการทำงานมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติในเกษตรกรชาวอิหร่าน กับการใช้สารกำจัดแมลง โดยเพิ่มความเสี่ยงของอาการหายใจดังวี้ดและมีเสมหะ (Wheezing and phlegm) นอกจากนั้นพบว่า การเกี่ยวข้องกับสารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับอาการไอเรื้อรัง (Wilkins et al., 1999)

ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นระบุว่าเคยมีการศึกษาแบบ A matched case-control study ในเกษตรกรที่พ่นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดลงของ Red blood cell acetylcholinesterase (AchE) และ การลดลงของ AchE มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติต่าง ๆ ด้วย ประกอบด้วย น้ำมูกไหล หรือ คัดจมูก (Runny or stuffy nose) มีค่า (OR = 2.85, 95% CI: 1.98–4.63) เจ็บคอ (Sore throat) มีค่า (OR = 1.76, 95% CI: 1.29–2.43), ไอแห้ง ๆ (Dry cough) (OR = 2.83, 95% CI: 1.92–4.41) หายใจดังวี้ด (Wheezing)

(OR = 1.78, 95% CI: 1.33–2.46) หายใจหอบเหนื่อย (Breathlessness) (OR = 2.41, 95% CI: 2.06–3.82) แน่นหน้าอก (Chest tightness) (OR = 3.26, 95% CI: 2.23–5.17) และ หายใจลำบาก (Dyspnea) (OR = 2.63, 95% CI: 1.89–4.13) อาการหลอดลมอักเสบ (Chronic bronchitis) (OR: 2.54, 95% CI: 1.48–3.74) และ หอบหืดที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ (Asthma) (OR-1.34, 95% CI: 1.09–1.79) (Chakraborty et al., 2009)

การศึกษาอื่น ๆ ระบุถึงการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในการทำงานมีผลต่อการระบบทางเดินหายใจ เช่น Hoppin et al. รายงานผลจากการศึกษาจาก The Agricultural Health Study (AHS) พบว่า การรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ชนิดไดคลอวอสและฟอเรต (Dichlorvos and phorate) พบว่า มีความสัมพันธ์กับอาการ หายใจดังวี้ด (Wheezing) ในผู้ประกอบการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช (Commercial pesticide applicators) มีค่า (OR = 2.48, 95% CI: 1.08–5.66 และ (OR = 2.35, 95% CI: 1.36–4.06) ตามลำดับ ภายหลังที่มีการควบคุมตัวแปร อายุ BMI การสูบบุหรี่ โรคหอบหืด และการใช้สารกำจัดแมลงมาก่อน

ระยะเวลาในการทำงาน ระยะเวลาในการทำงานมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ เช่นการศึกษาของ Thetkathuek et al. (2017) พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวมีระยะเวลาในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงครั้งละ 4-5 ชั่วโมง ร้อยละ 42.1 ระยะเวลาที่เกษตรกรทำงานในสวนผลไม้ เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง (Zyoud et al., 2010) โดยมีผู้ศึกษาระบุว่าระยะเวลาในการทำงานมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหอบหืด (Stoecklin-Marois et al., 2015)

การปฏิบัติงานจำนวนชั่วโมงในการทำงานนานกว่าเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการพิษจากสารกำจัดแมลง (Hanne et al., 2010) และ Sirivarasai (2009) ที่พบว่า ระยะเวลาในการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ BuChE activity ลดลง ช่วงการรับสัมผัสระดับต่ำ (5.66 vs. 3.77 U/ mL, $P < 0.05$) มีระยะเวลาการรับสัมผัสที่เพิ่มขึ้น (>10 ปี) พบว่า มีระดับ BuChE activity ต่ำกว่าผู้ที่รับสัมผัสสารน้อยกว่า 5 ปี (Jintana et al., 2009) นอกจากนั้นพบว่าการรับสัมผัสเป็นเวลานานทำให้เกิดพิษแบบเรื้อรังและเกิดมะเร็งได้ (EJF, 2003) เกษตรกรไร่มันฝรั่งที่ทำงานมากกว่า 20 ปีมีความเสี่ยงในการเกิดหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis) เท่ากับ 1.63 เท่า (Tual et al., 2013)

วิธีการพ่น

วิธีการพ่นสารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์ต่อระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส และความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ มีการศึกษาของ Lebailly et al. (2009) พบว่า วิธีการฉีดพ่นแบบ A rear-mounted sprayer จะนำไปสู่การรับสัมผัสมากกว่าแบบ Trailer sprayers Baldi ส่วน Isabelle et al. (2006) พบว่า ค่ามัธยฐานการรับสัมผัสทางผิวหนัง เท่ากับ 40.5 มก.ต่อวัน สำหรับ Tractor operators, 68.8 มิลลิกรัม สำหรับผู้ที่พ่นแบบสะพายหลัง (Backpack sprayers) และ 1.3 มิลลิกรัม. สำหรับผู้ประกอบอาชีพใน Vineyard การรับสัมผัสส่วนใหญ่ คือ บริเวณมือ สำหรับการผสม เท่ากับ 49% การพ่นสารกำจัดแมลง เท่ากับ 56.2% ค่ามัธยฐานของการรับสัมผัสผ่านระบบทางเดินหายใจ เท่ากับ 1.1% งานที่เกี่ยวกับการล้างทำความสะอาด พบการรับสัมผัสทางผิวหนัง เท่ากับ 4.20 มิลลิกรัม โดยการผสม เท่ากับ 2.85 มก. และ งานพ่น เท่ากับ 6.13 มิลลิกรัม ตามลำดับ

ส่วน Fareed et al. (2013) พบว่า ผู้พ่นสารกำจัดศัตรูพืชในสวนมะม่วง ในประเทศอินเดีย พบความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพปอดที่ลดลงและ การลดลงของเอนไซม์ Acetylcholinesterase และ Butylcholinesterase activities

3. ระดับความรู้และสุขอนามัยส่วนบุคคล

ระดับความรู้และสุขอนามัยส่วนบุคคลมีความสำคัญต่อการเกิดพิษของสารกำจัดแมลงในเกษตรกรมาก ซึ่งมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสสารสารกำจัดแมลง ในประเทศซิมบับเว โดยการเจาะเลือดและเก็บปัสสาวะ พบว่า ผู้ประกอบอาชีพที่มีความรู้น้อยกว่าจะได้รับผลกระทบจากสารกำจัดแมลงมากกว่าร้อยละ 50 พบปัจจัยการสูบบุหรี่ ($p < 0.01$) การรับประทานอาหาร ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต จำนวนอาการผิดปกติมีความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Spearman's rank correlation coefficient- -0.70; $p = 0.12$) ซึ่งสรุปได้ว่าการมีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี เช่น ล้างมือ ไม่สูบบุหรี่จะลดความเป็นพิษจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงได้ (Matchaba-Hove & Siziya, 1995)

ผลการศึกษาของสิริภัณฑ์กัญญา และยรรยง (2554) พบว่า การหยุดพักสูบบุหรี่ การดื่มน้ำหรือรับประทานอาหารในระหว่างการทำงาน มีความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์ โคลีนเอสเตอเรส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีระดับความเสี่ยงเป็น 12 เท่า (95% CI = 1.32, 145.72) ส่วนการศึกษาของ Thetkathuek et al. (2017) พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวมีระดับพฤติกรรมในการป้องกันตนเอง อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 76.8 เกษตรกรที่มีพฤติกรรมการป้องกันตนเองขณะฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในระดับต่ำ มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.53 (0.99, 2.37)

ในแง่การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ซึ่ง Banerjee et al. (2014) กล่าวว่าขณะพ่นสารกำจัดแมลงเกษตรกรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ปิดจมูก ปากด้วยผ้า และอาบน้ำภายหลังการพ่นร้อยละ 27 มีการศึกษาว่าการไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลจะมีความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วยจากสารกำจัดแมลง (Hanne et al., 2010; Zyoud et al., 2010) ส่วนการศึกษาของ Meggs (2003) รายงานการเกิดพิษจากสารกำจัดแมลงชนิดคลอไพริฟอสในช่างไม้วัย 61 ปี ที่ไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และมีการรับสัมผัสสารกำจัดทางตรงที่มือ แขนส่วนล่าง เท้าและขาส่วนล่าง และโดยการหายใจเข้าไปขณะทำการพ่นสารกำจัดแมลง ภายหลังการพ่นนาน 30 นาที เขามีภาวะพิษเฉียบพลัน คือ คลื่นไส้ ตะคริวที่ท้อง (Abdominal cramping) แขนขาอ่อนแรง (Arm and leg weakness) ปวดไหล่สองข้าง (Bilateral shoulder pain) เจ็บหน้าอก (Chest pain) ชามือและแขนสองข้าง (Numbness in the left hand and arm)

เกษตรกรปลูกผักที่ไม่สวมถุงมือ หน้ากาก รองเท้า หมวกคลุมผมจะมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมากกว่ากลุ่มที่สวมใส่ (Chakrabotry et al., 2009) และเกษตรกรที่มีการใส่ถุงมือจะสามารถลดโอกาสในการรับสัมผัสสารคลอร์ไพริฟอสมากกว่าเกษตรกรที่ไม่ใส่ถุงมือ ถึง 21.5 เท่า (ครรชิต ปุสิงห์, 2553) ผู้ที่มีการรับรู้เกี่ยวกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ต่ำกว่าจะมีค่าอุบัติการณ์ในการเกิดพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชสูงกว่า (Kachaiyaphum et al., 2010) เกษตรกรที่ไม่สวมเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวมีความ เสี่ยงต่ออาการเวียนศีรษะ และ ปวดศีรษะ 2.46 และ 1.68 เท่า เกษตรกรผู้ใช้มือเปล่าผสมสารเคมี และ ไม่ล้างมือหลังสัมผัส

สารเคมี มี ความเสี่ยงต่ออาการเวียนศีรษะและ ปวดศีรษะ 2.66 และ 3.40 เท่า และเกษตรกรที่ไม่เปลี่ยนเสื้อผ้า ที่ ซึมเปื้อนสารเคมีทันทีหลังสัมผัสมีความเสี่ยงต่ออาการเวียนศีรษะ 5.18 เท่า (สิริภัณฑ์ กัญญา, 2554)

เกษตรกรที่ทำหน้าที่พ่นสารกำจัดแมลงขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ในประเทศโปแลนด์ พบผู้เป็นพิษจากสารกำจัดแมลง จำนวน 22 คน ในปี ค.ศ. 2002 เนื่องจากพ่นสารกำจัดแมลงโดยไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม (Przybylska, 2004)

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบตัดขวาง (Cross sectional study) เพื่อศึกษาการคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออกและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความผิดปกติเหล่านี้ ระยะเวลา 1 ปี ภายหลังการได้รับทุนสนับสนุน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

แรงงานต่างด้าวที่แรงงานที่จดทะเบียนแรงงานทั้งชายและหญิงที่ทำงานในสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่างของการศึกษาการคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าว ในเขตจังหวัดจันทบุรีและระยอง โดยการใช้สถิติ logistic regression จึงอ้างอิงการคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ด้วยสถิติ simple logistic regression (Hsieh et al., 1998)

$$n = \frac{4P(1-P)(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

เมื่อ n คือ ขนาดตัวอย่างที่ต้องการ

p คือ อัตราการเกิดเหตุการณ์ทั้งหมด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ระดับความชุกของระดับเอมไซม์โคลีนเอสเตอเรสที่ผิดปกติในเกษตรกรไทย จากการศึกษาของอนามัย เทศกะทึก และคณะ (2559) ที่พบความผิดปกติ (ไม่ปลอดภัยและเสี่ยง) 75.1% (p = 0.751)

p_1-p_2 คือ ค่าความแตกต่างระหว่างการเกิดเหตุการณ์ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงกลุ่มที่ไม่มีความเสี่ยงของการสัมผัสสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในระดับไม่ปลอดภัยมีผลกระทบต่อความผิดปกติที่ระบบทางเดินหายใจ OR = 2.75 (อนามัย เทศกะทึก, 2559) ในที่นี้จึงได้คำนวณความแตกต่างที่น้อยที่สุดระหว่าง p_1 และ p_2 ได้เท่ากับ 20% (p_1-p_2 = 0.2)

โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (α) เท่ากับ 5% ($Z_{1-\alpha/2}$ = 1.96) และกำหนดกำลังของการทดสอบสมมติฐาน (1-β) เท่ากับ 90% ($Z_{1-\beta}$ = 1.28)

ดังนั้น สามารถคำนวณ n = 197 คน

เมื่อได้ค่า n แล้วจะทำการปรับขนาดตัวอย่าง เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีตัวแปรร่วมหลายตัว ดังนี้

$$n_p = \frac{n_1}{(1-R^2)}$$

เมื่อ n_p คือ ขนาดตัวอย่างเมื่อทำการปรับแล้ว

n_1 คือ ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้จากสูตรคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับ simple logistic regression

R^2 คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ multiple logistic regression ซึ่งในการศึกษานี้ไว้ที่ 25% ($R^2 = 0.25$)

สามารถคำนวณขนาดตัวอย่างได้ 263 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ การเจาะเลือด และ ตรวจสมรรถภาพปอด

1. แบบสัมภาษณ์ แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการแปลเป็นภาษากัมพูชา โดยแบ่งเป็น 6 ส่วน จำนวน 33 ข้อ ประกอบไปด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม เช่น เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง สถานภาพสมรส การศึกษา รายได้

ส่วนที่ 2 ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา จำนวน 5 ข้อ เช่น ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุราในอดีต และปัจจุบัน รวมทั้งระยะเวลาในการสูบบุหรี่ ดื่มสุรา

ส่วนที่ 3 ประวัติการเจ็บป่วย จำนวน 3 ข้อ เช่น การเจ็บป่วยในอดีต การเจ็บป่วยในปัจจุบัน ความรุนแรงของโรคที่เป็น การเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ

ส่วนที่ 4 ประวัติในการทำงาน จำนวน 12 ข้อ เช่น การประกอบอาชีพในอดีต ประวัติการทำงานในปัจจุบัน เช่น หน้าที่รับผิดชอบหลักในสวนผลไม้ พืชชนิดใดที่ท่านปลูก ระยะเวลาในการทำงานกับสารกำจัดแมลง จำนวนพื้นที่ปลูกทั้งหมด ชนิดสารกำจัดแมลงที่ใช้ สถานที่เก็บสารกำจัดแมลง คำแนะนำ เกี่ยวกับการใช้สารกำจัดแมลงให้ปลอดภัย ความถี่ ระยะเวลาในการพ่นสารกำจัดแมลง พ่นสารกำจัดแมลง การพ่นสารกำจัดแมลงล่าสุด กำจัดภาชนะบรรจุสารกำจัดแมลง

ส่วนที่ 5 การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และการแต่งกาย จำนวน 1 ข้อใหญ่ เช่น การสวมแว่นตาหน้ากาก/ ผ้าปิดจมูก ถุงมือ เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว รองเท้าบู๊ท/ รองเท้าชุดคลุมร่างกาย

ส่วนที่ 6 อาการของระบบทางเดินหายใจ จำนวน 5 ข้อ คำถามดัดแปลงมาจาก สภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council: BMRC) (อ้างอิงถึงใน ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) ประกอบด้วย

1. อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนต้น เช่น อาการไอ (ตื่นนอน) อาการไอ (กลางวันหรือกลางคืน) อาการไอเกือบทุกวัน (>3 เดือนต่อปี) อาการไอมากกว่าวันอื่น (1 สัปดาห์) อาการมีเสมหะต้องขากออก (ตื่นนอน) อาการมีเสมหะต้องขากออก (กลางวันหรือกลางคืน) อาการมีเสมหะต้องขากออกเกือบทุกวัน (> 3 เดือนต่อปี) อาการไอและมีเสมหะใน 3 ปี (> 3 สัปดาห์) อาการไอและมีเสมหะ (> 3 สัปดาห์)เกินหนึ่งครั้ง

2. อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนปลาย ประกอบด้วย ไอ มีเสมหะ อาการแน่นหน้าอกหายใจไม่ออก และเจ็บหน้าอก โดยมีการแปลผล คือ 0 หมายถึง ปกติ และ 1 หมายถึง ผิดปกติ

2. ประเมินผลเลือดทางชีวเคมีและการตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท

ประเมินผลเลือดทางชีวเคมีและการตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท มีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และวัสดุ ประกอบด้วย

2.1 เครื่องมือ Chemical analysis วิเคราะห์การทำหน้าที่ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count, CBC) การทำหน้าที่ของตับ ระดับเอนไซม์ SGPT (Serum Glutamic Pyruvate Transferase) และการทำหน้าที่ของไต (Creatinine, Cr) โดยเครื่องมือใช้วิเคราะห์ทางเคมีคลินิก (Chemistry) ชื่อ-รุ่น A15 Full Automated Clinical Chemistry Analyzer ส่วนเครื่องมือใช้วิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา (Hematology) คือ เครื่องมือรุ่น Nihon Kohden MEK-6318K Automated Hematology Analyzer

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

เก็บตัวอย่างเลือด

1. ใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพ
2. แอลกอฮอล์ 70% (ยกเว้นกรณีที่ต้องการตรวจ แอลกอฮอล์และสารกลุ่มแอลกอฮอล์และสารกลุ่ม แอลกอฮอล์ในเลือด)
3. ผ้าก๊อซ หรือ สำลีที่สะอาด
4. ถุงมือ
5. สายยางรัดแขน
6. ชุดเจาะเลือดมีเข็มสองปลายพร้อม
7. Vacuum tube ชนิดพลาสติก

2.2 การตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท โดยใช้กระดาษทดสอบ Reactive paper เป็นกระดาษทดสอบพิเศษใช้สำหรับตรวจปริมาณเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่ในการทำลายสารสื่อประสาทอะเซตทิลโคลีน (Acetylcholine) เมื่อร่างกายได้รับสารกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัสหรือสารคาร์บาเมทบางตัว สารเหล่านี้จะไปรวมตัวและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและติดตามอันตรายจากสารกำจัดแมลงกลุ่มกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท

กระดาษทดสอบ Reactive Paper

1. กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase Paper) หรือ กระดาษทดสอบ Reactive Paper ขนาดบรรจุ 100 แผ่น พร้อมแผ่นเทียบสีมาตรฐาน
2. กระเป๋าตรวจการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชซึ่งเป็นกระเป๋าบรรจุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจประกอบด้วย
   - 2.1 เข็มสำหรับเจาะเลือด
   - 2.2 หลอดแก้วขนาดเล็ก (Micro Haematocrit Tube red tip) 1 ขวด (100 อัน)
   - 2.3 สไลด์ ขนาด 2.5x7.5 ซม. 10 แผ่น
   - 2.4 สำลี ขนาด 20 กรัม 1 ห่อ
   - 2.5 แอลกอฮอล์สำหรับเช็ดแผล 1 ขวด (ขนาด 60 มิลลิลิตร)

2.6 ปากคีบ 1 อัน

2.7 ถาดดินน้ำมัน 1 อัน

2.8 หลอดหยดพร้อมจุกยาง 1 อัน (Propipet)

2.9 Rack พลาสติกใส ขนาด 6 x 8.5 x 4.5 cm. 1 อัน

การเก็บรักษา ควรปิดฝาขวดให้แน่นเก็บไว้ในที่แห้ง อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส (ตู้เย็น) และไม่ให้ถูกแสงปัจจุบันองค์การเภสัชกรรมจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์

การหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

การหาคุณภาพเครื่องมือแบ่งได้ 2 ประการคือ

1. การหาคุณภาพเครื่องมือของแบบสัมภาษณ์ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น นอกจากนั้นยังตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้าง ความชัดเจนในเนื้อหา ความครอบคลุม และความเหมาะสมของสำนวนภาษา เป็นต้น ผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วย นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีเวชศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จำนวน 1 ท่าน ภายหลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดได้พิจารณาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสมทั้งทางด้านโครงสร้าง เนื้อหา และการใช้ภาษาตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

2. การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยการปรับความถูกต้อง ของแบบสัมภาษณ์หาความเป็นปรนัยของเครื่องมือ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สัมภาษณ์ ผู้ที่สัมภาษณ์ คือ นักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยประกบกับล่ามชาวกัมพูชาที่ผ่านการอบรมทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบสัมภาษณ์ ซึ่งสถานที่ทำการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย ห้องประชุมของสวนผลไม้ และ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ใช้เวลาประมาณ 15 นาทีต่อราย

2. การตรวจสมรรถภาพปอด การตรวจสมรรถภาพปอดแก่เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำนวน 263 คน ตรวจโดยบุคลากรที่ควบคุมโดยแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ จากโรงพยาบาลกรุงเทพระยอง โดยก่อนทำการตรวจสมรรถภาพปอดผู้ศึกษานำเครื่องไปปรับความถูกต้อง (Calibration) และอธิบายถึงวิธีการตรวจและสาธิตให้กลุ่มเป้าหมายดูก่อน เพื่อให้ผู้เข้ารับการตรวจเกิดความเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง การทดสอบสมรรถภาพปอดกำหนดให้ใช้ท่านั่งตามแนวทางการตรวจและแปลผลตรวจสมรรถภาพปอดตามวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัยของสมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2557) โดยนั่งในลักษณะลำตัวและหน้าตรง เท้าทั้ง 2 ข้างแตะถึงพื้น หนีบจมูกด้วยที่หนีบจมูก อมหลอดอมให้ริมฝีปากครอบหลอดอมไว้แน่น สูดหายใจเข้าทางปากอย่างเร็วจนสุดหยุดอยู่ที่ภาวะหายใจเข้าสุดนาน น้อยกว่า 1 วินาที หายใจออกอย่างเร็วและแรงที่สุดจนหมด ทำซ้ำให้ได้กราฟที่เข้าเกณฑ์การยอมรับอย่างน้อย 3 ครั้ง และทั้ง 3 ครั้งเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกันแล้วผ่านเกณฑ์การทำซ้ำ จึงจะนำกราฟที่ได้มาทำการแปลผลหากพบว่า ผู้ทำการทดสอบมีอาการเหนื่อยมากให้หยุดทำการทดสอบทันที ทำการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

การแปลผลของสมรรถภาพปอด ได้ยึดตามสมการศิริราชส่วนการแปลผลสมรรถภาพปอดว่าผิดปกติหรือไม่ผิดปกตินั้น จะเปรียบเทียบตามการแปลผลของการตรวจสไปรโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัยที่ดัดแปลงมาจากสมาคมอุรเวชแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2545 และ ACOEM ฉบับปี ค.ศ. 2011) (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) ตามตารางที่ 3 คือ เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของผลการตรวจที่ผิดปกติ กรณีพบความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) และ ความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormalities) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของผลการตรวจที่ผิดปกติ

ระดับความรุนแรง Severity	**ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) พิจารณาจากค่า FEV_1 (% Predicted)**	**ความผิดปกติจากการขยายตัว (Restrictive abnormalities) พิจารณาจากค่า FVC (% Predicted)**
ปกติ (Normal)	>80	>80
เล็กน้อย (Mild)	66-80	66-80
ปานกลาง (Moderate)	50-65	50-65
มาก (Severe)	<50	<50

ที่มา: สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557

ในการแปลผลจะเริ่มจากการพิจารณาค่า FEV_1/ FVC เพื่อดูว่าผลการตรวจมีความผิดปกติแบบอุดกั้นหรือไม่ ถ้าพิจารณาค่า FEV_1/ FVC แล้ว ปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นไม่มีภาวะความผิดปกติแบบอุดกั้น แต่ถ้าพิจารณาค่า FEV_1/ FVC แล้ว ต่ำกว่าปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติแบบอุดกั้นร่วมอยู่ด้วย

หากพบว่า มีความผิดปกติแบบอุดกั้น ให้พิจารณาต่อว่ามีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวอยู่ด้วยหรือไม่ โดยการพิจารณาจากค่า FVC ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว ปกติ แสดงว่าผลการตรวจนั้นไม่มีภาวะความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวร่วมอยู่ด้วย จึงสรุปได้ว่าผลการตรวจที่พบเป็นความผิดปกติแบบอุดกั้นเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว “ต่ำกว่าปกติ” แสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติจำกัดการขยายตัวร่วมอยู่กับความผิดปกติแบบอุดกั้นด้วยสรุปผลได้ว่าผลการตรวจที่พบนั้นเป็นความผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormalities)

หากพิจารณาค่า FEV_1/ FVC แล้วพบว่า ผลการตรวจไม่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น ให้พิจารณาต่อว่าผลการตรวจนั้นเป็นปกติ หรือมีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว โดยการพิจารณาจากค่า FVC เช่นเดียวกัน ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว ปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นเป็นปกติ (Normal) แต่ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว “ต่ำกว่าปกติ”แสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติจำกัดการขยายตัวเพียงอย่างเดียว

3. เก็บตัวอย่างเลือด

การวิเคราะห์เลือดทางชีวเคมี

เจาะเลือด โดยพยาบาลวิชาชีพจากโรงพยาบาลกรุงเทพระยอง ปริมาตร 10 ซีซี เสร็จแล้วส่งวิเคราะห์ที่โรงพยาบาลกรุงเทพระยอง จังหวัดระยองทันที่ เพื่อวิเคราะห์ หาระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับ คือ SGPT หรือ SGOT; การทำหน้าที่ของไต คือ Cr

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์ผลเลือดทางชีวเคมี

การทำหน้าที่ของตับ		
การทดสอบ	**ค่ามาตรฐาน**	**หน่วย**
SGOT	0-41	IU/ L
SGPT	0-40	IU/ L
Total bilirubin	Up to 1.2	mg/ dl
Direct bilirubin	Up to 0.4	mg/ dl
Albumin	3.5-5.6	mg/ dl
การทำหน้าที่ของไต		
BUN	**5-20**	mg/ dl
Cr	Female 0.5 Male 0.7	mg/ dl
การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด		
WBC (White blood cell) Count	4,500-10,600	cell / µL
RBC (Red blood cell) Count	F: 4.2-5.2 , M: 4.5-6.0	x 10^{12} cell / L
HGB (hemoglobin)	F: 12.0-15.8 , M: 12.9-17.5	g/ dl
HCT (hematocrit)	F: 35.2-46.4 , M: 38.2-51.2	%
MCV (mean corpuscular volume)	F: 82.2-99.5 , M: 80.0-94.5	fl
MCH (mean corpuscular hemoglobin)	26.5-31.2	pg

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

การทดสอบ	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
MCHC (mean corpuscular hemoglobin conc.)	31.8-36.4	g/ dl
Platelet Count	140,000-400,000	cell / µL
Platelet smear	adequate (11-25 / opf)	grading
RDW (red cell distribution width)	11.1-15.5	N/ A
PCT	0.08-1.00	%
MPV (mean platelet volume)	6.80-10.0	fl
PDW (platelet distribution width)	10.0-15.0	N/ A
WBC differential percentage by [ ] Automatic Analyzer [√] Slide method)		
LYM (Lymphocyte)	18.3-49.0	%
MONO (Monocyte)	0.0-8.7	%
NEU (Neutrophil)	39.6-71.6	%
EOS (Eosinophil)	0.0-7.8	%
BASO (Basophil)	0.0-1.8	%
ATYP LYM (Atypical lymphocyte)	0.0-5.7	%
Band form of neutrophil	0-2	%
Others ;		%

2. ตรวจหาระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด

วิธีตรวจหาระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดด้วยกระดาษพิเศษ (Reactive paper) ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำเลือดที่เจาะได้ในขั้นตอนแรก มาบรรจุใส่หลอดแก้วขนาดเล็ก
2. ตั้งหลอดแก้วดังกล่าวจนกระทั่งมีการแยกชั้นน้ำเหลืองและเม็ดเลือดแดง
3. นำกระดาษทดสอบการแพ้พิษสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้สำหรับตรวจหาการรับสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชลงบนแผ่นสไลด์ด้วยปากคีบ
4. หยดน้ำเหลืองที่ได้จากข้อ 3 ลงบนกระดาษทดสอบ 1 หยด
5. นำสไลด์อีกแผ่นมาทับ
6. ตั้งทิ้งไว้ 7 นาที
7. อ่านผลโดยการเทียบสีที่เปลี่ยนแปลงกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน
8. เก็บตัวอย่างเลือดด้วยอุปกรณ์การเจาะเลือดและหลอดแก้วขนาดเล็ก
9. ตั้งหลอดแก้วดังกล่าวจนกระทั่งมีการแยกชั้นน้ำเหลืองและเม็ดเลือดแดง
10. นำกระดาษทดสอบการแพ้พิษสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้สำหรับตรวจหาการแพ้พิษ

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชลงบนแผ่นสไลด์ด้วยปากคีบ

11. หยดน้ำเหลืองที่ได้จากข้อ 3 ลงบนกระดาษทดสอบ 1 หยด
12. นำสไลด์อีกแผ่นมาทับ
13. ตั้งทิ้งไว้ 7 นาที
14. อ่านผลโดยการเทียบสีที่เปลี่ยนแปลงกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน

ถ้าพบว่า

กระดาษเปลี่ยนแปลงสี 4 สี คือ เหลือง ≥ 100 units/ ml (ปกติ), เหลือง-เขียว เท่ากับ 87.5-99.9 units/ ml (ปลอดภัย) สีเขียว เท่ากับ 75.0-87.4 units/ ml (เสี่ยง) และ สีน้ำเงิน < 75.0 units/ ml (ไม่ปลอดภัย)

ผลการทดสอบจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปกติ (เหลืองและเหลืองเขียว) และไม่ปกติ (เขียวและน้ำเงิน)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
2. นำข้อมูลมาลงรหัส
3. บันทึกข้อมูลลงในแผ่นดิสเก็ตและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ในโปรแกรม SPSS/ PC (Statistical for The Social Science/ Personal Computer) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา นำเสนอในรูปตาราง ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าเฉลี่ย จะถูกมาใช้ในการอธิบายตัวแปรทั่ว ๆ ไป คือ

1.1 ข้อมูลประชากรทางสังคม ประวัติการเจ็บป่วย ประวัติในการทำงาน สุขอนามัยส่วนบุคคลและการตระหนักของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว ในสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก

1.2 ความผิดปกติระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอด และ อาการผิดปกติ

2. การวิเคราะห์วิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมี

การวิเคราะห์วิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมี จำนวน 3 โมเดล โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) โดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ และการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง คือ ระดับผลการคัดกรองเลือดจากกระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC, FEV1, FEV_1 / FVC

2.2 การวิเคราะห์สถิติถดถอยพหุลอจีสติก (Multivariable logistic regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน

ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้หน้ากาก สภาพแวดล้อมในการทำงาน และการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง คือ ระดับผลการคัดกรองเลือดจากกระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการของระบบทางเดินหายใจ

2.3 การวิเคราะห์สถิติถดถอยพหุลอจีสติก (Multivariable logistic regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้หน้ากาก สภาพแวดล้อมในการทำงาน และการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง คือ ระดับผลการคัดกรองเลือดจากกระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) ส่วนตัวแปรตาม คือ ผลเลือดทางชีวเคมี ประกอบด้วย หน้าที่ของตับ ไต เม็ดเลือด ตามลำดับ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก:ปัจจัยที่มีผลกระทบ ศึกษาในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง จำนวน 274 คน เก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสัมภาษณ์ ตรวจสมรรถภาพปอด ตรวจหาระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด โดยใช้กระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive Paper) และตรวจทางชีวเคมี ตามลำดับ

ภายหลังการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแสดงรายละเอียดของผลการศึกษาจำแนกเป็น 13 ส่วน คือ 1) ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม 2) ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา 3) ประวัติการเจ็บป่วย 4) ประวัติในการทำงาน 5) ประวัติการรับสัมผัสฝุ่น 6) การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล 7) อาการของระบบทางเดินหายใจ 8) ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว 9) ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด 10) ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์ 11) ผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าว 12) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ 13) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC และ ค่า FVC/ FEV_1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง จำนวน 274 คน พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง ส่วนใหญ่เป็นชายมากกว่าหญิง โดยมีเพศชายร้อยละ 60.6 อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 30.80 (9.46) ปี ช่วงอายุส่วนใหญ่ของเกษตรกรชายและหญิงอยู่ในช่วงอายุ 21-30 ปี ร้อยละ 42.8 และ 41.7 ในส่วนของสถานภาพสมรส พบว่า เกษตรกรชายและหญิงส่วนใหญ่แต่งงานแล้ว ร้อยละ 63.9และ72.2 ระดับการศึกษา พบว่า เกษตรกรชายและหญิงส่วนใหญ่ไม่ได้เรียนหนังสือ ร้อยละ 31.9และ 31.5 ส่วนใหญ่เกษตรกรชายและหญิงมีรายได้เดือนละ 5,000-7,000 บาท ร้อยละ 42.2 และ 42.6 รายได้เฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 6326.51 (1564.69) และ 5937 (1362.42) บาท ตามลำดับ ดังรายละเอียดดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 จำนวน ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามลักษณะประชากร

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 166)	หญิง (n = 108)	รวม	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี)				
< = 20	20 (12.0)	9 (8.3)	29	10.6
21-30	71 (42.8)	45 (41.7)	116	42.3
31-40	50 (30.1)	32 (29.6)	82	29.9
41-50	18 (10.8)	17 (15.7)	35	12.8
>50	7 (4.2)	5 (4.6)	12	4.4
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	30.80 (9.46)	32.37 (10.07)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	29 (18,60)	30.50 (17,60)		
น้ำหนัก (กิโลกรัม)				
30.0-45.0	9 (5.4)	15 (13.9)	24	8.8
45.1-60.0	104 (62.7)	62 (57.4)	165	60.2
60.1.-75.0	50 (30.1)	26 (24.1)	76	27.7
> 75.0	3 (1.8)	5 (4.6)	8	2.9
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	57.37 (7.76)	56.28 (6.55)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	57 (34,85)	54.50 (40,80)		
ส่วนสูง (เซนติเมตร)				
140.0-150.0	6 (3.6)	31 (28.7)	37	13.6
151.0-160.0	53 (31.9)	50 (47.2)	103	37.9
160.1.-170.0	83 (50.0)	20 (19.4)	103	37.9
> 170.0	24 (14.5)	5 (4.6)	29	10.7
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	163.51 (7.16)	156.29 (8.09)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	164 (145,183)	155 (142,183)		

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 166)	หญิง (n = 108)	รวม	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
สถานภาพสมรส				
โสด	55 (33.1)	25 (23.1)	80	29.2
แต่งงานแล้ว	106 (63.9)	78 (72.2)	184	67.2
แยก/ หย่า	5 (3.0)	5 (4.6)	10	3.6
ระดับการศึกษา				
ไม่ได้เรียนหนังสือ	53 (31.9)	34 (31.5)	87	31.8
ประถมศึกษา ชั้น ป.4	40 (24.1)	32 (29.6)	72	26.3
ประถมศึกษา ชั้น ป.6	30 (18.1)	26 (24.1)	56	20.4
มัธยมศึกษาตอนต้น	31 (18.7)	14 (13.0)	45	16.4
มัธยมศึกษาตอนปลาย	7 (4.2)	0 (0.0)	7	2.6
ระดับอนุปริญญา	5 (3.0)	2 (1.9)	7	2.6
ระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า	0 (0.0)	0 (0.0)	0	0.0
รายได้ (บาท)				
< 5,000	57 (34.3)	41 (38.0)	98	35.8
5,001-7,000	70 (42.2)	46 (42.6)	116	42.3
7,001-9,000	35 (21.1)	21 (19.4)	56	20.4
> 9,000	4 (2.4)	0 (0.0)	4	1.5
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	6326.51 (1564.69)	5937 (1362.42)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	6000 (3000,12000)	6000 (3000,9000)		

ส่วนที่ 2 ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา

จากประวัติการสูบบุหรี่และดื่มสุราของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว ส่วนใหญ่ในอดีตที่ผ่านมาพบว่า เกษตรกรชายและหญิงมีประวัติ เคยสูบบุหรี่จำนวน ร้อยละ 53.0 และ3.7 ตามลำดับยังสูบบุหรี่อยู่ในปัจจุบันจำนวน ร้อยละ 48.8 และ 2.8 ตามลำดับ โดยในผู้ที่สูบบุหรี่นั้น พบว่า ส่วนใหญ่สูบมานาน 1-5 ปี ร้อยละ 68.7 และ 85.7 ตามลำดับ ส่วนประวัติการดื่มสุราของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรชายยังดื่มอยู่ร้อยละ 74.7 ส่วนเกษตรกรหญิง ร้อยละ 36.1 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 จำนวนร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 166)	หญิง (n = 108)	รวม	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
ประวัติการสูบบุหรี่ในอดีต				
ไม่เคยสูบ	78 (47.0)	104 (96.3)	182	66.4
เคยสูบ	88 (53.0)	4 (3.7)	92	33.6
ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน				
ไม่สูบ	85 (51.2)	105 (97.2)	184	69.2
สูบ	81 (48.8)	3 (2.8)	84	30.7
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)				
1-5	57 (68.7)	6 (85.7)	63	70.0
5-10	19 (22.9)	1 (14.3)	20	22.2
> 10	7 (8.4)	0 (0.0)	7	7.8
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	5.84 (4.86)	3.57 (3.36)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	5 (1,20)	2 (1,10)		
จำนวนบุหรี่ที่สูบ (มวน)				
1-5	51 (60.0)	4 (80.0)	55	61.1
6-10	29 (34.1)	1 (20.0)	30	33.3
> 10	5 (5.9)	0 (0.0)	5	5.6
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	6.61 (4.12)	4.0 (3.74)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	5 (1,20)	1 (1,10)		
การดื่มสุรา				
ไม่เคยดื่มเลย	25 (15.1)	63 (58.3)	88	32.1
เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว	17 (10.2)	6 (5.6)	23	8.4
ยังดื่มอยู่	124 (74.7)	39 (36.1)	163	59.5
ปริมาณการดื่มแอลกอฮอล์ต่อสัปดาห์				
ดื่มเล็กน้อย	30 (24.2)	26 (66.7)	56	20.4
1 แก้วต่อสัปดาห์	17 (13.7)	6 (15.4)	23	8.4
2-3 แก้วต่อสัปดาห์	23 (18.5)	4 (10.3)	27	9.9
มากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์	54 (43.5)	3 (7.7)	57	20.8

ส่วนที่ 3 ประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

ประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันของเกษตรกร พบว่า ภายในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมาเกษตรกรชายและหญิงส่วนใหญ่มีการเจ็บป่วย ร้อยละ 62.04 และ 67.59 ตามลำดับ ความรุนแรงของความเจ็บป่วยที่ผ่านมาเกษตรกรชายและหญิงส่วนใหญ่สามารถทำงานต่อได้ร้อยละ70.9 และ71.2 ตามลำดับ และยังพบว่า เกษตรกรชายและหญิงส่วนใหญ่ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจร้อยละ 91.6และ 85.2 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 จำนวน ร้อยละของประวัติการเจ็บป่วยในปัจจุบัน จำแนกตามอาการต่าง ๆ

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 166)	หญิง (n = 108)	รวม	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
ประวัติการเจ็บป่วย				
การเจ็บป่วยภายใน ระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา				
ไม่มีการเจ็บป่วย	63 (37.96)	35 (32.41)	98	35.77
การเจ็บป่วย	103 (62.04)	73 (67.59)	176	64.2
ความรุนแรงของความเจ็บป่วย				
สามารถทำงานต่อได้	73 (70.9)	52 (71.2)	125	45.6
หยุดงานเพื่อพักรักษาตัว แต่ไม่ต้องนอนโรงพยาบาล	27 (26.2)	20 (27.4)	47	17.2
นอนโรงพยาบาล	3 (2.9)	1 (1.4)	4	1.5
การวินิจฉัยจากแพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์เกี่ยวกับโรคหรือเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ				
ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ	152 (91.6)	92 (85.2)	244	89.1
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	0 (0.0)	1 (0.9)	1	0.4
โรคหอบหืดจากการทำงาน	0 (0.0)	2 (1.9)	2	0.7
โรคหลอดลมอักเสบ	5 (3.0)	3 (2.8)	8	2.9
โรคภูมิแพ้น้ำมูกไหล	9 (5.4)	10 (9.3)	19	6.9
วัณโรคปอด	0 (0.0)	0 (0.0)	0	0.0

ส่วนที่ 4 ประวัติในการทำงาน

จากประวัติในการทำงานของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่เคยประกอบอาชีพอื่นก่อนที่จะมาประกอบอาชีพเกษตรกรสวนผลไม้ ร้อยละ 43.1 โดยเคยประกอบอาชีพทำนามากที่สุด ร้อยละ 17.9 รองลงมาคือ โรงงานอุตสาหกรรม ร้อยละ 13.5

หน้าที่รับผิดชอบหลักในสวนผลไม้ของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ทำหน้าที่เก็บผลไม้มากที่สุด ร้อยละ 72.3 รองลงมาคือ เพาะปลูกผลไม้ ร้อยละ 70.8 และช่วยลากสายขณะฉีดพ่นสารกำจัดแมลง ร้อยละ 47.8 และการผสมสารกำจัดแมลงของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า มีการผสมสารกำจัดแมลงสามชนิดมากที่สุด ร้อยละ 20.4 รองลงมาคือผสมมากกว่าสามชนิดร้อยละ 16.4 ส่วนชนิดของพืชที่ปลูก พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวปลูกลำไย ร้อยละ 75.5 ปลูกทุเรียน ร้อยละ 64.6 และมังคุด ร้อยละ 51.8 ระยะเวลาในการทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการทำงาน 1-5 ปี ร้อยละ 78.1 ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ4.26 (3.60) ปี และส่วนใหญ่มีจำนวนพื้นที่ปลูก น้อยกว่าเท่ากับ 50 ไร่ ร้อยละ 37.6 โดยมีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 229.65 (298.31) ไร่

ความถี่ในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่มีการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 43.2 รองลงมา 3ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 39.5 และ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 13.7 โดยมีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 3.74 (1.47) ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลาในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง พบว่า เกษตรกรมีระยะเวลาในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงครั้งละ 6-8 ชั่วโมงมากที่สุด ร้อยละ 59.9 โดยมีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 6.02 (1.73) ชั่วโมง วิธีการพ่นสารกำจัดแมลง พบว่า ส่วนใหญ่ใช้รถยนต์ หรือ รถเครื่อง ร้อยละ 51.1 ระยะเวลาในการฉีดพ่น การใช้ หรือการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง ครั้งหลังสุด พบว่า ส่วนใหญ่ มีการระยะเวลาในการฉีดพ่น การใช้ การรับสัมผัสสารกำจัดแมลง 1-2 วันที่ผ่านมา ร้อยละ 37.6 ระยะเวลาในการเข้าไปในสวนผลไม้ภายหลังการพ่นสารกำจัดแมลงล่าสุดของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า เข้าไปในสวนผลไม้ภายหลังการพ่นสารกำจัดแมลง1-2 วันที่ผ่านมา ร้อยละ 51.5 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 จำนวน ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามประวัติในการทำงาน

ประวัติในการทำงาน	จำนวน n = 274	ร้อยละ
การประกอบอาชีพอื่นก่อนที่จะมาประกอบอาชีพเกษตรกรสวนผลไม้หรือไม่		
ไม่เคย	156	56.9
เคย	118	43.1
ก่อสร้าง	25	9.1
ทำนา	49	17.9
ทำไร่มันสำปะหลัง	7	2.6
โรงงานอุตสาหกรรม	37	13.5
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)		
1-5	75	63.6
6-10	32	27.1
> 10	11	9.3
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	6.04 (4.85)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	5.00 (1,25)	
หน้าที่รับผิดชอบหลักในสวนผลไม้ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
เพาะปลูก	194	70.8
ผสมสารกำจัดแมลง	129	47.1
จำนวนชนิดของสารกำจัดแมลงที่ผสมน้ำ		
ชนิดเดียว	3	1.1
สองชนิด	20	7.3
สามชนิด	56	20.4
มากกว่าสามชนิด	45	16.4
จำไม่ได้	5	1.8
พ่นสารกำจัดแมลง	101	36.9
ช่วยลากสาย		
เก็บผลไม้	198	72.3

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ประวัติในการทำงาน	จำนวน n = 274	ร้อยละ
ชนิดของพืชใดที่ปลูก (ตอบได้มากกว่า 1 ชนิด)		
เงาะ	141	51.5
ทุเรียน	177	64.6
มังคุด	142	51.8
ลำไย	207	75.5
ลองกอง	107	39.1
สับปะรด	79	28.8
องุ่น	39	14.2
ระยะเวลาในการทำงานกับสารกำจัดแมลงในงานเกษตรกรรม (ปี)		
1-5	214	78.1
6-10	49	17.9
> 10	11	4.0
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	4.26 (3.60)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	3 (1,25)	
จำนวนพื้นที่ปลูกทั้งหมด (ไร่)		
≤ 50	103	37.6
51-100	69	35.0
> 100	75	27.4
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	229.65 (298.31)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	100 (10,800)	
ทราบชนิดสารกำจัดแมลงที่ใช้ครั้งสุดท้าย หรือไม่		
ไม่ทราบ	122	44.5
ทราบ	152	55.5
นายจ้าง หรือ เจ้าหน้าที่เคยแนะนำ เกี่ยวกับการใช้สารกำจัดแมลงให้ปลอดภัยหรือไม่		
ไม่เคย	182	66.4
เคย	92	33.6

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ประวัติในการทำงาน	จำนวน n = 274	ร้อยละ
จำนวนฉีดพ่นสารกำจัดแมลง (ครั้งต่อสัปดาห์)		
1	7	3.7
2	26	13.7
3	75	39.5
มากกว่า 3	81	43.2
ค่าเฉลี่ย	3.74 (1.47)	
(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	3 (1,7)	
ระยะเวลาในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงแต่ละครั้ง (ชม.)		
1-3	27	14.1
4-5	50	26.0
6-8	115	59.9
ค่าเฉลี่ย	6.02 (1.73)	
(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	7 (1,8)	
วิธีการพ่นสารกำจัดแมลง		
สะพายหลัง	23	8.4
รถยนต์/ รถเครื่อง	140	51.1
วางถังพ่นบนดิน	29	10.6
ระยะเวลาในการฉีดพ่น/ การใช้/ สัมผัสสารกำจัดแมลง ครั้งหลังสุด		
1-2 วันที่ผ่านมา	103	37.6
3-7 วัน	74	27.0
มากกว่า 7 วัน ถึง 14 วัน	31	11.3
มากกว่า 14 วันขึ้นไป	66	24.1
ระยะเวลาในการเข้าไปในสวนผลไม้ภายหลังการพ่นสารกำจัดแมลงล่าสุด		
1-2 วันที่ผ่านมา	141	51.5
3-7 วัน	120	43.8
มากกว่า 7 วัน ถึง 14 วัน	2	0.7
มากกว่า 14 วันขึ้นไป	11	4.0

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ประวัติในการทำงาน	จำนวน n = 274	ร้อยละ
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	3.45 (3.37)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด, สูงสุด)	2 (1,15)	

ส่วนที่ 5 ประวัติการรับสัมผัสฝุ่น

ประวัติการรับสัมผัสฝุ่น ไอสารเคมีต่าง ๆ ในปฏิบัติงานของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลง มากกว่า 4 ชั่วโมง ร้อยละ 59.9 มีการรับสัมผัสฝุ่นจากผลไม้ ร้อยละ 50.7 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 จำนวน ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว จำแนกตามประวัติในการรับสัมผัสฝุ่นไอต่าง ๆ ในปฏิบัติงานที่สวนผลไม้

การรับสัมผัสฝุ่น ฟูม ไอต่าง ๆ เหล่านี้ ในปฏิบัติงานที่สวนผลไม้	รับสัมผัส/ วัน			ไม่รับสัมผัส
	1-2 ชั่วโมง จำนวน (ร้อยละ)	3-4 ชั่วโมง จำนวน (ร้อยละ)	มากกว่า 4 ชั่วโมง จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ปุ๋ยคอก	29 (10.6)	12 (4.4)	65 (23.7)	168 (61.3)
ฝุ่นดิน	23 (8.4)	21 (7.7)	98 (35.8)	189 (69.0)
ฝุ่นเถ้า	23 (8.4)	17 (6.2)	45 (16.4)	189 (69.0)
ไอสารกำจัดแมลง	22 (8.0)	68 (24.8)	164 (59.9)	20 (7.3)
ฝุ่นจากผลไม้	33 (12.0)	47 (17.2)	139 (50.7)	55 (20.1)
ฝุ่นจากผัก	3 (1.1)	9 (3.3)	23 (8.4)	239 (87.2)
ฝุ่นจากเมล็ดพืช	15 (5.5)	4 (1.5)	14 (5.1)	241 (88.0)

ส่วนที่ 6 การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

พฤติกรรมการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า มีการสวมใส่เครื่องแต่งกายโดยมีการสวมใส่เสื้อแขนยาว ร้อยละ 96.7 รองลงมา กางเกงขายาว ร้อยละ 96.4 ส่วนการสวมใส่รองเท้าบู๊ท ร้อยละ 54.0 หน้ากาก/ ผ้าปิดจมูก ร้อยละ 46.7 นอกจากนั้นยังพบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวไม่ใส่แว่นตา ร้อยละ 89.4 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 จำนวน ร้อยละของการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จำแนกตามการใช้และชนิดของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในปฏิบัติงานที่สวนผลไม้

การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จำนวน n = 274	**ไม่ใช้ จำนวน (ร้อยละ)**	**ใช้ จำนวน (ร้อยละ)**
การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในปฏิบัติงานที่สวนผลไม้		
แว่นตา	245 (89.4)	29 (10.6)
หน้ากาก/ ผ้าปิดจมูก	146 (53.3)	128 (46.7)
ถุงมือ	153 (55.8)	121 (44.2)
รองเท้าบู๊ท/ รองเท้า	126 (46.0)	148 (54.0)
ชุดคลุมร่างกาย	239 (87.2)	35 (12.8)
เสื้อแขนยาว	9 (3.3)	265 (96.7)
กางเกงขายาว	10 (3.6)	264 (96.4)

หมายเหตุ รวมการสวมเสื้อแขนยาว กางเกงขายาวเข้าในกลุ่มชนิดของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ส่วนที่ 7 อาการของระบบทางเดินหายใจ

จากการศึกษาอาการของระบบทางเดินหายใจของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีอาการไอ โดยอาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดผิดปกติ ร้อยละ 54.3 เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีอาการมีเสมหะอาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดผิดปกติ ร้อยละ 50.0 และเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีอาการแน่นหน้าอกอาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดผิดปกติ ร้อยละ 40 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 จำนวน ร้อยละของอาการต่าง ๆ ภายใน 1 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจำแนกตามความผิดปกติตามกลุ่มอาการ

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร**		**รวม (n = 274)**
	ปกติ (n = 204) จำนวน (ร้อยละ)	**ผิดปกติ (n = 70) จำนวน (ร้อยละ)**	
อาการไอภาพรวม			
ไม่อาการ	90 (44.1)	32 (45.7)	122 (44.5)
มีอาการ	114 (55.9)	38 (54.3)	152 (55.5)
มักไอในตอนตื่นนอนทันที			
ไม่อาการ	102 (50.0)	34 (48.6)	136 (49.6)
มีอาการ	102 (50.0)	36 (51.4)	138 (50.4)
มักไอตอนกลางวันหรือกลางคืน			
ไม่อาการ	98 (48.0)	42 (60.0)	140 (51.1)
มีอาการ	106 (52.0)	28 (40.0)	134 (48.9)
ไอบ่อย ๆ เกือบทุกวัน นับได้อย่างน้อย 3 เดือนต่อปี			
ไม่อาการ	152 (74.5)	61 (87.1)	213 (77.7)
มีอาการ	52 (25.5)	9 (12.9)	61 (22.3)
ในสัปดาห์หนึ่ง มีวันไหนที่ไอมากกว่าวันอื่นบ้างไหม			
ไม่อาการ	152 (74.5)	54 (77.1)	206 (75.2)
มีอาการ	52 (25.5)	16 (22.9)	68 (24.8)
อาการมีเสมหะภาพรวม			
ไม่อาการ	85 (41.7)	35 (50.0)	120 (43.8)
มีอาการ	119 (58.3)	35 (50.0)	154 (56.2)
ในตอนตื่นนอนท่านมักมีเสมหะจนต้องขากออก			
ไม่อาการ	93 (45.6)	38 (54.3)	131 (47.8)
มีอาการ	111 (54.4)	32 (45.7)	143 (52.2)

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร**		**รวม (n = 274)**
	ปกติ (n = 204) จำนวน (ร้อยละ)	**ผิดปกติ (n = 70) จำนวน (ร้อยละ)**	
ในตอนกลางวันหรือกลางคืนก็ตาม ท่านมักมีเสมหะต้องขากออก			
ไม่อาการ	111 (54.4)	42 (60.0)	153 (55.80
มีอาการ	93 (45.6)	28 (40.0)	121 (44.2)
ใน 3 ปีที่ผ่านมา ท่านไอและมีเสมหะที่เป็นอยู่นานถึง 3 สัปดาห์หรือนานกว่านั้น			
ไม่อาการ	178 (87.3)	63 (90.0)	241 (88.0)
มีอาการ	26 (12.7)	7 (10.0)	33 (12.0)
อาการแน่นหน้าอกภาพรวม			
ไม่อาการ	106 (52.0)	42 (60.0)	148 (54.0)
มีอาการ	98 (48.0)	28 (40.0)	126 (46.0)
แน่นหน้าอกหายใจลำบาก			
ไม่อาการ	106 (52.0)	44 (62.90	150 (54.7)
มีอาการ	98 (48.0)	26 (37.1)	124 (45.3)
แน่นหน้าอกหายใจลำบาก ตอนที่ไม่ได้เป็นหวัด			
ไม่อาการ	127 (62.3)	49 (70.0)	176 (64.2)
มีอาการ	77 (37.7)	21 (30.0)	98 (35.8)
ปัจจุบันท่านแน่นหน้าอกหรือหายใจลำบากใน**<u>วันใดวันหนึ่งโดยเฉพาะ</u>**			
ไม่อาการ	153 (75.0)	58 (82.9)	211 (77.0)
มีอาการ	51 (25.0)	12 (17.1)	63 (23.0)

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร**		**รวม (n = 274)**
	ปกติ (n = 204) จำนวน (ร้อยละ)	**ผิดปกติ (n = 70) จำนวน (ร้อยละ)**	
มักจะมีอาการแน่นหน้าอกเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น			
ไม่อาการ	152 (74.5)	60 (85.7)	212 (77.4)
มีอาการ	52 (25.5)	10 (14.3)	62 (22.6)
มักจะมีอาการแน่นหน้าอกวันอื่น ๆ ก็เป็นด้วย (นอกจากวันทำงาน)			
ไม่อาการ	168 (82.4)	62 (88.6)	230 (83.9)
มีอาการ	36 (17.6)	8 (11.4)	44 (16.1)
มักจะมีอาการแน่นหน้าอกเฉพาะในอื่น ๆ ไม่ใช่วันแรกของสัปดาห์			
ไม่อาการ	168 (82.4)	61 (87.1)	229 (83.6)
มีอาการ	36 (17.6)	9 (12.9)	45 (16.4)
เคยแน่นหน้าอก หรือหายใจลำบาก **<u>เฉพาะในวันใดวันหนึ่งมาก่อน</u>**			
ไม่อาการ	161 (78.9)	59 (84.3)	220 (80.3)
มีอาการ	43 (21.1)	11 (15.7)	54 (19.7)
มักเป็นเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น			
ไม่อาการ	165 (80.9)	59 (84.3)	224 (81.8)
มีอาการ	39 (19.1)	11 (15.7)	50 (18.2)
มักจะมีอาการแน่นหน้าอกเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น			
ไม่อาการ	172 (84.3)	62 (88.6)	224 (81.8)
มีอาการ	32 (15.7)	8 (11.4)	40 (14.6)

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร		รวม (n = 274)
	ปกติ (n = 204) จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ (n = 70) จำนวน (ร้อยละ)	
มักจะมีอาการแน่นหน้าอกเฉพาะในอื่น ๆ ไม่ใช่วันแรกของสัปดาห์			
ไม่อาการ	169 (82.8)	61 (87.1)	230 (83.9)
มีอาการ	35 (17.2)	9 (12.9)	44 (16.1)
อาการหายใจไม่ออกภาพรวม			
ไม่อาการ	114 (55.9)	48 (68.6)	162 (59.1)
มีอาการ	90 (44.1)	22 (31.4)	112 (40.9)
หายใจไม่ออกตอนที่รีบเดินบนที่ราบหรือเดินขึ้นที่สูงไม่มาก			
ไม่อาการ	125 (61.3)	48 (68.6)	173 (63.1)
มีอาการ	79 (38.7)	22 (31.4)	101 (36.9
หายใจไม่ออกตอนที่เดินบนที่ราบกับคนอื่นในวัยเดียวกัน			
ไม่อาการ	160 (78.4)	61 (87.1)	221 (80.7)
มีอาการ	44 (21.6)	9 (12.9)	53 (19.3)
ต้องหยุดพักเวลาเดินคนเดียวบนพื้นราบ			
ไม่อาการ	166 (81.4)	56 (80.0)	222 (81.0)
มีอาการ	38 (18.6)	14 (20.0)	52 (19.0)
หายใจไม่ออกมากขึ้น ในวันใดวันหนึ่งโดยเฉพาะ			
ไม่อาการ	175 (85.8)	65 (92.9)	240 (87.6)
มีอาการ	29 (14.2)	5 (7.1)	34 (12.4)
อาการเจ็บหน้าอกภาพรวม			
ไม่อาการ	104 (51.0)	40 (57.1)	144 (52.6)
มีอาการ	100 (49.0)	30 (42.9)	130 (47.4)

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร		รวม (n = 274)
	ปกติ (n = 204) จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ (n = 70) จำนวน (ร้อยละ)	
มีอาการเจ็บหน้าอก			
ไม่อาการ	108 (52.9)	42 (60.0)	150 (54.7)
มีอาการ	96 (47.1)	28 (40.0)	124 (45.3)
ใน 3 ปีที่ผ่านมาท่านเคยเจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวอยู่นานถึงหนึ่งสัปดาห์			
ไม่อาการ	170 (83.3)	53 (75.7)	223 (81.4)
มีอาการ	34 (16.7)	17 (24.3)	51 (18.6)
ต้องขากเสมหะมากกว่าเดิม ระหว่างที่มีการเจ็บหน้าอกที่ว่านี้			
ไม่อาการ	156 (76.5)	57 (81.4)	213 (77.7)
มีอาการ	48 (23.5)	13 (18.6)	61 (22.3)

ส่วนที่ 8 ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลง

จากการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีอาการผิดปกติระดับเล็กน้อย เช่น ไอ หายใจติดขัด เวียนศีรษะ คันผิวหนัง ผื่นคันที่ผิวหนัง ตาแดง แสบตา และอาการอื่น ๆ เป็นต้น อาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดผิดปกติ ร้อยละ 100.0 และเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีอาการผิดปกติระดับปานกลาง เช่น หนังตากระตุก ตาพร่ามัว เจ็บหน้าอก แน่นหน้าอกคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง และอาการอื่น ๆ เป็นต้น อาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดผิดปกติ ร้อยละ 81.4 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-8

เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพจากสารกำจัดแมลงองเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีอาการผิดปกติระดับเล็กน้อยจะมีอาการปวดศีรษะมากที่สุด ร้อยละ 66.8 รองลงมาคือ อ่อนเพลีย ร้อยละ 63.5 เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีอาการผิดปกติระดับปานกลางจะมีอาการเจ็บหน้าอก แน่นหน้าอก มากที่สุด ร้อยละ 43.4 รองลงมาคือ หนังตากระตุก ร้อยละ 42.7 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 จำนวน ร้อยละของอาการต่าง ๆ หลังจาก 1 ชั่วโมงที่พ่นสารกำจัดแมลง จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

อาการต่าง ๆ หลังจาก 1 ชั่วโมงที่พ่นสารกำจัดแมลง จำนวน n = 274	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร**	
	ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	**ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)**
อาการผิดปกติระดับเล็กน้อย		
ไม่อาการ	5 (2.5)	0 (0.0)
มีอาการ	199 (97.5)	70 (100.0)
ไอ	170 (62.0)	104 (38.0)
แสบจมูก	147 (53.6)	127 (46.4)
เจ็บคอ คอแห้ง	145 (52.9)	129 (47.1)
หายใจติดขัด	152 (55.5)	122 (44.5)
เวียนศีรษะ	115 (42.0)	159 (58.0)
ปวดศีรษะ	91 (33.2)	183 (66.8)
นอนหลับไม่สนิท	123 (44.9)	151 (55.1)
คันผิวหนัง/ ผิวแห้ง/ ผิวแตก	145 (53.9)	129 (47.1)
ผื่นคันที่ ผิวหนัง/ ตุ่มพุพอง	156 (56.9)	118 (43.1)
ปวดแสบร้อน	160 (58.4)	114 (41.6)
ตาแดง/ แสบตา/ ตาคัน	154 (56.2)	120 (43.8)
อ่อนเพลีย	100 (36.5)	174 (63.5)
อาการชา	162 (59.1)	112 (40.9)
ใจสั่น	197 (71.90	77 (28.1)
เหงื่อออก	99 (36.1)	175 (63.9)
น้ำตาไหล	148 (54.0)	126 (46.0)
น้ำลายไหล	178 (65.0)	96 (35.0)
น้ำมูกไหล	174 (63.5)	100 (36.5)
อาการผิดปกติระดับปานกลาง		
ไม่อาการ	53 (26.0)	13 (18.6)
มีอาการ	151 (74.0)	57 (81.4)
หนังตากระตุก	157 (57.3)	117 (42.7)
ตาพร่ามัว	169 (61.7)	105 (38.3)
เจ็บหน้าอก/ แน่นหน้าอก	155 (56.6)	119 (43.4)
คลื่นไส้ อาเจียน	171 (62.4)	103 (37.6)

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

อาการต่าง ๆ หลังจาก 1 ชั่วโมง ที่พ่นสารกำจัดแมลง (n = 274)	ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)
อาการผิดปกติระดับปานกลาง (ต่อ)		
ปวดท้อง	162 (59.1)	112 (40.9)
ท้องเสีย	168 (61.3)	106 (38.7)
กล้ามเนื้ออ่อนล้า	184 (67.2)	90 (32.8)
เป็นตะคริว	195 (71.2)	79 (28.8)
มือสั่น	208 (75.9)	66 (24.1)
เดินโซเซ	252 (92.0)	22 (8.0)
อาการผิดปกติระดับรุนแรง		
ไม่อาการ	201 (98.5)	70 (100.0)
มีอาการ	3 (1.5)	0 (0.0)
ลมชัก	271 (98.9)	3 (1.1)
หมดสติ	0 (0.0)	0 (0.0)
ไม่รู้สึกตัว	0 (0.0)	0 (0.0)

ส่วนที่ 9 ผลการตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

จากการตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวด้วยกระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการทดสอบอยู่ในกลุ่มปลอดภัยร้อยละ 52.9 รองลงมา คือ อยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยง ร้อยละ 23.4 กลุ่มที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 2.2 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลการตรวจคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกรด้วยกระดาษทดสอบ Reactive paper จำแนกตามระดับความเสี่ยง

ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด	จำนวน (n = 274)	ร้อยละ
ปกติ	59	21.5
ปลอดภัย	145	52.9
มีความเสี่ยง	64	23.4
ไม่ปลอดภัย	6	2.2

ส่วนที่ 10 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์

ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์จำแนกตาม Lung Function Capacity (%)ของเกษตรกร มีร้อยละของ Lung Function Capacity ของ FEV_1 (% Predicted) มีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 92.54 (17.90) โดยร้อยละของ Lung Function Capacity ของ FVC (% Predicted)มีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 88.44 (16.16) และ ค่า FEV_1/ FVC ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 89.69 (8.36) รายละเอียดในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์จำแนกตาม Lung Function Capacity (%) ของเกษตรกร

การตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์	Lung Function Capacity (%)	
	Mean (SD)	Med (min, Max)
FEV_1 (% Predicted)	92.54 (17.90)	91.09 (46.0,162.19)
FVC (% Predicted)	88.44 (16.16)	88.48 (47.74,149.20)
FEV1/ FVC (% Predicted)	89.69 (8.36)	90.74 (48.79, 101.04)

จากการศึกษาผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์ของเกษตรกรองเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว เมื่อพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ในระดับผิดปกติเล็กน้อย อาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดที่ผิดปกติ ร้อยละ 14.3 ระดับปานกลางร้อยละ 5.7 และเมื่อพิจารณาค่า FVC (% Predicted) พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ที่ผิดปกติระดับเล็กน้อย อาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดที่ผิดปกติ ร้อยละ 14.3 และระดับปานกลางร้อยละ 11.4 รายละเอียดในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

การตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด (n = 274)**	
	ปกติ	**ผิดปกติ**
	จำนวน (ร้อยละ)	**จำนวน (ร้อยละ)**
ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality)		
FEV_1 (% Predicted)		
ปกติ (Normal) >80	158 (77.5)	54 (77.1)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	37 (18.1)	10 (14.3)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	9 (4.4)	4 (5.7)
มาก (Severe) <50	0 (0.0)	2 (2.9)
ความผิดปกติแบบจำกัดการขยาย (Restrictive abnormality)		
FVC (% Predicted)		
ปกติ (Normal) >80	140 (68.6)	51 (72.9)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	50 (24.5)	10 (14.3)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	13 (6.4)	8 (11.4)
มาก (Severe) <50	1 (0.5)	1 (1.4)

จากการศึกษาผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวทีมีผลการตรวจสมรรถภาพปอดอยู่ในระดับปกติอาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดที่ผิดปกติ ร้อยละ 67.1 และเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวทีมีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) อาจจะมีระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดที่ผิดปกติ ร้อยละ 27.1 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-12

ภายหลังจากการพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) FVC (% Predicted) FEV_1/ FVC แล้วทำให้สามารถสรุปผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์ของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว พบว่า ส่วนมากมีผลการตรวจอยู่ในระดับปกติ ร้อยละ 65.7 มีผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว ร้อยละ 29.2 และมีผิดปกติแบบอุดกั้น ร้อยละ 4.4 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปรโรเมตรีย์ตามการแปลผลของสมการศิริราช จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

ผลการตรวจ	ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด (n = 274)		รวม จำนวน (n = 274)
	ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)	
ปกติ (Normal)	133 (65.2)	47 (67.1)	180 (65.7)
ผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality)	9 (4.4)	3 (4.3)	12 (4.4)
ผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality)	61 (29.9)	19 (27.1)	80 (29.2)
ผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormality)	1 (0.5)	1 (1.4)	2 (0.7)

ส่วนที่ 11 ผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าว

จากการศึกษาผลการตรวจเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวได้แก่ การตรวจการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด การตรวจน้ำตาลในเลือด การตรวจการทำหน้าที่ไตการตรวจการทำหน้าที่ของตับ พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวมีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของ ปริมาณเม็ดเลือดขาวเท่ากับ 7827.74 (1721.82) เซลล์/ มคล.และพบว่า เกษตรกรที่มีปริมาณเม็ดเลือดขาวอยู่ระหว่าง 4,401-11,000 เซลล์/ มคล.อาจจะทำให้ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดมีค่าผิดปกติ ร้อยละ 98.6

การตรวจการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดแดงของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวชาย พบว่า มีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 5.18 (0.65) $x10^{12}$เซลล์/ ล.โดยเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวชายที่มีปริมาณเม็ดเลือดแดง น้อยกว่าเท่ากับ 5 $x10^{12}$เซลล์/ ล อาจจะทำให้ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดมีค่าผิดปกติ ร้อยละ 80.0 และในส่วนของเกษตรกรหญิง พบว่า มีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 4.74 (0.69) $x10^{12}$เซลล์/ ล และเกษตรกรหญิงที่มีปริมาณเม็ดเลือดแดงอยู่ระหว่าง 4.01-5.0 $x10^{12}$เซลล์/ ล อาจจะทำให้ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดมีค่าผิดปกติ ร้อยละ 40.0 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 ผลการตรวจการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวจำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

ชนิดการวิเคราะห์	**ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร**		**รวม**	
	ปกติ	**ผิดปกติ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
	จำนวน (ร้อยละ)	**จำนวน (ร้อยละ)**		
WBC count (เซลล์/ มคล.)				
≤4,400	1 (0.5)	0 (0.0)	1	0.4
4,401-11,000	191 (93.6)	69 (98.6)	260	94.9
> 11,000	12 (5.9)	1 (1.4)	13	4.7
Mean (SD)	7827.74 (1721.82)			
Median (Min, Max)	7700 (4300,13000)			
RBC Count ($x10^{12}$เซลล์/ ล.)				
ชาย (5.0-6.0)				
≤ 5.00	87 (71.9)	34 (75.6)	121	72.9
5.01-6.0	31 (25.6)	13 (18.6)	41	24.7
>6.0	3 (2.5)	1 (1.4)	4	2.4
Mean (SD)	5.18 (0.65)			
Median (Min, Max)	5 (4,7)			
หญิง (4.0-5.0)				
≤ 4.00	29 (34.9)	12 (48.0)	41	38.0
4.01-5.0	46 (55.4)	10 (40.0)	56	51.9
> 5.0	8 (9.6)	3 (12.0)	11	10.2
Mean (SD)	4.74 (0.69)			
Median (Min, Max)	5 (4,7)			

ตารางที่ 4-13 **(**ต่อ)

ชนิดการวิเคราะห์	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด**		**รวม**	
	ปกติ	**ผิดปกติ**		
	จำนวน (ร้อยละ)	**จำนวน (ร้อยละ)**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
HGB (ก./ ดล.)				
ชาย (13.5-17.50)				
≤ 13.50	9 (7.4)	4 (8.9)	13	7.8
13.51-17.50	106 (87.6)	38 (84.4)	144	86.7
> 17.50	6 (5)	3 (6.7)	9	5.4
Mean (SD)	15.53 (1.40)			
Median (Min, Max)	15.60 (9.6, 19.50)			
HGB (ก./ ดล.)				
หญิง (12.0-16.0)				
≤ 12.0	5 (6.0)	0 (6)	5	4.6
12.01-16.00	77 (92.8)	25 (100.0)	102	94.4
> 16.00	1 (1.2)	0 (0)	1	0.9
Mean (SD)	13.73 (0.99)			
Median (Min, Max)	13.70 (10.90,16.60)			
HCT (%)				
ชาย (42.0-52.0)				
≤ 42.00	24 (19.8)	10 (22.2)	34	20.5
42.01-52.00	97 (80.2)	33 (73.3)	130	78.3
> 52.00	0 (0)	2 (4.4)	2	1.2
Mean (SD)	45.05 (3.51)			
Median (Min,Max)	45.0 (32,53)			

ตารางที่ 4-13 **(**ต่อ)

ชนิดการวิเคราะห์	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร**		**รวม**	
	ปกติ	**ผิดปกติ**		
	จำนวน (ร้อยละ)	**จำนวน (ร้อยละ)**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
HCT (%)				
หญิง (36.0-46.0)				
≤ 36.00	7 (8.4)	0 (0.0)	7	6.5
36.01-46.00	75 (90.4)	25 (100)	100	92.6
> 46.00	1 (1.2)	0 (0)	1	0.9
Mean (SD)	40.43 (2.74)			
Median (Min, Max)	40.0 (33,50)			
PLT				
(140,000-400,000 cell/				
uL				
≤ 140,000	1 (0.5)	0 (0.0)	1	0.4
140,001-400,000	196 (96.1)	67 (95.7)	263	96.0
> 400,000	7 (3.4)	3 (4.3)	10	3.6
Mean (SD)	298448.91 (62412.07)			
Median (Min,Max)	299500 (128000,493000)			

จากการศึกษาผลการตรวจน้ำตาลในเลือดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวพบว่า มีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 98.42 (20.60) มก./ ดล.โดยเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว12.8 มีระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่าเท่ากับ 110.0 มก./ ดล.ร้อยละ 12.8 อาจจะทำให้ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดมีค่าผิดปกติ ร้อยละ 11.4 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ผลการตรวจระดับน้ำตาลในกระแสเลือดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวจำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

ชนิดการวิเคราะห์	**ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด**		**รวม**	
	ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	**ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
Glucose (60-110 มก./ ดล.)				
≤ 60.0	0	0.0	0	0.0
> 60.01-110.0	177 (86.8)	62 (86.8)	239	87.2
> 110.0	27 (13.2)	8 (11.4)	35	12.8
Mean (SD)	98.42 (20.60)			
Median (Min, Max)	95.0 (61.0,278.0)			

จากการศึกษาผลการตรวจการทำหน้าที่ไตจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นต่างด้าว พบว่า มีค่าค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)ของยูเรียไนโตรเจน (BUN) เท่ากับ 15.85 (3.06) มก./ ดล.โดยเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีระดับยูเรียไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 5.1-24.0 มก./ ดล.อาจจะทำให้ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดมีค่าผิดปกติ ร้อยละ 100.0 ส่วนค่าครีอะตินีน (Creatinine) พบว่า ค่าค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 15.85 (3.06) มก./ ดล.โดยเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีระดับค่าครีอะตินีนอยู่ระหว่าง 0.61-1.30 มก./ ดล.อาจจะทำให้ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดมีค่าผิดปกติ ร้อยละ 95.7 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 ผลการตรวจการทำหน้าที่ของไตจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าว จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

ชนิดการวิเคราะห์	ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด		รวม	
	ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
BUN (5-24 มก./ ดล.)				
≤ 5.0	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
5.1-24.0	203 (99.5)	70 (100.0)	273	99.6
> 24.0	1 (0.5)	0 (0.0)	1	0.4
Mean (SD)	15.85 (3.06)			
Median (Min,Max)	16.0 (9.0,25.0)			
Creatinine (0.6-1.3 มก./ ดล.)				
≤ 0.60	23 (11.3)	2 (2.9)	25	9.1
0.61-1.30	178 (87.3)	67 (95.7)	245	89.4
> 1.30	3 (1.5)	1 (1.4)	4	1.5
Mean (SD)	0.91 (3.06)			
Median (Min, Max)	0.90 (0.50,1.60)			

จากการศึกษาผลการตรวจการทำหน้าที่ของตับจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นต่างด้าว พบว่า มีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของ Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT) ของชาย เท่ากับ 16.04 (7.07) IL/ L (International unit/ L) หญิง เท่ากับ 14.55 (4.57) IL/ L (International unit/ L) โดยเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวชายที่มีระดับ Serum Glutamic Pyruvate Transaminase (SGPT) ของชาย เท่ากับ 16.55 (8.42) IL/ L (International unit/ L) หญิง เท่ากับ 14.37 (4.43 IL/ L (International unit/ L) ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 ผลการตรวจการทำหน้าที่ของตับจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าว จำแนกตามระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกร

ชนิดการวิเคราะห์	ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด		รวม	
	ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
SGOT				
ชาย (0-38) IL/ L				
≤ 38	118 (97.5)	44 (97.8)	162	97.6
> 38	3 (2.5)	1 (2.2)	4	2.4
Mean (SD)	16.04 (7.07)			
Median (Min,Max)	14.0 (7,51)			
SGOT				
หญิง (0-0.32) IL/ L				
≤ 32	83 (108)	25 (100)	108	100.0
> 32	0 (0)	0 (0)	0	0.0
Mean (SD)	14.55 (4.57)			
Median (Min,Max)	14.0 (7,27)			
SGPT				
ชาย (0-40.0) IL/ L				
≤ 40.0	118 (97.5)	44 (97.8)	162	97.6
> 40.0	3 (2.5)	1 (2.2)	4	2.4
Mean (SD)	16.55 (8.42)			
Median (Min,Max)	15.0 (7,64)			
SGPT				
หญิง (0-31.0) IL/ L				
≤ 31.0	83 (100)	25 (100)	108	100.0
> 31.0	0 (0)	0 (0)	0	0.0
Mean (SD)	14.37 (4.43)			
Median (Min,Max)	14.0 (7,27)			

ส่วนที่ 12 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก

เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน การดื่มสุรา ประวัติการรับสัมผัสฝุ่น ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง หรือ ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด ค่า FEV_1/ FVC ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ

ผลการศึกษาพบว่า เพศชาย มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.787 (1.210, 6.470) เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีการดื่มสุรามากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์ มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 4.675 (1.395,15.671) เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่ประวัติการรับสัมผัสฝุ่นมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.743 (1.238, 6.093) ค่า FEV_1/ FVC ของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวพบว่า มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ .95 (.097,.999) ดังแสดงในตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก

ปัจจัย	อาการระบบทางเดินหายใจ		Crude		Adjusted			
	ไม่มีอาการ n (%)	มีอาการ n (%)	OR	p-value	OR	95% CI Lower	95% CI Upper	Coef. (β)
เพศ								
ชาย	30 (63.8)	136 (59.9)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*
หญิง	17 (36.2)	9 (40.1)	1.181	.617	2.787	1.201	6.470	1.025
อายุ (ปี)								
18-31	27 (54.7)	126 (55.5)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*
>31-60	20 (42.6)	101 (44.5)	1.082	.087	.678	.324	1.420	-.388
ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน								
ไม่สูบ	36 (76.6)	154 (67.8)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*
สูบ	11 (23.4)	73 (32.2)	1.551	2.39	1.452	.573	3.678	.373
ความถี่ในการดื่มสุรา (ครั้ง)								
ไม่ดื่ม	27 (57.4)	84 (37.0)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*
เล็กน้อย	9 (19.1)	47 (20.7)	1.679	.224	1.928	.785	4.738	.657
1 แก้ว	3 (6.4)	20 (8.8)	2.143	.246	3.048	.752	12.364	1.115
2-3 แก้ว	3 (6.4)	24 (10.6)	2.571	.147	3.616	.880	14.861	1.285
มากกว่า 4 แก้ว	5 (10.6)	52 (22.9)	3.343	.020	4.675	1.395	15.671	1.542

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

ปัจจัย	อาการระบบทางเดินหายใจ		Crude		Adjusted		95% CI	
ประวัติการรับสัมผัสฝุ่นดิน								
ไม่ค่อยได้รับสัมผัส	31 66.0% ()	101 44.5% ()	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*
1-2 ชั่วโมง	5 (10.6)	18 (7.9)	1.105	.855	1.300	.413	4.097	.263
3-4 ชั่วโมง	1 (2.1)	2 (8.8)	6.139	.083	5.919	.706	49.658	1.778
มากกว่า 4 ชั่วโมง	10 (21.3)	88 (38.8)	2.701	.011	2.743	1.235	6.093	1.009
ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง								
ปกติ	3676.6% ()	16874.0% ()	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*
ผิดปกติ	11 (23.4)	59 (26.0)	1.149	.711	1.094	.495	2.417	.090
ผลสมรรถภาพปอด								
FEV1/ FVC			.044	.954	.95	.907	.999	-.049
สถานภาพสมรส					-	-	-	-
โสด	19 (40.4)	61 (26.9)			-	-	-	-
ไม่โสด	28 (59.6)	116 (73.1)	1.847	.065	-	-	-	-

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

ปัจจัย	อาการระบบทางเดินหายใจ		Crude		Adjusted			
	ไม่มีอาการ n (%)	มีอาการ n (%)	OR	p-value	OR	95% CI		Coef. (β)
ระดับการศึกษา					-	-	-	-
< = ประถมศึกษา	36 (76.6)	179 (78.9)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
>กว่าประถมศึกษา	11 (23.4)	48 (21.1)	.878	.732	-	-	-	-
รายได้ต่อเดือน (บาท)					-	-	-	-
< = 4,500	5 (10.6)	24 (10.6)	.993	.999	-	-	-	-
>4,500	42 (89.4)	203 (89.4)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ประวัติการทำงาน					-	-	-	-
การผสมสารกำจัดแมลง					-	-	-	-
ไม่ปฏิบัติ	28 (59.6)	117 (51.5)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	19 (40.4)	110 (48.5)	1.386	.317	-	-	-	-
จำนวนสารกำจัดแมลงที่ผสม					-	-	-	-
1-2 ชนิด	3 (15.8)	20 (18.2)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
>2ชนิด	16 (84.2)	90 (81.8)	.844	.802	-	-	-	-
การพ่นสารกำจัดแมลง					-	-	-	-
ไม่ปฏิบัติ	28 (59.6)	145 (63.9)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	19 (40.4)	82 (36.1)	.833	.578	-	-	-	-

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

ปัจจัย	อาการระบบทางเดินหายใจ		Crude		Adjusted			
	ไม่มีอาการ n (%)	มีอาการ n (%)	OR	p-value	OR	95% CI		Coef. (β)
การช่วยลากสาย					-	-	-	-
ไม่ปฏิบัติ	27 (57.4)	116 (51.1)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	20 (42.6)	111 (48.9)	1.292	.429				
การเก็บผลไม้								
ไม่ปฏิบัติ	8 (17.0)	68 (30.0)	อ้างอิง	อ้างอิง	-	-	-	-
ใช่	39 (83.0)	159 (70)	.48	.076	-	-	-	-
ระยะเวลาในการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง (ปี)								
1-10	8 (17.0)	68 (30.0)	อ้างอิง	อ้างอิง	-	-	-	-
>10	39 (83.0)	159 (70)	.212	.479	-	-	-	-
พื้นที่เพาะปลูก								
<50	24 (51.1)	79 (34.8)	อ้างอิง	อ้างอิง	-	-	-	-
50-100	11 (23.4)	85 (37.4)	2.35	.031	-	-	-	-
>100	12 (25.5)	63 (27.8)	1.59	.233				

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

ปัจจัย	อาการระบบทางเดินหายใจ		Crude		Adjusted			
	ไม่มีอาการ n (%)	มีอาการ n (%)	OR	p-value	OR	95% CI		Coef. (β)
ความถี่ในการพ่นสารกำจัดแมลง (ครั้งต่อสัปดาห์)								
1-3	24 (77.4)	84 (56.8)	อ้างอิง	อ้างอิง	-	-	-	-
>3	7 (22.6)	64 (43.2)	2.612	.037	-	-	-	-
การฉีดพ่นสารกำจัดแมลงครั้งล่าสุด								
< = 3	37 (78.7)	171 (75.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	-	-	-	-
>3	10 (21.3)	56 (24.7)	1.212	.621	-	-	-	-
การรับสัมผัสปุ๋ยคอก								
ไม่ใช่	37 (78.7)	160 (70.5)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	10 (21.3)	67 (29.5)	1.50	.255	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่นเถ้า								
ไม่ใช่	37 (78.7)	175 (77.1)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	10 (21.3)	52 (22.9)	1.099	.808	-	-	-	-

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

ปัจจัย	อาการระบบทางเดินหายใจ		Crude		Adjusted			
	ไม่มีอาการ n (%)	มีอาการ n (%)	OR	p-value	OR	95% CI		Coef. (β)
การรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลง								
ไม่ใช่	7 (14.9)	35 (15.4)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	40 (85.1)	192 (84.6)	.906	.925	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่นจากผลไม้								
ไม่ใช่	9 (19.1)	79 (34.8)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	38 (80.9)	148 (65.2)	.444	.040	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่นจากเมล็ดพืช								
ไม่ใช่	43 (91.5)	213 (93.8)	*อ้างอิง*	*อ้างอิง*	-	-	-	-
ใช่	4 (8.5)	14 (5.2)			-	-	-	-
การสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ								
ไม่สวม	26 (55.3)	120 (52.9)	อ้างอิง	อ้างอิง	-	-	-	-
สวม	21 (44.7)	107 (47.1)	1.104	.759	-	-	-	-

ส่วนที่ 13 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) การวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 6 ด้าน คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน มีหน้าที่เก็บลำไย ประวัติการการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงและ ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดกับการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ดานมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในระดับปานกลางโดยมีคาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธพหุคูณเปน 58.7 และ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ไดรอยละ 34.4 อยางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาคาสัมประสิทธิ์การถดถอยของ พบวามีเพียงปจจัยดานประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบันและระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง ที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า FVC (p-value .176 และ .234) ส่วนปัจจัยดานเพศ อายุ มีหน้าที่เก็บลำไย ประวัติการการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในแรงงานต่างด้าวที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเขตภาคตะวันออก

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
Constant			4.400	.000	4.094	4.705
เพศ (หญิง/ ชาย)	-0.626	.000	-.564	.000	-.701	-.428
อายุ	-.012	.001	-.010	.002	-.004	-.016
ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน	.319	.000	.103	.176	-.046	.252
ชนิดพืชที่ปลูก:ลำไย	-.254	.002	-.187	.007	-.051	-.323
การรับสัมผัสฝุ่น: ไอสารกำจัดแมลง	-.085	.027	-.075	.023	-.010	-.140
ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง	-.038	.433	-.048	.234	.031	-.127
สถานภาพสมรส	-.056	.414	-	-	-	-
ระดับการศึกษา	.071	.010	-	-	-	-
รายได้ต่อเดือน (บาท)	6.872E-5	.003	-	-	-	-
ประวัติการสูบบุหรี่ในอดีต	.432	.000	-	-	-	-
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่	.032	.001	-	-	-	-
จำนวนบุหรี่ที่สูบ (มวน)	.031	.001	-	-	-	-
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	.182	.000	-	-	-	-
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่อสัปดาห์	.111	0.001	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ เพาะปลูก	.053	.493	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ ผสมสารกำจัดแมลง	.011	.881	-	-	-	-

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
หน้าที่รับผิดชอบ พ่นสารกำจัดแมลง	.150	.040	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ ช่วยลากสาย	-.155	.028	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ เก็บผลไม้	-.096	.227	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:เงาะ	.081	.252	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:ทุเรียน	.075	.309	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:,มังคุด	.015	.831	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:ลองกอง	.052	.476	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:สับปะรด	.178	.022	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก องุ่น	.063	.533	-	-	-	-
ความกว้างของพื้นที่ที่เพาะปลูก (ไร่)	.000	.230	-	-	-	-
ความถี่ในการพ่นสารกำจัดแมลงต่อสัปดาห์	-.013	.456	-	-	-	-
จำนวนชั่วโมง ในการพ่นสารกำจัดแมลงต่อวัน	-.016	.160	-	-	-	-
วิธีในการพ่นสารกำจัดแมลง	-.044	.199	-	-	-	-
ระยะเวลาที่พ่นสารกำจัดแมลงครั้งสุดท้าย	.004	.901	-	-	-	-
วันที่เข้าสวนภายหลังการพ่นสาร	-.005	.645	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ปุ๋ยคอก	-.055	.048	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ปุ๋ยดิน	-.021	.417	-	-	-	-

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
การรับสัมผัสฝุ่น: ฝุ่นเถ้า	-.034	.277	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ฝุ่นจากผลไม้	-.061	.037	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ฝุ่นจากเมล็ดพืช	.033	.498	-	-	-	-
การสมหน้ากากป้องกันฝุ่น:	.076	.280	-	-	-	-

Sig <.05 โดย R = . .587, R square = .344

การวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 6 ด้าน คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบันชนิดพืชที่ปลูก คือ ลำไย การรับสัมผัสฝุ่นไอสารกำจัดแมลง ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1/ FVC ในระดับปานกลาง โดยมีคาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธพหุคูณเปน 32.3 และ มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1/ FVC ไดรอยละ 10.4 อยางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาคาสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละตัวแปร พบว่า ปจจัยดาน เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้ผล การคัดกรองเลือดไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1/ FVC พบว่า มีเพียงปัจจัยด้านการทำหน้าที่เก็บลำไยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า FEV_1/ FVC ที่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น ๆ ที่ p value .05 ดังตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FEV_1/ FVC ในแรงงานต่างด้าวที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเขตภาคตะวันออก

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Upper CI	Lower CI
Constant			86.514	.000	81.346	91.683
เพศ	1.435	.165	.851	.469	-1.462	3.163
อายุ	-.088	.092	-.086	.103	-.189	.017
ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน	-1.722	.116	-1.299	.311	-3.818	1.220
ชนิดพืชที่ปลูก:ลำไย	4.396	.000	4.018	.001	1.718	6.318
การรับสัมผัสฝุ่น: ไอสารกำจัดแมลง	1.214	.028	.975	.081	-.122	2.072
ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง	-.162	.816	-.248	.714	-1.581	1.085
สถานภาพสมรส	-.088	.092	-	-	-	-
ระดับการศึกษา	.002	.996	-	-	-	-
รายได้ต่อเดือน (บาท)	-.002	.000	-	-	-	-
ประวัติการสูบบุหรี่ในอดีต	-2.669	.012	-	-	-	-
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่	-.324	.014	-	-	-	-
จำนวนบุหรี่ที่สูบ (มวน)	-.212	.110	-	-	-	-
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	-..546	.323	-	-	-	-
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่อสัปดาห์	-.140	.662	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ เพาะปลูก	.982	.378	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ ผสมสารกำจัดแมลง	.106	.917	-	-	-	-

ตารางที่ 4-19 (ต่อ)

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Upper CI	Lower CI
หน้าที่รับผิดชอบ พ่นสารกำจัดแมลง	.007	.995	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ ช่วยลากสาย	.713	.482	-	-	-	-
หน้าที่รับผิดชอบ เก็บผลไม้	2.079	.065	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:เงาะ	-2.889	.004	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:ทุเรียน	-2.066	.050	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:,มังคุด	-2.278	.024	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:ลองกอง	-.148	.886	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก:สับปะรด	-4.286	.000	-	-	-	-
ชนิดพืชที่ปลูก องุ่น	-.3762	.009	-	-	-	-
ความกว้างของพื้นที่ที่เพาะปลูก (ไร่)	-.001	.383	-	-	-	-
ความถี่ในการพ่นสารกำจัดแมลงต่อสัปดาห์	-.131	.585	-	-	-	-
จำนวนชั่วโมง ในการพ่นสารกำจัดแมลงต่อวัน	.178	.274	-	-	-	-
วิธีในการพ่นสารกำจัดแมลง	1.056	.032	-	-	-	-
ระยะเวลาที่พ่นสารกำจัดแมลงครั้งสุดท้าย	-.106	.803	-	-	-	-
วันที่เข้าสวนภายหลังการพ่นสาร	-.040	.790	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ปุ๋ยคอก	.305	.447	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ปุ๋ยดิน	-.146	.692	-	-	-	-

ตารางที่ 4-19 (ต่อ)

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Upper CI	Lower CI
การรับสัมผัสฝุ่น: ฝุ่นเถ้า	.634	.150	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ฝุ่นจากผลไม้	1.103	.009	-	-	-	-
การรับสัมผัสฝุ่น: ฝุ่นจากเมล็ดพืช	-1.128	.109	-	-	-	-
การสมหน้ากากป้องกันฝุ่น:	-4.112	.000	-	-	-	-

Sig <05 โดย R = . .323 , R square = .104

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ในการคัดกรองความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก: ปัจจัยที่มีผลกระทบ ศึกษาในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง จำนวน 274 คน เก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสัมภาษณ์ ตรวจสมรรถภาพปอด ตรวจหาระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด โดยใช้กระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive Paper) และตรวจทางชีวเคมี ตามลำดับภายหลังการนำผลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

ข้อมูลทางประชากรสังคมและประวัติการทำงาน

จากการศึกษาข้อมูลทางประชากรสังคมของในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงจำนวน 274 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นชายมากกว่าหญิง โดยมีเพศชายร้อยละ 60.6 อยู่ในวัยแรงงานโดยอายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 30.80 (9.46) ปี ส่วนใหญ่ในอดีตที่ผ่านมาพบว่า เกษตรกรชายและหญิง ยังสูบบุหรี่อยู่ในปัจจุบันจำนวน ร้อยละ 48.8 และ 2.8 ชนิดของพืชที่ปลูก พบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวปลูกลำไย ร้อยละ 75.5 ฉีดพ่นสารกำจัดแมลงมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 43.2 มีระยะเวลาในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงมีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 6.02 (1.73) ชั่วโมง วิธีการพ่นสารกำจัดแมลง พบว่า ส่วนใหญ่ใช้รถยนต์ หรือรถเครื่องร้อยละ 51.1 รับสัมผัสสารกำจัดแมลง 1-2 วันที่ผ่านมา ร้อยละ 37.6

การตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด

จากการตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวด้วยกระดาษทดสอบพิเศษ (Reactive paper) พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการทดสอบอยู่ในกลุ่มปลอดภัยร้อยละ 52.9 รองลงมา คือ อยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยง ร้อยละ 23.4 กลุ่มที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 2.2 ตามลำดับ

การตรวจเลือดทางชีวเคมี

จากการศึกษาผลการตรวจเลือดทางชีวเคมีจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวได้แก่ พบว่า เม็ดเลือดขาวส่วนใหญ่มีค่าปกติ ร้อยละ 94.9 ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เลือดขาวเท่ากับ 7827.74 (1721.82) เซลล์/ มคล. อาจจะทำให้ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดมีค่าผิดปกติ ร้อยละ 98.6

การตรวจการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดแดงของเกษตรกรชายหญิงมีค่าปกติ โดยในเพศชาย พบว่า มีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 5.18 (0.65) $x10^{12}$เซลล์/ ล. ปริมาณเม็ดเลือดแดงน้อยกว่าเท่ากับ 5 $x10^{12}$เซลล์/ ล ร้อยละ 72.9 และในส่วนของเกษตรกรหญิง พบว่า มีค่าเฉลี่ย

(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 4.74 (0.69) x10^{12}เซลล์/ ล และเกษตรกรหญิงที่มีปริมาณเม็ดเลือดแดงอยู่ระหว่าง 4.01-5.0 x10^{12}เซลล์/ ล ร้อยละ 55.7จากการศึกษาครั้งนี้แม้ไม่ได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับผลทางชีวเคมีในเลือด แต่ดูแนวโน้มพบว่า ปัจจัยต่าง ๆ ไม่มีผลต่อผลเลือดดังกล่าว

ผลการศึกษาทางชีวเคมีในเลือดของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวชาวกัมพูชาส่วนใหญ่มีผลความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดอยู่ในระดับปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาที่ผ่านมาระบุว่าผลความเข้มข้นสารกำจัดแมลงชนิดมาลาไทออนในเลือด (Malathion concentration in blood)กับเม็ดเลือดแดงระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มรับสัมผัสสารกำจัดแมลงอยู่ในระดับปกติ (Adama et al., 2012) แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Lebailly et al. (2003) และ Pastor et al. (2002) ระบุว่าพิษที่เกิดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังจะมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดแดงได้และมีการศึกษาที่ระบุว่าสารกำจัดแมลงมีพิษอย่างชัดเจนต่อคุณสมบัติของเม็ดเลือด (Hematotoxic properties) และอาจเป็นสาเหตุของโรคซีด (Aplastic anemia) และ โรคอื่น ๆ คือ Agranulocytosis, neutropenia และThrombopenia (Parent-Massin & Thouvenot, 1993) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ ผลการศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติของประชากรไทย

ผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ระบุว่าการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมีความสัมพันธ์ต่อการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดแดง อย่างไรก็ตามรูปแบบในการศึกษามีความแตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้การประเมินการรับสัมผัสเป็นเพียงการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท โดยการใช้กระดาษพิเศษ (Reactive paper) ในการทดสอบการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด ทำให้ไม่ทราบระดับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่ชัดเจน

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจการทำหน้าที่ของไต (Renal function test) ที่เกิดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่มีค่ายูเรียไนโตรเจน (BUN) ร้อยละ 99.6 และ ค่าครีอะตินีน (Creatinine) ร้อยละ 89.4 อยู่ในระดับปกติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างภาวะไตเป็นพิษ (Nephrotoxic changes) ในผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกับการเปลี่ยนแปลงระดับครีเอตินีนระดับสูง (Attia, 2006) อาจเกิดจากการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่เหมาะสม (Adama et al., 2012)

ผลการตรวจน้ำตาลในเลือดของเกษตรกรพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าปกติ ร้อยละ 87.2 ไม่สอดคล้องกับการศึกษาจำนวนไม่กี่ฉบับที่ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตกับระบบตับและตับอ่อน (Hepatobiliary system and pancreas (Goud et al., 2012; Moore & James,1981) โดยมีผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตกับระบบตับในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ แม้ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ดารรับสัมผัสสารกำจัดแมลงไม่น่าจะมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด แต่ควรมีการเฝ้าระวังระดับน้ำตาลในเลือดเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง จากการศึกษาผลการตรวจการทำหน้าที่ของตับจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นต่างด้าว พบว่า ส่วนใหญ่ ค่า Serum Glutamic Pyruvate Transaminase (SGOT) หรือ Aspartate transaminase (AST) ของชายอยู่ในระดับปกติร้อยละ 97.6 และเพศหญิง ร้อยละ 100

ส่วนระดับ Serum Glutamic Pyruvate Transaminase (SGPT) หรือ Alanine transaminase (ALT) ในเพศชายอยู่ในระดับปกติ ร้อยละ 97.6 และเพศหญิงร้อยละ 100 ตามลำดับ เอนไซม์ตับเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญ เพื่อประเมินหน้าที่ในการทำหน้าที่ของตับได้ (Liver function test) อย่างไรก็ตามการศึกษาในมนุษย์ มีผลการศึกษาค่อนข้างน้อยมากเกี่ยวกับการประเมินผลทางชีวเคมีในกลุ่มที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงมาก่อน (Amer et al., 2002; Mansour, 2004; Abdel Rasoul et al., 2008)

ดังนั้นการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่มีผลกระทบต่อเอนไซม์ตับและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสจึงมีความสำคัญ ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผลการวิเคราะห์เอนไซม์ตับในเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงอยู่ในระดับปกติ แม้การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ก็ตาม ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับการศึกษาแบบติดตามไปข้างหน้า (A prospective study) เคยพบผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในกระบวนการผลิต จำนวนทั้งสิ้น 161 คน โดยเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน ซึ่งมีจำนวน 50 คนอยู่ในแผนกซ่อมบำรุง และ 71 คนรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต พบว่า ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับ SGOT & SGPT (The serum levels of SGOT & SGPT) ของกลุ่มซ่อมบำรุงและกลุ่มรับสัมผัสอยู่ในระดับปกติ (Normal limits) (Patel, Shivgotra, & Bhatnagar, 2008)

การศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ตับ Aspartate aminotransferase (AST) และ Alanine amino transferase (ALT) ในกลุ่มควบคุมที่ต่ำกว่ากลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง (Zeinalov & Gorkin, 1990) รวมทั้งมีการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ตับ (Liver function test) ชนิด ALT, AST, ALP กับระดับเอนไซม์อะเซ็ตทิลโคลีนเอสเตอเรส (Acetylcholinesterase , AChE) (Altuntas et al., 2002; Ahmed and Mohammad, 2005; Remor et al., 2009; Vrioni et al., 2011; Dias et al., 2013)

อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ มีวิธีในการดำเนินการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีในการศึกษาวิจัยแตกต่างกันโดยไม่มีกลุ่มควบคุม (Control group)

จากการศึกษาครั้งนี้ เป็นไปได้ที่การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงอาจไม่มีความเข้มข้นสูงมากพอที่จะทำลายการทำหน้าที่ของตับเหมือนกับการรับเข้าสู่ร่างกายโดยการกลืนกิน เช่นผลการศึกษาในมนุษย์ มีรายงานการเกิดพิษในประชาชนที่เข้ารับการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาลแพทย์ที่เบิร์ดแวน (Burdwan Medical College and Hospital, Burdwan) ระบุว่าภายหลังที่ผู้ป่วยมีการรับสัมผัสสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตจากการกลืนกิน พบว่า มีอาการเป็นพิษ นอกจากนั้นยังพบความสัมพันธ์ของเอนไซม์ตับที่เปลี่ยนแปลงไป (Change in liver enzymes) (Bag et al., 2015) อย่างไรก็ตามไม่สอดคล้องกับการศึกษา พบว่า การทำหน้าที่ตับ Bilirubin, Direct bilirubin, SGPT, SGOT และ ALP มีระดับสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในผู้ป่วยทุกราย เป็นการบ่งชี้ให้เห็นว่ามีความบกพร่องในการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อ (Muscular functional impairment) เนื่องจากความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต สะท้อนให้เห็นว่าสามารถใช้ประโยชน์ของระดับเอนไซม์ SGPT ในเลือด เพื่อการจัดการผู้ป่วยพิษจากสารกำจัดแมลง

(The management of OP pesticide poisoning) และเป็นดัชนีในการพยากรณ์ที่ดีในผู้ที่รอดชีวิตได้ (Avijit Saha et al., 2016)

การศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ เคยมีผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามระหว่างเอนไซม์ AST, ALT, direct bilirubin และ Acetylcholinesterase enzyme (AChES) และ อายุในกลุ่มควบคุมและความสัมพันธ์ทางบวกในกลุ่มรับสัมผัส (Awad et al., 2014) และไม่สอดคล้องกับหลายการศึกษาพบว่า ปัจจัยการทำงาน คือ จำนวนของการพ่นสารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับเอนไซม์ AST, ALP, Total และ ค่า Direct bilirubin เช่น Misra et al. (1985) รายงานว่าระดับเอนไซม์ AST และ ALT สูงในเลือดผู้รับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตอย่างเรื้อรัง เช่นเดียวกันกับการศึกษาที่พบระดับผิดปกติของระดับเอนไซม์ Transaminases (ALT and AST) ในกลุ่มเกษตรกรในประเทศอินเดียและปากีสถาน ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกร (Azmi et al., 2006; Hernandez et al., 2006; Khan et al., 2008; Patil et al., 2003)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวาง (Cross sectional study) ไม่มีการเก็บค่าข้อมูลพื้นฐาน (Baseline) ของระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือด จึงไม่ทราบระดับที่ลดลงของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Serum cholinesterase depression) ดังเช่นการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดที่ลดลงจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกับระดับเอนไซม์ตับที่ชนิด SGOT (increased activity)ที่สูงขึ้น (Antonio et al., 2006)

การศึกษาในอนาคต หากจะมีประโยชน์มากขึ้น ควรมีการศึกษาแบบติดตามไปข้างหน้า (A cohort study) ในเกษตรกรที่ใช้สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท แล้วประเมินผลการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเลือด จำนวน 2 ครั้ง คือ ก่อนฤดูกาล เพื่อเป็นค่าพื้นฐาน (Baseline data) และในฤดูกาลที่มีการพ่นสารกำจัดแมลง ซึ่งเป็นเอนไซม์สะท้อนถึงความเป็นพิษ (Enzymes reflecting cytotoxicity) ประกอบด้วยเอนไซม์ตับชนิดต่าง ๆ เช่น SGPT, SGOT, CK, และ Amino-oxidase ได้ดีขึ้น ดังเช่นการศึกษาแบบตามไปข้างหน้าอื่น ๆ ที่ศึกษาในผู้ป่วย จำนวน 109 ราย พบว่า ระดับ Butyril cholinesterase activity มีระดับลดลงในเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง และผลเอนไซม์ตับ ALT, AST, CK, LDH และ Phosphate มีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับเอนไซม์ SGOT, LDH, SGPT (Dilshad et al., 2008)

ในแง่ของการใช้เอนไซม์ตับเพื่อประโยชน์ชี้วัดความรุนแรงในการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงจากการทำงาน สามารถประเมินระดับความรุนแรงโดยใช้เอนไซม์ตับเพื่อประเมินความรุนแรงของพิษจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตแบบเรื้อรัง (Chronic organophosphorus poisoning) ซึ่งเคยมีการศึกษาระบุว่ามีการสูญเสียการทำหน้าที่ของตับ (Liver dysfunction) ในผู้ที่ป่วยด้วยโรคพิษจากสารกำจัดแมลงแบบเรื้อรัง และใช้เพื่อการบ่งชี้ในการคัดกรองแต่ละบุคคลที่มีความเสี่ยงสูงสำหรับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงได้

อย่างไรก็ตามอาจจะไม่สามารถใช้ประเมินระดับความรุนแรงของการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงเพื่อประเมินความรุนแรงของโรคพิษจากสารกำจัดแมลงแบบเฉียบพลัน เฉียบพลัน (Acute organophosphorus poisoning) แต่ยังไม่พบว่า มีความสัมพันธ์กับการเกิดพิษแบบเฉียบพลัน (Acute organophosphorus poisoning) ดังเช่นการศึกษาของ Dayanand Raddi and

Anikethana (2015) ระบุว่าการคาดการณ์โดยใช้ระดับเอนไซม์ตับไม่เป็นประโยชน์เพื่อประเมินความรุนแรงของโรคพิษจากสารกำจัดแมลงแบบเฉียบพลัน และเคยมีผลการศึกษาพบว่า ระดับเอนไซม์ตับไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการตายหรือโรคระบบทางเดินหายใจ (Respiratory depression)

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ

การศึกษาครั้งนี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด โดยสัมภาษณ์ประวัติส่วนบุคคล ประวัติการทำงาน ประวัติอาการเจ็บป่วยผ่านล่ามชาวกัมพูชาที่ผ่านการอบรมมาแล้ว นอกจากนั้นมีการประเมินการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือด โดยใช้กระดาษพิเศษ (Reactive paper) และตรวจสมรรถภาพปอด (Spirometry) ในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก การศึกษาครั้งนี้พบว่า ความชุกของอาการผิดปกติของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว ประกอบด้วย การไอ เท่ากับ ร้อยละ 55.5 มีเสมหะ ร้อยละ 56.2 เจ็บหน้าอกเรื้อรัง ร้อยละ 18.6 แน่นหน้าอก ร้อยละ 46 หายใจลำบาก ร้อยละ 40.9 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hanssen et al. (2015) ซึ่งรายงานค่าความชุก (Prevalence) ของเกษตรกรชาวเอธิโอเปีย คือ อาการไอเรื้อรัง ร้อยละ 43.7 และหายใจลำบาก ร้อยละ 70.2

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจในแรงงานต่างด้าวพบว่า เพศหญิงมีความเสี่ยงต่ออาการระบบทางเดินหายใจในแรงงานต่างด้าวที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงมากกว่าเพศชาย 2.7 เท่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.787 (1.210, 6.470) เพศหญิงมีความเสี่ยงมากกว่าเพศชายเนื่องจากใช้เวลาอยู่ในสวนมากกว่าผู้ชายและมีหน้าที่รับผิดชอบภายในสวนผลไม้หลายอย่างทำให้มีโอกาสรับสัมผัสสารกำจัดแมลงได้มาก เช่น การพ่นสาร การผสม การล้างถัง การซักผ้าที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลง ไม่สอดคล้องกับการศึกษาแบบตัดขวางเปรียบเทียบระหว่างผู้ประกอบอาชีพที่ทำขวดกับผู้ที่อยู่ในกระบวนการผลิตสารกำจัดแมลงโดยกลุ่มรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีความเสี่ยงต่อโรคระบบทางเดินหายใจ รวมถึงอาการไอเรื้อรัง ในเพศหญิง (OR = 1.29, 95% CI: 1.15–15.84) อาการแน่นหน้าอก (Dyspnea) ระดับ 3 และ 4 (OR = 1.11, 95% CI: 1.06–1.97 ในเพศหญิง; OR = 2.35, 95% CI: 1.50–4.10 ในเพศชาย) ระคายเคืองคอ (Throat irritation) ในเพศชาย (OR = 1.36, 95% CI: 1.10–3.50) และ จมูกแห้ง (Nasal dryness) (OR = 1.15, 95% CI: 1.05–2.91) ในเพศหญิง; OR = 1.19, 95% CI: 1.10–3.15 ในเพศชาย) (Zuskin, 2008) อาจเนื่องจากมีรูปแบบในการศึกษาที่แตกต่างกัน

จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยการดื่มสุรามีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ โดยพบว่า เกษตรกรที่ดื่มสุรามากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์มีความเสี่ยงต่ออาการระบบทางเดินหายมากกว่าผู้ไม่ดื่มสุรา 4.6 เท่า มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 4.675 (1.395,15.671) สอดคล้องกับการศึกษาของ Negatu et al. (2017) ที่พบกลุ่มรับสัมผัส (Exposed group) มีประวัติการดื่มสุรามากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัส (Non-exposed group) และพบว่า กลุ่มรับสัมผัสมีอาการผิดปกติสูงกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัส ประกอบด้วย อาการไอเรื้อรัง (Chronic cough) OR 3.15 (95%CI: 1.56-6.36) อาการหายใจหอบ (Short of breath) OR 6.67 (95%CI: 2.60-17.58) อย่างไรก็ตามจาก 2 การศึกษานี้มีรูปแบบในการศึกษาที่แตกต่างกัน แต่สามารถมองเห็นแนวโน้มของปัจจัยการดื่มการสุรา

ว่ามีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ อย่างไรก็ตามไม่พบว่า ปัจจัยการสูบบุหรี่มีความสัมพันธ์กับอาการระบบทางเดินหายใจ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า จำนวนชั่วโมงในการทำงานเฉลี่ยต่อวัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 6 (1.73) ชั่วโมง โดยผลการศึกษาพบว่า ประวัติการรับสัมผัสฝุ่นของเกษตรกรมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวันมีความเสี่ยงมากกว่ากลุ่มที่ไม่ค่อยได้รับสัมผัส 2.743 เท่า โดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.743 (1.238, 6.093) ในการทำสวนผลไม้เกษตรกรมีโอกาสรับสัมผัสฝุ่นดิน (Soil dust) ขณะทำการไถ พรวนดิน เพาะปลูก การรับสัมผัสจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการปฏิบัติงาน เช่น การใช้เครื่องจักร หรือ ปฏิบัติงานด้วยมือโดยไม่ใช้เครื่องจักร (Mechanical or manual)

เกษตรกรมีโอกาสรับสัมผัสฝุ่นชนิดต่าง ๆ บางชนิดมีส่วนประกอบเป็นแร่ควอทซ์ รวมทั้งฝุ่นดินที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลง ซึ่งเคยมีการศึกษาระบุว่าความเข้มข้นฝุ่นควอทซ์ขนาดเล็กที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable quartz dust) รวมทั้งฝุ่นดินปนทราย ฝุ่นร่วนปนทรายและดินเหนียว (Sandy soil, sandy loam soil, and clay soilfarm) คือ 25 ไมโครกรัมต่อลุกบาศก์เมตร ร้อยละ 13 และ 100 ไมโครกรัมต่อลุกบาศก์เมตรตามลำดับว่ามีระดับสูงกว่าค่ามาตรฐานของสมาคมนักสุขศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) (Swanepoel et al., 2011) ฝุ่นดินอาจมีการปนเปื้อนสารกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ได้ ดังเช่นการศึกษาของ Dalvie et al. (2014)ประเมินความเข้มข้นสารกำจัดแมลงในดินจากไร่องุ่นที่อยู่ใกล้เคียงโรงเรียนในเมืองเคปทาวน์ ในแอฟริกาใต้และการออกแบบก่อนการออกแบบวัดระดับการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมก่อนและระหว่างการใช้สารกำจัดแมลงในสวนผลไม้ใกล้เคียง เก็บตัวอย่างในอากาศฝุ่นละอองและหญ้าในบรรยากาศในโรงเรียนอนุบาลและประถมศึกษาตั้งอยู่ในสวนองุ่น พบสารกำจัดแมลงหลายชนิดในตัวอย่างดิน ได้แก่ เอนโดวัลแฟน (Endosulfan) สารได้เมธโทมอร์ (Dimethomorph) สารเพนโทนาโซล (Penconazole) สารไซโพรไดนิว (Cyprodinil) สารบอสแคลิด (Boscalid) และสารโบรโมโพรไพเลต (Bromopropylate) ตามลำดับ

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นในขณะทำการเกษตรกรรม การศึกษาในอนาคตแนะนำให้มีการตรวจติดตามฝุ่นอย่างสม่ำเสมอเพื่อติดตามประสิทธิภาพของมาตรการกักเก็บและบรรเทาผลกระทบที่จากสารกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนในดินที่ล่องลอยมาทางบรรยากาศ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อคิดว่าอาจมีความจำเป็นในการออกแบบวิธีการบ่งชี้ในประเมินการรับสัมผัสฝุ่นและวิธีในการควบคุมฝุ่นขณะทำสวนผลไม้ในประเทศไทย เพื่อช่วยลดปริมาณความเข้มข้นฝุ่นลงได้

การศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง (Cholinesterase level) ประเมินโดยกระดาษพิเศษ (Reactive paper) ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการระบบทางเดินหายใจ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาหลายฉบับ เช่น การศึกษาที่พบว่า การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหอบหืด (Stoecklin-Marois et al. 2015) ไม่สอดคล้องกับการศึกษาแบบ A matched case-control study ในเกษตรกรที่พ่นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดลงของเอนไซม์อะเซตทิลคลอริเนสเตอเรสในเม็ดเลือดแดง (Red blood cell acetylcholinesterase, AchE) และการลดลง

ของ AChE มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติต่าง ๆ ด้วย ประกอบด้วย น้ำมูกไหล หรือ คัดจมูก (Runny or stuffy nose) มีค่า (OR = 2.85, 95% CI: 1.98–4.63) เจ็บคอ (Sore throat) มีค่า (OR = 1.76, 95% CI: 1.29–2.43), ไอแห้ง ๆ (Dry cough) (OR = 2.83, 95% CI: 1.92–4.41) หายใจดังวี้ด (Wheezing) (OR = 1.78, 95% CI: 1.33–2.46) หายใจหอบเหนื่อย (Breathlessness) (OR = 2.41, 95% CI: 2.06–3.82) แน่นหน้าอก (Chest tightness) (OR = 3.26, 95% CI: 2.23–5.17) และ หายใจลำบาก (Dyspnea) (OR = 2.63, 95% CI: 1.89–4.13) อาการหลอดลมอักเสบ (Chronic bronchitis) (OR: 2.54, 95% CI: 1.48–3.74) และ หอบหืดที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ (Asthma) (OR-1.34, 95% CI: 1.09–1.79) (Chakraborty et al., 2009)

การศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Hoppin et al. (2006) และรายงานผลการศึกษาของ The Agricultural Health Study (AHS) ที่ระบุว่าการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตชนิดไดคลอวอสและฟอเรต (Dichlorvos and phorate) มีความสัมพันธ์กับอาการ หายใจดังวี้ด (Wheezing) ในผู้ประกอบการพ่นสารกำจัดแมลง (Commercial pesticide applicators) มีค่า (OR = 2.48, 95% CI: 1.08–5.66 และ (OR = 2.35, 95% CI: 1.36–4.06) ตามลำดับ ภายหลังที่มีการควบคุมตัวแปร อายุ BMI การสูบบุหรี่ โรคหอบหืด และการใช้สารกำจัดแมลงมาก่อน อย่างไรก็ตามรูปแบบในการประเมินเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสไม่เหมือนกับการศึกษาในครั้งนี้

จากการศึกษาครั้งนี้เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวมักไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ไม่สวมแว่นตา ร้อยละ 89.4 หน้ากาก ร้อยละ 53.3 ถุงมือ ร้อยละ 55.8 มีบางส่วนที่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล แต่จากการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่า เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่ไม่ได้คุณภาพ เช่น สวมหมวกผ้าที่ปิดใบหน้ากันแดด เพื่อป้องกันสารเคมีเข้าระบบทางเดินหายใจแทนหน้ากาก เป็นต้น และพบว่า ปัจจัยการสวมอุปกรณ์ป้องกันไม่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Banerjee et al. (2014) กล่าวว่าขณะพ่นสารกำจัดแมลงเกษตรกรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ปิดจมูก ปากด้วยผ้า และอาบน้ำภายหลังการพ่นร้อยละ 27 มีการศึกษาว่าการไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลจะมีความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วยพิษจากสารกำจัดแมลง (Hanne et al., 2010; Zyoud et al., 2010)

ส่วนการศึกษาของ Meggs (2003) รายงานการเกิดพิษจากสารคลอไพริฟอสในช่างไม้วัย 61 ปี ที่ไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และมีการรับสัมผัสสารกำจัดทางตรงที่มือ แขนส่วนล่าง เท้าและขาส่วนล่าง และโดยการหายใจเข้าไปขณะทำการพ่นสารกำจัดแมลง ภายหลังการพ่นนาน 30 นาที เขามีภาวะพิษเฉียบพลัน คือ คลื่นไส้ ตะคริวที่ท้อง (Abdominal cramping) แขนขาอ่อนแรง (Arm and leg weakness) ปวดไหล่สองข้าง (Bilateral shoulder pain) เจ็บหน้าอก (Chest pain) ชามือและแขนสองข้าง (Numbness in the left hand and arm)

การศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาในรัฐโอไอโอ ประเทศสหรัฐอเมริการายงานว่าภายหลังการควบคุมตัวแปรด้าน อายุ การสูบบุหรี่ พบว่า การใช้สารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับอาการระบบทางเดินหายใจ คือ อาการมีเสมหะ (Phlegm) (OR = 1.91, 95% CI: 1.02–3.57) หายใจดังวี้ด (Wheezing) (OR = 3.92, 95% CI: 1.76–8.72) อาการหวัด (Flu-like symptoms) (OR = 2.93, 95% CI: 1.69–5.12) (Sprince et al., 2000) Hashemi et al. (2006) พบการทำงาน

มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติในเกษตรกรชาวอิหร่าน กับการใช้สารกำจัดแมลง โดยเพิ่มความเสี่ยงของอาการหายใจดังวี้ดและมีเสมหะ (Wheezing and phlegm) นอกจากนั้นพบว่า การเกี่ยวข้องกับสารกำจัดแมลงมีความสัมพันธ์กับอาการไอเรื้อรัง (Wilkins et al., 1999)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า สมรรถภาพปอดค่า FEV_1/ FVCของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่ผิดปกติพบว่า มีความเสี่ยงต่ออาการระบบทางเดินหายใจใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีค่าปกติ โดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ .95 (.097,.999) ซึ่งนับว่าผลการศึกษาไม่สมเหตุสมผล หรือเรียกว่า Reverse causation effect bias อาจเนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวาง (Cross sectional study) มีการเก็บข้อมูลเพียงครั้งเดียว ความผิดปกติของสมรรถภาพปอดอาจมีความผิดปกติอยู่ แต่เพิ่งมาทำงานรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในภายหลัง และยังไม่แสดงความผิดปกติของสมรรถภาพปอดที่ชัดเจน เป็นต้น

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในแรงงานต่างด้าว

การลดลงของสมรรถภาพปอด คือ FVC และ อัตราส่วน FEV_1/ FVC ในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออกที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยแนะนำว่าเกษตรกรที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ จากการทำงานทำให้เกิดความผิดปกติแบบผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) และ ผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormality) ได้ สิ่งที่ได้จากการศึกษาขึ้นอยู่กับความเที่ยงและความตรงของเครื่องมือที่ใช้ตรวจ (The validity and reliability of measurements) คือ Spirometer

ผู้ประเมินสมรรถภาพปอดเป็นนักอาชีวอนามัย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ซึ่งผ่านการอบรมการใช้อุปกรณ์ตรวจสมรรถภาพปอดมาอย่างดี ก่อนทำการตรวจวัดสมรรถภาพปอด ผู้วิจัยได้ส่งเครื่องตรวจสมรรถภาพปอด เพื่อปรับความถูกต้อง (Calibration) ก่อนนำไปใช้ประเมินสมรรถภาพปอดในภาคสนาม การศึกษาครั้งนี้การทดสอบสมรรถภาพปอด จำนวน 3 ครั้ง และเมื่อนำผลการตรวจทั้งหมดมาพิจารณาร่วมกัน ผลการตรวจที่ได้ก็มีความใกล้เคียงกันจนผ่านเกณฑ์การทำซ้ำ (Repeatability criteria) แล้ว การเลือกค่าการตรวจเพื่อนำมาใช้ในการแปลผลนั้นทำได้โดยการเลือกค่า FEV1 ที่มากที่สุด (Best FEV1) และค่า FVC ที่มากที่สุด (Best FVC) มาใช้ในการแปลผล (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2545 อ้างจาก สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) ส่วนการจำแนกระดับความผิดปกติของสมรรถภาพปอด ผู้วิจัยได้ทำนายค่า FVC, FEV_1 และ อัตราส่วน FEV_1/ FVC โดยผ่านการทำนายโดยสมการศิริราช (Dejsomritrutai et al., 2002)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า เกษตรกร ส่วนมากมีผลการตรวจอยู่ในระดับปกติ (Normal) ร้อยละ 65.7 มีผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restriction) ร้อยละ 29.2 และมีผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstruction) ร้อยละ 4.4 จากการวิเคราะห์ปัจจัย เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน มีหน้าที่เก็บลำไย ประวัติการการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงและระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดกับค่า FVC ผลการศึกษาพบว่า เพศ อายุ มีหน้าที่เก็บลำไย ประวัติการการรับสัมผัส

ไอสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 6 ด้าน คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ในปัจจุบันชนิดพืชที่ปลูก คือ ลำไย การรับสัมผัสฝุ่นไอสารกำจัดแมลง ระดับการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC พบว่า เพศหญิงจะมีค่า FVC น้อยกว่าเพศชายอยู่ .564 ลิตร (B = -.564; CI-.701, -.428) อายุเพิ่มขึ้น 1 ปีจะมีค่า FVC ลดลง .010 ลิตร หรือ 10 มิลลิลิตร (B = -..010; CI-.004, -.016) ในแง่ของปัจจัยด้านอายุ หลักการทางทฤษฎีพบว่า อายุที่มากขึ้นสมรรถภาพจะลดลง ดังเช่นการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการลดลงของการทำงานของสมรรถภาพปอด (Sillanpää et al., 2014) นอกจากนั้นอายุมากขึ้นมีโอกาสรับสัมผัสสารกำจัดแมลงมากขึ้นส่งผลทำให้สมรรถภาพปอดชนิด FVC ลดลงได้ ที่พบว่า อาการผิดปกติและสมรรถภาพปอดลดลงลดการขยายตัว หรือแบบ Restrictive lung dysfunction สัมพันธ์กับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่า FEV_1/ FVC (Peiris-John et al., 2005)

ผู้ที่มีหน้าที่เก็บลำไยมีค่า FVC น้อยกว่าผู้ไม่มีหน้าที่เก็บลำไยอยู่ .187 ลิตร หรือ 18.7 มิลลิลิตร (B = -.187; CI-.010, -.140) ประวัติการการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้มีค่า FVCน้อยกว่าผู้ไม่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงอยู่ .075 ลิตร หรือ 75 มิลลิลิตร (B = -..010; CI-.004, -.016) ซึ่งค่า FEV_1/ FVC ในระดับปานกลาง พบว่า มีเพียงปัจจัยด้านการทำหน้าที่เก็บลำไยที่มีผลต่อค่า FEV_1/ FVC มากกว่าผู้ไม่มีหน้าที่เก็บลำไย ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นจากลำไย หรือฝุ่นดินที่ปนเปื้อนสารกำจัดแมลงได้ ดังเช่นการศึกษาของ Swanepoel et al. (2011) ที่ประเมินเกษตรกรมีโอกาสรับสัมผัสฝุ่นชนิดต่าง ๆ บางชนิดมีส่วนประกอบเป็นแร่ควอทซ์ ในฝุ่นดินปนทราย ฝุ่นร่วนปนทรายและดินเหนียว (Sandy soil, sandy loam soil, and clay soilfarm) รวมทั้งการศึกษาของ Dalvie et al. (2014) ที่ระบุว่าฝุ่นดินอาจมีการปนเปื้อนสารกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ตามลำดับ

. การศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ ที่พบว่า การรับสัมผัสสารกำจัดแมลงสะสม (Cumulative exposure) จะมีความเสี่ยงต่อการลดลงของค่า FEV_1/ FVC ซึ่งมีการศึกษาในชาวดัชน์ที่พบว่า ค่า FEV_1 ลดลง 210 มิลลิลิตรในกลุ่มที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงความเข้มข้นสูงเมื่อเทียบกับระดับ 94 มิลลิลิตรในประเทศเนเธอร์แลนด์ อย่างไรก็ตามวิธีในการศึกษามีความแตกต่างกัน ซึ่งในการศึกษาของ Negatu et al. (2017) พบว่า มีความแตกต่างกันพบว่า ระดับการลดลงของค่า FEV_1 เนื่องจากมีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง เท่ากับ 140 มิลลิลิตร การทำนายสมรรถภาพปอดที่สูญเสียไปเนื่องจากการสูบบุหรี่ 12.6 มิลลิลิตรต่อปีและ 7.2 มิลลิลิตรต่อปีของการสูบบุหรี่ 1 ซองต่อปีทั้งในเพศชายและเพศหญิง (Schenker et al., 2004)

ผลในการศึกษาไม่สอดคล้องกับการศึกษาในเกษตรกรที่มีหน้าที่พ่นสารกำจัดแมลง ในประเทศสเปน ในระยะเวลาสั้น ๆ พบว่า มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FEV_1 ภายหลังการควบคุมตัวแปร อายุ เพศ การสูบบุหรี่ น้ำหนักความสูง การดื่มสุรา ระดับเอนไซม์พาราออกโซนเอส (Paraoxonase $_1$, PON_1) polymorphism และ ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Hernandez et al., 2008) ไม่สอดคล้องกับการศึกษาในเกษตรกร ในประเทศอินเดีย พบว่า รับสัมผัสสารกำจัดแมลงสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FVC, FEV_1, FEV_1/ FVC ratio, FEF25%-75% และ Peak expiratory flow rate (PEFR) (Chakraborty et al., 2009) นอกจากนั้นมีการศึกษาแบบตัดขวางในเกษตรกรที่พ่นสารกำจัดแมลงในสวนมะม่วงมีความสัมพันธ์กับการลดลงของ

สมรรถภาพปอดกับระดับเอนไซม์อะเซตทิลโคลีนเอสเตอเรส (Acetylcholinesterase) และ บิวทิลโคลีนเอสเตอเรส (Butylcholinesterase activities) (Fareed et al., 2013) ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว ผลจากการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นสัญญาณเตือนถึงความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง แต่เป็นการศึกษาแบบตัดขวางในระยะเวลาสั้น ๆ หลักฐานที่พบคือ ตัวแปรที่มีผลต่อค่า FVC คือ เพศหญิงจะมีค่า FVC น้อยกว่าเพศชาย อายุเพิ่มขึ้น 1 ปีจะมีค่า FVC ลดลง ผู้ที่มีหน้าที่เก็บลำไยมีค่า FVC น้อยกว่าผู้ไม่มีหน้าที่เก็บลำไยอยู่ ประวัติการการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้มีค่า FVC น้อยกว่าผู้ไม่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง นอกจากนั้นพบว่า การทำหน้าที่ การมีหน้าที่เก็บลำไย มีผลทำให้ FVC/ FEV_1 ลดลง ตัวแปรที่มีผลต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ผลการศึกษา คือ เพศหญิงความเสี่ยงมากกว่าเพศชาย การดื่มสุรามากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์ การรับสัมผัสฝุ่นมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน มีและ ค่า FEV_1/ FVC ตามลำดับ

จุดแข็งในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ผ่านการสุ่มตัวอย่าง ภายหลังการเลือกพื้นที่ ๆ มีการใช้สารกำจัดแมลงสูงมากในเขตภาคตะวันออก โดยส่วนใหญ่เป็นแรงงานที่ทำงานในสวนผลไม้แบบถาวร ผลในการศึกษานี้หลักฐานค่อนข้างชัดเจนถึงความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ แม้จะไม่พบปัจจัยระหว่างระดับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง และอาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด

จุดอ่อนในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นแบบตัดขวาง (Cross sectional study) อาจจะพบปัญหาการอคติของการศึกษาที่เรียกว่า ‘Health worker selection’ bias จนทำให้ค่าความชุกของอาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดต่ำกว่าปกติได้ (Underestimation of the effects) นอกจากนี้การศึกษานี้ มีการออกแบบในการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูการพ่นสารกำจัดแมลง (Spraying season) แต่ไม่ได้เก็บช่วงนอกฤดูการพ่น (Non spraying season) ทำให้ไม่ได้ประเมินความแตกต่างของระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสและไม่ได้มีการตรวจระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างจากแพทย์ รวมทั้งไม่ได้เก็บตัวอย่างฝุ่นในบรรยากาศการทำงาน อย่างไรก็ตามการสัมภาษณ์ของกลุ่มตัวอย่าง ได้ดำเนินการผ่านล่ามที่ได้รับการอบรมมาอย่างดี สามารถนำแบบสัมภาษณ์มาใช้ในการคัดกรองอาการระบบทางเดินหายใจได้ เนื่องจากมีการแปลจากภาษาไทยเป็นภาษากัมพูชา และผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลผลิต (Output)

1. ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่มีการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้ในเขตภาคตะวันออก เช่น ข้อมูลทางประชากรสังคม ประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มสุรา ประวัติการทำงาน การรับสัมผัสฝุ่น การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เป็นต้น

2. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะสุขภาพจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก เช่น ประวัติการเจ็บป่วย อาการระบบทางเดินหายใจ สมรรถภาพปอด และผลเลือดทางชีวเคมี ตามลำดับ โดยเกษตรกรมีอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ ส่วนใหญ่มักมีอาการที่บ่งบอกถึงภาวะระคายคือ อาการไอ มีเสมหะ ตามลำดับ ผลตรวจสมรรถภาพปอด พบว่า ภาวะความผิดปกติแบบอุดกั้นและแบบจำกัดการขยาย ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปกติ เช่นเดียวกันกับผลตรวจทางชีวเคมี เพื่อประเมินความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด ภาวะเบาหวาน การทำหน้าที่ของตับ การทำหน้าที่ของไต พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปกติ อย่างไรก็ตามควรมีการติดตามเฝ้าระวังการทำหน้าที่ของสมรรถภาพปอด อาการระบบทางเดินหายใจและผลเลือดทางชีวเคมีอย่างต่อเนื่อง

3. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเลือดของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวด้วยกระดาษทดสอบพิเศษ พบว่า ส่วนใหญ่มีระดับที่ปลอดภัย อย่างไรก็ตามเกษตรกรกลุ่มนี้ควรได้รับการติดตามคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงอย่างต่อเนื่อง

4. ทราบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก ใช้เป็นสัญญาณเตือนถึงความผิดปกติของสมรถภาพปอดจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงและฝุ่นจากการทำงาน หลักฐานที่พบคือ

4.1 ปัจจัยด้านเพศ ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าสมรรถภาพปอด FVC พบว่า เพศหญิงมีความเสี่ยงต่อค่า FVC น้อยกว่าเพศชายอยู่ .564 ลิตร หรือ 564 มิลลิลิตร

4.2 ปัจจัยด้านอายุ พบว่า อายุเพิ่มขึ้น 1 ปีจะมีค่า FVC ลดลง โดยอายุเพิ่มขึ้น 1 ปีจะมีค่า FVC ลดลง .010 ลิตร หรือ 10 มิลลิลิตร

4.3 ปัจจัยในการทำงาน พบว่า ผู้ที่ปลูกลำไยมีค่า FVC น้อยกว่าผู้ไม่ได้ปลูกลำไย ประวัติการการรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงในสวนผลไม้มีค่า FVC น้อยกว่าผู้ไม่รับสัมผัสสารกำจัดแมลง นอกจากนั้นพบว่า การมีหน้าที่เก็บลำไย มีผลทำให้ FVC/ FEV_1 ลดลง ตามลำดับ

5. ทราบปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงในเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวในเขตภาคตะวันออก

5.1 ปัจจัยตัวที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ คือ เพศหญิงมีความเสี่ยงมากกว่าเพศชาย การดื่มสุรามากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์ การรับสัมผัสฝุ่นมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ

6. ผู้วิจัยได้ส่งผลการคัดกรองการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง การตรวจเลือดทางชีวเคมีให้แก่ผู้บริหารสวนผลไม้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการนำไปใช้เฝ้าระวังสุขภาพเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวต่อไป

7. รายงานฉบับสมบูรณ์

8. บทความวิจัย (อยู่ระหว่างการเขียน)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทางวิชาการ

ข้อเสนอแนะในนำผลการศึกษาไปใช้ คือ

1. สมรรถภาพปอด ผลการศึกษาพบว่า อายุของเกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่เพิ่มมากขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับค่า FVC ที่ลดลง เพศหญิงที่รับสัมผัสสารกำจัดแมลงมีค่า FVC ต่ำกว่าเพศชาย ผู้ที่ปลูกลำไย และรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลงมีความเสี่ยงต่อการลดลงของค่า FVC มากกว่าผู้ไม่ปลูกลำไยและไม่ได้รับสัมผัสไอสารกำจัดแมลง ดังนั้นควรเฝ้าระวังสุขภาพเกี่ยวกับการดูแลสมรรถภาพปอดในเกษตรกรในเพศหญิง อายุมากขึ้น ปลูกลำไยและรับสัมผัสไอสารกำจัดแมลง

2. อาการระบบทางเดินหายใจ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวที่ชอบดื่มสุรา ประวัติการรับสัมผัสฝุ่น เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นควรเฝ้าระวังสุขภาพระบบทางเดินหายใจในเกษตรกรกลุ่มเสี่ยงนี้ เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากการใช้สารกำจัดแมลงมากขึ้น

3. ผลเลือดทางชีวเคมี จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผลเลือดทางชีวเคมีส่วนใหญ่มีค่าปกติ ยังไม่มีหลักฐานชัดเจนในการนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงได้ อย่างไรก็ตามควรมีการตรวจเลือดทางชีวเคมี เพื่อเป็นการคัดกรองภาวะสุขภาพอย่างต่อเนื่อง

4. ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าวส่วนใหญ่ไม่สวมหน้ากากปิดจมูกและเป็นผ้าปิดจมูกแบบธรรมดาไม่ได้มาตรฐาน แม้ปัจจัยนี้ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด นายจ้างควรหาวิธีการกระตุ้นเพื่อให้เกษตรกรที่เป็นแรงงานสวมใส่หน้ากากปิดจมูกอย่างสม่ำเสมอ และหากเป็นไปได้ควรกระตุ้นนายจ้างให้จัดหาและเลือกใช้หน้ากากปกป้องระบบทางเดินหายใจ (Respirator) ที่ได้มาตรฐานให้แก่เกษตรกรที่เป็นแรงงานต่างด้าว

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ จากการศึกษาครั้งนี้มีความยากลำบากในการสรุปว่าการรับสัมผัสสารกำจัดแมลงและฝุ่นในการทำเกษตรกรรมหรืออื่น ๆ ร่วมกันทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดซึ่งผู้วิจัยมองว่าควรทำการศึกษาเพิ่มเติม ควรมีการศึกษาติดตามผลระยะยาว หรือ ศึกษาย้อนหลังของผลกระทบจากการรับฝุ่นและไอสารกำจัดแมลงในบรรยากาศการทำงานต่อการเจ็บป่วยด้วยอาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข. (2557). *แบบประเมินความเสี่ยงในการทำงานของเกษตรกรจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 24 มีนาคม 2559. เข้าถึงได้จาก http://203.157.186.111/hyt/files/docs0305201313-16-46.._2.pdf

กระทรวงสาธารณสุข. (2557). *กระทรวงสาธารณสุขเร่งพัฒนาระบบการดูแลสุขภาพแรงงานต่างด้าวให้มีการตรวจและประกันสุขภาพทุกราย.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 24 มีนาคม 2559. เข้าถึงได้จาก http://pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new = 69477

กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การตรวจสุขภาพและประกันสุขภาพแรงงานต่างด้าว*. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 กันยายน 2558, เข้าถึงได้จาก http://phdb.moph.go.th/phdb/admin/files

กฤตยา อาชวนิจกุล และคณะ. (2547). *คนต่างด้าวในประเทศไทยคือใครบ้าง? มีจำนวนเท่าไร?. ระบบฐานข้อมูลแบบไหนคือคำตอบ.* นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

กฤตยา อาชวนิจกุล และพันธุ์ทิพย์ กาญจนะจิตรา สายสุนทร. (2548). *คำถามและข้อท้าทายต่อนโยบายรัฐไทยในมิติสุขภาวะและสิทธิของแรงงานข้ามชาติ.* นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

กฤตยา อาชวนิจกุล. (2555). การจำแนกประเภทแรงงานข้ามชาติจากพม่า กัมพูชา และลาว. *จดหมายข่าวประชากรและการพัฒนา, 33*(1), 1-2.

ขวัญชีวัน บัวแดง. (2551). *สิทธิด้านการรับบริการสุขภาพของแรงงานต่างด้าว: กรณีศึกษาแรงงานจากประเทศพม่าในจังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน.*มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สำนักหอสมุด.

ครรชิต ปุสิงห์. (2553). *Dermal exposure of organophosphorus perticides in chilli farmers at Hua Ruea subdistrict*. การค้นคว้าอิสระ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ดุษฎี อายุวัฒน์ อดิเรก เร่งมานะวงษ์ สังคม ศุภรัตนกุล. (2556). ภาวะสุขภาพและการรับบริการสุขภาพของแรงงานต่างด้าวชาวลาวในภาคการผลิตเกษตรกรรมของภาคอีสาน. *วารสารสาธารณสุขศาสตร์* 43(1) (มกราคม-เมษายน), 1-16.

รพิจันทร์ ภูริสัมบรรณ. (2554). *ข้อมูลพื้นฐานสารเคมีกำจัดศัตรูพืช.เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเพื่อการเฝ้าระวังสารเคมีทางการเกษตร* 16-17 มิถุนายน 2554 ณ โรงแรมเซนจูรีพาร์ค กทม.เครือข่ายเตือน ภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.biothai.net/sites/default/files/pesticide_conference_01_new.pdf

วิทญา ตันอารีย์และสามารถ ใจเตี้ย. (2554). *พฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ตำบลจอมทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://research.pcru.ac.th/journal_pcru/ index.php/re/article/viewFile/181/175

ศิริพร จันทร์ฉาย พัชนา ใจดี วัลลภ ใจดีและ ประภา นันทวรศิลป์. (2555). *การพัฒนารูปแบบที่ใช้อธิบายผลของนโยบายต่อผลลัพธ์ทางสุขภาพและการใช้บริการสุขภาพของกลุ่มแรงงานต่างด้าวที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม*. ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม. (2554). *สำรวจข้อมูลพื้นฐาน ความรู้ ทัศนคติ การปฏิบัติตน เกี่ยวกับวัณโรค.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.popterms.mahidol.ac.th/newsletter/showarticle.php?articleid = 298

สมชาย นันทวัฒน์. (2553). *การเข้าถึงบริการสุขภาพของแรงงานต่างด้าวในสถานีอนามัยสันพระเนตร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่.* วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมพงศ์ สระแก้ว ปฏิมา ตั้งปรัชญากูล. (2551). *นายหน้ากับกระบวนการย้ายถิ่นแรงงานต่างด้าวจากพม่า: กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร.* มูลนิธิเครือข่ายส่งเสริมคุณภาพชีวิตแรงงาน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ศูนย์วิจัยการย้ายถิ่นแห่งเอเชีย. สถาบันวิจัยสังคม.

สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2557). *แนวทางการตรวจและแปลผลสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัย.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.summacheeva.org/documents/book_spirometry.pdf

สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย. (2545). แนวทางการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยสไปโรเมตรีย์ (Guideline for spirometric evaluation). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.summacheeva.org/documents/book_spirometry.pdf

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข. (2557). *ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช*. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/106

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. (2559). *รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2559.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.thaipan.org/sites/default/files/file_info/pesticide_doc34.pdf

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร**.** (2560). *ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2560, เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid = 146

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2554). *ทิศทางการทำงานของแรงงานไทย.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 กันยายน 2558, เข้าถึงได้จาก http://service.nso.go.th/nso/web/article/article_36.html

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2559) . *สรุปผลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร (เดือนกันยายน พ.ศ. 2559)*. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/lfs59/reportSep.pdf

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. *ตารางสถิติจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 กุมภาพันธ์ 2560 เข้าถึงได้จาก จากhttp://service.nso.go.th/nso/nso_center/project/search/result_by_department-th.jsp

สำนักนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร. (2555). *แนวทางการบริหารจัดการแรงงานข้ามชาติในภาคเกษตรจังหวัดนครปฐม ชลบุรี และสมุทรปราการ.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 12 ตุลาคม 2558. เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid = 12020

สำนักบริการแรงงานต่างด้าว (2557). *จำนวนคนต่างด้าวที่ได้รับอนุญาตทำงานคงเหลือทั่วราชอาณาจักร มกราคม 2556*. สำนักบริการแรงงานต่าง [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.m -society.go.th/content_stat_detail.php?pageid = 1125

สำนักบริการแรงงานต่างด้าว. (2557). *จำนวนคนต่างด้าวที่ได้รับอนุญาตทำงานคงเหลือทั่วราชอาณาจักร มกราคม 2556*. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.m -society.go.th/content_stat_detail.php?pageid = 1125

สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2557). *สรุปยอดรวมการจดทะเบียนแรงงานต่างด้าว.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2557, เข้าถึงได้จาก [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล http://wp.doe.go.th/wp/images/pr/pr_oss220957.pdf

สิริภัณฑ์กัญญา เรืองไชย และ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง. (2553). *ผลกระทบของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ปลูกยาสูบในตำบลลำห้วยหลัว อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์.* ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://doi.nrct.go.th//ListDoi/listDetail?Resolve_DOI = 10.14457/KKU.the.2010.207

อนามัย เทศกะทึก และคณะ. (2559). การประเมินความเสี่ยงและผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารกำจัดแมลง: ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในแรงงานต่างด้าว ในเขตภาคตะวันออก. ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก. (2554)..*พิษสารเคมีจากการทำงานรู้ทันป้องกันได้.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Abdel Rasoul, G. M., Abou Salem, M. E., Mechael, A. A., Hendy, O. M., Rohlman, D. S., & Ismail, A. A. (2008). Effects of occupational pesticide exposure on children applying pesticides. *NeuroToxicology,* 29, 833-838.

ACGIH. TLVs and BEIs. (2016). *Threshold limits values for chemical substances and physical agents: Biological exposure indices*. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH.

Aday, L. A., & Andersen, R. M. (1981). *Equity of Access to Medical Care: A conceptual and empirical overview. Medical Care*.

Ahmed, O. A. H., & Mohammad, F. K. (2005). A simplified eletrometric technique for rapid measurement of human blood cholinesterase activity, The Int. *J. Toxicol* 2, 1-13.

Altuntas, I., Delibas, N., & Sutcu, R. (2002). The effects of organophosphate insecticide methidathion on lipid peroxidation and anti-oxidant enzymes in rat erythrocytes: role of vitamins E and C. *Hum Exp Toxicol Dec, 21*(12), 681-685.

Amer, M. M., Metwalli, M., & Abu, El-Magd, Y. (2002). Skin diseases and enzymatic antoxidant activity among workers exposed to pesticides. *Eastern Mediterranean Health J, 8,* 1-9.

Andreotti, G., Hoppin, J. A., Hou, L., Koutros, S., Gadalla, S. M., Savage, S. A., Lubin, J., Blair, A., Hoxha, M., Baccarelli, A., Sandler, D., Alavanja, M., & Beane, F. L. E. (2015). Pesticide Use and Relative Leukocyte Telomere Length in the Agricultural Health Study. *PLoS One Jul 21, 10*(7), e0133382. doi: 10.1371/ journal.pone.0133382.

Angsuthanasombat, K., et al. (2003). *Rapid Assessment on Child Labour Employment in the Border Area between Thailandand Cambodia: Srakaew, Chantaburi and Trad Provinces*. Bangkok: Institute of Asian Studies and United Nations Children's Fund.

Antonio, F. H. (2006). Department of Legal Medicine and Toxicology, University of Granada School of Medicine, *Environmental Research, 102,* 70–76

Arijit Bag, Kaushik Ghosh, Ambarish Bhattacharya Saumyajit Ghosh, Amitava Acharyya & Mrinal Pal. (2017). A Study of Changes in Liver Function, Pancreatic Enzyme Levels, and Creatine Phosphokinase Level in Cases of Acute Organophosphorus Poisoning. *Toxicology International, 22*(3), 70-75.

Arshad, M., Siddiqa, M., Rashid, S., Hashmi, I., Awan, M. A., & Ali, M. A. (2016). Biomonitoring of Toxic Effects of Pesticides in Occupationally Exposed Individuals. *Saf Health Work, Jun, 7*(2), 156-160. doi: 10.1016/ j.shaw.2015.11.001.

Atabila, A., Phung, D. T., Hogarh, J. N., Osei-Fosu, P., Sadler, R., Connell, D., Chu, C. (2017). Dermal exposure of applicators to chlorpyrifos on rice farms in Ghana. *Chemosphere, Jul, 178,* 350-358. doi: 10.1016/j. *chemosphere* 03.062. Epub 2017 Mar 16.

Atreya, K., Sitaula, B. K., Overgaard, H., Bajracharya, R. M., & Sharma, S. (2012). Knowledge, attitude and practices of pesticide use and acetylcholinesterase depression among farm workers in Nepal. *Int J Environ Health Res,* 22 (5), 401-415. doi: 10.1080/ 09603123.2011.650154. Epub 2012 Jan 24

Attia, M. A. (2006). Risk assessment of occupational exposure to pesticides. *Earth Environ Sci, 3,* 349-362.

Avijit Saha, RinaDas, Partha Bhattacharyya, & Jayanta Kr Rout. (2016). Single Enzyme SGPT Estimation is a Cheap and Reliable Prognostic Indicator for Organ Phosphorus Poisoning Cases. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences 15*(2), 1-4.

Awad, O. M., El Fiki, S. A., Abou-Shanab, H. N., & Abd El Rahman. (2014). *Influence of exposure to pesticides on liver enzymes and cholinesterase levels in male agriculture workers. Global NEST*. [online]. Cited 2017 October 26, Available from http://journal.gnest.org/sites/default/files/Submissions/gnest_01285/gnest_01285_proof.pdf

Azmi, M. A., Naqvi, S. N., Azmi, M. A., & Aslam, M. (2006). Effect of pesticide residues on health and different enzyme levels in the blood of farm workers from Gadap (rural area) Karachi-Pakistan. *Chemosphere, Sep; 64*(10), 1739-1744.

Baldi, I., Lebailly, P., Jean, S., Rougetet, L., Dulaurent, S., & Marquet, P. (2006). Pesticide contamination of workers in vineyards in France. *Journal of exposure science and environmental epidemiology, 16*(2), 115-124.

Baldi, I., Robert, C., Piantoni, F., Tual, S., Bouvier, G., Lebailly, P., & Raherison, C. (2014). Agricultural exposure and asthma risk in the AGRICAN French cohort. *International journal of hygiene and environmental health, 217*(4), 435-442.

Banerjee I, Tripathi SK, Roy AS, Sengupta P. (2014). Pesticide use pattern among farmers in a rural district of West Bengal, India. *J Nat Sci Biol Med Jul, 5*(2), 313-316. doi: 10.4103/ 0976-9668.136173.

Bardin, P. G., van Eeden, S. F., & Joubert, J. R. (1987). Intensive care management of acute organophosphate poisoning. A 7-year experience in the western Cape. *S Afr Med J, Nov 7, 72*(9), 593-597.

Beseler, C. L., & Stallones, L. (2009). Pesticide poisoning and respiratory disorders in Colorado farm residents. *J. Agric. Saf. Health, 15*, 327–334.

Black, R. M. (2008). An overview of biological markers of exposure to chemical warfare agents. *JAnal Toxicol, 32*, 2-9.

BSR. (2012). *Migrant Workers and Health—The Role of Business*. [online]. October, 20, 2017, from http://www.ilo.org/dyn/migpractice/docs/176/Health.pdf

Burchfiel, J. L., & Duffy, F. H. (1982). Organophosphate neurotoxicity: chronic effects of sarin on the electroencephalogram of monkey and man. *Neurobehav Toxicol Teratol, Nov-Dec, 4*(6), 767-767.

Bureau of Epidemiology, Ministry of Health, Thailand. (2550). *Health surveillance in migrant workers*. [online]. October, 20, 2017, from http://epid.moph.co.th

Bussayarat Kanjanadit (2007). Surviral strategies of migrant workers from Myanmar: A case study in Bankok, Thailand. Institute of language and culture for rural development. Faculty of graduate study, Thailand.

Carvalho, W. A. (1991). Risk factors related with occupational and environmental exposure to organochlorine insecticides in the state of Bahia. *Brazil. Bol* Oficina. *Sanit. Panam, 111*, 512-524.

Casals, E., Vázquez-Campos, S., Bastús, N. G., & Puntes, V. (2008). Distribution and potential toxicity of engineered inorganic nanoparticles and carbon nanostructures in biological systems. *TrAC Trends in Analytical Chemistry 27,* 672-683.

Chacko, J., & Elangovan, A. (2010). Late onset, prolonged asystole following organophosphate poisoning: a case report. *J Med Toxicol, Sep, 6*(3), 311-314. doi: 10.1007/ s13181-010-0095-5.

Chakrabotry, S., Mukherjee, S., Roychoudhury, S., Siqqique, S, lahiri, T., & Ray, M. R. (2009). *Chronic exposure to cholinesterase-inhibiting pesticides adversely affect respiratory health of agricultural workers in India*. Department of experimental hematology, Chaitaranjan national cancer institute, pp. 488-497.

Chaudhry, R., Lall, S. B., Mishra, B., & Dhawan, B. (1998). A foodborne outbreak of organophosphate poisoning. *BMJ*, Jul, 25, 317(7153), 268-269.

Ciesielski, S., Loomis, D. P., Mims, S. R., & Auer, A. (1994). Pesticide exposures, cholinesterase depression,and symptoms among North Carolina migrant farmworkers. *Amer. J. Public Health, 84,* 446-451.

Clarke, E. E. K., Levy, L. S., Spurgeon, A., & Calvert, I. A. (1997). The problems associated with pesticide use by irrigation workers in Ghana. *Occup Mod, 47,* 301-308.

Cocker, J., Mason, H. J., Garfitt, S. J., & Jones, K. (2002). Biological monitoring of exposure to organophosphate pesticides. *Toxicology letters, 134*(1), 97-103.

Cunha, J., Póvoa, P., Mourão, L., Santos, A. L., & Luís, A. S. (1995). Severe poisoning by organophosphate compounds. An analysis of mortality and of the value of serum cholinesterase in monitoring the clinical course. *Acta Med Port, Sep, 8*(9), 469-475.

Dalvie, M. A., Sosan, M. B., Africa, A., Cairncross, E., & London, L. (2014). Environmental monitoring of pesticide residues from farms at a neighbouring primary and pre-school in the Western Cape in South Africa. *Sci Total Environ, Jan, 1, 466-467,* 1078-1084. doi: 10.1016/ j.scitotenv.2013.07.099. Epub 2013 Aug 30.

Dayanand Raddi & Anikethana, G. V. (2015). Liver Enzymes for Assessment of Severity of Organophosphorus Poisoning. *Int J Med Health Sci, Jan, 4*(1)

de Castro, A. B., Krenz, J., & Neitzel, R. L. (2014). Assessing Hmong farmers' safety and health. *Workplace Health Saf, May, 62*(5), 178-185. doi: 10.3928/21650799-20140422-02.

de Jong, K., Boezen, H. M., Kromhout, H., et al. (2014). LifeLines Cohor Study. Pesticides and other occupational exposures are associated with airway obstruction: the LifeLines cohort study. *Occup Environ Med, 71,* 88-96.

Dejsomritrutai, W., Wongsurakiat, P., Chierakul, N., Charoenratanakul, S., Nana, A., & Maranetra, K. N. (2002). Comparison between specified percentage and fifth percentile criteria for Spirometry interpretation in Thai patients. *Respirology*, *7*(2), 123-127.

Dias, E., Mariana, G., Catarina, D., Elmano, R., Simone, M., & Maria, P. (2013). Subacute Effects of the Thiodicarb Pesticide on Target Organs of Male Wistar Rats: Biochemical, Histological, and Flow Cytometry Studies*, J. Toxicol. Environ. Health A, 76,* 533-539.

Dilshad, A. K., Mahwish, M., B., Farooq, A. Khan, S. T., & Naqvi, K. A. (2008). Department of Pathology, Army Medical College. *Int J ClinExp Med,* 274-282.

Dorko, F., Danko, J., Flesarova, S., Boros, E., & Sobekova, A. (2011). Effect of pesticide bendiocarbamate on distribution of acetylcholine-and butyrylcholine-positive nerves in rabbit's thymus*. Eur J Histochem, 55,* 206-209.

Dowling, K. C., & Seiber, J. N. (2002). Importance of respiratory exposure to pesticides among agricultural populations. *International journal of toxicology, 21*(5), 371-381.

Drevenkar, V., Radić, Z., Vasilić, Z., & Reiner, E. (1991). Dialkylphosphorus metabolites in the urine and activities of esterases in the serum as biochemical indices for human absorption of organophosphorus pesticides. *Arch Environ Contam Toxicol, Apr, 20*(3), 417-422.

Duncan, I. M., & Monks, N. (1992). Tick control on eland (Taurotragus oryx) and buffalo (Syncerus caffer) with flumethrin 1% pour-on through a Duncan applicator. *J S Afr Vet Assoc, Mar, 63*(1), 7-10.

Ehlers, J. J., & Graydon, P. S. (2011). Noise-induced hearing loss in agriculture: creating partnerships to overcome barriers and educate the community on prevention. *Noise Health, Mar-Apr, 13*(51), 142-146. doi: 10.4103/ 1463-1741.77218.

EJF (Environment Justice Foundation). (2003). *What's your poison? Health Threats Posed by Pesticides in Developing Countries*. London, UK.

Elhalwagy, M. E. A., & Zaki, N. I. (2009). Comparative study on pesticide mixture of organophosphorus and pyrethroid in commercial formulation. *Environ. Toxicol. Pharmacol, 28,* 219-224.

Ewan, M. (2013). Dermal Exposure Associated with Occupational End Use of Pesticides and the Role of Protective Measures. *Safety and Health at Work*, *4*(2013), 136-141.

Fareed, M., Pathak, M. K. Bihari, V. Kamal, R. Srivastava, A. K. & Kesavachandran, C. N. (2013). Adverse respiratory health and hematological alterations among agricultural workers occupationally exposed to organophosphate pesticides: A cross-sectional study in orth India. *PLoS One, 8,* doi:10.1371/ journal.pone.0069755.

Fenske, R. A. (1997). Pesticide exposure assessment of workers and their families. *Occup Med State of the Art Rev, 12*, 211-212, 237.

Fieten, K. B., Kromhout, H., Heederik, D., van Wendel, de Joode, B. & Am, J. E. (2009). Pesticide exposure and respiratory health of indigenous women in Costa Rica. *Am J Epidemiol, Jun, 15, 169*(12), 1500-1506. doi: 10.1093/ aje/ kwp060. Epub 2009 Apr 16.

Gaines, T. B. (1969). Acute toxicity of pesticides. *Toxicol Appl Pharmacol, May, 14*(3), 515-534.

Goel, A., Chauhan, D. P., & Dhawan, D. K. (2000). Protective effects of zinc in chlorpyrifos induced hepatotoxicity: a biochemical and trace elemental study. *Biol Trace Elem Res, May, 74*(2), 171-183.

Goswamy, R., Chaudhuri, A., & Mahashur, A. A. (1994). Study of respiratory failure in organophosphate and carbamate poisoning. *Heart Lung, Nov-Dec, 23*(6), 466-472.

Goud, M., Nayal, B., Deepa, K., Devi, O. S., Devaki, R. N., & Anitha, M. A. (2012). Case of acute pancreatitis with occupational exposure to organophosphorus compound. *Toxicol Int, May, 19*(2), 223-224. doi: 10.4103/ 0971-6580.97226.

Greenaway, C., & Orr, P. (1996). A foodborne outbreak causing a cholinergic syndrome. *J Emerg Med, May-Jun, 14*(3), 339-344.

Griffin, P., Mason, H., Heywood, K., & Cocker, J. (1999). Oral and dermal absorption of chlorpyrifos: a human volunteer study. *Occup Environ Med, Jan, 56*(1), 10-31.

Güve, M., Unlühizarci, K., Göktaş, Z., & Kurtoğlu, S. (1997). Intravenous organophosphate injection: an unusual way of intoxication. *Hum Exp Toxicol, May, 16*(5), 279-280.

Hall, J. E. (2001). The promise of translational physiology. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, Nov, 281*(5), G1127-G1128.

Hanne. K. J, Flemming Konradsen, Erik Jork, Jorgen Holm Petersen, and Anders Dalsgaard. (2011). Pesticide Use and Self-Reported Symptoms of Acute Pesticide Poisoning among Aquatic Farmers in PhnomPenh, Cambodia, Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Toxicology,* 639814. doi: 10.1155/ 2011/ 639814. Epub 2010 Dec 30.

Hanssen, V. M., Nigatu, A. W., Zeleke, Z. K., et al. (2015). High prevalence of respiratory and dermal symptoms among Ethiopian flower farm workers. *Arch Environ Occup Health,* 70, 204-213.

Hashemi, N., Mirsadraee, M., Shakeri, M. T., & Varasteh, A. R. (2006).Prevalence of work-related respiratory symptoms in Iranian farmers. *Can. Respir J, 13,* 198-202.

Hernández, A. F., Casado, I., Pena, G., et al. (2008). Low level of exposure to pesticides leads to lung dysfunction in occupationally exposed subjects. *Inhal Toxicol, 20,* 839-849.

Hernandez, A. F., Casado, I., Pena, G., Gil, F., Villanueva, E., & Pla, A. (2008). Low level of exposure to pesticides leads to lung dysfunction in occupationally exposed subjects. *Inhal, 20,* 839-849.

Hofmann, J. N., Carden, A., Fenske, R. A., Ruars, H. E., & Keifer, M. C. (2008). Evaluation of a clinic-based cholinesterase test kit for the Washington State Cholinesterase Monitoring Program. *Am J Ind Med, Jul, 51*(7), 532-538.

Hoppin, J. A., Umbach, D. M., London, S. J., Lynch, C. F., Alavanja, M. C., & Sandler, D. P. (2006). Pesticides associated with wheeze among commercial pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Am J Epidemiol, Jun, 15, 163*(12), 1129-37. Epub 2006 Apr 12.

Hoppin, J. A., Umbach, D. M., Long, S., London, S J., Henneberger, P. K., Blair, A., Alavanja, M., Freeman, L. E., & Sandler, D. P. (2017). Pesticides are Associated with Allergic and Non-Allergic Wheeze among Male Farmers. *Environ Health Perspect, Apr, 125*(4), 535-543. doi: 10.1289/ EHP315. Epub 2016 Jul 6.

Hoppin, J. A., Umbach, D. M., London, S. J., Henneberger, P. K., Kullman, G. J., Alavanja, M. C., & Sandler, D. P. (2008). Pesticides and atopic and nonatopic asthma among farm women in the Agricultural Health Study. *American journal of respiratory and critical care medicine, 177*(1), 11-18.

Hoppin, J. A., Umbach, D. M., London, S. J., Lynch, C. F., Alavanja, M. C., Sandler, D. P. (2006). Pesticides and adult respiratory outcomes in the agricultural health study. *Ann. N. Y. Acad. Sci, 1076,* 343-354.

Horrigan, L., Lawrence, R. S., & Walker, P. (2002). How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. *Environ Health Perspect, 110,* 445-456.

Hsieh, F. Y., Bloch, D. A., & Larsen, M. D. (1998). A simple method of sample size calculation for linear and logistic regression. *Statistics in Medicine, 17*(14), 1623-1634.

Ibrahim, K. S., Amer, N. M., El-Tahlawy, E. M., & Abd Allah, H. M. (2011). Reporoductive outcome, hormone levels and liver enzymes in agricultural female workers, *J Adv Res, 2,* 185-189.

Inpankaew, T., Jittapalapong, S., Mitchell, T. J., Sununta, C., Igarashi, I., & Xuan, X. (2014). Seroprevalence of Neospora caninum infection in dairy cows in Northern provinces, Thailand. *Acta Parasitol, 2 Jun, 59*(2), 305-309. doi: 10.2478/ s11686-014-0245-z

International Labor Organization. (2013). *Agriculture. [Internet].* [cited 2016 November 28]. Available from http://www.oit.org/public/english//region/asro/bangkok/child/trafficking/downloads/vol2-agriculture-thai.pdf

International Organization for Migration. (2011). *Migrant Workers in Asia. ASEAN Inter-Parliamentary Assembly Seminar: The Role of Parliamentarians in the Protection and Promotion of the Rights of Migrant Workers in ASEAN* 3-6 April.

Jamil, K., Das, G. P., Shaik, A. P., Dharmi, S. S., & Murthy, S. (2007). Epidemiological studies of pesticide exposed individuals and their clinical implications. *Current Sc, 92,* 340-345.

Jensen, H. K., Konradsen, F., Jørs, E., Petersen, J. H., & Dalsgaard, A. (2011). Pesticide use and self-reported symptoms of acute pesticide poisoning among aquatic farmers in Phnom Penh, Cambodia. *J Toxicol,* 639814.

Jintana, S., Sming, K., Krongtong, Y., & Thanyachai, S. (2009). Cholinesterase activity, pesticide exposure and health impact in a population exposed to organophosphates. *Int Arch Occup Environ Health, 9 Jul, 82*(7), 833-842. doi: 10.1007/ s00420-009-0422-9. Epub 2009May 8.

Jokanović, M. (2009). Current understanding of the mechanisms involved in metabolic detoxification of warfare nerve agents. *ToxicolLett, 188,* 1-10.

Jones, S. M., Burks, A. W., Spencer, H. J., Lensing, S., Roberson, P. K., Gandy, J., & Helm, R. M. (2003). Occupational asthma symptoms and respiratory function among aerial pesticide applicators. Amer. *J. Ind. Med, 43,* 407–417.

Kachaiyaphum, P., Howteerakul, N., Sujirarat, D., Sukhontha, S., Suwannapong, N. (2010). Serum cholinesterase levels of Thai chilli-farm workers exposed to chemical pesticide: prevalence estimates and associated factors. *J Occup Health,* 52(1), 89-98.

Kamanyire, R1., & Karalliedde, L. (2004). Organophosphate toxicity and occupational exposure. *Occup Med (Lond), Mar, 54*(2), 69-75.

Karalliedde, L., Eddleston, M., & Murray, V. (2001). *The global picture of organophosphate insecticide poisoning.* In: Karalliedde, L., Feldman, S., Henry, J., Marrs, T., editors. *Organophosphates and health.* London: Imperial College Press.

Karalliedde, L., & Senanayake, N. (1990). Organophosphorus insecticide poisoning. *Br J Anaesth, 63,* 736-750.

Karalliedde, L., & Senanayake, N. (1989). Organophosphorus insecticide poisoning. *Br J Anaest, Dec, 63*(6), 736-750.

Khan, D. A., Bhatti, M. M., Khan, F. A., Naqvi, S. T., & Karam, A. (2008). Adverse effects of pesticides residues on biochemical markers in pakistani tobacco farmers. *Int J Clin Exp Med, 1*(3), 274-.

Kielhorn, J., Melching-Kollmuss, S., & Mangelsdorf, I. (2006). *Dermal Absorption. Geneva (Switzerland), United Nations Environment Programme*, the International Labour Organization & the World Health Organization.

Kochasin Suvicha & Buaphan Prompakping. (2005). Access to health services among staff in Laos. *Journal of Humanity and Social Sciences*. Khonkaen University.

Kritaya Archavanitkul & Phanthip Kanchanachittra Saisoonthorn. (2005). *Question and Challenge to Thailand's Policy dimensional wellbeing and rights.* Bangkok: Mahidol University. Institute for Population and Social Research. Bangkok.

Lebailly, P., Devaux, A., Pottie, D., De Meo, M., Andre, V., & Baldi, I. (2003). Urine mutagenicity and lymphocyte DNA damage in fruit growers occupationally exposed to the fungicide captan. *Occup Environ Med, 60,* 910-917.

Lebailly, P., Bouchart, V., Baldi, I., Lecluse, Y., Heutte, N., Gislard, A., & Malas, J. P. (2009). Exposure to pesticides in open-field farming in France. *Annals of occupational hygiene,* 53(1), 69-81.

Lotti, M., & Moretto, (1995). A. Cholinergic symptoms and Gulf War syndrome. *Nat Med., 1,* 1225-1226.

Lu, J. L. (2005). Risk factors to pesticide exposure and associated health symptoms among cut-flower farmers. *Int J Environ Health Res, 15,* 161-170.

Macfarlane, E., Carey, R., Keegel, T., El-Zaemay, S., & Fritschi, L. (2013). Dermal exposure associated with occupational end use of pesticides and the role of protective measures. *Saf Health Work*, *Sep, 4*(3), 136-141. doi: 10.1016/ j.shaw.2013.07.004. Epub 2013 Aug 9.Review

Mansour, S. A. (2004). Pesticide exposure-Egyptian scene. *J. Toxicol,* 198, 91-115. 10.1177/ 0748233710384054. Epub 2010 Sep 24.

Marrs, T. C. (2003). Diazepam in the treatment of organophosphorus ester pesticide poisoning. *Toxicol Rev, 22*(2), 75-81. Review.

Matchaba-Hove, R. B1., & Siziya, S. (1995). Organophosphate exposure in pesticide formulation and packaging factories in Harare, Zimbabwe. *Cent Afr J Med, Feb, 41*(2), 40-44.

Meaklim, J., Yang, J, Drummer, O. H., et al. (2003). Fenitrothion: toxicokinetics and toxicologic evaluation in human volunteers. *Environ Health Persp, 111,* 305-308.

Meggs, W. J. (2003). Permanent paralysis at sites of dermal exposure to chlorpyrifos. *J Toxicol Clin Toxicol, 41*(6), 883-886.

Mekonnen, Y., & Agonafir, T. (2002). Effects of pesticide applications on respiratory health of Ethiopian farm workers. *Int J Occup Environ Health, 8,* 35-40.

Mekonnen, Y., & Agonafir, T. (2004). Lung function and respiratory symptoms of pesticide sprayers in state farms of Ethiopia. *EthiopMed J, 42,* 261-266.

Mekonnen, Y., & Agonafir, T. (2004). Lung function and respiratory symptoms of pesticide sprayers in state farms of Ethiopia. *Ethiopian medical journal, 42*(4), 261-266.

Ministry of Health, Bureau of Occupational and Environmental, Department of Disease Control. (2013). *Guide to Occupational Health Services for public health: Farmers clinic. The agricultural cooperative Federal of Thailand*, Limited.

Ministry of Health. (2014). *Measures and checkups guidelines and health workers Ministry of Health*, 2014 Internet] 2016. [Cited 2016 October 1]. Available from http:/ / www.mapfoundationcm.org/ pdf/ ann/ 268826062014.pdf

Ministry of Labor. (1998). *Labour Protection Act year 199*8. [Internet]. [Cited 2016 October 1]. Available from http:/ / www.mol.go.th/ anonymouse/ law_labour/ protect_workers

Ministry of Labor. (2004). *Regulations on the Protection of Workers in Agriculture*. [Internet]. [Cited 2016 October 1]. Available from http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/0A/00151641.PDF

Misra, U. K., Nag, D., Bhushan, V., & Ray, P. K. (1985). Clinical and biochemical changes in chronically exposed organophosphate workers, *Toxicol. Lett, 244,* 187-193.

Multinigner, L. (2005). Delayed effects of pesticides on human health/ Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. *Environ Risque Sante, 4,* 187–194.

Mutch, E., Blain, P. G., & Williams F. M. (1992). Interindividual variations in enzymes controlling organophosphate toxicity in man. *Hum Exp Toxicol, Mar, 11*(2), 109-116.

Nakajima, T., Sasaki, K., Ozawa, H, Sekjima, Y., Morita, H., Fukushima, Y., Yanagisawa, N. (1998). Urinary metabolites of sarin in a patient of the Matsumoto sarin incident. *Arch Toxicol, Sep, 72*(9), 601-603.

Namba, T., Nolte, C. T., Jackrel, J., & Grob, D. (1971). Poisoning due to organophosphate insecticides. Acute and chronic manifestations. *Am J Med, Apr, 50*(4), 475-492.

Naqvi, S. N. H., & Khan, S. A. (1993). Effect of different doses of phosphine on the alkaline phosphatase activity in Tribolium castaneum Herbst, Pakistan. *J. Entomol. Karachi, 8,* 15-27.

National Statistical Office. (2016). *National Statistical Office of Thailand, Ministry of Information and Communication Technology. Population and housing census year 2016.* [Internet]. [Cited 2016 October 1]. Available from http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries01.html

National Statistical Office. (2016). *The direction of labor Thailand.* [Internet] [Cited 2016 November 1]. Available from http://service.nso.go.th/nso/web/article/article_36.html

Negatu, B., Kromhout, H., Mekonnen, Y., & Vermeulen, R. (2017). Occupational pesticide exposure and respiratory health: a large-scale cross-sectional study in three commercial farming systems in Ethiopia. *Thorax Jun, 72*(6), 498-499. doi: 10.1136/thoraxjnl-2016-208924. Epub 2016 Nov 22.

Neice, M. (2014). Occupational exposure to pesticides, nicotine and minor psychiatric disorders among tobacco farmers in southern Brazil. *Neuro Toxicology, 45,* 347-354.

NGO Forum (Non-Government Organization Forum). (2010). *Report on Woman and Pesticide Survey, Case Study in Sanag District, Kandal Province*.

Nolan, R. J., Rick, D. L., Freshour, N. L., & Saunders, J. H. (1984). Chlorpyrifos: pharmacokinetics in human volunteers. *Toxicol Appl Pharmacol, Mar 30, 73*(1), 8-15.

Nordgren, T. M., & Bailey, K. L. (2016). Pulmonary health effects of agriculture. *Current opinion in pulmonary medicine,* 22(2), 144-149.

Office of Foreign workers administration. (2017). *Number of foreigners allowed to work across the country* March 2017. [Internet]. [cited 2017 June 13]. Available from https://www.doe.go.th/prd/assets/upload/files/alien_th/a8b24dbc15d4e304a9db2c2d013fe808.pdf agricultural workers. *Occup Environ Med* Mar;57 (3), 195-200.

Ohayo-Mitoko, G. J. Kromhout, H. Simwa, J. M. Boleij, J. S. & Heederik, D. (2000). Self reportedsymptoms and inhibition of acetylcholinesterase activity among Kenyan agricultural workers. *Occup. Environ. Med, 57,* 195-200

Opawoye, A. D., & Haque, T. (1998). Insecticide/organophosphrus compound poisoning in children. *Ann Saudi Med* Mar-Apr;18 (2), 171-2.

Ouédraogo, M., Tankoano, A., Ouédraogo, T. Z., & Guissou, I. P. (2009). Risk factors for pesticide poisoning among users in the cotton-production region of Fada N'Gourma in Burkina Faso /Etude des facteurs de risques d'intoxications chez les utilisateurs de pesticides dans la région cotonnière de Fada N'Gourma au Burkina Faso. *Environ Risque Sante, 8,* 343–347.

Pach, J., Persson, H., Sancewicz-Pach, K., & Groszek, B. (1999). Comparison between the poisoning severity score and specific grading scales used at the Department of Clinical Toxicology in Krakow. *Przegl Lek, 56*(6), 401-408.

Panda, S., Nanda, R. (2014). Laboratory Abnormalities in Patients with Organophosphorous Poisoning. *Indian Medical Gazette,* 6-7.

Parent-Massin, D., & Thouvenot, D. (1993). In vitro study of pesticide hematotoxicity in human and rat progenitor. *J Pharmacol Toxicol Methods, 30,* 203-207.

Pastor, S., Lucero, L., Guitiérrez, S., Durban, R., Gomez, C., & Parron, T. (2002). Follow-up study on micronucleus frequency in Spanish agricultural workers exposed to pesticides. *Mutagenesis, 17,* 79-82.

Pathak, M. K., Fareed, M., Srivastava, A. K., Pangtey, B. S., Bihari, V., Kuddus, M., Kesavachandran, C. (2013). Seasonal variations in cholinesterase activity, nerve conduction velocity and lung function among sprayers exposed to mixture of pesticides. *Environ Sci Pollut Res Int Oct, 20*(10), 7296-300. doi: 10.1007/s11356-013-1743-5. Epub 2013 May

Patil, J. A., Pati, A. J., & Govindwar, S. P. (2003). Biochemical effects of various pesticides on sprayers of grape gardens. *Indian J Clin Biochem Jul, 18*(2), 16-22. doi: 10.1007/BF02867362.

Peiris-John, R. J., Ruberu, D. K., Wickremasinghe, A. R., & van-der-Hoek W. (2005). Low-level exposure to organophosphate pesticides leads to restrictive lung dysfunction. *Respir Med, Oct, 99*(10), 1319-1324.

Peiris-John, R. J.; Ruberu, D. K.; Wickremasinghe, A. R., & van-der-Hoek, W. (2005). Low-level exposure toorganophosphate pesticides leads to restrictive lung dysfunction. *Respir Med,* 99, 1319–1324.

Pimonpan Israbhakdi. (2004). Meeting at the Crossroads: Myanmar Migrants and their use of Thai Health Care Services. *Asian and Pacific Migration Journal, 13*(1), 107-126.

Poet, T. S. (2000). Assessing dermal absorption. *Toxicol Sci, 58,* 1-2.

Przybylska, A. (2004). Poisoning caused by chemicals for plant protection in Poland in 2002. *Przegl Epidemiology, 58,* 111–121.

Rahman, M. F., & Siddiqui, M. K. (2003). Biochemical enzyme activity in different tissues of rats exposed to a novel phosphorothionate (RPRV), *J. Environ. Sci. Health, 38,* 59-71.

Rahman, M. F., & Siddiqui, M. K. (2003). Biochemical enzyme activity in different tissues of rats exposed to a novel phosphorothionate (RPR-V). *J Environ Sci Health B, Jan, 38*(1), 59-71.

Remor, A. P., Totti, C. C., Moreira, D. A., Dutra, G. P., Heuser, V. D., & Boeira, J. M. (2009). Occupational exposure of farm workers to pesticides: Biochemical parameters and evaluation of genotoxicity. *Environ Int, 35,* 273-278.

Reynolds, S. J.; Clark, M. L.; Koehncke, N., von Essen, S., Prinz, L., Keefe, T. J., Mehaffy, J., Bradford, M., Cranmer, B., Davidson, M. E., Yang, I. V., Burch, J. B. (2012). Pulmonary Function reductions among potentially susceptible subgroups of agricultural workers in Colorado and Nebraska. *J. Occup. Environ Med, 54,* 632-641.

Rossukon Kangvallert, Krisnan Lawnub, Supawan Manimnakorn, Lampoon Ingkapakorn, Supparaporn Thammachart. (2008). Cooperation between Governmental and Non-Governmental Organizations. *Journal of Health Science, 17*(1), 207-215.

Royce, S., Wald, P., Sheppard, D., & Balmes, (1993). Occupational asthma in a pesticides manufacturing worker. *Chest, 103,* 295-296.

Salameh, P., Waked, M., Baldi, I., & Brochard, P. (2005). Spirometric changes following the use of pesticides. *East. Mediterr. Health J, 11,* 126-136.

Saly, J., Kacmar, P., Neuschl, J., & Jantosoovic, J. (1995). The effect of bentazone TP, an herbicide, on hematologic indicators in sheep during acute and subchronic poisoning. *Vet Med-Praha, 40,* 49–52

Samneang, C. (2013). The situation of migrant workers in Thailand. Institute for Public Policy Studies Chiang Mai University. [Internet]. [cited 2016 August 28]. Available from http://www.siamintelligence.com/thai-labor-migration-status/

Sarawut Laosai & Apisak Teeravisit. (2012). *Access to Health Services of Burmese Migrant Workers in Industrial Factories in Khon Kaen Province*. Graduate Research Conference. Khonkaen University.

Savage, E. P., Keefe, T. J., Mounce, L. M., Heaton, R. K., Lewis, J. A., & Burcar, P. J. (1988). Chronic neurological sequelae of acute organophosphate pesticide poisoning. *Arch Environ Health, Jan-Feb, 43*(1), 38-45.

Schenker, M. B., Stoecklin, M., Lee, K., et al. (2004). Pulmonary function and exercise-associated changes with chronic low-level paraquat exposure. *Am J RespirCrit Care Med, 170,* 773-779.

Senanayake, N. (1993). Nerve agents. *Neurology, Jan, 43*(1), 237.

Senanayake, N., de Silva, H. J., & Karalliedde, L. (1993). A scale to assess severity in organophosphorus ntoxication: POP scale. *Hum Exp Toxicol, Jul, 12*(4), 297-299.

Serrano, N., & Fedriani, J. (1997). Fenthion suicide poisoning by subcutaneous injection. *Intensive Care Med, Jan, 23*(1), 129.

Sham'a, F. A. A., Skogstad, M., Nijem, K., Bjertness, E., & Kristensen, P. (2010). Lung function and respiratory symptoms in male Palestinian farmers. *Arch. Environ. Occup. Health, 65,* 191–200.

Sillanpää, E., Stenroth, L., Bijlsma, A. Y., Rantanen, T., McPhee, J. S., Maden-Wilkinson, T. M., Jones, D. A., Narici, M. V., Gapeyeva, H., Pääsuke, M., Barnouin, Y., Hogrel, J. Y., Butler-Browne, G. S., Meskers, C. G., Maier, A. B., Törmäkangas, T., & Sipilä, S. (2014). Associations between muscle strength, spirometric pulmonary function and mobility in healthy older adults. *Age (Dordr), 36*(4), 9667. doi: 10.1007/s11357-014-9667-7. Epub 2014 Jul 30.

Sirivarasai, J., Kaojarern, S., Yoovathaworn, K., & Sura, T. (2009). Cholinesterase activity, pesticide exposure and health impact in a population exposed to organophosphates. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, *July, 82*(7), 833–842

Sprince, N. L. Lewis, M. Q. Whitten, P. S. Reynolds, S. J. Zwerling, C. (2000). Respiratory symptoms: Associations with pesticides, silos, and animal confinement in the Iowa farm family health and hazard surveillance project. *Amer. J. Ind. Med, 38,* 455-462.

Stewart, W. C., & Anderson, E. A. (1968). Effect of a cholinesterase inhibitor when injected into the medulla of the rabbit. J. *Pharmacol. Exp. Ther, 162,* 309–318.

Stoecklin-Marois, M. T., Bigham, C. W., Bennett, D., Tancredi, D. J., & Schenker, M. B. (2015). Occupational exposures and migration factors associated with respiratory health in California Latino farm workers: the MICASA study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 57*(2), 152-158.

Sutoluk, Z., Kekec, Z., Daglioglu, N., & Hant, I. (2011). Association of chronic pesticide exposure with serum cholinesterase levels and pulmonary functions. *Arch Environ Occup Health, 66*(2), 95-99. doi: 10.1080/19338244.2010.506496.

Swanepoel, A. J., Kromhout. H., Jinnah, Z. A., Portengen, L., Renton, K., Gardiner, K., & Rees, D. (2011). Respirable dust and quartz exposure from three South African farms with sandy, sandy. *Ann Occup Hyg, Jul, 55*(6), 634-643.

Syamlal, G., Schleiff, P. L., Mazurek, J. M., Doney, B., & Greskevitch, M. (2013). Respirator use among US farm operators: evidence from the 2006 Farm and Ranch Safety Survey. *Journal of Agromedicine, 18*(1), 27-38.

Taneepanichskul, N., Norkaew, S., Siriwong, W., Siripattanakul-Ratpukdi, S., Pérez, H. L. M., & Robson, M. G. (2014). Organophosphate pesticide exposure and dialkyl phosphate urinary metabolites among chili farmers in Northeastern Thailand. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 65*(4).

Tangkanakul, W., Smits, H. L., Jatanasen, S., & Ashford, D. A. (2005). Leptospirosis: an emerging health problem in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health, Mar, 36*(2), 281-288. Review.

The Thailand Development Research. (2007). *A Study of an Effective Demand for and Management of Alien Workers in Agriculture, Fisheries and Related Sectors and Construction Sectors.* Accessed on September 14 2014 from http://tdri.or.th/wp-content/uploads/2012/09/h113.pdf

Thetkathuek, A., Keifer, M., Fungladda, V., Kaewkungwal, J., Padungtod, C., Wilson, B. W., & Mankhetkorn, S. (2005). Spectrophotometric determination of Plasma and red blood cell Cholinesterase activity of 53 fruit farm workers pre-and post-exposed chlorpyrifos for one fruit corps. *Chem Pharm Bull, 53*(4), 442-444.

Thetkathuek, A., Meepradit, P., & Sa-ngiamsak, T. (2017). A cross-sectional study of musculoskeletal symptoms and risk factors in Cambodian fruit farm workers in eastern region, Thailand. *Journal of Safety and health at work.* Article in press.

Thetkathuek, A., Yenjai, P., Jaidee, W., Jaidee, P., & Sriprapat, P. (2017). Pesticide Exposure and Cholinesterase Levels in Migrant Farm Workers in Thailand. *J Agromedicine, Jan, 31*. doi: 10.1080/1059924X.2017.1283276.

Thetkathuek, A., Jaidee, W., & Jaidee, P. (2017). Access to Health Care by Migrant Farm Workers on Fruit Plantations in Eastern Thailand. *J Agromedicine, 22*(3), 189-199. doi: 10.1080/1059924X.2017.1317682.

Thetkathuek, A., Suybros, N., Daniell, W., Meepradit, P., & Jaidee, W. (2014). Factors influencing poisoning symptoms: a case study of vegetable farmers exposed to mixed insecticides in Prek Balatchheng Village, Cambodia. *J Agromedicine 19*(4), 337-345. doi: 10.1080/1059924X.2014.950923.

Toe, A. M., Ilboudo, S., Ouedraogo, M., & Guissou, P. I. (2012). Biological alterations and self-reported symptoms among insecticides-exposed workers in Burkina Faso. *Interdiscip Toxicol, Mar, 5*(1), 42-46. doi: 10.2478/v10102-012-0008-3.

Tual, S., Clin, B., Levêque-Morlais, N., Raherison, C., Baldi, I., & Lebailly, P. (2013). Agricultural exposures and chronic bronchitis: findings from the AGRICAN (Agriculture and CANcer) cohort. *Annals of epidemiology, 23*(9), 539-545.

Vale, A., & Lotti, M. (2015). Organophosphorus and carbamate insecticide poisoning. *Handb Clin Neurol, 131,* 149-168. doi: 10.1016/B978-0-444-62627-1.00010-X.

Vasilić, Z., Stengl, B., & Drevenkar, V. (1999). Dimethylphosphorus metabolites in serum and urine of persons poisoned by malathion or thiometon. *Chem Biol Interact, 14,* 119-120.

Vikrant, S. (2015). Hepato-renal toxicity-associated with methyl parathion exposure. *Ren Fail, Mar, 37*(2), 355-356. doi: 10.3109/0886022X.2014.986620. Epub 2014 Nov 20.

Vrioni, G., Helen, S., Myrto, K., Konstantinos., M. K., & Haris, C. (2011). Determination of pseudocholinesterase serum activity among Agrinion pesticide applicators pre-and post-exposed to organophosphates (fenthion and dimethoate), *Toxicol. Environ. Chem, 93,* 177-187.

Wester, R. C., Maibach, H. I., Bucks, D. A., Aufrere, M. B. (1984). In vivo percutaneous absorption of paraquat from hand, leg, and forearm of humans. *J Toxicol Environ Health, 14,* 759-62.

Whorton, M. D., & Obrinsky, D. L. (1983). Persistence of symptoms after mild to moderate acute organophosphate poisoning among 19 farm field workers. *J Toxicol Environ Health, Mar, 11*(3), 347-354.

Wilkins, J. R., Engelhardt, H. L., Rublaitus, S. M., Crawford, J. M., Fisher, J. L. & Bean, T. L. (1999). Prevalence of chronic respiratory symptoms among Ohio cash grain farmers. *Amer. J. Ind. Med, 35,* 150–163.

Yassi, A., Kjellstrom, T., Kok, T. K., & Gudotli, T. L. (2001). *Basic Environmental Health, World Health* Organization. London, U.K.: Oxford University Press.

Zeinalov, T. A., & Gorkin, V. Z. (1990). Characteristics of changes in amine oxidase activity during pesticide poisoning, Vopr. *Med. Khim, 36,* 78-81.

Zendzian, R. P. (2003). Pesticide residue on/in the washed skin and its potential contribution to dermal toxicity. *J Appl Toxicol, Mar-Apr, 23*(2), 121-136. Review.

Zoppellari, R., Borron, S. W., Chieregato, A., Targa, L., Scaroni, I., & Zatelli, R. (1997). Isofenphos poisoning: prolonged intoxication after intramuscular injection. *J Toxicol Clin Toxicol, 35*(4), 401-404.

Zuskin, E., Mustajbegovic, J., Schachter, E. N., Kern, J., Deckovic-Vukres, V., Trosic, I., Chiarelli, A. (2008). Respiratory function in pesticide workers. J. *Occup. Environ Med, 50,* 1299–1305.

Zuskin, E., Mustajbegovic, J., Schachter, E. N., Kern, J., Deckovic-Vukres, V., Trosic, I., & Chiarelli, A. (2008). Respiratory function in pesticide workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 50*(11), 1299-1305.

Zyoud, S., Sawalha, A. S., Sweileh, W. S., Awang. R., Al-Khalil, S. I., Al-jabi, S. W., & Bsharat, S. M. (2010). Kowledge and practices of pesticide use among farm workers in the west bank. *Palestine: safe implications*, 252-261.