

EFFECTIVENESS OF AGROCHEMICAL SAFETY PROGRAM TO PREVENT HEALTH EFFECTS  
AMONG CHILI FARMERS IN UBON RATCHATHANI PROVINCE, THAILAND

Miss Thitirat Nganchamung



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Public Health

College of Public Health Sciences

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

ประสิทธิผลของโปรแกรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตรเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพ  
ของเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์  
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2559  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	EFFECTIVENESS OF AGROCHEMICAL SAFETY PROGRAM TO PREVENT HEALTH EFFECTS AMONG CHILI FARMERS IN UBON RATCHATHANI PROVINCE, THAILAND
By	Miss Thitirat Nganchamung
Field of Study	Public Health
Thesis Advisor	Associate Professor Wattasit Siriwong, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Suree Kanjanawong, Ph.D.

---

Accepted by the College of Public Health Sciences, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctoral Degree

.....Dean of the College of Public Health Sciences  
(Professor Sathirakorn Pongpanich, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman  
(Professor Surasak Taneepanichskul, M.D.)

.....Thesis Advisor  
(Associate Professor Wattasit Siriwong, Ph.D.)

.....Thesis Co-Advisor  
(Associate Professor Suree Kanjanawong, Ph.D.)

.....Examiner  
(Nutta Taneepanichskul, Ph.D.)

.....Examiner  
(Associate Professor Ratana Somrongthong, Ph.D.)

.....External Examiner  
(Saowanee Norkaew, Ph.D.)

ฐิติรัช งานฉมัง : ประสิทธิภาพของโปรแกรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตรเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย (EFFECTIVENESS OF AGROCHEMICAL SAFETY PROGRAM TO PREVENT HEALTH EFFECTS AMONG CHILI FARMERS IN UBON RATCHATHANI PROVINCE, THAILAND) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. วัฒนสิทธิ์ ศิริวงศ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.สุรีย์ กาญจนวงศ์, 240 หน้า.

สารเคมีทางการเกษตร เช่น สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทางด้านเกษตรกรรมทั่วประเทศไทย การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างไม่เหมาะสมก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตรเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรในเกษตรกรผู้ปลูกพริก การศึกษาแบบกึ่งทดลองได้จัดทำขึ้นในพื้นที่ ต.หัวเรือ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี โปรแกรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตร มีองค์ประกอบ 4 อย่าง ดังนี้ 1. การอบรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตรและการสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิคผู้วาดรอยแป้งมัน (Tapioca Starch Tracer Technique) 2. สื่อเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตรได้แก่ วิซีดี และคู่มือ 3. การแจกอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลได้แก่ แวนครอบตา หน้ากาก และถุงมือป้องกันสารเคมี 4. เพื่อนผู้อำนวยความสะดวก โดยมีเกษตรกรผู้ปลูกพริกจำนวนทั้งสิ้น 73 คน เข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้ (กลุ่มทดลอง 32 คน และกลุ่มควบคุม 41 คน) ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ การรับรู้สมรรถนะแห่งตน พฤติกรรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตร และผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร รวมทั้งการทดสอบเอนไซม์ 2 ชนิด ได้แก่ อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส และพลาสมาโคลีนเอสเตอเรส ด้วยเครื่องทดสอบ EQM Test-mate Cholinesterase Test System (Model 400) และเก็บตัวอย่างจากการเช็ดมือทั้งสองข้างของเกษตรกรเพื่อรวบรวมสารตกค้างบนมือไปวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ คลอไพริฟอส และไพริฟีโนฟอส ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีและอุปกรณ์ตรวจวัดสารแบบเฟลมโฟโตเมตริก ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตรมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของคะแนนความรู้ คะแนนสมรรถนะแห่งตน คะแนนพฤติกรรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตร และปริมาณอะซิติลโคลีนเอสเตอเรส รวมทั้งการลดลงของจำนวนปัญหาสุขภาพและคะแนนความรุนแรงของอาการจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Repeated measure ANOVA,  $p < 0.001$ ) แต่อย่างไรก็ตาม โปรแกรมนี้ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณพลาสมาโคลีนเอสเตอเรส และการลดลงของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตตกค้างบนมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตรมีประสิทธิภาพในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกพริก ดังนั้นควรนำโปรแกรมนี้ไปเผยแพร่ในพื้นที่อื่นๆ ที่มีผลิตผลและกิจกรรมทางการเกษตรที่คล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ควรนำโปรแกรมนี้ไปถ่ายทอดให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในท้องถิ่น เช่น เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน และตัวแทนเกษตรกร โดยจัดอบรมเพื่อเป็นวิทยากรเรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตร เพื่อขยายผลการศึกษาต่อไป

สาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์

ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 5579171653 : MAJOR PUBLIC HEALTH

KEYWORDS: AGROCHEMICAL SAFETY / CHEMICAL FERTILIZER / PESTICIDES / HEALTH EFFECTS / CHILI FARMERS

THITIRAT NGANCHAMUNG: EFFECTIVENESS OF AGROCHEMICAL SAFETY PROGRAM TO PREVENT HEALTH EFFECTS AMONG CHILI FARMERS IN UBON RATCHATHANI PROVINCE, THAILAND. ADVISOR: ASSOC. PROF. WATTASIT SIRIWONG, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. SUREE KANJANAWONG, Ph.D., 240 pp.

Agrochemicals e.g. pesticides and chemical fertilizers are broadly used in agriculture throughout Thailand. Improper uses of agrochemicals lead to health and environmental problems. This study aims to evaluate effectiveness of an agrochemical safety program to prevent health effects related to agrochemical exposure among chili farmers. A quasi-experimental study was conducted in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province. Agrochemical safety program consisted of 4 components: 1) Agrochemical safety training with practical demonstrations using Tapioca Starch Tracer technique; 2) Educational media for promoting agrochemical safety behaviors i.e. VCDs and booklets; 3) Providing personal protective equipment i.e. chemical safety goggles, respirators, and gloves; and 4) Peer facilitators. A total of 73 chili farmers completely participated in this study (experimental group = 32, control group = 41). Face-to-face interviews were performed to gather information about agrochemical safety knowledge, self-efficacy, and behaviors as well as health effects related to agrochemical exposure. Both enzymes: erythrocyte acetylcholinesterase (AChE) and plasma cholinesterase (PChE) were tested with the EQM Test-mate Cholinesterase Test System (Model 400). Hand wipe samples were used for collecting residues on both hands and OP residues for chlorpyrifos and profenofos were measured using gas chromatography equipped with flame photometric detector (GC-FPD). Findings revealed that agrochemical safety program had significant effects on improving agrochemical safety knowledge score, self-efficacy score, behavior score, and AChE activity as well as reducing the number and severity scores of symptoms related to agrochemical exposure (Repeated measure ANOVA,  $p < 0.001$ ). However, the program showed no significant effects on improving PChE activity and reducing OP residues on hands. This study suggested that the program is effective to prevent health effects related to agrochemical exposure among chili farmers. Therefore, it should be introduced to other areas where have similar crops and agricultural activities. Moreover, it could be delivered to local partners e.g. public health officers, village health volunteers, and farmer representatives by training the agrochemical safety trainers to extend the study findings.

Field of Study: Public Health

Academic Year: 2016

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

Co-Advisor's Signature .....

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express the deepest appreciation to my thesis advisor, Assoc. Prof. Wattasit Siriwong for his kind support, encouragement, and guidance. I would particularly like to thank my thesis co-advisor, Assoc. Prof. Suree Kanjanawong for his inspiration and kind suggestions. I would also like to thank my thesis committees, Prof. Surasak Taneepanichskul, Assoc. Prof. Ratana Somrongthong, Dr. Nutta Taneepanichskul, and Dr. Saowanee Norkaew for their insightful comments and suggestions. My special thanks go to Prof. Mark G. Robson for manuscript submission and valuable suggestion. Special thanks also go to my academic advisor, Asst. Prof. Kanchana Rungsihirunrat for her generous support, Dr. Kriangkrai Lertthusanee for his sharp comments and suggestion, and all teachers in the current and previous degrees for their valuable guidance and inspiration.

I would like to thank the College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University for providing educational and career opportunities as well as grants for development of college staff. I am also grateful to my colleagues, staffs, and students in the College of Medicine and Public Health for their assistance. I also thank for research grants from the Ratchadapisek Sompoch Endowment Fund (2014), Chulalongkorn University (CU-57-066-AS).

My heartfelt appreciation goes to all chili farmers who voluntarily joined in this study. This thesis would not have been possible without their participation and persistence. I would like to offer my special thanks to the director and staffs of Huaruea Health Promoting Hospital and village health volunteers of Ban Sam Ran and Nong Yang for their kind supports, collaborations and dedication.

Finally, I would like to express my gratitude to my parents and family for their loves, kind support and encouragement, my uncle for dwelling support in Bangkok, and all close friends for their moral support and sincere assistance. Without them, my ultimate goals would not have been achieved.

## CONTENTS

	Page
THAI ABSTRACT .....	iv
ENGLISH ABSTRACT .....	v
ACKNOWLEDGEMENTS .....	vi
CONTENTS .....	vii
LIST OF TABLES .....	13
LIST OF FIGURES .....	17
LIST OF ABBREVIATION .....	19
CHAPTER I INTRODUCTION.....	20
1.1 Background and rationale.....	20
1.2 Research objectives.....	23
1.3 Research hypotheses.....	24
1.4 Operational definitions.....	25
1.5 Conceptual framework.....	28
1.6 Expected benefits of the study.....	28
CHAPTER II LITERATURE REVIEW .....	30
2.1 Agrochemical classification.....	30
2.1.1 Pesticides .....	30
2.1.2 Fertilizers .....	31
2.1.3 Commodity chemicals .....	32
2.1.4 On-farm veterinary products .....	32
2.2 Current situation of agrochemical use and poisoning in Thailand .....	32
2.2.1 Current situation of pesticide use .....	32

	Page
2.2.2 Current situation of chemical fertilizer use .....	33
2.2.3 Current situation of pesticide poisoning .....	35
2.3 Agrochemical exposure in farmers .....	36
2.3.1 Exposure routes .....	36
2.4 Chili farming process.....	37
2.5 Common agrochemicals used in chili farming .....	38
2.6 Health effects related to agrochemical exposure.....	39
2.7 Methods for measuring the absorbed dose of agrochemicals .....	42
2.7.1 Biological monitoring.....	42
2.7.2 Blood cholinesterase activity .....	43
2.8 Dermal exposure assessment of agrochemicals.....	45
2.8.1 Hand wipe sampling method for measuring OPR on hands.....	45
2.9 Safe use of agrochemicals.....	46
2.10 Social Cognitive Theory (SCT).....	50
2.10.1 Applying SCT concepts for health promotion.....	52
2.10.2 Agrochemical safety program by SCT concepts.....	54
2.11 Concept of designing a training tool for agrochemical safety training.....	56
2.11.1 Fluorescent tracer technique and its applications.....	56
2.11.2 Tapioca Starch Tracer Technique.....	57
2.12 Relevant studies.....	57
2.12.1 Relevant studies regarding pesticide exposure in chili farmers .....	57
2.12.2 Intervention research related to agrochemical safety .....	61
CHAPTER III METHODOLOGY.....	67



	Page
3.1 Study design.....	67
3.2 Study area.....	67
3.3 Study population and samples.....	69
3.3.1 Study population.....	69
3.3.2 Study subjects.....	70
3.4 Study procedure.....	73
3.4.1 Agrochemical Safety Program.....	73
3.4.2 Intervention procedure.....	86
3.5 Research measurements and tools.....	90
3.5.1 Face-to-face interview.....	90
3.5.2 Pesticide residue measurement.....	92
3.5.5 Cholinesterase measurement.....	95
3.6 Data collection.....	95
3.7 Data analysis.....	96
3.8 Ethical considerations.....	98
CHAPTER IV RESULTS.....	99
4.1 Baseline information of study participants.....	99
4.1.1 Demographic characteristics of study participants.....	99
4.1.2 Patterns of agrochemical use among study participants.....	101
4.1.3 Comparison of baseline characteristics between experimental and control group.....	105
4.1.4 Comparison of dependent variables between experimental and control group at baseline.....	105
4.1.4.1 Agrochemical safety knowledge.....	105

	Page
4.1.4.2 Self-efficacy.....	106
4.1.4.3 Agrochemical safety behaviors .....	107
4.1.4.4 Organophosphate pesticide residues on hands.....	108
4.1.4.5 Cholinesterase activity.....	109
4.1.4.5 Health effects related to agrochemical exposure .....	109
4.2 Effectiveness of agrochemical safety program.....	112
4.2.1 Effectiveness of agrochemical safety program on agrochemical safety knowledge.....	112
4.2.2 Effectiveness of agrochemical safety program on self-efficacy .....	114
4.2.3 Effectiveness of agrochemical safety program on agrochemical safety behaviors .....	117
4.2.4 Effectiveness of agrochemical safety program on OPR on hands .....	120
4.2.5 Effectiveness of agrochemical safety program on ChE activity of chili farmers.....	123
4.2.5.1 Effectiveness of agrochemical safety program on AChE activity .	123
4.2.5.2 Effectiveness of agrochemical safety program on PChE activity .	125
4.2.6 Effectiveness of agrochemical safety program on health effects related to agrochemical exposure.....	127
4.2.6.1 Effectiveness of agrochemical safety program on number of reported symptoms related to agrochemical exposure.....	127
4.2.6.2 Effectiveness of agrochemical safety program on severity score of symptoms related to agrochemical exposure .....	130
CHAPTER V DISCUSSIONS .....	134
5.1 Study participants .....	134

	Page
5.1.1 Number of study participants.....	134
5.1.2 Comparison of independent variables and dependent variables between experimental and control group at baseline .....	134
5.1.3 Patterns of agrochemical use.....	134
5.1.4 Organophosphate pesticide residues on chili farmers' hands .....	135
5.1.5 Cholinesterase activity.....	136
5.1.6 Health effects related to agrochemical exposure .....	136
5.2 Effectiveness of agrochemical safety program on increasing agrochemical safety knowledge.....	137
5.3 Effectiveness of agrochemical safety program on increasing self-efficacy.....	138
5.4 Effectiveness of agrochemical safety program on improving agrochemical safety behaviors .....	139
5.5 Effectiveness of agrochemical safety program on reducing agrochemical residues on hands.....	140
5.6 Effectiveness of agrochemical safety program on improving ChE activity .....	141
5.7 Effectiveness of agrochemical safety program on reducing health effects related to agrochemical exposure .....	142
5.8 Overall effectiveness of agrochemical safety program to prevent health effects related to agrochemical exposure.....	142
CHAPTER VI CONCLUSIONS.....	144
6.1 Conclusions .....	144
6.2 Strengths and limitations.....	145
6.2.1 Strengths.....	145
6.2.2 Limitations.....	146

	Page
6.3 Recommendations .....	147
REFERENCES .....	149
Appendix A - Additional results .....	161
Appendix B - Interview form (English version) .....	174
Appendix B - Interview form (Thai version) .....	182
Appendix C - Agrochemical safety training manual .....	189
Appendix D - Booklet of Safe use of agrochemicals .....	211
VITA .....	240



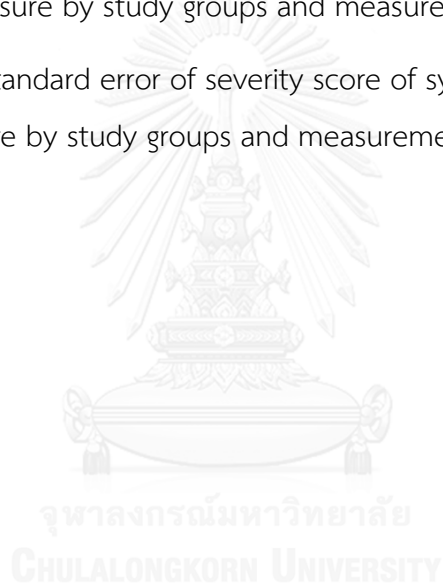
## LIST OF TABLES

Table 1 Amounts and values of pesticide imports in Thailand, 2011 - 2015 .....	33
Table 2 Amounts and values of chemical fertilizer imports in Thailand, 2011-2015 ..	34
Table 3 Acute signs and symptoms of common pesticides.....	41
Table 4 Variations of ChE activities in healthy people and in physiopathological conditions.....	44
Table 5 Severity and prognosis of acute OP toxicity at different levels of AChE inhibition.....	45
Table 6 Key concepts of SCT.....	51
Table 7 Summary of intervention research related to agrochemical safety .....	62
Table 8 Number of households in Huaruea Subdistrict classified by villages.....	69
Table 9 Agrochemical safety training plan (2 days).....	77
Table 10 Meaning and given score of 3-scale behaviors .....	91
Table 11 Baseline demographic characteristics of study participants.....	100
Table 12 Patterns of agrochemical use among study participants .....	102
Table 13 List of pesticides used in chili farms (n= 73).....	104
Table 14 List of fertilizers used in chili farms (n= 73).....	104
Table 15 Comparison of median knowledge scores between experimental and control group at baseline .....	106
Table 16 Comparison of median scores of self-efficacy between experimental and control group at baseline .....	106
Table 17 Comparison of mean scores of agrochemical safety behaviors between experimental and control group at baseline.....	108
Table 18 Comparison of median OPR on hands between experimental and control group at baseline .....	108

Table 19 Comparison of ChE activities between experimental and control group at baseline.....	109
Table 20 Frequency and percentage of participants having health effects related to agrochemical exposure by study groups at baseline .....	111
Table 21 Comparison of number and severity score of reported symptoms related to agrochemical exposure between experimental and control group at baseline .....	111
Table 22 Comparison of median knowledge scores between experimental and control group.....	113
Table 23 Pairwise comparison of median knowledge scores among baseline and follow-up times within groups.....	113
Table 24 Overall effectiveness of agrochemical safety program on knowledge scores .....	114
Table 25 Comparison of median scores of self-efficacy between experimental and control group.....	115
Table 26 Pairwise comparison of median scores of self-efficacy among baseline and follow-up times within groups.....	116
Table 27 Overall effectiveness of agrochemical safety program on self-efficacy scores .....	117
Table 28 Comparison of mean behavior scores between experimental and control group.....	118
Table 29 Pairwise comparison of mean behavior scores among baseline and follow-up times within groups.....	119
Table 30 Effectiveness of agrochemical safety program on behavior scores.....	120
Table 31 Comparison of median OPR between experimental and control group.....	121
Table 32 Pairwise comparison of OPR among baseline and follow-up times within groups .....	122

Table 33 Overall effectiveness of agrochemical safety program on OPR on hands..	122
Table 34 Comparison of mean AChE activities between experimental and control group .....	124
Table 35 Pairwise comparison of mean AChE activities among baseline and follow-up times within groups .....	124
Table 36 Overall effectiveness of agrochemical safety program on AChE activity ....	125
Table 37 Comparison of mean PChE activities between experimental and control group .....	126
Table 38 Pairwise comparisons of mean PChE activities among baseline and follow-up times within groups .....	127
Table 39 Overall effectiveness of agrochemical safety program on PChE activity ....	127
Table 40 Comparison of median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure between experimental and control group .....	128
Table 41 Pairwise comparison of median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure among baseline and follow-up times within groups .....	129
Table 42 Overall effectiveness of agrochemical safety program on number of reported symptom related to agrochemical exposure .....	130
Table 43 Comparison of median severity scores of symptoms related to agrochemical exposure between experimental and control group .....	131
Table 44 Pairwise comparison of median severity scores of symptoms related to agrochemical exposure within subjects between baseline and follow-up times .....	132
Table 45 Overall effectiveness of agrochemical safety program on severity score of symptoms related to agrochemical exposure .....	133
Table 46 Frequency and percentage of responses on agrochemical safety knowledge by study groups and measurement times .....	161
Table 47 Frequency and percentage of responses on self-efficacy by study groups and measurement times .....	163

Table 48 Frequency and percentage of responses on agrochemical safety behaviors by study groups and measurement times .....	165
Table 49 Frequency and percentage of wipe samples with detectable OPR by study groups and measurement times .....	170
Table 50 Median OPR on hands by study groups and measurement times .....	170
Table 51 Frequency and percentage of participants having health effects related to agrochemical exposure by study groups and measurement times.....	171
Table 52 Frequency and percentage of participants reporting symptoms related to agrochemical exposure by study groups and measurement times.....	172
Table 53 Mean and standard error of severity score of symptoms related to agrochemical exposure by study groups and measurement times.....	173





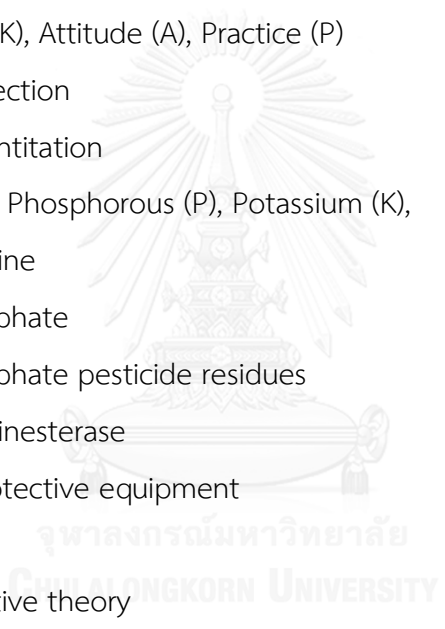
## LIST OF FIGURES

Figure 1 Reported cases of pesticide poisoning per 100,000 populations, 2003-2012.....	35
Figure 2 Triadic reciprocal interactions .....	51
Figure 3 Structural pathways of influence in the SCT .....	54
Figure 4 Flowchart of agrochemical safety program by SCT concepts .....	55
Figure 5 Map of Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province.....	68
Figure 6 Flowchart of sample selection and study participants.....	73
Figure 7 Demonstration of using pesticides safely with the TST .....	76
Figure 8 Educational media for promoting agrochemical safety behaviors .....	84
Figure 9 Personal protective equipment provided.....	85
Figure 10 Timeline of agrochemical safety program .....	89
Figure 11 Hand wipe sample collection .....	93
Figure 12 Cholinesterase tested with the Test-mate ChE.....	95
Figure 13 Median knowledge scores of experimental and control group at baseline and follow-up times .....	112
Figure 14 Median scores of self-efficacy of experimental and control group at baseline and follow-up times .....	115
Figure 15 Mean behavior scores of experimental and control group at baseline and follow-up times.....	118
Figure 16 Median OPR in experimental and control group at baseline and follow-up times.....	121
Figure 17 Mean AChE activities in experimental and control group at baseline and follow-up times.....	123

Figure 18 Mean PChE activities in experimental and control group at baseline and follow-up times.....	126
Figure 19 Median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure in experimental and control group at baseline and follow-up times.....	128
Figure 20 Median severity scores of symptoms related to agrochemical exposure in experimental and control group at baseline and follow-up times.....	131
Figure 21 Summary results of agrochemical safety program effectiveness .....	145



## LIST OF ABBREVIATION



AChE	= Acetylcholinesterase
CA	= Carbamate
ChE	= Cholinesterase
CNS	= Central nervous system
FPD	= Flame photometric detector
FT	= Fluorescent tracer
GC	= Gas chromatography
KAP	= Knowledge (K), Attitude (A), Practice (P)
LOD	= Limit of detection
LOQ	= Limit of quantitation
NPK	= Nitrogen (N), Phosphorous (P), Potassium (K),
OC	= Organochlorine
OP	= Organophosphate
OPR	= Organophosphate pesticide residues
PChE	= Plasma cholinesterase
PPE	= Personal protective equipment
PY	= Pyrethroids
SCT	= Social cognitive theory
THB	= Thai Baht
TST	= Tapioca starch tracer technique
USD	= United States dollar
VHV	= Village health volunteer
WHO	= World health organization

## CHAPTER I

### INTRODUCTION

#### 1.1 Background and rationale

Agrochemicals, especially in forms of pesticides and chemical fertilizers, are broadly used in agriculture around the world nowadays as powerful means for destroying and controlling pests as well as enhancing yields and qualities of agricultural products. The world agrochemical consumption substantially increased over times, particularly in developing countries. The recent data reported that approximately 2.6 million tons of pesticides were annually used around the world [1]. Additionally, the world demand of chemical fertilizers was about 184.6 million tons in 2014 [2]. Although the use of agrochemicals provides more advantages, it is dangerous to human health and environments when used improperly.

Numerous studies have documented that exposure to agrochemicals can induce acute and long-term adverse effects on human health. Acute health effects of pesticide exposure are a wide range of consequences from mild to severe such as headache, weakness, dizziness, nausea and vomiting, blurred vision, irritation of skin, eyes, and nose, skin rashes, difficulty in breathing, respiratory failure, coma, and death. Moreover, exposure to pesticide cans cause chronic diseases such as neurological disabilities, confusion, anxiety, memory loss, depression, reproductive problems, and cancers [3-7]. Previous studies exhibited that exposure to chemical fertilizers attributed to dermal and respiratory problems such as skin irritation, rashes, contact dermatitis [8-12], respiratory irritation, cough, sneeze, and chest tightness [8, 12-15]. Furthermore, the use of chemical fertilizers potentially affects contaminations in groundwater (i.e., heavy metals, and nitrates) linked to adverse effects in people drinking contaminated water [16-19]. For example, exposure to nitrates, which is a main component of urea fertilizers, may cause methemoglobinemia (baby blue syndrome) in children, abdominal pain, muscle weakness, blood in stool and urine, fainting, thyroid disorders, and cancers [20].

Thailand is one of the world's important agricultural producers and agrochemical users. As the Thai government's policy, the agrochemical importation and use in the country dramatically increased [17]. In 2011-2015, around 5.4 million tons of chemical fertilizers and 153,753 tons of pesticides were annually imported to serve the agricultural sector, valued at 71,378 and 21,600 million THB by year, respectively [21, 22] (1 USD  $\approx$  34.6 THB) [23]. Accordingly, Thailand ranked fourth in the annual pesticide use and third in pesticide use per unit area in Asian countries [24]. Nonetheless, Thailand is still lacking of an effective law specifically designed for agrochemical management. Therefore, the importations and usage of agrochemicals in Thailand seemed to be inadequately controlled. The current use of agrochemicals among Thai farmers was also ineffective due to intensive and improper use (i.e., intensively used chemical fertilizers, mixed pesticides over recommended doses, used pesticide cocktails, no personal protective equipment) causing environmental contaminations and health problems [17, 24, 25]. Around 7,954 Thai people were suffered from pesticide poisoning in 2014 (or 12.25 per 100,000 populations); 32.1% of which were farmers. The major cause of poisoning was organophosphates (OPs) and carbamates (CAs) [26]. However, the prevalence of pesticide poisoning was likely underestimated due to underreporting of acute poisoning and non-severe cases [27]. Furthermore, there was no information regarding chemical fertilizers-related to illness in Thailand.

Ubon Ratchathani province is one of the important agricultural areas located in Northeastern Thailand. The province is ranked second in the largest number of farmers and cultivated areas in the country [28] where chilies are the famous economic crops. About 8,608 rais (or 1,377 hectares) of areas were under chili cultivation with a total productivity of 19,141 tons per year, valued at 239.3 million THB [29]. The recent data showed that, there were 4.2 per 100,000 populations in the province afflicted from pesticide poisoning in 2009. Additionally, it reported that, in 2014, around 43.8% of farmers (n=979) had a risk and unsafe level of serum cholinesterase tested with reactive papers indicated that they potentially have health risks from pesticides [30].

Previous studies highlighted that chili farmers heavily used agrochemicals, specifically pesticides. Consequently, chili farmers were frequently exposed to agrochemicals led to health problems because of inconsistent knowledge, attitude, and practices on pesticide risks and personal protective equipment [27, 31-39]. Moreover, the evidences were found that shallow groundwater in agricultural areas, particularly on chili farms was contaminated heavy metals due to overusing chemical fertilizers for a long time [40, 41]. Most existing studies have concerned pesticide exposure and health effects among chili farmers [27, 31-38]. Only one study has developed interventions for reducing pesticide use in chili farmers. Nevertheless, the effectiveness of intervention was undefined because of a limitation in the study design. Furthermore, it mentioned that chili farmers still required using pesticides for controlling pests and improving productivity after the intervention [39].

There were several research exhibited effective interventions to promote the safe use of pesticides to reduce pesticide exposure and health effects in Thai farmers [42-46], however it lacked an intervention research focused on the safe use of chemical fertilizers and health effects in Thailand and elsewhere. Thus, more intervention research was desirable to develop effective interventions to promote safe use of agrochemicals (i.e. pesticides and chemical fertilizers) to prevent health effects related to agrochemical exposure.

According to the social cognitive theory (SCT), human behaviors are the dynamic interactions of personal, behavioral, and environmental factors, so changing behaviors in individuals can consider by multiple ways such as targeting knowledge and attitude, and changing environments [47]. In applying the SCT concepts for health promotion and disease prevention, core determinants include knowledge of health risks and benefits of different health practices, perceived self-efficacy that individuals can control over health habits, outcome expectations regarding the expected costs and benefits for different health practices, health goals that individuals establish for themselves, plans and strategies of achieving the goals, perceived facilitators, perceived social and structural obstacles of changing behaviors [48].

Subsequently, an agrochemical safety program was developed based on SCT concepts in order to promote agrochemical safety behaviors to prevent health effects related to agrochemical exposure. The agrochemical safety program consisted of 4 main components: 1) Agrochemical safety training with practical demonstrations using Tapioca Starch Tracer technique (TST) - a new training tool; 2) Educational media for promoting agrochemical safety behaviors i.e. video compact discs (VCDs) and booklets; 3) Providing personal protective equipment (PPE) i.e. respirators, chemical-resistant gloves, and chemical safety goggles to facilitate behaviors on using personal protective equipment; and 4) Establishing peer facilitators to facilitate and reinforce agrochemical safety behaviors. This study aimed to evaluate effectiveness of the agrochemical safety program to prevent health effects in chili farmers in Ubon Ratchathani province.

## **1.2 Research objectives**

### **1.2.1 General research objective**

To develop an agrochemical safety program and to evaluate effectiveness of the program on agrochemical safety knowledge, self-efficacy, agrochemical safety behaviors, agrochemical residues on hands, cholinesterase activity, and health effects related to agrochemical exposure among chili farmers in Ubon Ratchathani province

### **1.2.2 Specific research objectives**

1.2.2.1 To compare agrochemical safety knowledge scores, self-efficacy scores, agrochemical safety behavior scores which consisted of 3 aspects: safe use of agrochemicals, use of PPE, and personal hygiene practices, agrochemical residues on hands, cholinesterase activity, and health effects related to agrochemical exposure which were evaluated in terms of a number and severity score of symptoms reported by chili farmers between experimental and control group.

1.2.2.2 To compare agrochemical safety knowledge scores, self-efficacy scores, agrochemical safety behavior scores, agrochemical residues on hands, cholinesterase activity, and health effects related to agrochemical exposure within groups between baseline (before the program) and follow-up times (after the program at 5 and 8 months).

1.2.2.3 To evaluate an overall effectiveness of the program on agrochemical safety knowledge scores, self-efficacy scores, agrochemical safety behavior scores, agrochemical residues on hands, cholinesterase activity, and health effects related to agrochemical exposure.

### 1.2.3 Research questions

- 1) Did the agrochemical safety program have effectiveness in improving agrochemical safety knowledge in chili farmers?
- 2) Did the agrochemical safety program have effectiveness in increasing self-efficacy on agrochemical safety in chili farmers?
- 3) Did the agrochemical safety program have effectiveness in improving agrochemical safety behaviors in chili farmers?
- 4) Did the agrochemical safety program have effectiveness in reducing agrochemical residues on hands in chili farmers?
- 5) Did the agrochemical safety program have effectiveness in improving cholinesterase activity in chili farmers?
- 6) Did the agrochemical safety program have effectiveness in reducing health effects related to agrochemical exposure in chili farmers?

### 1.3 Research hypotheses

- 1) The agrochemical safety program was effective to increase agrochemical safety knowledge scores in experimental group.
- 2) The agrochemical safety program was effective to increase self-efficacy scores in experimental group.
- 3) The agrochemical safety program was effective to improve agrochemical safety behavior scores in experimental group.
- 4) The agrochemical safety program was effective to reduce agrochemical residues on hands in experimental group.
- 5) The agrochemical safety program was effective to improve cholinesterase activity in experimental group.



- 6) The agrochemical safety program was effective to reduce health effects related to agrochemical exposure in experimental group.

#### 1.4 Operational definitions

**Agrochemicals** refer to chemical products used in chili farming for promoting crop growth, improving yields, controlling or defeating pests. In this study, agrochemicals included chemical fertilizers and pesticides.

**Chemical fertilizers** refer to plant nutrients and elements that were generally applied to the soil in order to promote the growth of crops [49].

**Pesticides** refer to an agrochemical group designed for controlling or destroying pests [49]. This study focused on common pesticides in chili farming such as insecticides and herbicides.

**Agrochemical safety program** is a set of related activities designed for promoting agrochemical safety behaviors to prevent health effects related to agrochemical exposure. The program was developed based on SCT concepts, existent guidelines on the safe use of agrochemicals [49, 50], and successful intervention programs [43, 46]. The program consists of 4 main components: 1) Agrochemical safety training with practical demonstrations using Tapioca Starch Tracer technique (TST) - a new training tool; 2) Provision of personal protective equipment, including respirators, chemical-resistant gloves, and chemical safety goggles to facilitate behaviors on using personal protective equipment; 3) Provision of educational media for promoting agrochemical safety behaviors, including videos and booklets; and 4) Establishment of peer facilitators to facilitate and reinforce agrochemical safety behaviors.

**Tapioca Starch Tracer Technique (TST)** is a training tool developed by using tapioca starch and iodine solutions to demonstrate pictures of invisible exposures to agrochemicals on skins, clothing, and other surfaces contributed to an understanding among trainees of exposure patterns on their bodies and environments.

**Chili farmers** refer to farmers who currently worked in chili farming and involved in the agrochemical use such as mixing, loading, or spraying pesticides and applying chemical fertilizers. In this study, the chili farming process includes 3 main steps: germinating chili seeds, transplanting and growing seedlings, and harvesting crops.

**Agrochemical safety knowledge** refers to an understanding of the health risks of agrochemical exposure and benefits of agrochemical safety behaviors.

**Self-efficacy** refers to an individual's personal belief that farmers can perform agrochemical safety behaviors and an individual's ability to develop and perform required actions on safely using agrochemicals.

**Agrochemical safety behaviors** refer to the ways in which a person behaves in a particular situation or under a particular condition. In this study, agrochemical safety behaviors consist of 3 aspects:

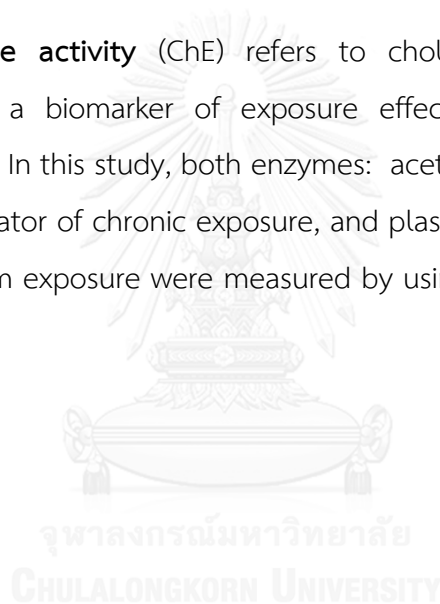
- 1) **Safe use of agrochemicals** meant the safe application, storage, and disposal of agrochemical products
- 2) **Use of personal protective equipment (PPE)** meant the use of equipment that will protect farmers against health risks at work such as respirators, chemical safety goggles, gloves, and boots
- 3) **Personal hygiene practices** included no smoking, no eating, and no drinking while working with agrochemicals, washing hands immediately after working with agrochemicals, bathing and shampooing after finishing pesticide application, and washing work clothes worn when spraying pesticides separated from general clothes.

**Health effects related to agrochemical exposure** refers to negative health effects from agrochemical exposure contributing illness or adverse symptoms. This study focused on acute adverse symptoms from agrochemical exposure, including 20 symptoms related to pesticide exposure, such as respiratory symptoms, skin symptoms, central nervous system symptoms, gastrointestinal symptoms, and others as well as 5 symptoms related to chemical fertilizer exposure such as respiratory and

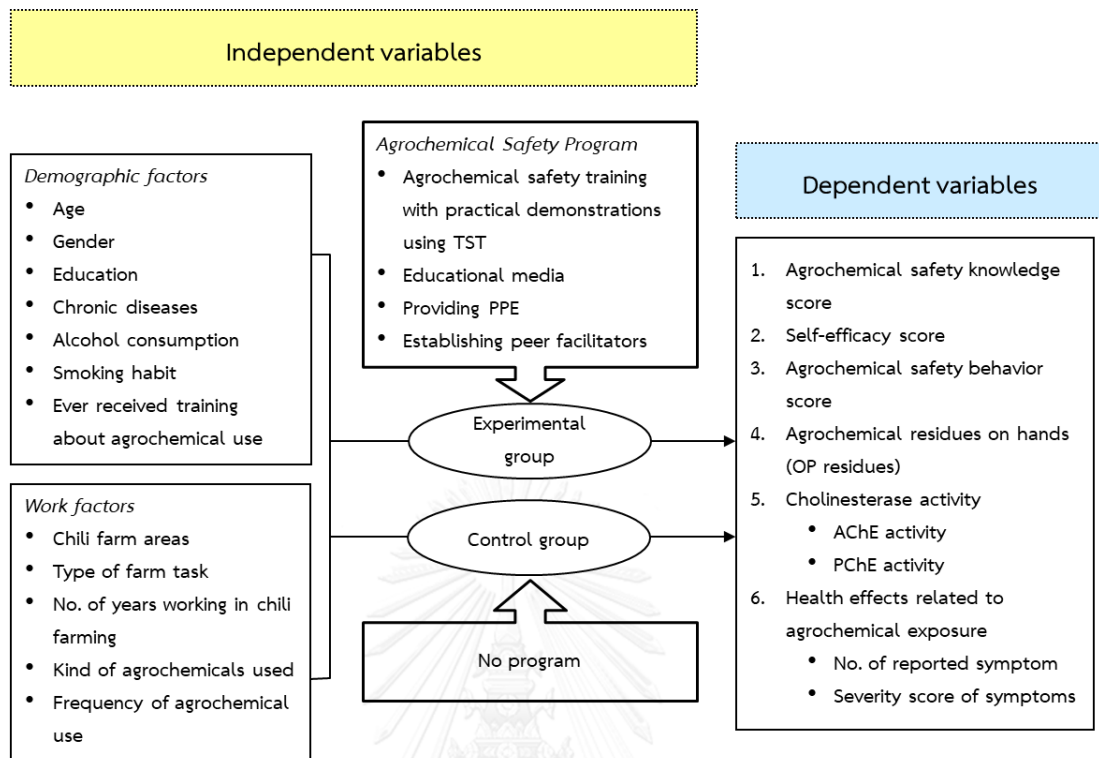
skin symptoms. Additionally, health effects related to agrochemical exposure could be evaluated in terms of the number and severity of symptoms reported by chili farmers.

**Agrochemical residues on hands** refer to agrochemical residues on chili farmers' hands used as an indicator of hand dermal exposure that could be assumed consistent behaviors on using gloves and washing hands of chili farmers. This study focused on organophosphate pesticide residues (OPR) by measuring 2 kinds of organophosphate pesticides: chlorpyrifos and profenofos. The both pesticides were selected because of widely used in chili farming and potential risks to human health [32, 35-38, 51].

**Cholinesterase activity (ChE)** refers to cholinesterase activity in blood commonly used as a biomarker of exposure effects of organophosphate and carbamate pesticides. In this study, both enzymes: acetylcholinesterase (AChE) in red blood cells - an indicator of chronic exposure, and plasma cholinesterase (PChE) - an indicator of short-term exposure were measured by using Ellman method; Test-mate ChE (Model 400).



## 1.5 Conceptual framework



## 1.6 Expected benefits of the study

An implementation of the agrochemical safety program could be advantageous for chili farmers and local public health officers and communities as follows.

### 1.6.1 For chili farmers

- The program could help to increase knowledge, self-efficacy, and behaviors on agrochemical safety resulted in preventing potential risks of agrochemical exposure in chili farmers.
- The program could help to reduce agrochemical exposure led to improve blood cholinesterase activity resulted in preventing health effects related to agrochemical exposure in chili farmers.
- These changes could ultimately contribute to an improvement in health of chili farmers and chili productivity.

### 1.6.2 For public health officers and communities

- The achievements of the agrochemical safety program could be distributed and applied to chili farmers in other communities.
- The Tapioca Starch Tracer technique (TST) and the educational media (i.e. VCDs and booklets) created for promoting agrochemical safety behaviors might be applied by public health officers, village health volunteers, and educators for training the safe use of agrochemicals among farmers.
- Findings from this study could help public health officers better understand health effects related to agrochemical exposure in chili farmers to create the plans on health promotion and occupational disease prevention, specifically designed for a chili farmer group.



## CHAPTER II

### LITERATURE REVIEW

#### 2.1 Agrochemical classification

Agrochemicals are chemical products used for agricultural work to improve or protect crops that can be classified into 4 groups: pesticides, fertilizers, commodity chemicals, and on-farm veterinary products [49]. In this study, Agrochemicals focused on included pesticides and chemical fertilizers due to their wide use in chili farming.

##### 2.1.1 Pesticides

Pesticides are any substances used for destroying, repelling, or changing behaviors of pests or unwanted organisms. Pesticides can be classified by target pests intended for control [52], for example:

- Insecticides used for killing insects and other arthropods
- Herbicides used for destroying weeds and other unwanted plants
- Fungicides used for killing fungi e.g. blights, molds, mildews, rusts
- Rodenticides used for killing mice and other rodents
- Antimicrobials used for killing microorganisms like bacteria and viruses

##### *Classification of pesticides by chemical structures* [53]

###### 1) *Organochlorine (OC)*

Many OCs widely used in the past have previously been cancelled because of their highly toxic and environmental persistence. OCs can damage the nervous system of humans by disrupting nervous transmission along the nerve sheath of the nerve axon. Examples of banned OCs are DDT (dichloro-diophenyl-trichloroethane), aldrin, dieldrin, chlordane, lindane, and heptachlor.

###### 2) *Organophosphates (OP)*

Most of OPs are insecticides that are generally used in agriculture, homes, garden, and on animals. OPs can affect the nervous system not only in insects, but also in humans, causing health effects by disrupting cholinesterase enzyme functioning

in generating acetylcholine - a neurotransmitter. In usual, OPs are not persistent in the environment. Examples of OPs commonly used include chlorpyrifos, diazinon, malathion, and azinphos methyl (gluthion).

### 3) *Carbamates (CA)*

Carbamates are commonly used in agriculture, homes, and gardens. Like OPs, CAs can affect the nervous system by binding to and inactivating acetylcholinesterase at the gap between nerve endings and they are not persistent in the environment. However, they are lower toxic to humans compared with OPs, because carbonates have lower linkage for acetylcholinesterase than do OPs. Examples of CAs commonly used are carbaryl and methomyl.

### 4) *Pyrethroids (PY)*

Pyrethroids are a synthesized form of pyrethrins, which are a natural chemical found in chrysanthemums mostly used for indoor pest control. PYs have been modified to increase their environmental stability. They are generally used in agriculture and homes. Some of PYs are potentially toxic to the nervous system. Examples of PYs mostly used were permethrin, cypermethrin, allethrin, and fenvalerate.

## 2.1.2 Fertilizers

Fertilizers known as “artificial manure” and called as “chemical fertilizer” in the study are plant nutrients and elements generally applied to the soil to promote the crop growth and increase agricultural yields [49]. In general, chemical fertilizers contain principal nutrients requiring for plant growths such as nitrogen (N), phosphorous (P), potassium (K), micronutrients such as copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), and heavy metal contaminants such as arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), and lead (Pb) [8, 54, 55]. Chemical fertilizers can cause dermal [9-11, 49] and respiratory problems [13-15].

### 2.1.3 Commodity chemicals

Commodity chemicals are substances produced for use in agriculture and industries, maybe included by-products of industrial process and industrial waste e.g. acidic solutions. These chemicals are corrosive substances commonly used in farming and they may cause skin irritation when exposed. Examples of commodity chemicals include formic acid used for preserving grass harvested for animal feed, sulphuric acid used for potato haulm desiccant [49].

### 2.1.4 On-farm veterinary products

On-farm veterinary products are substances manufactured for increasing animal growth. These products are commonly applied to animals by skin injection or oral administration. Some examples of on-farm veterinary products are vaccines, antiseptic, hormones, and growth promoters [49].

## 2.2 Current situation of agrochemical use and poisoning in Thailand

### 2.2.1 Current situation of pesticide use

Most of pesticides used in Thailand, in which the highest amount was mainly used in vegetable and fruit farming, were imported [25]. The importations and use of pesticides in the country have increased for many decades. Accordingly, Thailand ranked fourth in the annual pesticide use and third in pesticide use per unit area in Asian countries [24]. In 1994 and 2000, the majority of imported pesticides were OPs, followed by CAs [25]. Recent data from the Office of Agricultural Economics reported annual amounts and values of pesticide imports in Thailand between 2011 and 2015 (Table 1). Around 153,753 tons of pesticides were annually imported to serve the agricultural sector, valued at 21,600 million THB by year [22]. The most imported pesticides were herbicides (e.g. glyphosate, paraquat dichloride, 2,4-D, ametryn, and atrazine), followed by insecticides (e.g. chlorpyrifos, fenobucarb, cartab hydrochloride, and cypermethrin), and fungicides (e.g. Mancozab, sulfur, carbendazim, and promineb), respectively [24].



The current use of pesticides among Thai farmers was ineffective led to poisoning and illness due to their intensive and improper use such as mixed pesticides over recommended doses on labels, used pesticide cocktails with unconcern in synergistic effects of mixed pesticides, no personal protective equipment [17, 24, 25].

Table 1 Amounts and values of pesticide imports in Thailand, 2011 - 2015

Year	Amount (in tons)				Total	Total value (in million THB)
	Herbicide	Insecticide	Fungicide	Others *		
2011	112,177	34,672	9,671	5,511	164,538	22,070
2012	106,860	16,797	12,179	3,748	134,480	19,378
2013	137,049	21,485	6,972	3,942	172,826	24,416
2014	117,645	13,910	10,350	4,832	147,375	22,812
2015	119,971	12,927	10,988	5,560	149,546	19,326
<b>Average</b>	<b>118,740</b>	<b>19,958</b>	<b>10,315</b>	<b>4,719</b>	<b>153,753</b>	<b>21,600</b>

\* Others: fumigants, miticide, molluscicide, nematocidal, plant growth regulators, and rodenticide  
Adapted from the Office of Agricultural Economics [22]

## 2.2.2 Current situation of chemical fertilizer use

Thailand's chemical fertilizer use significantly increased since 1970s. During 1961 and 2003, an increase in chemical fertilizer use among Thai farmers was 94 times from 18 thousand tons in 1961 to 1,700 thousand tons in 2003 [17, 25]. It estimated that in 1994-2004, Thai farmers used 3.54 million tons of chemical fertilizers by year [56]. The high increases in chemical fertilizer use were resulted from Thai government's policy encouraging the use of chemical fertilizers to increase yields of agricultural products [17, 25]. Consequently, amounts of imported chemical fertilizers in the country have continually increased. In 2011-2015, about 5.35 million tons of chemical fertilizers were yearly imported, valued at 17,378 million THB per year [21] as shown in Table 2. The majority of chemical fertilizers imported in 2015 were urea fertilizer (formula 46-0-0), followed by potassium chloride fertilizer (formula 0-0-60), and NPK fertilizer (formula 15-15-15) [21].

Thai farmers have excessively used chemical fertilizers for a long time in order to increase yields, so that excessive chemical fertilizers have accumulated in the soil causing environmental pollutions [17, 25]. The Pollution Control Department found that the water in main rivers and lakes in the country was polluted with chemical substances, which were components of chemical fertilizers, such as phosphate, ammonia, and nitrates. Moreover, several studies revealed that the excessive use of chemical fertilizers related to groundwater contamination. For example, a study in Kanchanaburi province evidenced that groundwater from wells in asparagus farms was detected high concentration of nitrates [17, 25]. A recent study in Ubon Ratchathani province found heavy metal contamination (e.g. As, Cd, Cu, Pb, Zn) in groundwater from wells in agricultural areas with a long-term history of using chemical fertilizers, especially in chili farms [18, 40].

Table 2 Amounts and values of chemical fertilizer imports in Thailand, 2011-2015

Year	Total amount (in tons)	Total value (in million THB)
2011	5,639,392	80,297
2012	5,377,298	81,249
2013	5,638,890	72,259
2014	5,432,211	66,375
2015	4,653,060	56,709
<b>Average</b>	<b>5,348,170</b>	<b>71,378</b>

Adapted from the Office of Agricultural Economics [21]

It concluded that the importations and use of agrochemicals in Thailand seemed to be inadequately controlled until now. Also, the current use of agrochemicals in Thai farmers was inefficient due to their overuse and improper use, for example, intensively used chemical fertilizers, mixed pesticides over recommended doses, used pesticide cocktails, and no personal protective equipment. Thailand had several means for solving problems from the inappropriate use of Agrochemicals such as teaching farmers to use pesticides safely, monitoring PChE activity in farmers, however, this means seemed to be insufficient and ineffective.

### 2.2.3 Current situation of pesticide poisoning

The Bureau of Epidemiology reported that about 1,734 Thai people (or 2.35 per 100,000 populations) were suffered by pesticide poisoning by year, between 2003 and 2012. Figure 1 shows the incidence rate of pesticide poisoning during 2003-2012. In 2012, 1,509 people (or 2.35 per 100,000 populations) afflicted by pesticide poisoning; most of them worked as farmers (40.95%); the highest cases happened in the rainy season (or a cultivation season covering May to August); the main causes of poisoning related to OP insecticides (9.15%) and herbicides (0.46%). The northern region ranked first in pesticide poisoning incidences, followed by the central and the northeastern with incidence rates of 4.25, 2.05, and 2.04 per 100,000 populations, respectively [57]. Nonetheless, these incidence rates of pesticide poisoning seemed to be underestimated, because it did not cover cases with mild or slight symptoms that did not access to hospitals or health care centers. It also might be because of under diagnosis from physicians and underreporting of acute pesticide poisoning [27]. Furthermore, the Bureau of Occupational and Environmental Diseases found that in 2012 around 32% of farmers (n = 533,524) from 74 provinces had unsafe and risk level of PChE indicated that they might be possible pesticide poisoning [58]. By reasons mentioned above, it emphasized that Thai farmers had highly potential risks of pesticide poisoning.



Figure 1 Reported cases of pesticide poisoning per 100,000 populations, 2003-2012

(Source: Bureau of Epidemiology [57])

## 2.3 Agrochemical exposure in farmers

### 2.3.1 Exposure routes

Farmers are occupationally exposed to agrochemicals by 3 main routes: dermal absorption, inhalation, and accidental oral ingestion [49, 59]. The dermal absorption is likely the greatest route of agrochemical exposure, as skin is the largest body's organ. Also, inhalation is an important route of exposure if volatile agrochemicals are applied in confined spaces, or agrochemicals are applied by using techniques that can generate respirable or inhalable particles [59].

#### 1) *Dermal exposure*

Dermal exposure is the most common route of agricultural exposure. Agrochemicals, especially pesticides can easily penetrate skin in cases of skin damages and diseases. If farmers work in hot weather, they may promptly absorb agrochemicals by skins, since their skin pores typically open in hot condition [49]. Dermal absorption of agrochemicals depends upon properties of product formulations and diluted materials of agrochemicals as well as individual traits of farmers [59].

#### 2) *Inhalation exposure*

Inhalation is a common route of agricultural exposure that occurs when farmers inhale air polluted by agrochemicals in forms of gases, fine spray droplets, dusts, and smokes that can enter the respiratory tract. Farmers are usually exposed to agrochemicals by inhalation while spraying agrochemicals [49]. Inhalation exposure can become an important route of exposure, if farmers work with agrochemicals, which are volatiles, dusts, particles, fumigants, or aerosols, in enclosed spaces. Conversely, if farmers mix or load agrochemicals in a closed loading system; inhalation exposure is likely a small fraction of the total exposure that can be disregarded. Inhalation exposure has a greater proportion of the agrochemical absorbed dose when compared to dermal exposure [59].

### 3) *Oral exposure*

Farmers are possibly exposed to agrochemicals by oral route, if their lips or their mouths are dirtied by agrochemical particles or droplets, or they swallow agrochemicals by accident [49]. Oral exposure to agrochemicals can occur, when farmers have poor hygiene practices such as eating, drinking, or smoking while working with agrochemicals, and no or improper handwashing after contacting agrochemicals. Moreover, some airborne particles may get into the mouth or the respiratory tract and consequently enter to the gastrointestinal tract. Therefore, some oral exposure can be measured as inhalation exposure [59].

## 2.4 Chili farming process

Chili, a plant in the *Capsicum* genus, can be generally grown anywhere, and it can do well in warm weather. In Thailand, approximately 597,157 rais of areas are under chili cultivation with a total productivity of 311,831 tons per year. A majority of chili farms is located in the northeast region, especially in Chaiyaphum, Loei, Nakhon Ratchasima, Sisaket, and Ubon Ratchathani. Chemical fertilizers and pesticides are highly used in chili farming [60]. In Ubon Ratchathani province, chili growing season is annually between August and May [39, 61]. The chili farming process includes 4 main steps as follows.

### 2.4.1 Germinating chili seeds

Plant chili seeds into plots or seed trays, check them every day and water adequately if soils look dry. The duration of seed germination is approximately 1-3 weeks or longer depended on the species. In general, chili seed germination starts in August. Agrochemicals related to this step are fertilizers.

### 2.4.2 Land preparations

Each chili plant requires a space of 0.5 m. within rows and 0.5 m. apart from row. Lands should have walkways of 0.5 m. for plant inspection. Agrochemicals related to this step include fertilizers, lime, and pesticides.

### **2.4.3 Transplanting and growing chili seedlings**

Chili seedlings in age of  $\geq 30$  days can be transferred to farmlands, and this step commonly begins in September. Chili plants are consequently grown until May. Watering chili plants should be done immediately after transplanted and daily watering is depended on conditions of plants and soils. For example, in flowering period, chili plants require high amounts of water, and in harvesting period, they need low amounts of water for the quality of fruits. The high use of agrochemicals, especially pesticides, is usually between October and April.

### **2.4.4 Harvesting crops**

About 30-90 days after growing chili seedlings, the first crops can be harvested. The harvesting period is generally from November till May depended on the weather. Chilies are commonly picked by hands and put in baskets or plastic bags. They can be also graded by size while harvesting. Fresh chilies are consequently delivered to the market or processed to dried chilies.

In this study, a chili farming process is divided into 3 main steps: germinating seeds, transplanting and growing chili seedlings, and harvesting crops. All steps of the chili farming process are commonly related to the use of agrochemicals. In particular, pesticides are frequently applied and sprayed during October to April [39, 61]. Therefore, the data collection in this study was consistent with the period of highly using pesticides (Oct - Apr) due to chili farmers' high potential exposure to agrochemicals.

## **2.5 Common agrochemicals used in chili farming**

Previous studies conducted in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Rathchathani province highlighted that chili farmers usually used a variety of agrochemicals in chili farms depended on their own interest, and pest problems [32, 39]. The common agrochemicals used on chili farms included chemical fertilizers (98.5%), insecticides and fungicides (98.5%), herbicides (90.8%), and plant growth regulators and surfactants (75.4%) [39]. Particularly, the use of pesticides was diverse

depended on occurrences of pests and plant diseases as well as economic conditions. The common pesticides used in chili farms were as follows [39].

- 1) *Insecticides*: Abamectin has been the most frequently used (72.3%), followed by Podium 400 (chlorpyrifos), Selecron (profenofos), Lanate (carbamate), Cypermethrin 35, and others.
- 2) *Herbicides*: Gramoxone (Paraquat) is the most frequently used (21.5%), followed by Glyphosate, Lancer, Alachor, and Onecide Super.
- 3) *Fungicides*: Antracol (Propineb) has been the most frequently used (20.0%), followed by Dacolnil and Good View.

In this study, it focused on OP pesticides by measuring chlorpyrifos and profenofos residues on chili farmers' hands as an indicator of hand dermal exposure to pesticides. The both OP insecticides were selected because they were widely used in chili farming and also had high potential risks on human health [32, 35, 36, 39, 62].

## **2.6 Health effects related to agrochemical exposure**

Exposure to agrochemicals may immediately cause adverse health effects. The severity of adverse health effects depends on the type, frequency and dose of agrochemical exposure.

### **2.6.1 Health effects related to chemical fertilizer exposure**

Few studies have studied health effects from chemical fertilizer exposure. Most of them revealed that exposure to chemical fertilizers causing dermal and respiratory problems [8-11, 13-15, 19, 63]. For example, the case reports exhibited that contact dermatitis was caused by nickel in fertilizers found in chemical laboratory factory workers [11], by phosphates showed in fertilizer factory workers [9], and by calcium ammonium nitrate reported in farmers used fertilizers [10]. Bhat and Ramaswamy [13] demonstrated that chemical fertilizer exposure decreased lung functions possibly causing restrictive type of lung disorders in long term. Zhang and colleagues [15] found that exposure to chemical fertilizers significantly increased risk of respiratory symptoms. Ramah, and coworkers [14] suggested that exposure to ammonia at higher level were significantly related to an increased prevalence of respiratory symptoms

and an acute reduction of lung functions among urea fertilizer factory workers. Gorman and colleagues [63] found no significant relation of increases in inhalation or dermal exposure to metal contaminants (e.g. As, Cd, Cr, Pb, Ni) and working with chemical fertilizers. They also found a weak relation between dermal and respiratory irritation and working with chemical fertilizers [8].

### **2.6.2 Health effects related to pesticide exposure**

Several studies have documented acute health effects of common pesticides as shown in Table 3. In particular, OP and CA pesticides commonly used in agriculture through Thailand can affect the nervous system of humans by inhibiting an activity of acetylcholinesterase (AChE), which is an enzyme functions in the hydrolysis of acetylcholine (a neurotransmitter). The inhibition of AChE activity, consequently contributes to an accumulation of acetylcholine in the synapses resulted in negative effects. High dose exposure to ChE inhibiting pesticides can cause acute effects such as gastrointestinal upset, sweating, tearing, urination problems, bronchial spasms, muscle twitching, muscle weakness, bradycardia, and coma [64-67]. For chronic exposure at low to moderately high doses, poisoning symptoms are for example headache, dizziness, nausea, vomiting, abdominal pain, blurred vision, and chest tightness [64-67]. Moreover, there is evidence linking OP exposure to reproductive effects, non-Hodgkin's lymphoma, and cancer [65].



Table 3 Acute signs and symptoms of common pesticides

Pesticide class	Examples	Acute effects
<i>Insecticides</i>		
Organophosphates	Chlorpyrifos, profenofos, malathion, parathion, ethaphos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respiratory symptoms: cough, difficulty in breathing, wheeze, chest pain</li> <li>- Neurobehavioral symptoms: headache, dizziness, anxiety, fatigue, nausea, vomiting</li> <li>- Muscular symptoms: numbness, cramp, muscle weakness, twitching</li> <li>- Hypersecretion: sweating, lacrimation, salivation</li> <li>- Diarrhea, abdominal pain, blurred vision, miosis, bradycardia</li> <li>- CNS: respiratory depression, lethargy, coma, seizures</li> </ul>
Carbamates	Methomyl, carbaryl	Like effects of OPs
Pyrethroids	Cypermethrin, permethrin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar effects found in OPs included respiratory symptoms, muscle twitching, seizures</li> <li>- Headache, fatigue, vomiting, diarrhea, hypersecretion</li> <li>- Skin irritation, paresthesia (e.g. burning, prickling, itching or tingling)</li> </ul>
Organochlorines	Lindane	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CNS: mental status changes, seizures</li> <li>- Tremor, ataxia (failure of muscular coordination), hyperreflexia, paresthesia</li> </ul>
<i>Herbicides</i>		
Phosphonates	Glyphosate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nausea and vomiting</li> <li>- Aspiration pneumonia type syndrome</li> <li>- Effects on pulmonary system</li> <li>- Hypertension, altered mental status, oliguria (decreased urine production and excretion) in severe cases</li> </ul>

Pesticide class	Examples	Acute effects
Chlorophenoxy	2,4-D, 2,4,5-T, mecoprop	- Irritation of skin and mucous membrane - Headache, dizziness, vomiting, diarrhea - Kidney failure - Probably carcinogenic
Dipyridyl	Paraquat, diquat	- Irritation of skin, eyes, nose, and throat - Dermal symptoms (for paraquat): dry and fissured hands, loss of fingernails or horizontal ridging, abrasion, ulceration - CNS (for diquat): irritability, nervousness, combativeness, disorientation, decreased reflexes

[67]

## 2.7 Methods for measuring the absorbed dose of agrochemicals

### 2.7.1 Biological monitoring

Biological monitoring referred to the measurement and assessment of agents and their metabolites in tissues, secretion, excreta, exhaled air, or any combination of these to evaluate exposure and health risk compared to appropriate references [68]. It is one of three important tools for preventing diseases related to toxic agents in occupational or general environments. Furthermore, it can be divided into 2 approaches: monitoring of exposure, and monitoring of effects [68].

- 1) *Biological monitoring of exposure* is aimed to evaluate health risks through the determination of internal dose, which may include the quantity of a chemical recently absorbed, of a chemical absorbed over long period, and of a chemical at the site of exerting effects [68].
- 2) *Biological monitoring of effects* is purposed to determine early or reversible alterations which occur in a critical organ and to identify persons who have signs of adverse health effects [68].

In this study, ChE activity, a biomarker of exposure effects of OPs, was evaluated as an outcome variable of intervention effectiveness that could be determined changes in agrochemical safety behaviors of chili farmers. ChE activity was selected because it could provide an integration of the exposure effects over several days and it was convenient to measure in fieldwork.

### **2.7.2 Blood cholinesterase activity**

Cholinesterase (ChE) is an enzyme that accounts for OP toxicity to insects and humans. There are many types of ChE found in different parts of human body. Two important types of ChE are acetylcholinesterase (AChE) and plasma cholinesterase (PChE). AChE is found in erythrocytes (or red blood cells) and nervous tissues. PChE (or serum or pseudo cholinesterase) exist in plasma, glial cells, and livers. Both of erythrocyte AChE and PChE have unknown physiological functions [68, 69].

OP insecticides can cause toxic effects by inhibiting AChE in synapses of the nervous system. Thus, inhibitions of AChE in erythrocytes can be assumed to reflect AChE inhibitions in the nervous system [69]. Besides, OPs can inhibit PChE activity, but their inhibition is not correlated with signs and symptoms of toxicity. Erythrocyte AChE is a better indicator of health risk than PChE. Nevertheless, PChE is usually more subject to inhibition than erythrocyte AChE, so it can be used as an indicator of exposure. Moreover, after exposing OPs, PChE activity can recover faster than erythrocyte AChE. After severe poisoning, PChE activity may decrease for 30 days, and erythrocyte AChE activity may reduce for 100 days [70].

The activities of AChE and PChE in healthy people vary because of differences in genetic factors and physiopathological conditions as shown in Table 4. For that reason, ChE measurement is necessary to compare individual activities between pre- and post-exposure. If no data on pre-exposure, it should be compared with the values of the reference population [69, 70]. Nonetheless, ChE inhibitions seem to be difficult to determine as its variations in individuals and conditions.

Table 4 Variations of ChE activities in healthy people and in physiopathological conditions

Condition	AChE activity	PChE activity
	Healthy people	
Intraindividual variation	3-7%	6%
Interindividual variation	10-18%	15-25%
Gender	-	10-15% higher in male
Age	Decreased up to age of 6 months	-
Body mass	-	Positive correlation
Serum cholesterol	-	Positive correlation
Seasonal variation	-	-
Circadian variation	-	-
Menstruation	-	Reduced
Pregnancy	-	Reduced
	Pathological conditions	
Decreased activity	Leukemia, neoplasm	Allergic reactions, uremia, liver disease, heart failure, cancer
Increased activity	Thalassemia, polycythemia, other congenital blood dyscrasias	Hyperthyroidism, other conditions of high metabolic rate

[68]

The inhibition of AChE activity is related to the severity of acute OP poisoning (Table 5). However, it found a poor relation of chronic exposure of OPs and toxic effects. Thus, it may imply that AChE inhibitions cannot be predictive for chronic or delayed effects [68-70]. For interpretations, if AChE activity declines more than 30% from the baseline value (or 50% from the reference value), it indicates that workers are at risk of over-exposure and should terminate the exposure. For PChE activity, if it reduces to 50% of baseline value PChE level, it can be indicated as a biological limit [68].

Measuring blood ChE activity, according to WHO recommendations should be done within 2 hours after exposed to pesticides. Blood samples should be collected from the fingers or earlobes of workers because these parts are usually exposed to

pesticides. Before exposure, individual workers should be tested for baseline ChE activity by using 3 blood samples. The Ellman spectrophotometric method is recommended as a reference method for determination of blood AChE and PChE [68].

Table 5 Severity and prognosis of acute OP toxicity at different levels of AChE inhibition

% AChE inhibition	Poisoning level	Clinical symptoms	Prognosis
50-60	Mild	Headache, weakness, dizziness, nausea, salivation, lacrimation, miosis, moderate bronchial spasm	Recuperation in 1-3 days
60-90	Moderate	Immediate weakness, visual disturbance, excessive salivation, sweating, vomiting, diarrhea, bradycardia, hypertonia, tremors of hands and head, disturbed gait, miosis, chest pain, cyanosis of mucous membranes	Recuperation in 1-2 weeks
90-100	Severe	Abrupt tremor, generalized convulsions, psychic disorder, intensive cyanosis, lung edema, coma	Respiratory or cardiac failure, death

[68, 69]

## 2.8 Dermal exposure assessment of agrochemicals

There are 2 practical methods of dermal exposure assessments for workers occupationally exposed to agrochemicals as follows.

- 1) *Potential dermal exposure* – the total amount of substances coming into contact with protective clothing, work clothing, and skin.
- 2) *Actual dermal exposure* – the total amount of substances coming into contact with bare skin and the fraction transferring through protective and work clothing, or via seams to the underlying skin, which is therefore available for percutaneous absorption [59].

### 2.8.1 Hand wipe sampling method for measuring OPR on hands

In this study, OPR on farmers' hands were measured as an indicator of hand dermal exposure to agrochemicals because hands were the main part of the body to perform works and contact with agrochemicals. Moreover, hands could transfer

agrochemical residues to other parts of the body linked to exposure from the other routes (e.g. oral exposure). A hand wipe sampling method is a method for measuring amounts of interested chemicals which could be removed from hand skin by wiping with gauzes dampened solvents at a sampling period [59]. This method was selected because it could reflect to evaluate consistent behaviors in farmers (an outcome variable of this study) such as wearing gloves and handwashing, and it was cheap and easy to perform.

## **2.9 Safe use of agrochemicals**

Basic guidelines for the safe use of agrochemicals were summarized as follows [49, 50, 71].

### **2.9.1 Select the right agrochemical products**

The first step in pest control is identifying the pest problem and considering what effective means to solve this problem should be selected. If considered to use agrochemicals, selecting the appropriate products should be done. Since agrochemicals come in various forms, e.g. aerosols, baits, dust, granules, and solutions, reading the label before purchasing the products must be done, carefully. The least-toxic agrochemicals, which will achieve the results wanted, should be selected. Besides, the product should be safe to humans and friendly to environments. Choosing the agrochemical form best suited to target sites and target pests required to control should be considered.

### **2.9.2 Read the label on agrochemical products**

Reading the label on agrochemical products is the best guide for safe use of agrochemicals. Generally, the agrochemical labels contain much useful information about active ingredients, signal words, precaution statements, environmental hazards, direction for safe use, storage, and disposal of pesticide product, and instruction for first aid. Additionally, signal words – words indicate potential health hazards of pesticides, include Caution, Warning, or Danger. Caution defines least harmful to humans; Warning means moderately hazardous; Danger identifies poisonous and irritating. Thus, agrochemicals identified Danger on the label must be used carefully.

The labels should be read before buying, using, storing, or disposing of the agrochemicals to ensure that your performances consistent with the labeled instruction.

### **2.9.3 Determine appropriate amount of agrochemicals to purchase and use**

Purchase only amount of agrochemicals required for a specific task or the current growing season. The agrochemicals contained in small volume should be selected to minimize waste and storage space. For the product requiring preparation before use –measuring or mixing with water, the exact amount of agrochemicals for immediate use should be calculated cautiously based on the size of target area and scale of mixture recommended on the labeled instruction.

### **2.9.4 Use agrochemicals safely and correctly**

#### Precautions before application

- First, read labels, instructions, and other information associated with agrochemicals, application equipment, or personal protective equipment (PPEs).
- Check application equipment and PPEs to ensure their suitable condition perfectly work and not leak.
- Check weather conditions to ensure that wind speed is not excessive resulting in spray drift.
- Warn other people near the areas where pesticides used, that they might be affected by pesticides in any way.
- Wear protective clothing and PPEs consistent with the labeled instructions, for example, long-sleeved shirts, long pants, latex gloves or non-absorbent gloves, rubber boots or closed shoes, and masks.

#### Precautions during application

- Follow the labeled instructions.
- If the label stated mix or dilute the pesticides, conduct it outdoors or in areas where ventilation is well.

- Mix particular amount of pesticides required for each application to avoid any excess pesticides. Changing recommended amount is prohibited, as it could harm to users.
- If two or more pesticides must be mixed, ensure that they are compatible and not dangerous in any way.
- Do not allow other people, pets, particularly children in areas where mixing and applying pesticides for at least a time period recommended on the label.
- Do not drink, eat, or smoke while mixing or applying pesticides.
- Do not leave containers open and containers or application equipment unattended.
- If a spillage happens, clean it up immediately. This should be conducted by using absorbent materials such as dry sand, and sawdust to cover a spillage. Then sweep it into a plastic bag, and dispose it safely.
- Do not apply pesticides outdoors on a windy day (wind speed > 10 mph).
- Do not mix or apply pesticides near water resources.
- Close windows and doors of the residences before spraying pesticides.
- Do not spray pesticides against the wind direction to avoid pesticides blown to users.
- If a nozzle is blocked, users do not put it to mouth to blow it clear; wash the nozzle with water, or use a soft probe, for example grass stem to clean.

#### Precautions after application

- Thoroughly wash application equipment in a bucket poured with water to decontaminate pesticides after completing work
- Take unused pesticides to safe storage. Dispose empty pesticide containers and excess pesticides safely.
- Always wash hands and other parts of the bodies contaminated pesticide after applying any pesticides. If users have worn gloves, wash gloves before removing them.
- Clean protective clothing and PPEs carefully, for example, gloves should be cleaned inside and outside and let them dry.



- Before entering home, clean and remove boots or shoes to prevent tracked pesticides into the home.
- Thoroughly shower and shampoo after finishing work immediately.
- Launder work clothes separately from any clothes in each day after applying pesticides to prevent pesticides contaminated to other clothes.

### **2.9.5 Store and dispose of agrochemicals appropriately**

#### Safe storage of agrochemicals

- Follow the pesticide label for storage instructions.
- The storage place should follow the requirements: not located in area possible to flooding or potential for environmental effects, well-ventilated, appropriately illuminated when in use, dry, protected from temperature extremes, adequate capacity for storing, easy to lock, and enclosed.
- Prepare clean up materials, e.g. absorbents and water, placed near the storage place of agrochemicals.
- The storage area must be designed to keep out children, animals, and any other people.
- Store agrochemicals according to their group and precaution to avoid cross-contamination.
- Keep agrochemicals in their original containers, and do not transfer agrochemicals to other containers, e.g. a bottle of soft drink, in order to prevent misunderstanding.
- Do not store agrochemicals with or near food, drugs, cleaning supplies, seed, or animal feed.
- Do not keep agrochemicals with flammable materials.
- Opened containers should be placed in clear plastic bags that could be observed easily when containers leaked.
- Inspect the storage area regularly. Check containers for unsafe conditions. Dispose of expired or unwanted agrochemicals.

### Safe disposal of agrochemicals

- Follow the disposal direction on the label.
- Generally, an unwanted or expired agrochemical in liquid form should be disposed as follows: leave agrochemicals in its original container with the cap strictly in place; drop it in a covered litter bin for routine collection with municipal trash.
- To dispose of a dry agrochemical, place it individually in a tight package or a sealed bag. Drop it in a covered litter bin for routine collection.
- Do not drain excess agrochemicals into sinks, toilets, sewers, water resources, and soil to prevent environmental pollution.
- When the containers empty, revert the caps or seal firmly and place it in a covered litter bin. Dispose of the container according to label directions.
- Do not reuse empty containers of agrochemicals.
- Do not puncture or burn any pressurized or aerosol container to avoid explosion.

Moreover, several personal hygiene practices are recommended to reduce agrochemical exposure, for example:

- Change contaminated work clothes before returning home
- Store used work clothes outside homes or away from other clothes
- Launder work clothes separately
- Wash hands frequently

### **2.10 Social Cognitive Theory (SCT)**

Social Cognitive Theory (SCT), firstly known as the Social Learning Theory, was created by Albert Bandura. The theory was based on the function of established principles of learning in the human social context integrated with the concepts from cognitive psychology by adapting the understanding of information processing capacities and biases affecting learning from experience, observation, and symbolic communication. Later, the concepts of sociology and political science were included into SCT to improve the understanding of functions and adaptive capacities of group

and societies. Furthermore, SCT has developed the concepts from humanistic psychology by analyzing the processes that affect self-determination, selflessness, and moral behavior [72].

SCT explains human performances in terms of triadic reciprocal interactions; in which, personal factors (e.g. cognitive, affective, and biological events), environmental factors (e.g. physical surroundings, family and friends, social norms), and behavior patterns are influenced by each other; however the interactions among these factors are not equivalent (Figure 2) [73]. Key components of SCT are shown in Table 6.

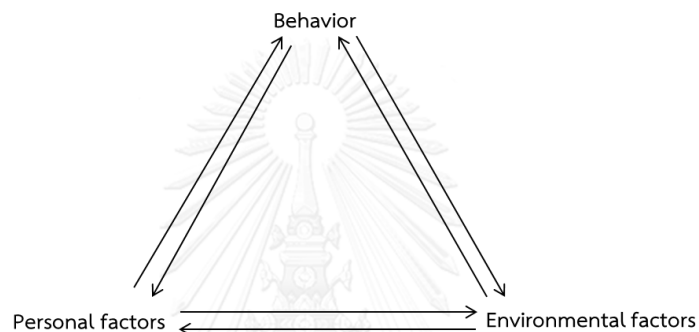


Figure 2 Triadic reciprocal interactions

[47]

Table 6 Key concepts of SCT

Concept	Definition
Reciprocal determinism	Environmental factors influence persons and groups, but persons and groups can also influence their environment and control their own behaviors
Outcome expectations	Beliefs regarding the likelihood and the value of the consequences of behavioral choices
Self-efficacy	Beliefs regarding personal ability to perform behaviors required to produce desired outcomes
Collective efficacy	Beliefs about the ability of a group to take concerted actions that bring desired outcomes
Observational learning	Learning to perform new behaviors through interpersonal or media observation, particularly through peer modeling
Incentive motivation	The use of rewards and punishments to alter behaviors

Concept	Definition
Facilitation	Providing equipment, resources, or environmental changes to help persons to perform new behaviors, easily
Self-regulation	Controlling oneself through self-monitoring, goal-setting, feedback, self-reward, self-instruction, and enlistment of social support
Moral disengagement	Ways of thinking about harmful behaviors and people harmed that make the infliction of suffering acceptable by disengaging self-regulatory moral standards

[72]

### 2.10.1 Applying SCT concepts for health promotion

SCT is widely used in health promotion and disease prevention, as it is aimed to explain how humans regulate their behavior through control and reinforcement to achieve goal-directed behaviors that can be maintained over time. SCT indicates a core set of determinants, a mechanism through which they work, and optimal ways to translate knowledge into health practices. The core determinants of SCT are as follows [48].

#### 1) *Knowledge on health risks and benefits*

People must have sufficient knowledge about how their behaviors affect their health to raise strong reasons to overcome travails of changing the harmful habits that they habitually done. Moreover, most people need self-influences to surmount the obstacles to adopting new behaviors and maintaining them [48].

#### 2) *Perceived self-efficacy*

The central belief of changing individual behaviors is the perceived self-efficacy which is the foundation of motivation and action of humans. If people considerably believe they have power to produce desired effects by their actions, they have high effort to confront with difficulties of changing behaviors [48]. There are 4 major means for increasing perceived self-efficacy, as follows.

- ***Mastery experience***: enabling persons to reach the achievement, but increasingly challenging performances of desired behaviors. It is the strongest influence on self-efficacy.

- ***Social modeling:*** exhibiting persons, who are similar to other people, can do it. This should contain detailed demonstrations of small steps taken in the success of a complicated objective.
- ***Improving physical and emotional states:*** ensuring persons are relaxed before endeavoring new behaviors. This can include efforts to reduce stress and depression while building positive emotions.
- ***Verbal persuasion:*** telling persons that they can do it. Powerful encouragement can promote confidence inducing the first efforts toward behavior changes [72]

### ***3) Outcome expectations of the expected costs and benefits of different health practice***

The outcomes that people expect their actions to produce, can affect health behaviors. Outcome expectations can be categorized into 3 classes: physical outcomes, social outcomes, and self-evaluative outcomes. First, the physical outcomes include satisfying and displeasing effects of behaviors and the accompanying material losses and benefits. Second, the social reactions on personal behaviors can be whether approved or disapproved by societies. Third, self-evaluative reactions on individual health behaviors include self-satisfaction and self-dissatisfaction. People can set personal standards and control their behaviors by their self-evaluative reactions. In addition, they usually do things that make them feel satisfied and valuable. Conversely, they avoid from behaving in ways that result in self-dissatisfaction [48].

### ***4) Health goals***

Personal goals play an important role in behavior changes, for example, to provide more self-encouragements and guide for health behaviors. People who have high motivation trend to enhance their health habits. Furthermore, short-term goals help people to put more effort and guide how to enhance their current behaviors. Long-term goals can help in setting the course of personal change [48].

### 5) *Perceived facilitators and social and structural impediments*

People can easily change their behaviors if there are no obstacles to overcome. The perceived facilitators and impediments can influence personal health habits. They involve in self-efficacy assessment. Some of personal impediments can restrain healthful behaviors in some people, for example, person's preference, the pressure from work, and weather. Moreover, impediments related to health systems or social structure can also affect individual health behaviors, for instance, high costs of health services, and difficulties in accessing health services [48].

The structural pathways of influences among the core determinants are illustrated in Figure 3. Self-efficacy directly influences health behaviors and the other determinants such as goals, outcome expectations, and perceived facilitators and impediments. If people have high perceived self-efficacy, they firmly set their goals and commitments to perform the desired behaviors to achieve favorable outcomes. People of low self-efficacy have a few efforts to carry out new behaviors. If they face any obstacles, they may give up trying.

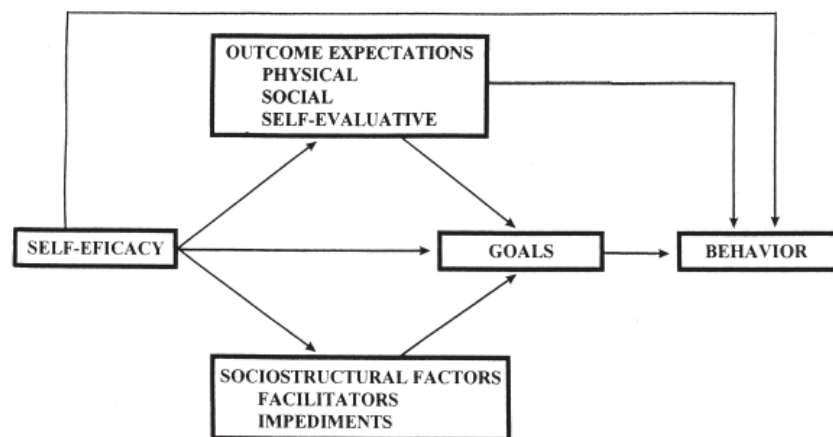


Figure 3 Structural pathways of influence in the SCT

[48]

#### 2.10.2 Agrochemical safety program by SCT concepts

In this study, an agrochemical safety program was developed based on SCT concepts. The program consisted of 4 main components as follows.

- 1) *Agrochemical safety training with practical demonstrations using TST* to educate knowledge on agrochemical risks and benefits regarding agrochemical safety behaviors (i.e. the safe use of agrochemicals, proper use of PPE, and personal hygiene practices)
- 2) *Educational media for promoting agrochemical safety behaviors (i.e. VCDs, and booklets)*
- 3) *Providing PPE (i.e. chemical safety goggles, respirators, and gloves)* to facilitate the proper use of PPE
- 4) *Establishing peer facilitators* to facilitate and reinforce agrochemical safety behaviors

All components together helped chili farmers to improve agrochemical safety behaviors. Additionally, the component 1)-3) could help to increase chili farmers' self-efficacy inducing chili farmers to set their health goals and commitments to perform agrochemical safety behaviors to reduce agrochemical exposure to prevent health effects from agrochemical exposure. The component 4) could help chili farmers to change and maintain agrochemical safety behaviors easier. A mechanism of the agrochemical safety program by SCT concepts was illustrated in Figure 4.

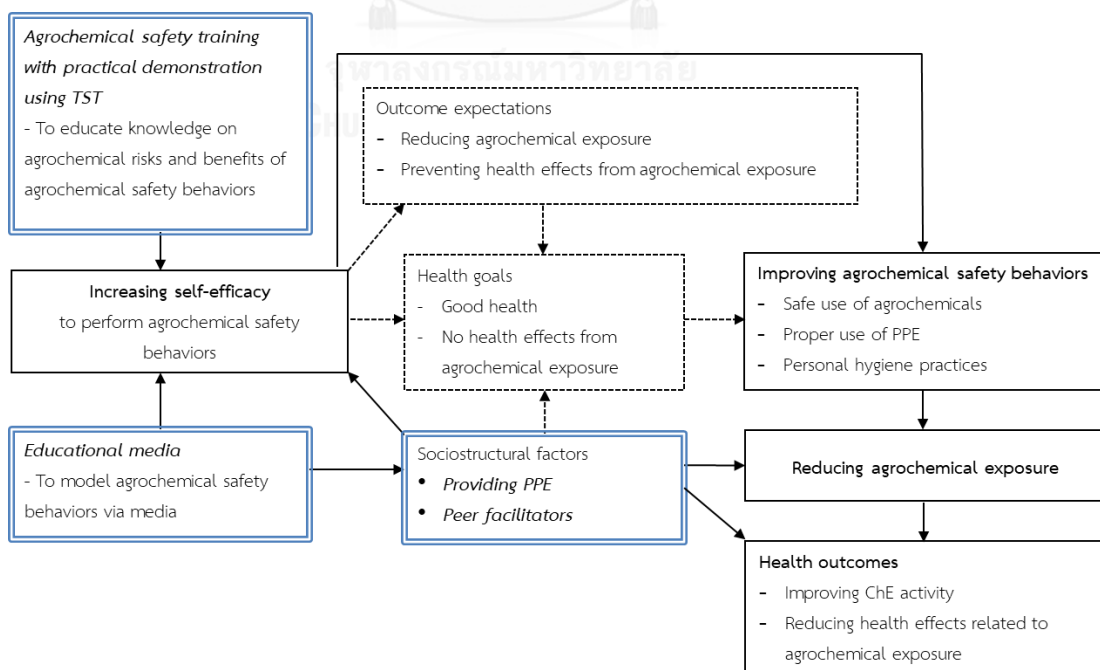


Figure 4 Flowchart of agrochemical safety program by SCT concepts

## 2.11 Concept of designing a training tool for agrochemical safety training

### 2.11.1 Fluorescent tracer technique and its applications

Fluorescent tracers (FT) are non-toxic chemicals commonly used as brightening agents in laundry detergents such as Tinopal<sup>®</sup> CBS-X powder, Uvitex<sup>®</sup> OB powder, GloGerm<sup>®</sup> Gel. FT is invisible under normal lights, but glows in the dark under ultraviolet (UV-A) lights. Due to the special property, FT has been used to simulate visual images of pesticide contaminations on skins, clothes, and other exposed surfaces, and that was called a FT technique developed by researchers from the University of Washington's Pacific Northwest Agricultural Safety and Health Center (PNASH) collaborated with the Washington State Department of Agriculture's Farmworker Education Program, and the Washington State University Extension. [74].

The FT technique is a powerful teaching tool that can help trainees to realize patterns of pesticide exposure on their bodies and environments by visualizing and to concentrate on discussing about the importance of using PPE and protective ways for reducing exposure [74]. The FT technique has been effectively used for training on pesticide use and for evaluating dermal pesticide exposure in several countries, including Thailand [45, 46, 75-79]. For dermal exposure evaluation, FT must be added to pesticide mixtures before using. Let farmers sprayed or used the mixtures in the same manners of using pesticides. After that, farmers' exposure pattern images were recorded in dark rooms under UV-A lights using cameras or video recorders to estimate quantities of dermal exposure [70, 80, 81].

However, it found certain limitations of FT technique applications for training in Thailand that were materials and equipment must be imported, resulting in complicated processes and higher costs; it must have areas that can get dark enough to show the FT under UV-A lights; target groups for the training were farmers living upcountry, while trainers were local academics or public health official, so it was often difficult to prepare and apply the FT technique in the rural areas.



### 2.11.2 Tapioca Starch Tracer Technique

To overcome the FT technique's limitations, this study designed a new training tool for agrochemical safety training by using low-cost, locally-available materials and equipment to be more suitable for training in local communities. It was called "*Tapioca Starch Tracer Technique (TST)*".

TST is a training tool developed using tapioca starches and iodine solutions to demonstrate visual images of invisible agrochemical contaminations on skins, clothing, and other exposed surfaces contributed to an understanding among trainees of agrochemical exposure patterns on their bodies and environments. Based on the method for testing the presence of starch in food products, polysaccharide starches generally contain amylopectin and amylose that can be transformed into dark blue, purple, or blackish color when reacted with iodine solutions [82]. Therefore, tapioca starches and iodine solutions were considered to be substituted materials for developing a training tool because they were cheap and easy to find in local areas.

## 2.12 Relevant studies

### 2.12.1 Relevant studies regarding pesticide exposure in chili farmers

Several studies have studied pesticide exposure and health effects in chili farmers. All of them have studied practices on using pesticides and health effects among chili farmers [27, 31, 32, 37, 38]. Most of them have also evaluated pesticide exposure concentrations in chili farmers by measuring exposure via dermal route using hand wipe sampling technique [33, 35], by assessing exposure via multiple routes e.g. dermal, inhalation, and ingestion route using various techniques e.g. wipe sampling, dermal patch sampling, personal air sampling, drinking water sampling, and dialkyl phosphate metabolites in urine [34, 36], by determining PChE level using reactive paper test kits of the Government Pharmaceutical Organization [27]. Few studies have also developed interventions for reducing pesticide use [39] or risk communications to protect pesticide exposure in chili farmers [34]. However, these studies did not determine the effectiveness of interventions or risk communications. The study findings were described as follows.

Norkaew et al. [31, 32] conducted a cross-sectional study aimed to determine knowledge, attitude, and practice (KAP) on PPE use as well as potential associations between these factors among chili farmers in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province (n=330). Findings revealed that most chili farmers had poor knowledge (77.2%), unconcerned attitude (54.5%) and fair practice (85.0%). It found a low positive association between knowledge and attitude, between knowledge and practice, in addition, between attitude and practice (Spearman's rank correlation coefficient ( $r$ ) = 0.216, 0.285, and 0.305, respectively). This study had a justifiable sample size, but the samples might not suitable to represent the population because of using the convenience sampling method.

Taneepanichskul et al. [33, 35] conducted risk assessment of OP (chlorpyrifos) exposure by dermal route among chili farmers in Huaruea subdistrict. A total of 35 chili farmers were randomly selected to study. Hand wipe sampling technique was used for collecting residues on chili farmers' hands to determine chlorpyrifos concentrations. Findings showed that over 82% of chili farmers spraying pesticides about 1 time weekly for 5 months per year. Most of them did not wear gloves while spraying (60.0%), and they never clean their gloves after used (79.4%). An average ( $\pm$ SD) concentration of chlorpyrifos exposure was  $6.95 \pm 18.24$  mg/ kg/ two hands (range = 0.01-98.59 mg/kg/two hands). A hazard quotient (HQ) for risk characteristic of chili farmers was approximately  $1.67 \times 10^{-6}$  that was lower than the acceptable level of 1.0. It suggested that chili farmers were not at risks of carcinogenic effects from chlorpyrifos dermal exposure.

Afterwards, Taneepanichskul et al. [34, 36-38] conducted a health surveillance of pesticide exposure in chili farmers by evaluating pesticide exposure via multiple routes: dermal, inhalation, and ingestion route and determining health effects. A total of 80 participants participated in this study (40 chili farmers and 40 non chili farmers). Findings revealed that OPR including chlorpyrifos and profenofos were found on chili farmers' bodies, faces, and hands and OP metabolites were also found in their urine. Moreover, it found OPs in all personal air samples. However, it did not detect OPs in drinking water samples or foot wipe samples. Dermal exposure to OPs was significantly

related to urinary OP metabolite levels (Spearman's  $\rho = 0.405$ ,  $p < 0.05$ ) [34]. Most of chili farmers experienced adverse symptoms from pesticide exposure, such as memory problems (70.0%) and excessive salivation (65.0%). It found a significantly negative correlation between using PPE and health symptoms, for example, wearing nose mask and chest pain, using nose mask and headache, and using gloves and skin rash, itching, or burning ( $r = 0.861$ ,  $-0.745$ , and  $-0.612$ , respectively,  $p < 0.01$ ). In final, the researchers provided communication materials (e.g. calendars) regarding pesticide exposure risks and the use of PPE to all participants [34], but they did not determine effectiveness of their risk communication.

Correspondingly, Kachaiyaphum et al. [27] found that chili farmers in Chatturat district, Chaiyaphum province ( $n=350$ ) had moderate behaviors and moderate knowledge regarding the safe use of pesticides (60.6% and 50.9%, respectively). Most of them also had low perceived susceptibility (25.1%), low perceived severity (46.0%), low perceived benefits (40.6%), and high perceived barriers (6.3%). About 32.0% of chili farmers had abnormal PChE level. Common symptoms from pesticide exposure reported by chili farmers were dizziness (38.0%), headache (30.9%), nausea and vomiting (26.9%), and fever (26.9%). Multiple logistic regression analyses indicated that 7 factors significantly associated with abnormal SChE levels were being male (adjusted OR = 5.80, 95%CI: 1.79-18.83), being single/separated/divorced (adjusted OR = 4.00, 95%CI: 1.03-15.48), being a permanent worker (adjusted OR = 43.2, 95%CI: 1.96-9.54), spraying pesticides over 3 times monthly (adjusted OR = 6.31, 95%CI: 2.84-14.05), having moderate behaviors on pesticide use (adjusted OR = 4.24, 95%CI: 1.05-17.16), having low perceived susceptibility (adjusted OR = 6.19, 95%CI: 2.44-15.70), and having low perceived severity (adjusted OR = 2.34, 95%CI: 1.05-5.19). This study had well designed due to a suitable sample size with a random selection, using validated and reliable instruments for data collection, and using appropriate statistics for data analysis.

Later on, Tubtimhin et al. [39] conducted a community participatory research for reducing pesticide use in chili farmers in Ban Huaruea Thong (Moo 16), Huaruea subdistrict, Ubon Ratchathani province aimed to define problems in chili production,

pesticide use, health impacts related to pesticide exposure, and behaviors on pesticide use. They performed an in-person interview and a focus group discussion to elicit data. Also, they determined PChE levels in chili farmers by using reactive-paper test kits and pesticide residues in chilies by using GT-pesticide test kits. Results of PChE tests indicated that 34.1% of chili farmers (n=296) were at risk level and 12.2% of them were at unsafe level. Among 64 chili farmers interviewed, 46.9% of them ever had symptoms related to pesticide exposure. Improper behaviors on using pesticides were found in chili farmers, for example, kept pesticides in residential areas (28.1%), mixed pesticides by bare hands (3.2%), and leaved pesticide containers on farmlands (14.1%). About 83.7% of chili samples (n = 43) were detected pesticide residues. The researchers mentioned that the study's aim to reduce the use of pesticides in chili farmers was not achieved as many reasons e.g. a lack of knowledge on the safe use of pesticides in chili farmers and a lack of social support for marketing organic produces in communities. The strengths of the study were an integration using both qualitative and quantitative research methods. However, it had several weaknesses that the study design, sample size, and data collection was unclearly mentioned. Hence, effectiveness of the community participatory research for reducing pesticide use in chili farmers was uncertainly known as this study did not determine effects of the community participatory research.

Moreover, Norkaew et al. [62, 83] has studied pesticide exposure in people in an agricultural community in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province (n = 108 families: 54 farmer families, 54 non-farmer families). It evidenced that chlorpyrifos and pirimiphos-methyl commonly used in chili farms were found in home environments of both farmer- and non-farmer families. An average concentration of chlorpyrifos in air samples of farmers' homes was higher than that of non-farmers' homes ( $1.28 \times 10^{-3}$  and  $1.15 \times 10^{-3}$  mg/m<sup>3</sup>, respectively). Also, surface wipes samples from farmers' homes were found both chlorpyrifos and pirimiphos-methyl with an average concentration of 0.047 and 0.032 mg/cm<sup>2</sup>, respectively, which were greater than those from non-farmers' homes (0.029 mg/cm<sup>2</sup> for chlorpyrifos and 0.024 mg/cm<sup>2</sup> for pirimiphos-methyl). It would conclude that not only farmers were occupationally

exposed to agricultural pesticides, but also other people in the community that were residentially exposed to agricultural pesticides. That might cause adverse health effects in people living in the agricultural community.

In conclusion, it found no study focusing on the use of chemical fertilizers and its health effects in Thailand. According to the previous studies mentioned above, a variety of agrochemicals were used in the chili farming process, so the present study considered to focus on the most common agrochemicals used in chili farms by measuring OPR on chili farmers' hands (e.g. chlorpyrifos, and profenofos). Furthermore, blood ChE tests were selected to be a biomarker of exposure effects of OP pesticides by measuring both enzymes: AChE and PChE. Findings of the previous studies suggested that a guideline and an education training program about the safe use of pesticides and chemical fertilizers were desirable to promote consistent behaviors for safe use of agrochemicals to prevent adverse health effects from agrochemical exposure in chili farmers.

### **2.12.2 Intervention research related to agrochemical safety**

Several studies have developed interventions for promoting the safe use of pesticides, for reducing pesticide exposure, or for reducing pesticide-related health effects in farmers. Most of them have focused on only agricultural pesticides. Few studies covered pesticides and other chemicals in agriculture. Successful interventions that would be applied to this study were summarized in Table 7.

For example, a community intervention program to reduce pesticide exposure (the Para Ninos Saladuales Study) among farmworkers and their families was conducted in agricultural communities in the Lower Yakima Country, Washington State, USA [84, 85]. A wide range of intervention activities was divided into 4 levels: a community level, an organizational level, a family level, and an individual level. Examples of community-level activities included a road-ready boot showcased interactive displays, and a puppet show for educating children. Individual-level activities such as home health parties, direct discussions on pesticide safety, and home visits were mainly employed by lay health workers, who were extensively trained in

the study purpose, pesticide exposure, take-home pathway, and protective means. To evaluate the effectiveness of intervention, following outcomes were measured by comparing changes within communities and between intervention and control communities, for example:

- 1) OP metabolite levels in children's urine samples,
- 2) OP metabolite levels in farmworkers' urine samples,
- 3) Pesticide residues in house dust and vehicle dust of farmworkers' environments,
- 4) Knowledge, attitude, and practices on protecting children from pesticide exposure of farmworkers.

For behavioral outcomes, it found an improvement in pesticide safety practices in both intervention and control communities. For intervention communities, it found significant improvements in removing work shoes before entering the home and changing out of work clothes within an hour of returning home ( $P = 0.003$  and  $0.050$ , respectively). It concluded that the intervention likely had moderate effectiveness on improved behaviors to reduce pesticide take-home exposure in farmers.

Table 7 Summary of intervention research related to agrochemical safety

References	Study samples	Intervention programs	Interested outcomes	Findings
Boonyakawee et al. [45, 46]	Shogun orange farmers in Khao-Phanom district, Krabi province, Thailand (n = 42 for intervention and 50 for control)	Insecticide Application Model Program intervention consisted of 4 main components: educational instruction, practical demonstrations, use of FT, and peer models.	- KAP scores - PChE level - Prevalence of symptoms related to insecticides (Measured at baseline and at 2 and 5 months after the intervention)	The intervention was associated with significant improvements in KAP scores and reductions in prevalence of unsafe PChE. It was related to a significant decrease in prevalence of digestive symptoms only.

References	Study samples	Intervention programs	Interested outcomes	Findings
Jariya et al. [44]	Farmers in Srinakorn district, Sukhothai province, Thailand (n = 41 for intervention and 41 for control)	Participatory Learning Program on pesticide use included 3 phases: preparing study sites, developing the program collaborated with stakeholders, and implementing the program (2 days).	- KAP scores (Measured before and after 2 weeks of intervention)	Intervention group had significant increases in KAP scores compared between before and after the intervention, while control group had no significant improvements.
Raksanam et al. [42, 43]	Rice farmers in Klong seventh community, Klong Luang district, Pathumtani province, Thailand (n = 50 for intervention and 51 for control)	Multi-Approach Model for improving agrochemical safety included home visits and community-based participatory activities e.g. training, monthly meeting, and drawing contest.	- Knowledge score - Belief score - Behavior score - Home pesticide safety score - Community participation score (Measured before and after 6 months of intervention)	After 6 months, intervention group had significant improvements in knowledge, belief, behavior, home pesticide safety, and community participation score. While control group showed no significant improvement.
Tubtimhin et al. [39]	Chili farmers in Ban Huarea Thong, Huarea Subdistrict, Muang district, Ubon Ratchathani province, Thailand (n = 95 families)	Participatory learning processes for reducing pesticide use consisted of 3 phases: preparation (e.g. preparing the community and teamwork, meeting stakeholders, measuring PChE),	- Not identified	Effectiveness of the intervention was not available.

References	Study samples	Intervention programs	Interested outcomes	Findings
		implementation (e.g. training about pesticide safety and organic agriculture, measuring PChE and pesticide residues in chilies), and conclusion (e.g. public forum).		
Bradman et al. [86]	Strawberry harvesters in Carolina, USA (n =29 for intervention and 15 for control)	Community-based intervention to reduce pesticide exposure consisted of field-based-educational training and providing warm water and hand cleansers, disposable gloves, coveralls and laundry service, containers for storing work shoes and clothes bins.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Malathion levels in hand rinse, clothing patch, and skin patch samples</li> <li>- Urinary metabolite levels e.g. malathion dicarboxylic acid (MDA),</li> <li>- Dislodgeable foliar residues (DFR) of malathion in leaf punches (Measured before and after the intervention)</li> </ul>	After the intervention, wearing gloves was associated with significant decreases in malathion levels on hands and MDA levels in urine.



References	Study samples	Intervention programs	Interested outcomes	Findings
Salvatore et al. [87]	Farmworkers in Monterey Country, Carolina, USA (n =74 for intervention and 56 for control)	Community-based participatory worksite intervention to reduce pesticide exposures in farmworkers and their families consisted of individual (e.g. training on reducing pesticide exposure), and environmental components (e.g. availability of hand-washing facilities, provision of gloves, overalls and laundry service)	- Changes in behaviors on reducing pesticide exposure (Measured before and after 2 months of intervention)	It found significant improvements in glove use, wearing clean work clothes, and hand washing at noon break and before returning home (P = 0.003, 0.010, 0.020, 0.060, respectively).
Strong et al. [84]	Farmworker families in Washington, USA (11 intervention and 12 control communities)	Para Nios Saludables: a Community intervention to reduce pesticide exposures in farm workers and their families consisted of wide-ranging activities e.g. community- wide educational events (e.g. health fairs), block parties, and lay health educators (promotoras).	- Changes in pesticide safety practices	Pesticide safety practices were improved over time in both intervention and control communities. For intervention communities, it found significant improvements in removing work shoes before entering the home, and changing work clothes within an hour of returning home.

References	Study samples	Intervention programs	Interested outcomes	Findings
Thompson et al. [85]	Farmworker families in Washington, USA (n =571)	As described earlier in Strong et al. [83]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urinary OP metabolites of farmworkers</li> <li>- Urinary OP metabolites of children</li> <li>- Pesticide residues in house dust and vehicle dust (Measured at baseline and at 2 years after the intervention)</li> </ul>	<p>At 2 years after intervention, urinary OP metabolite concentrations (e.g. DMTP) in farmworkers and in children increased significantly compared to baseline within both intervention and control communities; however, it found no significant difference between intervention and control communities. Similarly, percent of pesticide detection in house dust and vehicle dust increased within the both communities, but there was no significant difference between intervention and control communities.</p>

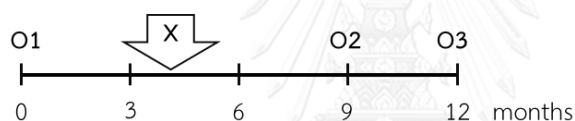
## CHAPTER III

### METHODOLOGY

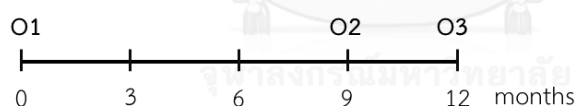
#### 3.1 Study design

A quasi-experimental study was conducted during April 2015 and April 2016 to evaluate effectiveness of the agrochemical safety program to prevent health effects among chili farmers. Study participants consisted of 2 groups: experimental group that received agrochemical safety program and control group that received no program. The study design included 3 measurement times: baseline (before the intervention), follow-up 1, and follow-up 2 (at 5 and at 8 months after intervention) covering the one-year period as illustrated below.

##### Experimental group



##### Control group



Where:

X = Intervention under study

O1 = Baseline measurement

O2 = Follow-up 1

O3 = Follow-up 2

#### 3.2 Study area

Ubon Ratchathani province located in northeast of Thailand was selected to be a study area because of the large number of farmers and agricultural areas. There were approximately 4.8 million rais (768,000 hectares) of agricultural areas and 226,428 farmers in Ubon Ratchathani province resulting in ranked the second largest in the country for farmer population and cultivated areas [28]. Chili is one of the famous economic crops of the province. Chili growing season is annually between August and May [39, 61]. About 8,608 rais (1,377 hectares) of areas were under chili cultivation with a total productivity of 19,141 tons per year, valued at 239.3 million THB [29]. A majority

of chili farms were located in 5 districts that were Mueang, Khueang Nai, Warin Chamrap, Muang Sam Sip, and Lao Suea Kok [29].

Huaruea subdistrict in Mueang District of Ubon Ratchathani province was consequently selected to be a study site due to its high number of chili farms and farmers as well as a long history of agrochemical usage (Figure 5). Huaruea subdistrict consists of 16 villages covered a total area of 20,181 rais (3,229 hectares) with an estimated total population of 9,075 resided in 2,632 households. Over 84% (or 16,990 rais) of the total area was used for cultivation [88]. As shown in Table 8, there were approximately 1,749 rais (280 hectares) of chili farms harvested by 632 households in the subdistrict [61]. Additionally, results of PChE tests in 2011 by the Huaruea Health Promoting Hospital exhibited that about 60.9% of farmers (n=790) had a risk and unsafe level of PChE [89]. It evidenced that farmers in this area had potential risks of agrochemical exposure.

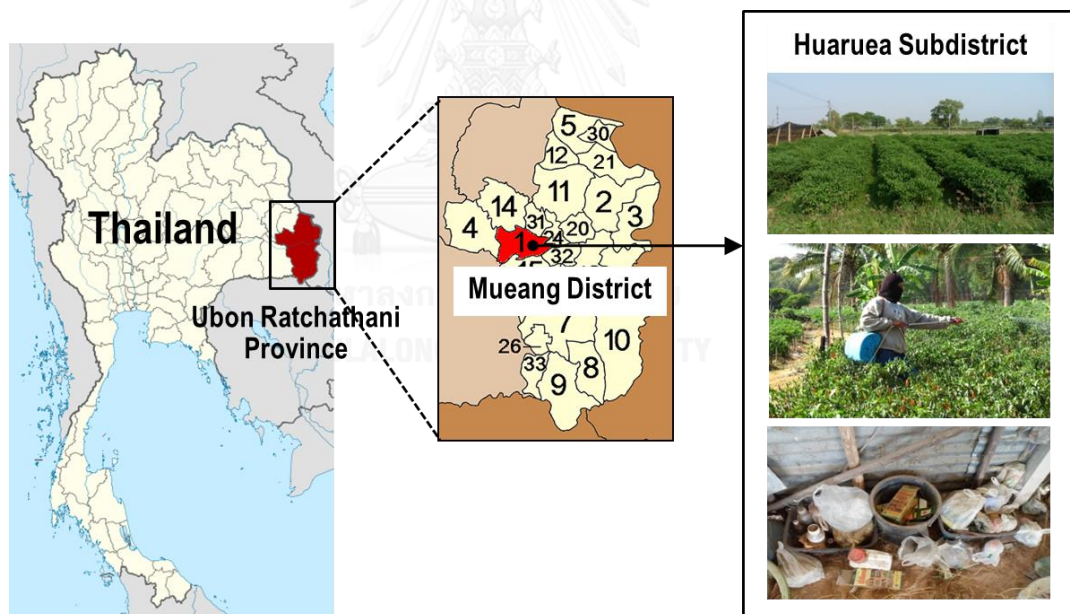


Figure 5 Map of Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province

Table 8 Number of households in Huaruea Subdistrict classified by villages

Village no.	Village name	No. of households	No. of chili farmer households	Estimated area of chili farms (rai)
Moo 1	Huaruea	235	6	10
Moo 2	Nong Muk	174	15	30
Moo 3	Huaruea	195	6	14
Moo 4	Nong Chok	158	30	80
Moo 5	Nong Yang	225	95	450
Moo 6	Nong Mek	153	5	4
Moo 7	Sam Ran	200	80	390
Moo 8	Nong Jum Nuk	125	20	20
Moo 9	Ban Kho	145	6	5
Moo 10	Ban Aon	112	80	200
Moo 11	Huaruea	196	28	32
Moo 12	Nong Kan	284	6	4
Moo 13	Thung Nong Phok	136	55	60
Moo 14	Nong Chik	85	35	40
Moo 15	Thung Kham Nuea	109	70	190
Moo 16	Huaruea Thong	100	95	220
<b>Total</b>		<b>2,632</b>	<b>632</b>	<b>1,749</b>

Data in August 2014 from Mueang Ubon Ratchathani District Agricultural Extension Office [61] and Huaruea Health Promoting Hospital [89]

### 3.3 Study population and samples

#### 3.3.1 Study population

Chili farmers in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province were chosen to be a study population because of their high use of agrochemicals and frequently exposed to agrochemicals [32, 35-39]. In addition, earlier study highlighted that chili farmers in this subdistrict had insufficient knowledge, attitude, and practices about using PPE [32]. For these reasons, chili farmers would be a high-risk group afflicted with agrochemical-related illness.

### 3.3.2 Study subjects

The study sample was chili farmers, who were qualified to study, from two selected villages of Huaruea subdistrict, including Moo 7, Ban Sam Ran assigned to be an experimental site and Moo 5, Ban Nong Yang allocated to be a control site.

#### 3.3.2.1 Sample size calculation

A sample size was estimated following to the formula below for estimating the difference between two population means [90]. In a sample size calculation, it used a two-tailed test, the significance level of 0.05 ( $\alpha = 0.05$ ) and the power of 0.08 ( $\beta = 0.02$ ). In addition, based on Raksanam's study [42], it found that after implementing a Multi-Approach Model for improving agrochemical safety, mean behavior scores regarding agrochemical safety in experimental group and control group were 54.84 and 46.04 points, respectively. These values were used to compute a sample size as follows.

$$n = \frac{2\sigma^2 (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

$$n = \frac{2(14.05)^2 (1.96 + 0.84)^2}{(54.84 - 46.04)^2}$$

$$n = 40.02$$

Where:  $n$  = estimated sample size

$\sigma$  = given standard deviation = 14.05

$Z_{1-\alpha/2}$  = standard score for the type I errors ( $\alpha = 0.05$ ) = 1.96

$Z_{1-\beta}$  = standard score for the type II errors ( $\beta = 0.20$ ) = 0.84

$\mu_1, \mu_2$  = mean behavior score of experimental and control group = 54.84, 46.04

[42]

The estimated sample size of 40.02 was added up a dropout rate of 10% to 45. Therefore, a sample size required in this study was 45 chili farmers per group, or a total of 90 chili farmers.

### 3.3.2.2 Sample selection

As illustrated in Figure 6, a purposive sampling technique was used to select study subjects in this study. A sample selection included 3 steps as follows.

#### *Step 1: Select two villages to be study sites with the purposive sampling*

Firstly, villages with more than 45 chili farmers' households were purposively selected resulted in 6 villages (of 16 villages) to be qualified. Next, 2 villages (of 6 qualified villages) were purposively chosen following to the similarity in the areas of chili farms and the beginning of chili cultivation as well as the long distances between two villages. Afterwards, 2 selected villages: Ban Sam Ran (Moo 7) and Nong Yang (Moo 5) were allocated to be an experimental site and a control site respectively following to the director of the Huaruea Health Promoting Hospital and community leaders' considerations.

#### *Step 2: Select households with the simple random sampling*

All households of chili farmers in the two selected villages were verbally invited by the researcher and village health volunteers (VHVs). After that, voluntary households were randomly selected by drawing lots as the required sample size of 45 participants for each group. Totally, 90 chili farmers' households were registered to join the study groups.

#### *Step 3: Select study subjects with the purposive sampling*

Chili farmers who met the eligible criteria below were purposively selected from each registered household. If the households had more than 1 chili farmers, one who represented as the head of household was preferably chosen.

#### *Inclusion criteria*

- To be in ages of 18 years or older
- Worked in chili farming
- Directly involved in agrochemical usages (e.g. mixing, loading, spraying, and fertilizing)
- Settled in the study area for at least a year

- No plan to move out of the study area during a yearlong period to study
- No communication problems
- To be literate
- Had the willingness to participate in the study

*Exclusion criteria*

- Had undesired health problems or conditions potentially causing adverse effects to the study (e.g. alcoholism, liver failure, cardiovascular disease, malnutrition, drug addiction, and taking anti-malarial drugs)

The existences of health problems or conditions were screened by interviews and were also rechecked from health records of the Huaruea Health Promoting Hospital.

*3.3.2.3 Number of study participants*

At baseline measurement, all 90 participants completely provided baseline information and specimens, including 45 participants in the experimental group and 45 participants in the control group. After the implementation phase, 40 participants in the experimental group had completed in the agrochemical safety program; there were 8 dropouts in follow-up 1 due to getting serious health problems (e.g. Alzheimer's disease, cancers), changing jobs, and moving from the study area. In the control group, there were 3 participants lost to follow-up and 1 dropout during follow-up times. Finally, a total of 73 participants completely participated through the end of study, including 32 participants in the experimental group and 41 participants in the control group (Figure 6).



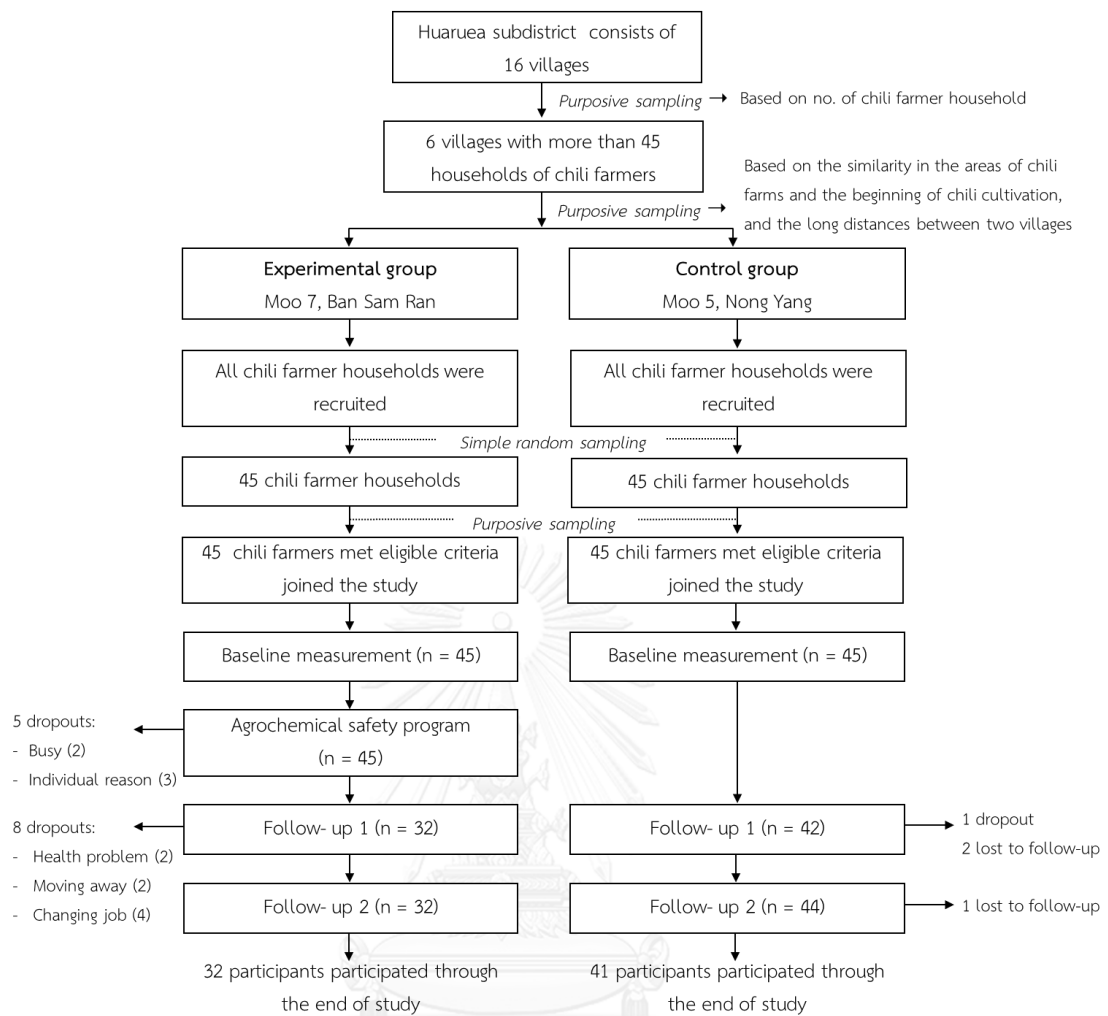


Figure 6 Flowchart of sample selection and study participants

### 3.4 Study procedure

#### 3.4.1 Agrochemical Safety Program

The agrochemical safety program aimed for promoting preventive behaviors for the safe uses of agrochemicals in chili farmers. The program was developed based on SCT concepts (as mentioned earlier in Chapter II), existent guidelines about agrochemical safety and health [49, 50], and successful intervention programs regarding agrochemical safety [42, 43, 45]. The program included 4 main components as follows.

### *3.4.1.1 Agrochemical safety training with practical demonstrations using TST*

#### *3.4.1.1.1 Agrochemical safety training*

The purpose of agrochemical safety training was to provide information about agrochemical risks, and benefits of agrochemical safety behaviors such as the safe use of agrochemicals, personal protective equipment, and personal hygiene practices to raise the precondition of changing behaviors and to increase self-efficacy to overcome obstacles of changing and maintaining desired behaviors. The main contents of the training included 6 topics as follows.

- 1) General knowledge on agrochemicals
  - What agrochemicals are
  - Types of agrochemicals
- 2) Agrochemical exposure pathways
- 3) Agrochemicals and health hazards
  - Health hazards related to chemical fertilizer exposure
  - Health hazards related to pesticide exposure
- 4) Safe use of agrochemicals
  - Benefits of using agrochemicals safely
  - Safe use of chemical fertilizers
  - Safe use of pesticides
  - Safe storage and disposal of agrochemicals
- 5) Personal protective equipment (PPE)
  - Benefits of using the standard PPE
  - How to use the standard PPE
  - How to select and buy the standard PPE
  - How to take care of the standard PPE (i.e. cleaning, maintaining, and storing)
- 6) Personal hygiene practices for reducing agrochemical exposure
  - Benefits of personal hygiene practices
  - Personal hygiene practices for reducing agrochemical exposure
  - Effective handwashing

The agrochemical safety training was delivered to chili farmers (in only experimental group) by using a variety of teaching techniques such as interactive lectures, demonstrations, practices, group discussions, brainstorming, and gaming. Additionally, training materials used included PowerPoint presentations, video, and booklets as shown in Table 9.

#### *3.4.1.1.2 Practical demonstrations using the TST*

Tapioca Starch Tracer Technique (TST) was a training tool for agrochemical safety training adapted from the FT technique [74] by using tapioca starches and iodine solutions to demonstrate visual images of invisible agrochemical contaminations on skins, clothing, and other exposed surfaces. The concepts of designing the TST were described previously in Chapter II.

##### *Materials used in the TST*

- 1) Tapioca starches, starch solution, and tapioca pears (or tapioca granules)
- 2) Diluted iodine solution – the 1% - iodine solution diluted by distilled water with an approximately diluted ratio of 1: 500 (or 1 mL of the 1%- iodine solution per 500 mL of distilled water)

##### *How to apply the TST in agrochemical safety training*

Briefly, tapioca starches or the starch solutions were used to mimic the pesticides, and tapioca pearls were also used to simulate the chemical fertilizers. They were kept in pretended containers like the common packages of agrochemical products. For practical demonstrations about the pesticide use, a stimulated pesticide, which was tapioca starch solutions, were used in similar manners of using pesticides for practical demonstrations during the training such as mixing the stimulated pesticide with bare hands, spraying the stimulated pesticide without PPE, spraying the stimulated pesticide against the wind direction, and vice versa (Figure 7). Details were described in Siriwong et al. [91]. For practical demonstrations regarding the use of chemical fertilizers, stimulated fertilizers, which were tapioca pearls, were used in same patterns of using chemical fertilizers such as fertilizing the stimulated fertilizers with bare hands. To show simulated agrochemical residues, the iodine solutions were used to spray on

potential areas exposed to the simulated agrochemicals e.g. hands, clothes, or other surfaces resulted in visual images of exposure patterns. Areas with the stimulated agrochemical residues immediately turned purple or dark blue after exposed to the iodine solutions, letting trainees to see how much agrochemical possibly remained on their skins, clothes, and other surfaces. After seeing, trainees would understand the agrochemical exposure ways and would recognize the agrochemical exposure risks and the importance of PPE use led to changes in behaviors on using agrochemicals safely (Appendix C).



1. Teach proper use of PPE



2. Show wearing appropriate PPE for pesticide applicators



3. Demonstrate correctly mixing, loading, and spraying stimulated pesticides using the TST



4. Explore stimulated pesticide residues on hands with the iodine solution

Figure 7 Demonstration of using pesticides safely with the TST

Table 9 Agrochemical safety training plan (2 days)

Lesson and (estimated time)	Learning objectives	Learning process, methods, and materials
<b>Day 1</b>		
1. General knowledge on agrochemicals (30 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To explain types of agrochemicals</li> <li>- To recognize benefits of safe use of agrochemicals</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: What are agrochemicals? What kinds of agrochemicals have you used?</li> <li>- Let participants to share their experiences</li> <li>- Types of agrochemicals</li> <li>- How important to use agrochemicals carefully</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> </ul>
2. Agrochemical exposure pathways (30 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To identify exposure pathways of agrochemicals</li> <li>- To recognize the importance of avoiding agrochemical exposure</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: Have you ever splashed pesticides on yourself? How did it happen?</li> <li>- Let participants to share their experiences</li> <li>- How agrochemical enter the body</li> <li>- How to avoid agrochemical exposure</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> </ul>
3. Agrochemicals and health hazards (30 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand health hazards of chemical fertilizer exposure</li> <li>- To understand health hazards of pesticide exposure</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Show pictures about pesticide poisoning</li> <li>- Ask questions: Have you ever felt sick from working with agrochemicals?</li> </ul>

Lesson and (estimated time)	Learning objectives	Learning process, methods, and materials
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To name symptoms of pesticide poisoning</li> <li>- To explain how to respond if poisoning by agrochemicals</li> </ul>	<p>What were the symptoms? What was the treatment?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Let participants share their experiences and discussions</li> <li>- Signs and symptoms of poisoning</li> <li>- Other health effects of agrochemical</li> <li>- Show video clips about how to manage a poisoning case</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> <li>- Video</li> </ul>
<p>4. Safe use of pesticides (30 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand the importance of reading labels on pesticide products</li> <li>- To explain the meaning of signal words, symbols and label colors</li> <li>- To explain the safe use of pesticides</li> <li>- To recognize the benefits of safe use of pesticides</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Show samples of agrochemical label</li> <li>- Ask questions: How often do you read agrochemical labels? Why do you read them? Do you understand all information on labels? Which section is most difficult to understand? Why?</li> <li>- Group discussion</li> <li>- How to read labels</li> <li>- Signal words, symbols and label colors</li> <li>- Ask questions: How often do you use pesticides? How do you use pesticides?</li> <li>- Let participants share their experiences and discussions</li> <li>- Safe practices when working with pesticides</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> </ul>

Lesson and (estimated time)	Learning objectives	Learning process, methods, and materials
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Group discussion</li> <li>- Samples of agrochemical labels</li> </ul>
5. Demonstrations with the TST: Using pesticides (60 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand pesticide exposure patterns</li> <li>- To recognize the importance of preventing pesticide exposure</li> <li>- To practice proper manners of using pesticides</li> </ul>	<p><i>Activity process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Invite participants to show their usual manners of using pesticides (i.e. mixing, loading, and spraying)</li> <li>- Explore pesticide contaminations on participants' hands and other exposed surfaces with the diluted iodine solution</li> <li>- Discussions</li> <li>- Invite the models (or peer facilitators) to demonstrate proper manners of using pesticides</li> <li>- Allow participants to share their experiences</li> </ul>
6. Game: Reading labels (30 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To recognize the meaning of symbols and label colors on agrochemical products</li> </ul>	<p><i>Activity process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assign participants to the small groups</li> <li>- Show pictograms and ask a riddle</li> <li>- Allow participants for giving answers</li> <li>- Reading label contests</li> <li>- Reward the winner</li> </ul>
7. Demonstrations with the TST: Using chemical fertilizers (60 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand fertilizers exposure patterns</li> <li>- To recognize the importance of preventing fertilizer exposures</li> <li>- To recognize the benefits of proper manners of using chemical fertilizers</li> </ul>	<p><i>Activity process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: How do you do when working with chemical fertilizers?</li> <li>- Let participants to share their experiences</li> <li>- Invite participants to show their common manners when working with chemical fertilizers</li> <li>- Ask a question: Do you think fertilizers still remain on your skins?</li> </ul>

Lesson and (estimated time)	Learning objectives	Learning process, methods, and materials
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allow participants to answer</li> <li>- Explore fertilizer residues on the participants' hands and arms with the diluted iodine solution</li> <li>- Discussions</li> <li>- Invite the models (or peer facilitators) to demonstrate proper manners when working with chemical fertilizers</li> </ul>
8. Safe use of chemical fertilizers (30 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To explain safe practices when working with chemical fertilizers</li> <li>- To recognize benefits of safe use of chemical fertilizers</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provide additional information about safe use of chemical fertilizers</li> <li>- Let participants share their experiences and conclusions</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> <li>- Video</li> </ul>
<b>Day 2</b>		
9. Safe storage of agrochemicals (30 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To explain appropriate manners of agrochemical storage</li> <li>- To recognize benefits of safe storage of agrochemicals</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: Where do you store agrochemicals? How?</li> <li>- Allow participants to share experiences</li> <li>- Show pictures about poor manners of agrochemical storage found in the villages</li> <li>- Ask questions: Are agrochemicals stored safely? Why?</li> <li>- Let participants to share their experiences and discussions</li> </ul>



Lesson and (estimated time)	Learning objectives	Learning process, methods, and materials
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provide information how to safe storage of agrochemicals</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> </ul>
<p>10. Safe disposal of agrochemical containers (30 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To explain appropriate manners of disposing agrochemical containers</li> <li>- To recognize benefits of safe disposal of agrochemical containers</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: How do you manage empty containers of agrochemicals?</li> <li>- Let participants to share their experiences and discussion</li> <li>- Show video about safe disposal of unwanted agrochemicals and empty containers</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> <li>- Video</li> </ul>
<p>11. PPE (60 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand benefits of using the standard PPE</li> <li>- To understand the purpose of PPE</li> <li>- To identify the kinds of PPE required following to activity</li> <li>- To explain how to select, use, clean and maintain PPEs</li> <li>- To use PPE correctly</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: What kinds of PPE do you use frequently? Why?</li> <li>- Let participants share their experiences and discussion</li> <li>- Provide information about the importance and benefits of using standard PPE</li> <li>- Exhibit the standard PPE for farmers</li> <li>- Invite models (or peer facilitators) to demonstrate proper use of PPE</li> <li>- Allow participants to practice using PPE properly</li> </ul>

Lesson and (estimated time)	Learning objectives	Learning process, methods, and materials
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Let participants share their experiences and discussion</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> <li>- Demonstration about proper use of PPE</li> <li>- Practice</li> <li>- PPE</li> </ul>
<p>12. Personal hygiene practices to reduce agrochemical exposure (30 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand benefits of personal hygiene practices</li> <li>- To explain personal hygiene practices for reducing agrochemical exposure</li> </ul>	<p><i>Learning process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: What did you do after working with agrochemicals?</li> <li>- Let participants share their experiences and discussion</li> <li>- Personal hygiene practices for reducing agrochemical exposure and their benefits</li> </ul>
		<p><i>Methods and materials</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asking and answering</li> <li>- Lecture with PowerPoint</li> <li>- Discussion</li> </ul>
<p>13. Demonstration with the TST: Hand washing (90 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To demonstrate effective hand washing</li> <li>- To understand benefits of hand washing to reduce agrochemical exposure</li> </ul>	<p><i>Activity process</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opening questions: How frequencies do you wash your hands a day? Do you wash your hands after working with agrochemicals? Why?</li> <li>- Let participants to share their experiences and discussion</li> <li>- Assign participants to the small groups</li> <li>- Invite the group representatives to expose the tapioca starches by hands</li> </ul>

Lesson and (estimated time)	Learning objectives	Learning process, methods, and materials
		and wash hands with their common manners later - Explore remaining residues on their hands with the diluted iodine solution - Let participants to share their experiences and discussion - Invite the models (or peer facilitators) to demonstrate effective hand washing - Allow participants to practice effective hand washing - Hand washing contest considered from no or few residues remained on group representatives' hands - Let participants to share their experiences and discussion - Reward the winner group
14. Conclusion (30 min)	- To conclude overall knowledge of participants	<i>Activity process</i> - Opening questions: Could you conclude knowledge you got from the training? - Let participants take note and present - Discussion

\* Entertainment activities, refreshment breaks, and lunch break provided daily during the training

#### 3.4.1.2 Educational media for promoting agrochemical safety behaviors

Educational media, i.e. video compact discs (VCDs) and booklets were designed to promote agrochemical safety behaviors in chili farmers that would learn by the observational learning method. The media were used as materials in the agrochemical safety training and were also provided to participants to inform knowledge regarding agrochemicals and health hazards and to guide suitable manners of using agrochemicals (Figure 8).

A booklet entitled “Safe use of agrochemicals” was designed and printed by using full color printing, consistent pictures, and concise messages to provide information about agrochemical classifications, agrochemical exposure pathways, pesticides and health hazards, chemical fertilizers and health hazards, recommendations for safely selecting, using, keeping and disposing pesticides, recommendations for properly using and storing chemical fertilizers, proper use of PPE, and instructions for effective hand washing (Appendix D).

A VCD for promoting agrochemical safety behaviors was created by shooting a short movie related to agrochemical health risks, safe use of pesticides, safe storage of agrochemicals, proper use of PPE, and effective hand washing performed by local chili farmers using the local language.

Participants were assigned to watch the VCD for promoting agrochemical safety behaviors for at least one time after completing the training. If participants did not have a VCD player or computer, they were offered to use available VCD players at the Hauruea Health Promoting Hospital. For checking the VCD watches, participants were asked about their VCD watch during home visits.



Figure 8 Educational media for promoting agrochemical safety behaviors

### 3.4.1.3 Provision of PPE

The standard PPE including respirators, chemical-resistant gloves, and chemical safety goggles was provided to chili farmers to facilitate and encourage behaviors on properly using PPE (Figure 9).



Figure 9 Personal protective equipment provided

### 3.4.1.4 Establishment of peer facilitators

Peer facilitators were established to facilitate and reinforce agrochemical safety behaviors in chili farmers. Five participants were selected to be the peer facilitators by participants' votes during the group meeting. The main responsibilities of peer facilitators were:

- Being models in practical demonstrations during the agrochemical safety training (for a whole group)
- Facilitating and suggesting other participants to practice agrochemical safety behaviors (i.e. using PPE and effective handwashing) during the training
- Supporting and monitoring other participants to perform agrochemical safety behaviors after completed the training.

### 3.4.2 Intervention procedure

The intervention procedure was divided into 3 phases: preparation, implementation, and evaluation. A timeline of the agrochemical safety program was shown in Figure 10.

#### 3.4.2.1 Phase 1: Preparation

The preparation phase aimed to build the connection and collaborations with community partners to set up the research teamwork, to survey baseline data, and to prepare training materials, participants, as well as facilitators. This phase consisted of 7 activities as follows.

##### 3.4.2.1.1 Building the connection and collaborations with community partners

First, the researcher built the connection with community partners such as Huaruea Subdistrict Administrative Organization, Huaruea Health Promoting Hospital, and community leaders to ask for the permission and collaborations to conduct the study in their communities.

##### 3.4.2.1.2 Establishing the research teamwork

The research teamwork was divided into 3 teams: an administrative team, a data collection team, and a home visit team.

1) *Administrative team* had responsibilities for identifying possible villages to be study sites, planning an activity schedule, supporting the participant recruitment, suggesting ideas to prepare educational media, and supporting activity operation. This team consisted of the direct and staffs of Huaruea Health Promoting Hospital, community leaders, village health volunteers (VHVs), and the researcher.

2) *Data collection team* was responsible to be interviewers to gather data at baseline and 2 follow-up times. This team contained 5-10 interviewers who were students in public health program in the College of Public Health and Medicine, Ubon Ratchathani University. The interviewers were deeply trained about the study purposes, study procedure, face-to face interview procedure, and interview form by the researcher before collecting data.

3) *Home visit team* had responsibilities for visiting participants in experimental group at their houses or farms to observe agrochemical safety behaviors of participants. Six VHVs of Ban Sam Ran (the experimental site) were trained about the study purposes, study procedure, home visit procedure, and observation technique by the researcher before collecting data at baseline. There were 4 home visits done at baseline, and at 2, 5, and 8 months after the agrochemical safety training.

#### *3.4.2.1.3 Participant recruitment*

The researcher and VHVs verbally informed essential information e.g. the study purposes, study plan, benefits, potential risks, and protection measures of participating in the study to all chili farmer households in the two selected villages and later invited them to join the study. Ninety chili farmers, who had the willingness to join the study and met the eligible criteria, were enrolled by the purposive selections. They approved the written informed consents prior to participate the study.

#### *3.4.2.1.4 Baseline survey*

A baseline survey was carried out in April 2015 to gather information before the intervention e.g. demographic characteristics, agrochemical use, agrochemical safety knowledge, self-efficacy, behaviors, and health effects related to agrochemical exposure. In addition, ChE activities and OPR on hands were measured. Baseline information was used to adjust the intervention program (e.g. contents and schedules of agrochemical safety training) fitted for the study groups.

#### *3.4.2.1.5 Preparing training materials and educational media*

Training materials and educational media (e.g. slides, VCDs, booklets) were designed and created by the researcher to provide information on agrochemical safety to promote agrochemical safety behaviors in chili farmers.

#### *3.4.2.1.6 Group meeting*

A group meeting was conducted in early July 2015 at Bansamran temple to introduce the agrochemical safety program and to make the relationships between participants in experimental group and the researcher. The group meeting contained

formal activities such as informing the schedule and details of agrochemical safety program, inquiring participants' expectations associated with the study, and selecting peer facilitators, in addition to entertainment activities intended to encourage a warm fellowship. In the peer facilitator selection, participants could volunteer or nominate the name of other participants to be candidates. Candidates in the top 5 voted were representatives as the peer facilitators. The group meeting consumed an estimated time of 2 hours.

#### *3.4.2.1.7 Building the peer facilitators*

Peer facilitators were intensively trained according to the agrochemical safety training course (as mentioned earlier) by the researcher. The training for the peer facilitator group was conducted in late June 2015 at Bansamran temple to provide intensive information regarding agrochemical safety, to practice proper manners of using agrochemicals, and to assign responsibilities.

Each peer facilitator was assigned to be the head of a 9-member group during the agrochemical safety training and to support and monitor his group members to perform agrochemical safety behaviors after completed the agrochemical safety training. Peer facilitators' performances were determined by the researcher. Furthermore, the home visit team checked the feedback of peer facilitators' performances from other participants during home visits.

#### *3.4.2.2 Phase 2: Implementation*

The implementation phase aimed to implement the agrochemical safety program in the experimental group. The agrochemical safety training was conducted in mid-August 2015 at Bansamran temple by the researcher and staffs who were students in public health program in the College of Public Health and Medicine, Ubon Ratchathani University. The training plan and activities were described previously in Table 9. The educational media and PPE were provided to participants in the first day of the training.



### 3.4.2.3 Phase 3: Evaluation

The evaluation phase aimed to evaluate the effectiveness of agrochemical safety program. Main activities included home visits and follow-up measurements

#### 3.4.2.3.1 Follow-up measurements

Two follow-up measurements were conducted in both experimental and control group at 5 and 8 months after the agrochemical safety training because these time intervals were suitable to observe changes in agrochemical safety behaviors and were consistent with the high pesticide spraying period. The follow-up 1 and follow-up 2 was done respectively in January and April 2016. The outcome variables were measured in two follow-up times included agrochemical safety knowledge, self-efficacy, agrochemical safety behaviors, health effects related to agrochemical exposure, ChE activities, and OPR on hands by using the measurement tools (correspondingly to the baseline survey).

#### 3.4.2.3.1 Home visits

Four home visits were performed in only experimental group by the home visit team at baseline, and at 2, 5, and 8 months after the agrochemical safety training to observe agrochemical safety behaviors of participants. A home visit consumed an estimated time of 15-20 minutes.

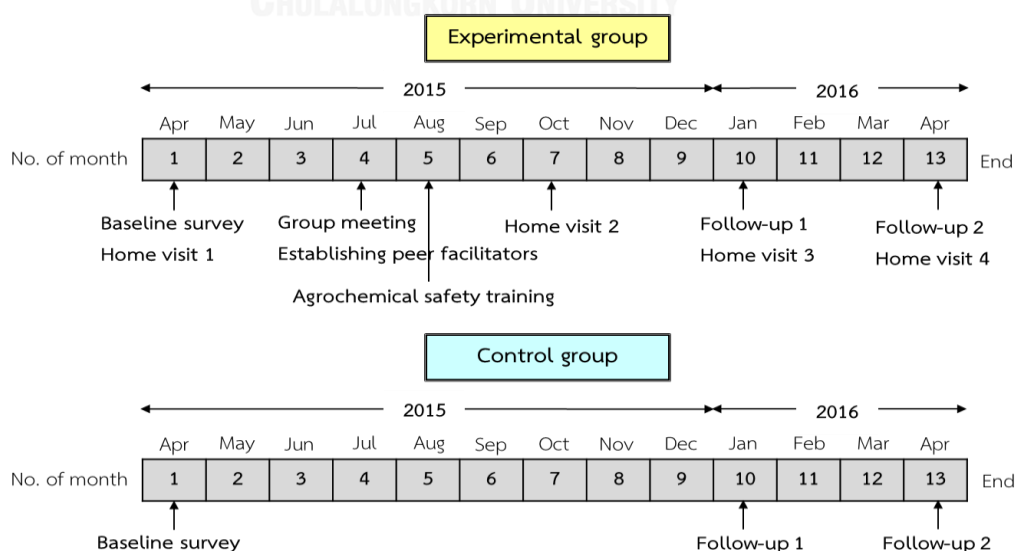


Figure 10 Timeline of agrochemical safety program

### 3.5 Research measurements and tools

#### 3.5.1 Face-to-face interview

Face-to-face interviews were administered by trained interviewers to gather essential information and to determine agrochemical safety knowledge, self-efficacy, agrochemical safety behaviors, and agrochemical-related health effects. An interview form was developed from a guide regarding safety and health in the use of agrochemicals [49] and questionnaires of previous studies [31, 34, 42, 44, 46, 92]. The interview form consisted of 6 parts as follows (Appendix B).

##### *Part 1: General information*

This part contained 11 questions regarding demographic characteristics e.g. gender, age, educational level, chronic disease, alcohol consumption, smoking habit, number of years working as chili farmers, size of chili farms, work characteristics, other crops during chili growing season, and number of chili farmers in household.

##### *Part 2: Information on agrochemical use*

This part included 13 items to gather information about chemical fertilizer use (e.g. kinds and frequency of chemical fertilizer use, the last chemical fertilizer use), pesticide use (e.g. kinds and frequency of pesticide use, the last pesticide use, application equipment), storage place of agrochemicals, empty agrochemical container management, existent PPE, and agrochemical safety training history.

##### *Part 3: Behaviors on agrochemical use*

This part consisted of 25 close-ended questions, which were modified from previous studies [31, 34, 42, 44], to determine behaviors on pesticide use, chemical fertilizer use, personal hygiene as well as agrochemical storage and disposal. The questions included 22 positive and 3 negative statements. For each question, respondents could respond only one choice on a 3-point Likert scale: always, sometimes, and never (Table 10). A possible total score was in a range of 25-75 points.

Table 10 Meaning and given score of 3-scale behaviors

Choice	Meaning	Given score	
		Positive statement	Negative statement
Always	Respondent performs the activity every time	3	1
Sometimes	Respondent performs the activity sometimes	2	2
Never	Respondent never performs the activity	1	3

#### *Part 4: Self-efficacy*

This part contained 5 close-ended questions, which were created by the researcher, to determine self-efficacy regarding agrochemical safety behaviors. For each question, respondents could respond only one choice on a 5-point Likert scale including strongly agree, agree, uncertain, disagree, and strongly disagree [93]. The score for each question was ranging from 1 to 5. A possible total score of self-efficacy was ranging from 5 to 25.

#### *Part 5: Agrochemical safety knowledge*

This part included 10 close-ended questions, which were adapted from previous studies [31, 42, 44, 46], to assess knowledge about agrochemical risks and benefits of agrochemical safety behaviors. Respondents could answer in two ways that were “true or false”. A correct answer was given 1 point, and vice versa 0 point given for an incorrect answer. A possible total knowledge score was in a range of 0-10.

#### *Part 6: Health effects related to agrochemicals*

This part purposed to investigate acute health symptoms from agrochemical exposure. Respondents were inquired about symptoms experienced within 48 hours after using agrochemicals during 2 past months. In total, 25 symptoms related to agrochemical exposure were explored including 20 symptoms related to pesticide exposure (e.g. respiratory symptoms, skin symptoms, central nervous system symptoms, gastrointestinal symptoms, and others) [27, 37, 92] and 5 symptoms related to chemical fertilizer exposure (e.g. respiratory and skin symptoms) [8]. Symptom severity scores were also asked. An 11-point scale (0-10 points) was modified from pain rating scales [94]. If respondents stated no symptom, a severity score was given

as 0 points. If respondents reported experiencing any symptom, severity scores of each symptom would be specified in a range of 1-10 points (or mild to extremely severe).

#### *Validity and reliability of interview form*

The interview form was submitted to three experts in behavioral, environmental, and occupational health to evaluate the content validity and language suitability by using Index of Item-Objective Congruence (IOC). The interview form was revised following to the experts' suggestions before tried out with 30 chili farmers in Warin Chamrap district, Ubon Ratchathani province. Cronbach's alpha coefficient ( $\alpha$ ) and Kruder-Richardson (KR) were estimated to determine the reliability of the interview form in part 3-5. The validity and reliability of the interview form were accepted with the average IOC values of  $\geq 0.93$ , and alpha coefficient and KR of  $\geq 0.71$  as shown below.

Part 3: Behaviors on agrochemical use	IOC = 0.97	$\alpha = 0.71$
Part 4: Self-efficacy	IOC = 1.00	$\alpha = 0.87$
Part 5: Agrochemical safety knowledge	IOC = 0.93	KR = 0.75

### **3.5.2 Pesticide residue measurement**

Pesticide residues on hands were used as an indicator of dermal exposure to pesticides because hands were the main part to perform work and they were commonly exposed to agrochemicals linked to agrochemical contaminations to other parts of the body. By these reasons, pesticide residues on hands could be assumed to be an outcome of consistent behaviors on agrochemical safety such as wearing gloves and hand washing. In this study, OP pesticide residues were focused on by measuring 2 kinds of OP pesticides: profenofos and chlorpyrifos because of their extensive use in chili farming and potential adverse health effects [32, 35, 36, 39].

#### *3.5.2.1 Hand wipe sampling method*

Hand wipe sampling method was adapted from Geno et al. [95] and Taneepanichkul et al. [35, 36] to collect residues on chili farmers' hands. Hand wipe samples were collected from all participants by the researcher and trained research

assistances (Figure 11). Hand wipes were performed using sterilized and chemical free gauze pads (size: 4x4 inches, 8 ply) wetted with a 40% solution of isopropyl alcohol, 10 mL per pad. Two gauze pads were used for wiping pesticide residues on both hands of each participant. Then the wipes were wrapped in laboratory aluminum foil and placed in zip-lock plastic bags. All hand wipe samples were stored in cold boxes with ice packs, shipped to the laboratory, and refrigerated at -20°C until extraction within 7 days and analyzed afterward by gas chromatography.



Figure 11 Hand wipe sample collection

### 3.5.2.2 Extractions of OP pesticides in wipe samples

An extraction method of OP pesticides was modified from Farahat et al. [96] and Lapparat et al. [77] to measure OPR on chili farmers' hands. First, wipe samples were put into a 250-mL flask with 40 mL of ethyl acetate, then agitated via a mechanical shaker for 10 min at 150 rpm. Wipe samples were transferred into a second 250-mL flask with 40 mL of ethyl acetate and shaken with a mechanical shaker for 5 min at 150 rpm. The solvent from both flasks were combined and then evaporated by using air pumps until the volume was less than 1.0 mL. The residue was dissolved in 1.0 mL of acetone (pesticide grade). The solution was transferred to a 1.5-ml microcentrifuge tube. After centrifugation for 10 min at 10,000 rpm, only the liquid phase was transferred to a sample vial. Finally, the volume was adjusted with acetone (pesticide grade) to 1.0 mL.

### 3.5.2.3 Gas chromatography analysis

Wipe samples were analyzed for chlorpyrifos and profenofos, which were extensively used in this area [32, 35, 36], using an Agilent 7890A gas chromatography (GC) equipped with a flame photometric detector (FPD). The GC run conditions were [77]: HP-5 capillary column (HP-5, 30 m x 0.32 mm id, 0.25- $\mu$ m film thickness) coated with 5% phenyl methyl siloxane. Nitrogen used as carrier gas was set to a flow rate at 2 mL/min, while makeup gas was at 45 mL/min. Air and hydrogen used as detector gas was regulated at 100 and 75 mL/min, respectively. Initially, 1.0  $\mu$ L of sample was injected into the GC on splitless mode. The initial temperature of injector and detector was 230 °C and 250 °C, respectively. The initial condition of the oven was set at 100 °C for 2 min, and then it was programmed to increase at 10 °C/min to 220 °C. The total run time was 24 min.

### 3.5.2.4 Quality control

A calibration curve for quantification was performed using a series of standard solutions at nine concentration levels ranging from 0.001-10.000  $\mu$ g/mL. The correlation coefficient ( $r^2$ ) of chlorpyrifos and profenofos was 0.99951 and 0.99931, respectively. For analytical control, the standard solutions were confirmed in every 10 sample measurements presented in the range of linearity. The limit of detection (LOD) was 0.01 mg/kg for chlorpyrifos and 0.02 mg/kg for profenofos. The limit of quantitation (LOQ) for chlorpyrifos and profenofos was 0.02 and 0.05 mg/kg, respectively. The mean recovery of extractions was 94.8% for profenofos and 64.9% for chlorpyrifos. According to recommendations of the Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), the extraction recovery should be in a range of 80-120% [97]. Hence, the mean recovery of profenofos was accepted, while that of chlorpyrifos was lower than the acceptable range causing a study limitation.

### 3.5.5 Cholinesterase measurement

Blood samples (20  $\mu$ L) were taken from a cleaned fingertip of each participant in capillary tubes during the period of pesticide application by nurses. Blood enzymes erythrocyte acetylcholinesterase (AChE) and plasma cholinesterase (PChE) were tested with the Test-mate ChE Cholinesterase Test System (Model 400) [98], a field spectrophotometric analyzer based on the Ellman method [99] by the researcher and trained research assistants (Figure 12). The results were expressed as units per milliliter (U/mL).



Figure 12 Cholinesterase tested with the Test-mate ChE

### 3.6 Data collection

3.6.1 The researcher submitted letters to the director of the Huaruea Subdistrict Administrative Organization and of Huaruea Health Promoting Hospital to inform the study purposes, plans, and details to ask permission and collaboration for conducting the research study in the subdistrict.

3.6.2 The researcher established working relationships with community leaders, and VHVs.

3.6.3 Data collections were done in April 2015 (baseline), January 2016 (follow-up 1), and April 2016 (follow-up 2). Face-to-face interviews, hand wipe samples, and blood samples were collected from all participants using the similar research measurements and tools at 3 measurement times. The data and samples were mostly

collected from each participant in the same dates; otherwise, they were done within the same weeks.

3.6.4 Face-to-face interviews were administered at convenient places e.g. homes, chili farms, and temples by the researcher and trained interviewers, who were students in public health program, College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University, using the interview forms. The interview consumed an estimated time of 20-30 minutes per person.

3.6.5 Hand wipe sample collections were done during the period of pesticide applications to measure OPR on hands. Hand wipe samples were collected from both hands of all participants by the researcher and trained research assistants at convenient places, e.g. chili farms, temples, and community halls.

3.6.6 Blood sample collections were done during the period of pesticide applications to measure AChE and PChE activities of participants. Blood samples (20  $\mu$ L per person) were collected in the early morning by nurses using lancets and capillary tubes immediately tested by the researcher and trained research assistants using the Test-mate ChE at convenient places e.g. pavilions at the temples, and Huaruea Health Promoting Hospital.

### **3.7 Data analysis**

All data were analyzed with the SPSS software for windows version 16.0. Statistical analyses used in the study were:

3.7.1 Descriptive statistics, i.e. frequency, percentage, mean, standard deviation (SD), otherwise median, interquartile range (IQR) was used to describe demographic characteristics (e.g. gender, age, chronic diseases, alcohol consumption, smoking habit), information on fertilizer use (e.g. kind and frequency of chemical fertilizer use, last use of chemical fertilizers), information on pesticide use (e.g. kind and frequency of pesticide use, last application of pesticides), existent PPE, and ever received training about the use of agrochemicals.



3.7.2 Chi-square test or Fisher's exact test were used to test differences in qualitative variables between experimental and control group at baseline e.g. gender, educational level, chronic diseases, alcohol consumption, smoking habit, number of years working as chili farmers, chili farm size, growing other crops during chili growing season, frequency of chemical fertilizer use, last use of chemical fertilizers, frequency of pesticide use, last use of pesticides, and received training about the use of agrochemicals.

3.7.3 Kolmogorov-Smirnov test was used to test distributions for quantitative variables e.g. age, knowledge score, self-efficacy score, behavior score, OPR, AChE and PChE activities, number of and severity score of reported symptoms related to agrochemical exposure. If data were satisfied, parametric statistics were used. Otherwise, non-parametric statistics were used.

3.7.4 Independent sample t-test was used to compare differences in means of age, behavior scores, AChE and PChE activities between experimental and control group at baseline.

3.7.5 Mann-Whitney U test was used to compare differences in medians of knowledge score, self-efficacy score, OPR, number of, and severity score of reported symptoms related to agrochemical exposure between experimental and control groups at baseline and at follow-up times.

3.7.6 Wilcoxon signed rank test was used to compare differences in medians of knowledge score, self-efficacy score, OPR, number of, and severity score of reported symptoms related to agrochemical exposure within groups between baseline and follow-up1, between baseline and follow-up 2, as well as between follow-up1 and follow-up 2 to determine effects of the agrochemical safety program on these dependent variables within groups.

3.7.7 Repeated measures analysis of variance (repeated measures ANOVA) was used to determine overall effects of the agrochemical safety program on all dependent variables e.g. knowledge score, self-efficacy score, behavior score, OPR, AChE and PChE activities, number of, and severity score reported symptoms related to agrochemical

exposure. In addition, it was used to compare differences in means of behavior scores, AChE and PChE activities between experimental and control group at follow-up times to determine effects of the intervention on behavior scores, AChE and PChE activities between groups.

### **3.8 Ethical considerations**

This study was approved by the Ethic Review Committee for Research Involving Human Research Subjects, Health Science Group, Chulalongkorn University (Certified code no. 078/2558). All participants were informed essential information about the study purposes, study plan, benefits and potential risks of study participation, and protection measures by the researcher. They also had freedoms to withdraw from the study anytime. All participants approved the written inform consents before participating in the study. Due to the ethical concerns, if the agrochemical safety program is successful, it will be distributed to the control group after completing the study.

## CHAPTER IV

### RESULTS

A quasi-experimental study was conducted in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province, Thailand during April 2015 and April 2016 to evaluate effectiveness of the agrochemical safety program to prevent health effects in chili farmers. As mentioned previously in Chapter III, a total of 73 participants completely participated through the end of study. Therefore, this study used data from 73 participants (experimental group = 32, control group = 41) for data analysis.

#### 4.1 Baseline information of study participants

##### 4.1.1 Demographic characteristics of study participants

Baseline demographic characteristics of study participants are presented in Table 11. Most participants were males (52.1%). An average age of participants was  $48.77 \pm 9.13$  years (range: 29.00 – 70.00 years). A majority of participants (76.7%) had completed primary school. Among 73 participants, 26.0% had chronic diseases e.g. peptic ulcer, hypertension. About 42.5% of the participants were alcohol consumers and 19.2% of the participants were smokers. Most participants (39.7%) have worked in chili farming for 11-20 years on the farm size of 1-2 rais (71.2%). Most of them engaged in whole process of chili farming such as preparing farmlands for plantation (96.1%), growing chili plants (97.4%), and harvesting crops (74.0%). Besides most participants (69.9%) grew other crops during chili growing season such as spring onions, corianders, long beans, white radishes, and Thai eggplants. About 73.3% of participants had at least 2 chili farmers in own households.

Table 11 Baseline demographic characteristics of study participants

Characteristics	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>Gender</b>				0.210 <sup>a</sup>
Male	38 (52.1%)	14 (43.8%)	24 (58.5%)	
Female	35 (47.9%)	18 (56.2%)	17 (41.5%)	
<b>Age (years)</b>				0.326 <sup>c</sup>
Mean ± SD (Range)	48.77 ± 9.13 (29.00 - 70.00)	47.53 ± 8.31 (29.00 - 65.00)	49.71 ± 10.05 (29.00 - 70.00)	
<b>Education level</b>				0.906 <sup>b</sup>
Primary education	56 (76.7%)	24 (75.0%)	32 (78.0%)	
Secondary education	11 (15.1%)	5 (15.6%)	6 (14.6%)	
High school education	5 (6.8%)	3 (9.4%)	2 (4.9%)	
Bachelor's degree or higher	1 (1.4%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	
<b>Having any chronic disease</b>				0.860 <sup>a</sup>
No	54 (74.0%)	24 (75.0%)	30 (73.2%)	
Yes	19 (26.0%)	8 (25.0%)	11 (26.8%)	
<b>Alcohol consumption</b>				0.779 <sup>a</sup>
No	42 (57.5%)	19 (59.4%)	23 (56.1%)	
Yes	31 (42.5%)	13 (40.6%)	18 (43.9%)	
<b>Smoking habit</b>				0.496 <sup>a</sup>
No	59 (80.8%)	27 (84.4%)	32 (78.0%)	
Yes	14 (19.2%)	5 (15.6%)	9 (22.0%)	
<b>Number of years working as chili farmers</b>				0.607 <sup>b</sup>
1-10	21 (28.8%)	8 (25.0%)	13 (31.7%)	
11-20	29 (39.7%)	14 (43.8%)	15 (36.6%)	
21-30	18 (24.7%)	9 (28.1%)	9 (22.0%)	
> 30	5 (6.8%)	1 (3.1%)	4 (9.8%)	
<b>Chili farm size (rais)</b>				0.054 <sup>a</sup>
1-2	52 (71.2%)	27 (84.4%)	25 (61.0%)	
3-4	12 (16.4%)	4 (12.5%)	8 (19.5%)	
> 4	9 (12.3%)	1 (3.1%)	8 (19.5%)	
<b>Growing other crops during chili growing season</b>				0.226 <sup>a</sup>
No	22 (30.1%)	12 (37.5%)	10 (24.4%)	
Yes	51 (69.9%)	20 (62.5%)	31 (75.6%)	

Characteristics	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>Number of chili farmers in household</b>				0.484 <sup>b</sup>
1	18 (24.7%)	6 (18.8%)	12 (29.3%)	
2	48 (65.8%)	22 (68.8%)	26 (63.4%)	
3	4 (5.5%)	3 (9.4%)	1 (2.4%)	
4	3 (4.1%)	1 (3.1%)	2 (4.9%)	

<sup>a</sup> Chi-square test; <sup>b</sup> Fisher's exact test; <sup>c</sup> Independent t- test

#### 4.1.2 Patterns of agrochemical use among study participants

##### 4.1.2.1 Pesticide application

All participants directly involved in pesticide application such as mixing or loading (88.3%) and spraying (94.8%). Most of them (50.7%) reported frequently applied pesticides 2 times a month and the last application was longer than 2 weeks ago (54.8%). The pesticide application equipment mostly used by participants was water pumps equipped with tubes and watering heads (52.1%) as shown in Table 12. A variety of pesticides were used in chili farms (Table 13). All participants used insecticides (100.0%), 94.5% used herbicides, and 60.3% used fungicides. Among all participants using insecticides, avermectins (91.8%) was mostly reported, followed by organophosphates, i.e., chlorpyrifos (32.9%), profenofos (31.5%), dimethoate (1.4%) as well as carbamates i.e., methomyl (16.4%). Out of 69 participants using herbicides, paraquat (91.3%) was commonly used, followed by glyphosate (27.5%). Among 44 participants using fungicides, propineb (95.5%) was frequently used.

##### 4.1.2.2 Chemical fertilizer use

All participants reported regularly using chemical fertilizers. Around half of participants frequently used chemical fertilizers twice monthly (50.7%), and the last use was longer than 2 weeks ago (68.5%) as shown in Table 12. A variety of fertilizers were used in chili farms (Table 14). Most participants (50.7%) commonly used NPK fertilizer (formula: 15-15-15), followed by urea fertilizer (45.2%). Furthermore, participants used animal manures as fertilizers, e.g. chicken manures (95.9%), cattle manures (12.3%).

#### 4.1.2.3 Agrochemical storage and disposal

Almost all participants (98.6%) stored agrochemicals outside the houses such as chili farms, sheds, and barns. Only one participant stored agrochemicals in a space under the house (1.4%). In addition, most participants usually disposed of empty agrochemical containers by burying (61.6%). However, some participants used inappropriate disposal means such as leaving in waste collectors (15.1%), leaving on farmlands (13.7%), burning (12.3%), others e.g. collecting in sacks, leaving into disused wells (Table 12).

#### 4.1.2.4 Others

About 30.1% of the participants never received training about the use of agrochemicals. Most participants ever received the training in 1-2 year ago (32.9%) from local trainers such as agrochemical dealers (27.4%), health promoting hospital (23.3%), and provincial agriculture office (21.9%). At the current, most participants had basic PPE e.g. boots (100.0%), chemical-resistant or latex gloves (95.9%), and masks (69.9%) as shown in Table 12.

Table 12 Patterns of agrochemical use among study participants

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n=41)	P-value
<b>Frequency of pesticide application per month</b>				0.220 <sup>b</sup>
1	14 (19.2%)	8 (25.0%)	6 (14.6%)	
2	37 (50.7%)	18 (56.2%)	19 (46.3%)	
3	7 (9.6%)	1 (3.1%)	6 (14.6%)	
4	15 (20.5%)	5 (15.6%)	10 (24.4%)	
<b>Last application of pesticides</b>				0.243 <sup>a</sup>
≤ 2 weeks ago (≤ 14 days)	33 (45.2%)	12 (37.5%)	21 (51.2%)	
> 2 weeks ago (>14 days)	40 (54.8%)	20 (62.5%)	20 (48.8%)	
<b>Types of pesticide application equipment (Multiple responses)</b>				
Water pumps equipped with tubes and watering heads	38 (52.1%)	8 (25.0%)	30 (73.2%)	<0.001 <sup>a</sup>
Diaphragm pump sprayers	29 (39.7%)	21 (65.6%)	8 (19.5%)	<0.001 <sup>a</sup>
Piston pump backpack sprayers	19 (26.0%)	15 (46.9%)	4 (9.8%)	<0.001 <sup>a</sup>

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n=41)	P-value
<b>Frequency of chemical fertilizer use per month</b>				0.630 <sup>a</sup>
1	12 (16.4%)	6 (18.8%)	6 (14.6%)	
2	37 (50.7%)	17 (53.1%)	20 (48.8%)	
3	10 (13.7%)	5 (15.6%)	5 (12.2%)	
4	14 (19.2%)	4 (12.5%)	10 (24.4%)	
<b>Last use of chemical fertilizers</b>				0.641 <sup>a</sup>
≤ 2 weeks ago (≤ 14 days)	23 (31.5%)	11 (34.4%)	12 (29.3%)	
> 2 weeks ago (>14 days)	50 (68.5%)	21 (65.6%)	29 (70.7%)	
<b>Storage place of agrochemicals</b>				0.438 <sup>b</sup>
Outside the house	72 (98.6%)	31 (96.9%)	41 (100.0%)	
Inside the house	1 (1.4%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	
<b>Disposal means of empty agrochemical containers (Multiple responses)</b>				
Burying	45 (61.6%)	27 (84.4%)	18 (43.9%)	<0.001 <sup>a</sup>
Burning	9 (12.3%)	3 (9.4%)	6 (14.6%)	0.722 <sup>b</sup>
Leaving on farmlands	10 (13.7%)	4 (12.5%)	6 (14.6%)	1.000 <sup>b</sup>
Leaving in water resources	3 (4.1%)	0 (0.0%)	3 (7.3%)	0.251 <sup>b</sup>
Leaving in waste collectors	11 (15.1%)	2 (6.2%)	9 (22.0%)	0.099 <sup>b</sup>
Collecting for sale	6 (8.2%)	0 (0.0%)	6 (14.6%)	0.032 <sup>b</sup>
Others	8 (10.0%)	3 (9.4%)	5 (12.2%)	0.101 <sup>b</sup>
<b>Received training about the use of agrochemicals</b>				0.294 <sup>a</sup>
Never	22 (30.1%)	6 (18.8%)	16 (39.0%)	
Received < 1 year ago	17 (23.3%)	8 (25.0%)	9 (22.0%)	
Received 1-2 years ago	24 (32.9%)	13 (40.6%)	11 (26.8%)	
Received > 2 years ago	10 (13.7%)	5 (15.6%)	5 (12.2%)	
<b>Current PPE (Multiple responses)</b>				
Chemical-resistant or latex gloves	70 (95.9%)	32 (100.0%)	38 (92.7%)	0.251 <sup>b</sup>
Fabric gloves	16 (21.9%)	5 (15.6%)	11 (26.8%)	0.251 <sup>a</sup>
Boots	73 (100.0%)	32 (100.0%)	41 (100.0%)	NC
Mask	51 (69.9%)	25 (78.1%)	26 (63.4%)	0.174 <sup>a</sup>
Respirator	20 (27.4%)	12 (37.5%)	8 (19.5%)	0.087 <sup>a</sup>
Chemical safety goggles	17 (23.3%)	8 (25.0%)	9 (22.0%)	0.760 <sup>a</sup>
Face shield	6 (8.2%)	6 (18.8%)	0 (0.0%)	0.005 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Chi-square tests; <sup>b</sup> Fisher's exact tests; NC = No calculated

Table 13 List of pesticides used in chili farms (n= 73)

Chemical class	Common name (Active ingredients)	Trade name	No. of response (%)
<b><i>Insecticides</i></b>			<b>73 (100.0%)</b>
Botanical, Macrocyclic Lactone	Avermectins	Abamectin, Avermectins	67 (91.8%)
Organophosphate	Chlorpyrifos	Podium, Chlorpyrifos	24 (32.9%)
	Profenofos	Selecron	23 (31.5%)
	Dimethoate	Bazooka	1 (1.4%)
Carbamate	Methomyl	Lannate	13 (16.9%)
Neonicotinoids	Imidacloprid	Provado	24 (32.9%)
Pyrethroid	Cypermethrin	Cypermethrin	5 (6.8%)
	Chlorpyrifos+Cypermethrin	Lampard	1 (1.4%)
<b><i>Herbicides</i></b>			<b>69 (94.5%)</b>
Bipyridilium	Paraquat dichloride	Gramoxone, Paraquat	63 (91.3%)
Phosphanoglycine	Glyphosate	Glyphosate, Roundup	19 (27.5%)
Chloroacetanilide	Alachlor	Alachlor	6 (8.7%)
Phenoxy	Fluazifop-p-butyl	Onecide Super	5 (7.2%)
<b><i>Fungicides</i></b>			<b>46 (60.3%)</b>
Dithiocarbamate, Inorganic-Zinc	Propineb	Antracol	42 (95.5%)
Substituted Benzene	Chlorothalonil	Daconil	4 (9.1%)

Table 14 List of fertilizers used in chili farms (n= 73)

Sorts of fertilizers	No. of response (%)
<b>Chemical fertilizers used (Multiple responses)</b>	
NPK fertilizer (15-15-15)	36 (50.7%)
Urea fertilizer (46-0-0)	33 (45.2%)
Others (e.g., 16-16-16, 25-7-7, 27-5-5 )	22 (30.1%)
<b>Organic fertilizers used (Multiple responses)</b>	
Chicken manure	70 (95.9%)
Cattle manure	9 (12.3%)
Others (e.g., biofertilizers)	3 (4.1%)



### **4.1.3 Comparison of baseline characteristics between experimental and control group**

There was no statistically significant difference in baseline demographic characteristics between experimental and control group ( $p > 0.05$ ) as shown in Table 11. Most patterns of agrochemical use in experimental and control group were not statistically significantly different at baseline ( $p > 0.05$ ), except the types of pesticide application equipment, disposal means of empty agrochemical containers (i.e. burying, and collecting for sale), and having face shields were found statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) as presented in Table 12.

### **4.1.4 Comparison of dependent variables between experimental and control group at baseline**

#### *4.1.4.1 Agrochemical safety knowledge*

Ten items regarding agrochemical risks and benefits of agrochemical safety behaviors were asked the participants to assess agrochemical safety knowledge. A possible total score of agrochemical safety knowledge was ranging from 0 to 10 points. In details, frequency and percentage of responses on agrochemical safety knowledge by items are summarized in Appendix A (Table 46). At baseline, the best knowledge found in participants was that washing hands with soap and water after handling agrochemicals can reduce agrochemical exposure (experimental group = 96.9%, control group = 95.1%), followed by farmers can be exposed to agrochemicals through dermal absorption, ingestion, and inhalation (experimental group = 87.5%, control group = 97.6%). The most incorrect knowledge found in participants was that wearing a face mask can effectively protect inhalation pesticide exposure (experimental group = 96.9%, control group = 82.9%), followed by yellow-labeled pesticide products are slightly toxic (experimental group = 84.4%, control group = 75.6%).

In summary, a median knowledge score at baseline in experimental group was lower than that in control group (6.50 and 7.00 points, respectively). However, there was no statistically significant difference in median knowledge score between experimental and control group ( $p = 0.886$ ) as shown in Table 15.

Table 15 Comparison of median knowledge scores between experimental and control group at baseline

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>Knowledge score</b>				0.886 <sup>a</sup>
Median (IQR)	6.00 (6.00-7.00)	6.50 (6.00-8.00)	7.00 (6.00-7.00)	

<sup>a</sup> Mann-Whitney U test

#### 4.1.4.2 Self-efficacy

Five items regarding self-efficacy were asked the participants to determine belief in individual ability to perform agrochemical safety behaviors. A possible total score of self-efficacy was ranging from 5 to 25 points. The item-analysis of self-efficacy in detail was described in Appendix A (Table 47). At baseline, participants in experimental and control group most strongly agreed that they can always clean their body after exposed to agrochemicals (59.4% and 70.7%, respectively). Moreover, participants in control group strongly disagreed, disagreed, or uncertainly agreed that they can store agrochemicals and dispose of agrochemical wastes, properly at the most (2.4%, 4.9%, and 22.0%, respectively), while experimental group had uncertain agreement with that belief about 18.8%.

A comparison of baseline median scores of self-efficacy of experimental and control group is shown in Table 16. A median score of self-efficacy in experimental group (21.00 points) was lower than that in control group (22.00 points). It found no statistically significant difference in median scores of self-efficacy between the both groups ( $p = 1.000$ ).

Table 16 Comparison of median scores of self-efficacy between experimental and control group at baseline

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>Self-efficacy scores</b>				
Median (IQR)	21.00 (19.00-25.00)	21.00 (19.25-25.00)	22.00 (19.00-25.00)	1.000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Mann-Whitney U test

#### 4.1.4.3 Agrochemical safety behaviors

There were 25 items asked for evaluating agrochemical safety behaviors among participants. A possible total score of agrochemical safety behaviors was ranging from 5 to 75 points. In details, the item-analysis of agrochemical safety behaviors was described in Appendix A (Table 48). At baseline, three most proper behaviors found in experimental group were always standing in the windward direction while spraying pesticides, always changing clean clothes immediately after finishing pesticide spray, and always washing clothes worn when spraying pesticides separately from general clothes (93.8% for each behavior). Similarly, for control group, the most appropriate behavior was always changing clean clothes immediately after finishing pesticide spray (100.0%), followed by always washing clothes worn when spraying pesticides separately from general clothes (97.6%), and always standing in the windward direction while spraying pesticides (95.1%). Improper behaviors found in experimental group were never wearing PPE while spraying pesticides such as chemical safety goggles or face shields (78.1%), respirators (59.4%), in addition to while handling chemical fertilizers, never using masks or respirators (78.1%) and latex or chemical-resistant gloves (68.8%). Also, the similar inappropriate behaviors were found in control group such as never wearing chemical safety goggles or face shields (80.5%) and respirators (75.6%) while spraying pesticides.

Table 17, a comparison of mean behavior scores at baseline between experimental and control group revealed that mean behavior score in experimental group was slightly lower than that in control group ( $58.59 \pm 6.02$  and  $59.12 \pm 5.40$  points, respectively), but it was observed no statistically significant difference between the both groups ( $p= 0.695$ ).

Table 17 Comparison of mean scores of agrochemical safety behaviors between experimental and control group at baseline

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>Behavior score</b>				
Mean $\pm$ SD	58.89 $\pm$ 5.65	58.59 $\pm$ 6.02	59.12 $\pm$ 5.40	0.695 <sup>a</sup>
(Range)	(44.00-69.00)	(45.00-69.00)	(44.00-69.00)	

<sup>a</sup>Independent t- test

#### 4.1.4.4 Organophosphate pesticide residues on hands

Two kinds of OP pesticides: chlorpyrifos and profenofos commonly used in chili farms were measured as an indicator of dermal exposure using hand wipe sampling technique. The frequency and percentage of wipe samples with detectable OPR in details were reported Appendix A (Table 49). At baseline, in experimental group, 59.4% of 32 samples was detected both chlorpyrifos and profenofos, 28.1% detected either chlorpyrifos or profenofos, and 12.5% detected none. Whereas, in control group, 51.2% of 41 samples was detected both chlorpyrifos and profenofos, 22.0% detected either chlorpyrifos or profenofos, and 26.8% detected none.

In total, median OPR on participants' hands in experimental group at baseline were slightly higher than that in control group (0.054 and 0.043 mg/kg/two hands, respectively). However, there was no statistically significant difference in the median OPR on hands between experimental and control group ( $p = 0.182$ ) as shown in Table 18. For more details, each OPR on hands by study groups were described in Appendix A (Table 50).

Table 18 Comparison of median OPR on hands between experimental and control group at baseline

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>OPR (mg/ kg/ two hands)</b>				
Median	0.046	0.054	0.043	0.182 <sup>a</sup>
(IQR)	(0.012-0.082)	(0.037-0.075)	(0.010-0.075)	

Detection frequency = number of wipe samples with detectable OPR, <sup>a</sup> Mann-Whitney U test

#### 4.1.4.5 Cholinesterase activity

##### 4.1.4.5.1 AChE activity

At baseline, a mean ( $\pm$ SD) AChE activity in experimental group ( $2.74 \pm 0.84$  U/mL) was lower than that in control group ( $2.92 \pm 0.97$  U/mL), but it was found no statistically difference in the mean AChE activity between experimental and control group ( $p = 0.407$ ) as shown in Table 19.

##### 4.1.4.5.2 PChE activity

A mean ( $\pm$ SD) PChE activity at baseline of experimental group ( $1.49 \pm 0.38$  U/mL) was lower than that of control group ( $1.70 \pm 0.70$  U/mL). However, there was no statistically significant difference in the mean PChE activity between experimental and control group ( $p = 0.115$ ) as presented in Table 19.

Table 19 Comparison of ChE activities between experimental and control group at baseline

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>AChE activity (U/mL)</b>				
Mean $\pm$ SD	$2.84 \pm 0.91$	$2.74 \pm 0.84$	$2.92 \pm 0.97$	0.407 <sup>a</sup>
(Range)	(1.43 - 7.17)	(1.43 - 4.55)	(1.59 - 7.17)	
<b>PChE activity (U/mL)</b>				
Mean $\pm$ SD	$1.61 \pm 0.59$	$1.49 \pm 0.38$	$1.70 \pm 0.70$	0.115 <sup>a</sup>
(Range)	(0.47-3.11)	(0.71 - 2.34)	(0.47 - 3.11)	

<sup>a</sup> Independent t- test

##### 4.1.4.5 Health effects related to agrochemical exposure

All participants were asked about adverse health effects that they experienced when using agrochemicals within 48 hours during 2 past months before interviewed. Twenty-five symptoms related to agrochemical exposure asked the participants included 20 symptoms related to pesticide exposure and 5 symptoms related to chemical fertilizer exposure. If participants reported any symptoms, they were also asked to determine a severity score of each symptom. A severity score for each symptom was ranging from mild to extremely severe with a given possible score of 1

-10 points; otherwise, if participants reported no symptom, a severity score was given for 0 point. The possible total severity score ranged from 0 to 250 points.

Table 20, most participants in experimental group (84.4%) reported having at least one symptom of 25 symptoms at baseline, in which 28.1% of the participants reported 1-3 symptoms, 56.3% reported more than 3 symptoms, and the remained 15.6% reported none of symptom. In control group, 43.9% of the participants reported 1-3 symptoms of 25 symptoms, 31.7% of the participants reported more than 3 symptoms, and 24.4% of the participants reported none of symptom. For more detail, please see Appendix A (Table 51). A proportion of participants with adverse health effects related to agrochemical exposure in experimental and control group was found no statistically significant difference at baseline ( $p = 0.109$ ).

In details, the prevalence and average severity scores of each symptom related to agrochemical exposure by study groups respectively were described in Appendix A, Table 52 and Table 53. The symptoms related to pesticide exposure mostly found in experimental group at baseline were such as fatigue or weakness (65.6%, average severity score = 3.25 points), excessive sweating (56.2%, average severity score = 3.41 points), and headache (34.4%, average severity score = 1.47 points). For control group, the most symptoms related to pesticide exposure were such as excessive sweating (46.3%, average severity score = 3.29 points), blurred vision (31.7%, average severity score = 2.15 points), dizziness (22.0%, average severity score = 2.05 points), skin irritation or burn (22.0%, average severity score = 1.05 points), and hand numbness (22.0%, average severity score = 0.66 points). The top symptom related to chemical fertilizer exposure found in experiment group was skin irritation or itching (21.9%, average severity score = 0.94 points), while that found in control group was cough or sneeze (17.1%, average severity score = 0.83 points).

Table 20 Frequency and percentage of participants having health effects related to agrochemical exposure by study groups at baseline

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>Having health effects related to agrochemical exposure</b>				0.109 <sup>a</sup>
No	15 (20.5%)	5 (15.6%)	10 (24.4%)	
Reported 1-3 symptoms	27 (37.0%)	9 (28.1%)	18 (43.9%)	
Reported > 3 symptoms	31 (42.5%)	18 (56.3%)	13 (31.7%)	

<sup>a</sup> Chi square test

In Table 21, at baseline, a median number of reported symptoms related to agrochemical exposure in experimental group were greater than that in control group (4.00 and 2.00 symptoms, respectively). However, it was found no statistically significant difference ( $p = 0.149$ ). Furthermore, a median total severity score of experimental group was higher than that of control group (19.50 and 8.00 points, respectively), and there was no statistically significant difference between the both groups ( $p = 0.262$ ).

Table 21 Comparison of number and severity score of reported symptoms related to agrochemical exposure between experimental and control group at baseline

Variables	Total (n=73)	Experimental group (n=32)	Control group (n= 41)	P-value
<b>Number of reported symptoms</b>				
Median	3.00	4.00	2.00	0.149 <sup>a</sup>
(IQR)	(1.00-6.00)	(1.25 - 6.75)	(0.50 - 6.00)	
<b>Severity score of symptoms</b>				
Median	14.00	19.50	8.00	0.262 <sup>a</sup>
(IQR)	(4.50 - 29.50)	(5.75 - 28.25)	(2.00 - 30.50)	

<sup>a</sup> Mann-Whitney U test

## 4.2 Effectiveness of agrochemical safety program

### 4.2.1 Effectiveness of agrochemical safety program on agrochemical safety knowledge

Figure 13, it exhibited that a median knowledge score in experimental and control groups was increased from baseline to follow-up 1, and then it was stable during follow-up times. A comparison of median knowledge scores of experimental and control group in each time point is shown in Table 22. At baseline, the median knowledge score in experimental group was slightly lower than that in control group (6.50 and 7.00 points, respectively), and that was no statistically significantly difference between both groups ( $p = 0.886$ ). After participants in experimental group received the agrochemical safety program, the median knowledge scores in experimental group (9.00 points for both times) were more increased in follow-up 1 and follow-up 2 compared to those in control group (8.00 points for both times). Moreover, it was found a statistically significant difference in median knowledge scores between experimental and control group at follow-up 1 and follow-up 2 ( $p < 0.001$  and  $0.001$ , respectively).

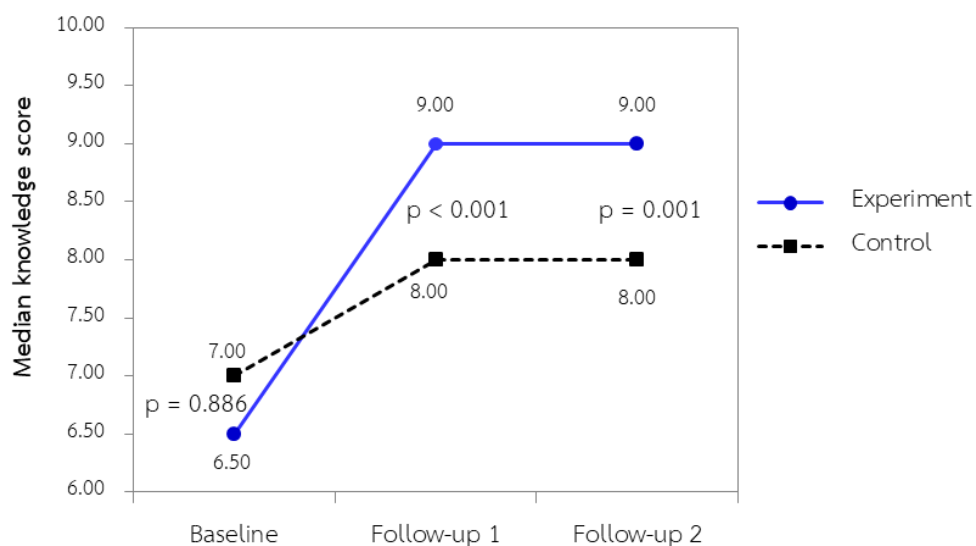


Figure 13 Median knowledge scores of experimental and control group at baseline and follow-up times



Table 22 Comparison of median knowledge scores between experimental and control group

Time of measurement	Experimental group (n=32)		Control group (n=41)		U	P-value
	Median (IQR)	Mean rank	Median (IQR)	Mean rank		
Baseline	6.50 (6.00 - 8.00)	36.61	7.00 (6.00 - 7.00)	37.30	643.50	0.886
Follow-up 1	9.00 (8.00 - 9.75)	47.86	8.00 (7.00 - 9.00)	28.52	308.50	<0.001**
Follow-up 2	9.00 (8.00 - 9.00)	45.97	8.00 (8.00 - 9.00)	30.00	369.00	0.001**

Mann-Whitney U test, \*\* Significant at the 0.01 level

For testing the difference in median knowledge scores among three measurement times within groups, Wilcoxon signed-rank test was conducted and its result was presented in Table 23. For experimental group, it was found a statistically significant increase in median knowledge scores in follow-up 1 and follow-up compared with baseline ( $p < 0.001$  for both tests), but there was no statistically significant difference between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.467$ ). Similarly, for control group, it was observed a statistically significant increase in median knowledge scores in follow-up 1 and follow-up 2 compared to baseline ( $p = 0.005$  and  $< 0.001$ , respectively). Also, it was found no statistically significant difference in median knowledge scores between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.118$ ).

Table 23 Pairwise comparison of median knowledge scores among baseline and follow-up times within groups

Group	Time of measurement	Mean rank		Z	P-value
		Negative ranks	Positive ranks		
Experiment (n=32)	Baseline vs. Follow-up 1	0.00	14.50	-4.65 <sup>a</sup>	<0.001**
	Baseline vs. Follow-up 2	4.00	15.39	-4.65 <sup>a</sup>	<0.001**
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	7.88	7.00	-0.73 <sup>b</sup>	0.467
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	15.65	19.60	-2.80 <sup>a</sup>	0.005**
	Baseline vs. Follow-up 2	11.50	21.00	-4.44 <sup>a</sup>	<0.001**
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	13.36	16.00	-1.57 <sup>a</sup>	0.118

Wilcoxon Signed Ranks Test, <sup>a</sup> Based on negative ranks, <sup>b</sup> Based on positive ranks,

\*\* Significant at the 0.01 level

The most incorrect knowledge found in the experimental group that wearing a face mask can effectively protect inhalation pesticide exposure was dramatically improved from 3.1% in baseline to 50.0% and 62.5% in follow-up times, whereas in the control group it was improved from 17.1% in baseline to 46.3% and 43.9% in follow-up times. Additional incorrect knowledge that yellow-labelled pesticide products are slightly toxic for the experimental group was highly improved from 15.6% in baseline to 59.4% and 56.2% in follow-up times, whereas in the control group it was improved from 24.4% in baseline to 31.7% and 29.3% in follow-up times (Appendix A, Table 46).

Overall effectiveness of the agrochemical safety program on agrochemical safety knowledge scores was evaluated with repeated measure ANOVA. The result indicated that the agrochemical safety program had a statistically significant effect on knowledge scores over times (Wilks' Lambda from multivariate tests,  $p = 0.005$ ) as shown in Table 24.

Table 24 Overall effectiveness of agrochemical safety program on knowledge scores

Variable	F	Hypothesis df	Error df	P-value
Knowledge score	5.686	2.00	70.00	0.005**

Wilks' Lambda from multivariate tests, \*\* Significant at the 0.01 level, df = degree of freedom

#### 4.2.2 Effectiveness of agrochemical safety program on self-efficacy

Figure 14, it revealed that a median score of self-efficacy of the experimental group was increased from baseline to follow-up 1, and it was unchanged during follow-up times. In contrast, a median score of self-efficacy of control group was decreased during baseline and follow-up 1, and it was steady during follow-up times. A Mann-Whitney U test was performed to determine the difference in median scores of self-efficacy between experimental and control group in each time point (Table 25). At baseline, a median score of self-efficacy for experimental group was lower than that for control group (21.00 and 22.00 points, respectively), and it was found no statistically significantly difference between both groups ( $p = 1.000$ ). After received the agrochemical safety program, the median score of self-efficacy of experimental group

(23.00 points for both times) was more increased during follow-up 1 and follow-up 2 when compared to that of control group (21.00 points for both times). Additionally, there was a statistically significant difference in median score of self-efficacy between experimental and control group in follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.006$  and  $0.003$ , respectively).

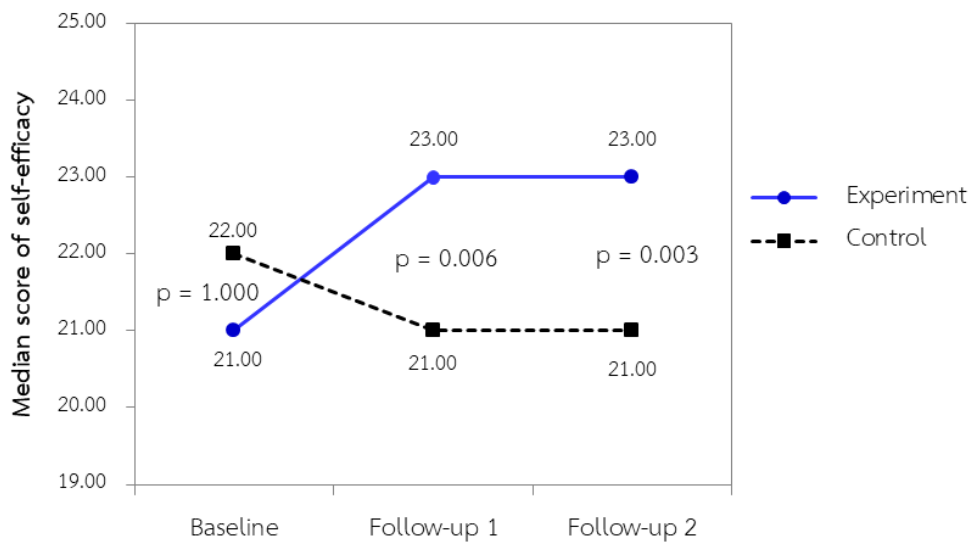


Figure 14 Median scores of self-efficacy of experimental and control group at baseline and follow-up times

Table 25 Comparison of median scores of self-efficacy between experimental and control group

Time of measurement	Experimental group (n=32)		Control group (n=41)		U	P-value
	Median (IQR)	Mean rank	Median (IQR)	Mean rank		
Baseline	21.00 (19.25- 25.00)	37.00	22.00 (19.00- 25.00)	37.00	656.00	1.000
Follow-up 1	23.00 (21.00- 25.00)	44.62	21.00 (19.00- 23.00)	31.05	412.00	0.006**
Follow-up 2	23.00 (22.00- 23.00)	45.12	21.00 (19.50- 23.00)	30.66	396.00	0.003**

Mann-Whitney U test, \*\* Significant at the 0.01 level

For testing the difference in median scores of self-efficacy among three times of measurement within groups, results of Wilcoxon signed-rank test (Table 26) showed that, for the experimental group, there was a statistically significant difference in median scores of self-efficacy between baseline and follow-up 1 ( $p = 0.045$ ), however, it was found no statistically significant difference between baseline and follow-up 1 or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.126$  and  $0.846$ , respectively). For the control group, there was no statistically significant difference in median scores of self-efficacy between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.233$ ,  $0.307$ , and  $0.770$ , respectively).

Table 26 Pairwise comparison of median scores of self-efficacy among baseline and follow-up times within groups

Group	Time of measurement	Mean rank		Z	P-value
		Negative ranks	Positive ranks		
Experiment (n=32)	Baseline vs. Follow-up 1	11.43	12.94	-2.01 <sup>a</sup>	0.045 <sup>*</sup>
	Baseline vs. Follow-up 2	14.41	16.13	-1.53 <sup>a</sup>	0.126
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	16.42	12.07	-0.19 <sup>b</sup>	0.846
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	16.68	19.00	-1.19 <sup>a</sup>	0.233
	Baseline vs. Follow-up 2	17.85	17.00	-1.02 <sup>a</sup>	0.307
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	17.53	17.47	-0.29 <sup>b</sup>	0.770

Wilcoxon Signed Ranks Test, <sup>a</sup> Based on negative ranks, <sup>b</sup> Based on positive ranks,

\* Significant at the 0.05 level

The most self-efficacy strongly agreed by experimental group that they can always clean their bodies (i.e. bathing, shampooing, and handwashing) after exposed to agrochemicals was increased from 59.4% in baseline to 84.4% and 87.5% in follow-up times; while for control group it was increased from 70.7% in baseline to 75.6% in follow-up 1, and it was subsequently decreased to 63.4% in follow-up 2 (Appendix A, Table 47)

Overall effectiveness of the agrochemical safety program on self-efficacy scores by repeated measure ANOVA analyses (Table 27) revealed that the program had a statistically significant effect on self-efficacy scores ( $p = 0.012$ ).

Table 27 Overall effectiveness of agrochemical safety program on self-efficacy scores

Variable	Type III sum of squares	df	Mean square	F	P-value
Self-efficacy score	24.86	1	24.86	6.60	0.012*

Tests of between-subject effects from repeated measure ANOVA, df = degree of freedom,

\* Significant at the 0.05 level

#### 4.2.3 Effectiveness of agrochemical safety program on agrochemical safety behaviors

Figure 15, a mean behavior score of the experimental group was dramatically increased from baseline to follow-up 1 and it was still increased during follow-up times. Likewise, a mean behavior score of the control group was slightly increased from baseline towards follow-up 2. Repeated measures ANOVA (Table 28) was performed to determine differences in mean behavior scores between experimental and control group by measurement time. Results indicated that, at baseline, a mean ( $\pm$ SD) behavior score of experimental and control group seemed to be equal (58.59  $\pm$ 6.02 and 59.12  $\pm$ 5.40 points, respectively) that was found no statistically significant different ( $p = 0.695$ ). After participants in experimental group received the agrochemical safety program, mean ( $\pm$ SD) behavior scores in experimental group were increased during follow-up 1 and follow-up 2 (71.59  $\pm$ 1.68 and 72.69  $\pm$ 1.18 points, respectively) when compared to those in control group (60.00  $\pm$ 5.04 and 61.15  $\pm$ 4.48 points, respectively). Moreover, there was a statistically significant difference in mean behavior scores between experimental and control group in follow-up 1 and follow-up 2 ( $p < 0.001$  for both times).

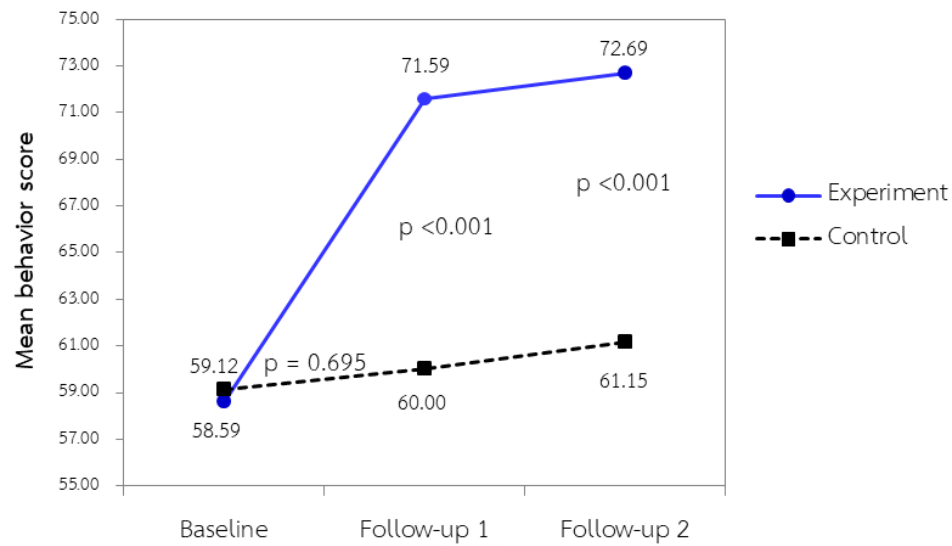


Figure 15 Mean behavior scores of experimental and control group at baseline and follow-up times

Table 28 Comparison of mean behavior scores between experimental and control group

Time of measurement	Mean Difference (experiment - control)	Standard Error	P-value	95% CI	
				Lower	Upper
Baseline	-0.53	1.34	0.695	-3.20	2.14
Follow-up 1	11.59	0.93	<0.001**	9.74	13.45
Follow-up 2	11.54	0.81	<0.001**	9.92	13.16

Repeated measure ANOVA, \*\* Significant at the 0.01 level

For testing the difference in mean behavior scores among baseline and follow-up times within groups, repeated measure ANOVA results (Table 29) showed that mean behavior scores of the experimental group in follow-up1 and follow-up 2 had a statistically significant increase when compared to baseline ( $p < 0.001$  for both tests), but it was found no statistically significant difference between follow-up 2 and follow-up 1 ( $p = 0.127$ ). Conversely, for the control group, there was no statistically significant difference in mean behavior scores between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 1.000$ ,  $0.153$ , and  $0.050$ , respectively).

Table 29 Pairwise comparison of mean behavior scores among baseline and follow-up times within groups

Group	Time of measurement	Mean Difference	Standard Error	P-value	95% CI	
					Lower	Upper
Experiment (n=32)	Baseline vs. Follow-up 1	-13.00	1.17	<0.001**	-15.88	-10.12
	Baseline vs. Follow-up 2	-14.09	1.15	<0.001**	-16.92	-11.26
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	-1.09	0.53	0.127	-2.39	0.20
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	-0.88	1.04	1.000	-3.42	1.66
	Baseline vs. Follow-up 2	-2.02	1.02	0.153	-4.53	0.48
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	-1.15	0.47	0.050	-2.29	0.00

Repeated measure ANOVA, \*\* Significant at the 0.01 level

The most improved behaviors on pesticide use found in the experimental group were always checking PPE before use (increased from 50.0% in baseline to 100.0% in follow-up times); always wearing PPE while mixing and loading pesticides e.g. respirators (increased from 15.6% in baseline to 81.2% and 87.5% in follow-up times), latex or chemical-resistant gloves (increased from 68.8% in baseline to 93.8% and 100.0% in follow-up times); always wearing PPE while spraying pesticides e.g. respirators (increased from 12.5% in baseline to 78.1% and 84.4% in follow-up times), chemical safety goggles or face shields (increased from 0.0% in baseline to 46.9% and 59.4% in follow-up times), latex or chemical-resistant gloves (increased from 65.6% in baseline to 100.0% in follow-up times); always checking pesticide application equipment before use (increased from 53.1% in baseline to 100.0% in follow-up times).

The most improved behaviors on chemical fertilizer use found in the experimental group were always wearing PPE while handling chemical fertilizers i.e. latex or chemical-resistant gloves (increased from 9.4% in baseline to 56.2% and 84.4% in follow-up times) and masks or respirators (increased from 0.0% in baseline to 34.4% and 62.5% in follow-up times).

The most improved behavior on agrochemical storage and disposal found in the experimental group was always keeping agrochemicals in safety places (increased from 25.0% in baseline to 71.9% and 68.8% in follow-up times).

The most improved behavior on personal hygiene found in the experimental group was always washing hands with soap and water immediately after handling agrochemicals (increased from 56.2% in baseline to 100% in follow-up times). See more details in Appendix A, Table 48.

Overall effectiveness of agrochemical safety program on agrochemical safety behavior scores examined by repeated measure ANOVA exhibited that the agrochemical safety program had a statistically significant effect on behavior scores over times (Wilks' Lambda from multivariate tests,  $p < 0.001$ ) as shown in Table 30.

Table 30 Effectiveness of agrochemical safety program on behavior scores

Variable	F	Hypothesis df	Error df	P-value
Behavior score	31.55	2.00	70.00	<0.001**

Wilks' Lambda from multivariate tests, \*\* Significant at the 0.01 level, df = degree of freedom

#### 4.2.4 Effectiveness of agrochemical safety program on OPR on hands

Figure 16, it presented that median OPR on hands in the experimental group was increased from baseline to follow-up 1, and they were steady during follow-up times. In the control group, median OPR on hands were slightly increased from baseline throughout follow-up 2. Mann-Whitney U test was conducted to examine the differences in median OPR between experimental and control group (Table 31). Results showed that at baseline, OPR in the experimental group were higher than those in the control group (0.054 and 0.043 mg/kg/two hands, respectively) that was observed no statistically significantly different ( $p = 0.182$ ). After receiving the program, in follow-up 1, median OPR of the experimental group were greater than those of the control group (0.062 and 0.047 mg/kg/two hands, respectively) that was found statistically significant difference ( $p < 0.001$ ). In follow-up 2, median OPR of the experimental group were lower than those of the control group (0.062 and 0.069 mg/kg/two hands, respectively), but it did not reach statistically significant difference ( $p = 0.815$ ).



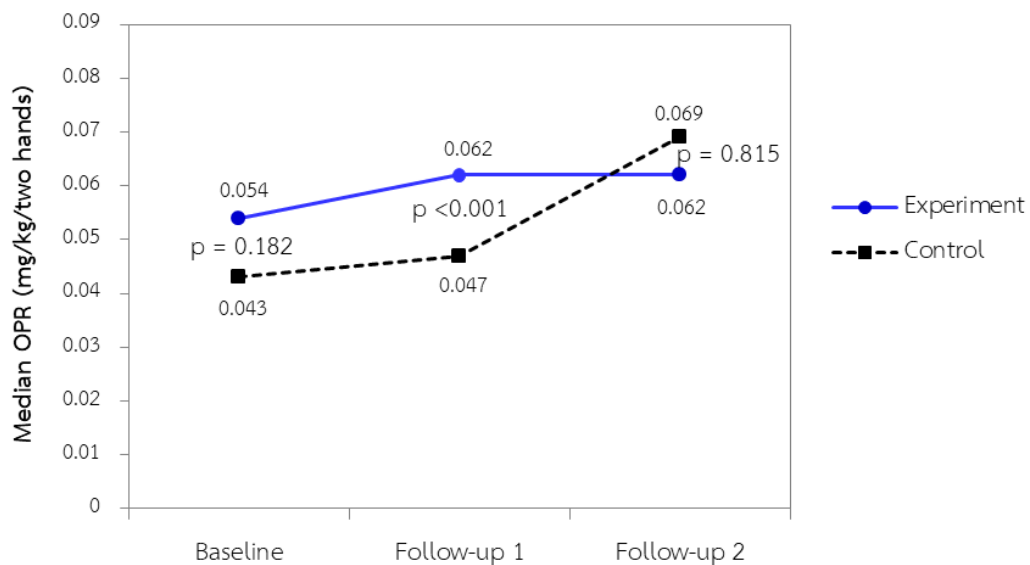


Figure 16 Median OPR in experimental and control group at baseline and follow-up times

Table 31 Comparison of median OPR between experimental and control group

Time of measurement	Experimental group (n=32)		Control group (n=41)		U	P-value
	Median (IQR)	Mean rank	Median (IQR)	Mean rank		
Baseline	0.054 (0.037 - 0.082)	40.75	0.043 (0.010 - 0.075)	34.07	536.00	0.182
Follow-up 1	0.062 (0.053 - 0.102)	46.42	0.047 (0.039 - 0.058)	29.65	354.50	0.001**
Follow-up 2	0.062 (0.058 - 0.081)	36.34	0.069 (0.043 - 0.111)	37.51	635.00	0.815

Mann-Whitney U test, \*\* Significant at the 0.01 level

Wilcoxon signed-rank test was carried out to examine the difference in median OPR on hands among baseline and follow-up times within groups (Table 32). The results presented that in the experimental group, there was no statistically significant difference in median OPR between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.166$ ,  $0.104$ , and  $0.708$ , respectively). In the control group, there was a statistically significant difference in median OPR between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.004$ ), while it was found no

statistically significant difference between baseline and follow-up 1 or between baseline and follow-up 2 ( $p = 0.674$ , and  $0.065$ , respectively).

Table 32 Pairwise comparison of OPR among baseline and follow-up times within groups

Group	Time of measurement	Mean rank		Z	P-value
		Negative ranks	Positive ranks		
Experiment (n=32)	Baseline vs. Follow-up 1	17.27	16.10	-1.38 <sup>a</sup>	0.166
	Baseline vs. Follow-up 2	14.75	17.55	-1.63 <sup>a</sup>	0.104
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	15.78	17.43	-0.37 <sup>b</sup>	0.708
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	24.88	18.52	-0.42 <sup>a</sup>	0.674
	Baseline vs. Follow-up 2	24.00	19.76	-1.85 <sup>a</sup>	0.065
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	15.08	23.11	-2.88 <sup>a</sup>	0.004 <sup>**</sup>

Wilcoxon Signed Ranks Test, <sup>a</sup> Based on negative ranks, <sup>b</sup> Based on positive ranks,

<sup>\*\*</sup> Significant at the 0.01 level

In details, wipe samples with detectable OPR found in the experimental group was increased from 87.5% at baseline to 100.0% in follow-up times; most of which was detected both chlorpyrifos and profenofos residues. Likewise, in the control group, wipe samples with detectable OPR was increased from 73.2% in baseline to 97.5% in follow-up times (Appendix A, Table 49).

Overall effectiveness of the agrochemical safety program on OPR on hands tested by repeated measure ANOVA indicated that the program had no statistically significant effect to OPR on hands over times (Wilks' Lambda from multivariate tests,  $p=0.557$ ) as shown in Table 33.

Table 33 Overall effectiveness of agrochemical safety program on OPR on hands

Variable	F	Hypothesis df	Error df	P-value
OPR	0.59	2.00	70.00	0.557

Wilks' Lambda from multivariate tests, df = degree of freedom

## 4.2.5 Effectiveness of agrochemical safety program on ChE activity of chili farmers

### 4.2.5.1 Effectiveness of agrochemical safety program on AChE activity

Figure 17, it showed that a mean AChE activity in the experimental group was continually improved from baseline throughout follow-up 2. In the control group, a mean AChE activity was slightly improved from baseline to follow-up 1, and it later dropped in follow-up 2. Repeated measure ANOVA was carried out to determine the differences in mean AChE activities between experimental and control group by time measurements (Table 34). The results demonstrated that at baseline, a mean ( $\pm$ SD) AChE activity in experimental group was lower than that in control group ( $2.69 \pm 0.88$  and  $2.92 \pm 0.97$  U/mL, respectively). After receiving the program, a mean ( $\pm$ SD) AChE activity of the experimental group was more improved during follow-up 1 and follow-up 2 ( $3.25 \pm 0.60$  and  $3.28 \pm 0.69$  U/mL, respectively) when compared to that of the control group ( $3.02 \pm 0.60$  and  $2.97 \pm 0.64$  U/mL, respectively). However, there was no statistically significant difference in mean AChE activities between the both groups at baseline, follow-up 1, and follow-up 2 ( $p = 0.330$ ,  $0.122$ , and  $0.068$ , respectively).

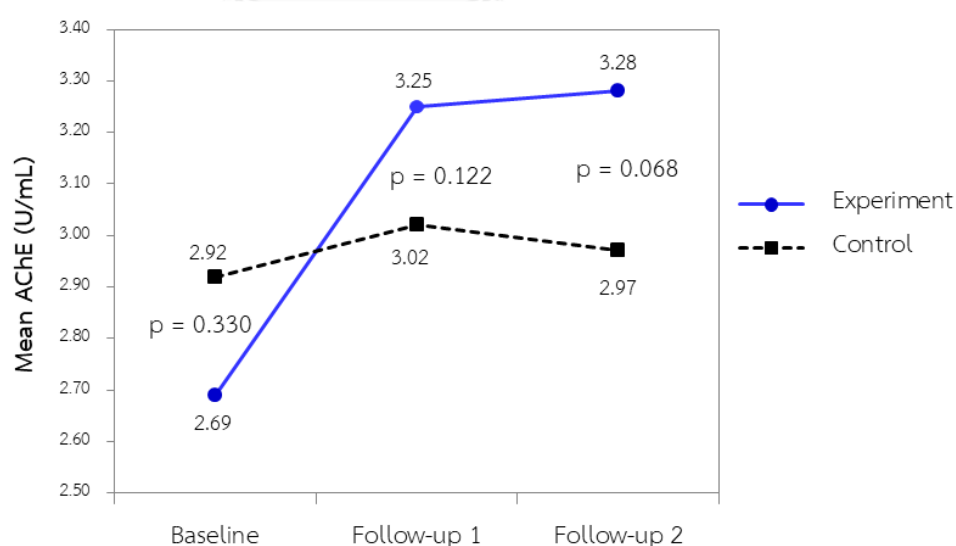


Figure 17 Mean AChE activities in experimental and control group at baseline and follow-up times

Table 34 Comparison of mean AChE activities between experimental and control group

Time of measurement	Mean Difference (experiment - control)	Standard Error	P-value	95% CI	
				Lower	Upper
Baseline	-0.22	0.23	0.330	-0.68	0.23
Follow-up 1	0.23	0.15	0.122	-0.06	0.53
Follow-up 2	0.30	0.16	0.068	-0.02	0.62

Repeated measure ANOVA

For testing the difference in mean AChE activities among baseline and follow-up times within groups, results of repeated measure ANOVA (Table 35) revealed that in the experimental group, there were statistically significant improvements in mean AChE activities during two follow-up times when compared to baseline ( $p = 0.003$  and  $0.001$ , respectively), and no statistically significant difference was observed between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 1.000$ ). Conversely, in the control group, there was no statistically significant difference in mean AChE activity between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 1.000$  for each pair).

Table 35 Pairwise comparison of mean AChE activities among baseline and follow-up times within groups

Group	Time of measurement	Mean Difference	Standard Error	P-value	95% CI	
					Lower	Upper
Experiment (n=28)	Baseline vs. Follow-up 1	-0.56	0.16	0.003**	-0.95	-0.16
	Baseline vs. Follow-up 2	-0.58	0.16	0.001**	-0.97	-0.19
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	-0.03	0.08	1.000	-0.23	0.17
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	-0.10	0.13	1.000	-0.42	0.22
	Baseline vs. Follow-up 2	-0.06	0.13	1.000	-0.38	0.26
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	0.04	0.07	1.000	-0.12	0.21

Repeated measure ANOVA, \*\* Significant at the 0.01 level

Overall effectiveness of the agrochemical safety program on AChE activity tested by repeated measure ANOVA is shown in Table 36. It indicated that the agrochemical safety program had a statistically significant effect on AChE activity over times (Wilks' Lambda from multivariate tests,  $p = 0.047$ ).

Table 36 Overall effectiveness of agrochemical safety program on AChE activity

Variable	F	Hypothesis df	Error df	P-value
AChE activity	3.21	2.00	66.00	0.047*

Wilks' Lambda from multivariate tests, \*\* Significant at the 0.05 level, df = degree of freedom

#### 4.2.5.2 Effectiveness of agrochemical safety program on PChE activity

Figure 18, it exhibited that a mean PChE activity of the experimental group was continually improved from baseline through follow-up 2. Contrarily, mean PChE activity of the control group was decreased during baseline and follow-up 1, and it was then increased in follow-up 2. Repeated measure ANOVA results (Table 37) showed that the mean ( $\pm$ SD) PChE activities at baseline, follow-up 1, and follow-up 2 in the experimental group ( $1.47 \pm 0.39$ ,  $1.58 \pm 0.40$  and  $1.60 \pm 0.36$  U/mL, respectively) were lower than those in the control group ( $1.70 \pm 0.70$ ,  $1.65 \pm 0.53$ , and  $1.73 \pm 0.46$  U/mL, respectively). However, there was no statistically significant difference in mean PChE activities between experimental and control group at baseline, follow-up 1, or follow-up 2 ( $p = 0.121$ ,  $0.528$ , and  $0.224$ , respectively).

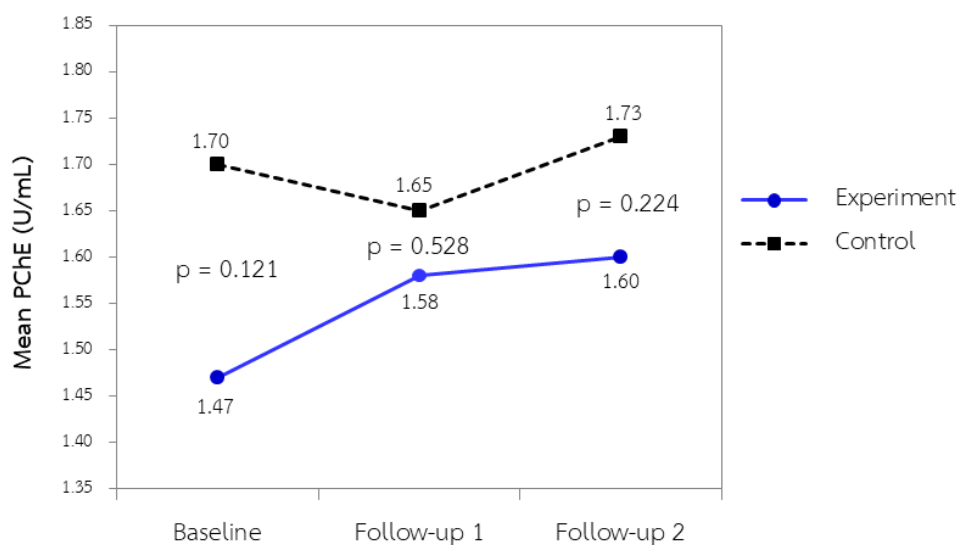


Figure 18 Mean PChE activities in experimental and control group at baseline and follow-up times

Table 37 Comparison of mean PChE activities between experimental and control group

Time of measurement	Mean Difference (experiment - control)	Standard Error	P-value	95% CI	
				Lower	Upper
Baseline	-0.23	0.15	0.121	-0.52	0.06
Follow-up 1	-0.08	0.12	0.528	-0.31	0.16
Follow-up 2	-0.13	0.10	0.224	-0.33	0.08

Repeated measure ANOVA

For testing the difference in mean PChE activities among baseline and follow-up times within groups, repeated measure ANOVA results (Table 38) demonstrated that in the experimental group, there was no statistically significant difference in mean PChE activities between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p=1.000$ ,  $0.463$ , and  $1.000$ , respectively). The similar results were also found in the control group ( $p = 1.000$ ,  $1.000$ , and  $0.745$ , respectively).

Table 38 Pairwise comparisons of mean PChE activities among baseline and follow-up times within groups

Group	Time of measurement	Mean Difference	Standard Error	P-value	95% CI	
					Lower	Upper
Experiment (n=28)	Baseline vs. Follow-up 1	-0.10	0.12	1.000	-0.39	0.18
	Baseline vs. Follow-up 2	-0.13	0.09	0.463	-0.35	0.09
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	-0.03	0.08	1.000	-0.23	0.18
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	0.05	0.10	1.000	-0.19	0.29
	Baseline vs. Follow-up 2	-0.03	0.08	1.000	-0.21	0.15
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	-0.08	0.07	0.745	-0.25	0.88

Repeated measure ANOVA

Overall effectiveness of the agrochemical safety program on PChE activity tested by repeated measure ANOVA (Table 39) showed that the program had no statistically significant effect on PChE activity (Wilks' Lambda from multivariate tests,  $p = 0.593$ ).

Table 39 Overall effectiveness of agrochemical safety program on PChE activity

Variable	F	Hypothesis df	Error df	P-value
PChE activity	0.53	2.00	66.00	0.593

Wilks' Lambda from multivariate tests, df = degree of freedom

#### 4.2.6 Effectiveness of agrochemical safety program on health effects related to agrochemical exposure

##### 4.2.6.1 Effectiveness of agrochemical safety program on number of reported symptoms related to agrochemical exposure

Figures 19, median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure in the experimental group were decreased continually from baseline through follow-up 2, while those in the control group were unchanged from baseline through follow-up 2. Mann-Whitney U test was performed to determine differences in median numbers of reported symptoms between experimental and control group by time measurements (Table 40). Results exhibited that at baseline, a median number of reported symptoms in the experimental group was higher than that in the control

group (4.00 and 2.00 symptoms, respectively) that was found no statistically significantly different ( $p = 0.149$ ). After receiving the program, a median number of reported symptoms in the experimental group equaled to that in the control group at follow-up 1, but there was no statistically significant difference (2.00 symptoms for both groups,  $p = 0.517$ ). In follow-up 2, a median number of reported symptoms in the experimental group was lower than that in the control group (0.00 and 2.00 symptoms, respectively), and it was also found a statistical significant difference ( $p = 0.011$ ).

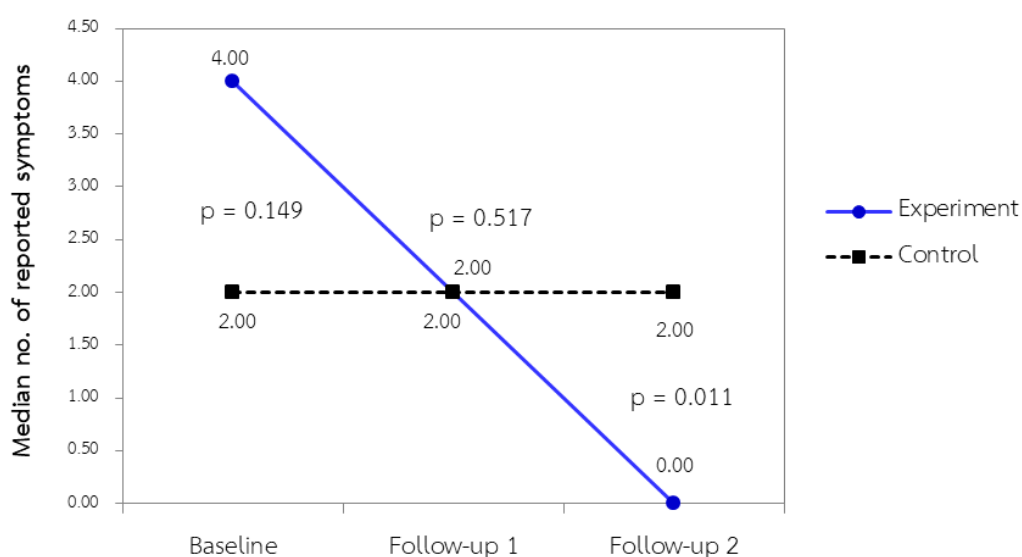


Figure 19 Median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure in experimental and control group at baseline and follow-up times

Table 40 Comparison of median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure between experimental and control group

Time of measurement	Experimental group (n=32)		Control group (n=41)		U	P-value
	Median (IQR)	Mean rank	Median (IQR)	Mean rank		
Baseline	4.00 (1.25- 6.75)	41.02	2.00 (0.50- 6.00)	33.87	527.50	0.149
Follow-up 1	2.00 (0.25- 4.00)	35.16	2.00 (1.00- 5.50)	38.44	597.00	0.507
Follow-up 2	0.00 (0.00- 2.75)	30.33	2.00 (0.00- 4.50)	42.21	442.50	0.011*

Mann-Whitney U test, \* Significant at the 0.05 level



Wilcoxon signed-rank test was conducted to examine the difference in median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure among baseline and follow-up times within groups (Table 41). Results presented that in the experimental group, statistically significant differences in median numbers of reported symptoms were found between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, and between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.008$ ,  $<0.001$ , and  $0.002$ , respectively). In contrast, there was no statistically significant difference in the control group between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.954$ ,  $0.677$ , and  $0.475$ , respectively).

Table 41 Pairwise comparison of median numbers of reported symptoms related to agrochemical exposure among baseline and follow-up times within groups

Group	Time of measurement	Mean rank		Z	P-value
		Negative ranks	Positive ranks		
Experiment (n=32)	Baseline vs. Follow-up 1	14.92	11.36	-2.66 <sup>a</sup>	0.008 <sup>**</sup>
	Baseline vs. Follow-up 2	14.82	6.25	-3.83 <sup>a</sup>	<0.001 <sup>**</sup>
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	12.17	8.50	-3.03 <sup>a</sup>	0.002 <sup>**</sup>
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	15.81	13.37	-0.06 <sup>a</sup>	0.954
	Baseline vs. Follow-up 2	16.82	16.13	-0.42 <sup>a</sup>	0.677
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	11.78	15.17	-0.71 <sup>a</sup>	0.475

Wilcoxon Signed Ranks Test, <sup>a</sup> Based on positive ranks, <sup>\*\*</sup> Significant at the 0.01 level

In the experimental group, the percentage of participants having some symptoms related to agrochemical exposure were constantly decreased from 84.5% at baseline to 75.0% and 37.5% in follow-up times. Conversely, in the control group, it was increased from 75.6% in baseline to 80.5% in follow-up 1 and it was decreased to 61.0% in follow-up 2 (Appendix A, Table 51).

The most decreased symptoms related to pesticide exposure found in the experimental group were such as fatigue or weakness (decreased from 65.6% in baseline to 25.0% and 18.8% in follow-up times), and excessive sweating (decreased from 56.2% in baseline to 18.8% and 6.2% in follow-up times). See more details in Appendix A, Table 52.

The most decreased symptoms related to chemical fertilizer exposure found in the experimental group were such as skin irritation or itching (decreased from 21.9% in baseline to 3.1% in follow-up times), and cough or sneeze (decreased from 15.6% in baseline to 3.1% in follow-up times) as shown in Appendix A, Table 52.

Overall effectiveness of the agrochemical safety program on a number of reported symptoms related to agrochemical exposure examined by repeated measure ANOVA (Table 42) showed that the program had a statistically significant effect on the number of reported symptoms over times (Wilks' Lambda from multivariate tests,  $p = 0.001$ ).

Table 42 Overall effectiveness of agrochemical safety program on number of reported symptom related to agrochemical exposure

Variable	F	Hypothesis df	Error df	P-value
Number of reported symptom	7.25	2.00	70.00	0.001**

Wilks' Lambda from multivariate tests, \*\* Significant at the 0.01 level, df = degree of freedom

#### 4.2.6.2 Effectiveness of agrochemical safety program on severity score of symptoms related to agrochemical exposure

Figure 20, it demonstrated that a median severity score of symptoms related to agrochemical exposure in the experimental group was decreased continuously from baseline throughout follow-up 2, while a median severity score of symptoms in the control group were slightly decreased from baseline thru follow-up 2. Results of Mann-Whitney U test (Table 43) showed that at baseline, the median severity score of symptoms in the experimental group was greater than that in the control group (19.50 and 8.00 points, respectively), but it did not reach statistical significance ( $p = 0.262$ ). After receiving the program, in follow-up 1, the experimental group had median severity score of symptoms higher than the control group (8.00 and 7.00 points, respectively), but there was no statistically significant difference ( $p = 0.535$ ). In follow-up 2, the experimental group had median severity score of symptoms lower than the control group (0.00 and 6.00 points, respectively), and it also had a statistically significant difference ( $p = 0.006$ ).

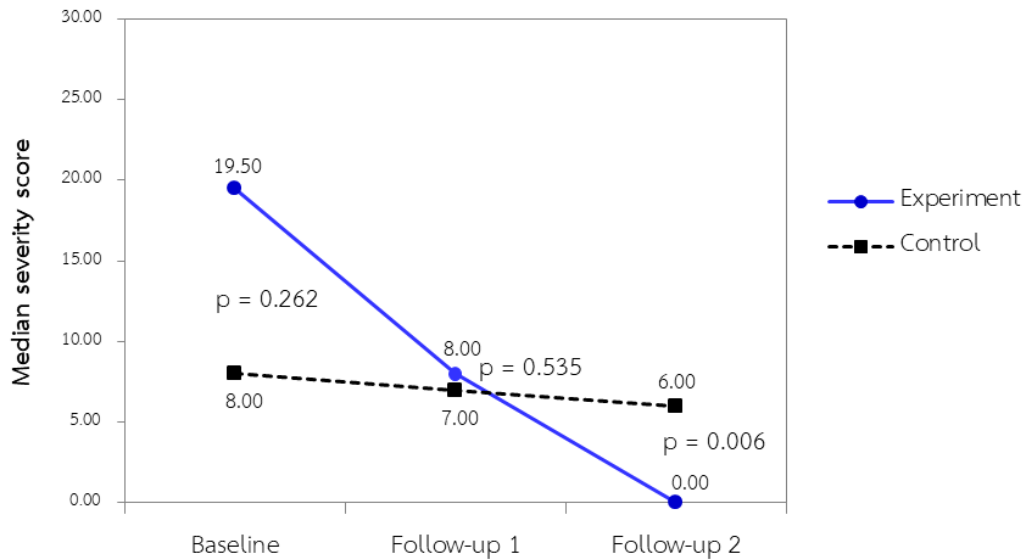


Figure 20 Median severity scores of symptoms related to agrochemical exposure in experimental and control group at baseline and follow-up times

Table 43 Comparison of median severity scores of symptoms related to agrochemical exposure between experimental and control group

Time of measurement	Experimental group (n=32)		Control group (n=41)		U	P-value
	Median (IQR)	Mean rank	Median (IQR)	Mean rank		
Baseline	19.50 (5.75-28.25)	40.14	8.00 (2.00-30.50)	34.55	555.50	0.262
Follow-up 1	8.00 (1.25-12.00)	35.27	7.00 (2.00-27.00)	38.35	600.50	0.535
Follow-up 2	0.00 (0.00-6.00)	29.70	6.00 (0.00-34.00)	42.70	422.50	0.006**

Mann-Whitney U test, \*\* Significant at the 0.01 level

For examining the difference in median severity scores of symptoms related to agrochemical exposure among baseline and follow-up times within groups, results of Wilcoxon signed-rank test (Table 44). Results exhibited that in the experimental group, there was a statistically significant difference in median severity scores of symptoms between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, and between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p < 0.001$  for each pair). Conversely, in the control group, it found no statistically significant difference between baseline and follow-up 1, between baseline and follow-up 2, or between follow-up 1 and follow-up 2 ( $p = 0.844$ ,  $0.573$ , and  $0.163$ , respectively).

Table 44 Pairwise comparison of median severity scores of symptoms related to agrochemical exposure within subjects between baseline and follow-up times

Group	Time of measurement	Mean rank		Z	P-value
		Negative ranks	Positive ranks		
Experiment (n=32)	Baseline vs. Follow-up 1	16.62	7.20	-3.93 <sup>a</sup>	<0.001 <sup>**</sup>
	Baseline vs. Follow-up 2	15.84	3.33	-4.40 <sup>a</sup>	<0.001 <sup>**</sup>
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	13.17	7.83	-3.62 <sup>a</sup>	<0.001 <sup>**</sup>
Control (n=41)	Baseline vs. Follow-up 1	22.57	16.57	-0.20 <sup>b</sup>	0.844
	Baseline vs. Follow-up 2	18.35	15.56	-0.56 <sup>a</sup>	0.573
	Follow-up 1 vs. Follow-up 2	18.18	17.69	-1.40 <sup>a</sup>	0.163

Wilcoxon Signed Ranks, <sup>a</sup> Based on positive ranks, <sup>b</sup> Based on negative ranks,

<sup>\*\*</sup> Significant at the 0.01 level

The symptoms related to pesticide exposure mostly found in the experimental group had constant decreases in mean severity scores such as excessive sweating (decreased from 3.41 points in baseline to 0.62 and 0.12 points in follow-up times) and fatigue or weakness (decreased from 3.25 points in baseline to 0.84 and 0.66 points in follow-up times) as presented in Appendix A, Table 53.

Also the severity scores of symptoms related to chemical fertilizer exposure mostly found in the experimental group had persistent decreases in the mean severity score such as skin irritation or itching (decreased from 0.94 points in baseline to 0.03 and 0.06 points in follow-up times) and cough or sneeze (decreased from 0.66 points in baseline to 0.09 points in follow-up times) as shown in Appendix A, Table 53.

Overall effectiveness of the agrochemical safety program on a severity score of symptoms related to agrochemical exposure was assessed by repeated measures ANOVA (Table 45). Results reported that the agrochemical safety program had a statistically significant effect on the severity score of symptoms over times (Wilks' Lambda from multivariate tests,  $p < 0.001$ ).

Table 45 Overall effectiveness of agrochemical safety program on severity score of symptoms related to agrochemical exposure

Variable	F	Hypothesis df	Error df	P-value
Severity score	10.98	2.00	70.00	<0.001**

Wilks' Lambda from multivariate tests, \*\* Significant at the 0.01 level, df = degree of freedom



## CHAPTER V

### DISCUSSIONS

#### 5.1 Study participants

##### 5.1.1 Number of study participants

A total number of study participants completely participated through the end of the study (n=73) that was lower than the sample size required (a total of 80 participants or 40 participants per group). In addition, a dropout rate in this study (21.3%, n= 17) was quite large; dropouts in the experimental group (n = 13) were 3.25 times more than those in the control group (n = 4) because a year-long study period and intervention activities might consume more working hours of participants. However, there was no statistically significant difference in baseline demographic characteristics and patterns of agrochemical use between chili farmers who did and did not complete the study.

##### 5.1.2 Comparison of independent variables and dependent variables between experimental and control group at baseline

At baseline, demographic characteristics (Table 11), patterns of agrochemical use (Table 12), and dependent variables: agrochemical safety knowledge score (Table 15), self-efficacy score (Table 16), agrochemical safety behavior score (Table 17), OPR on hands (Table 18), AChE and PChE activity (Table 19), number and severity scores of reported symptoms related to agrochemical exposure (Table 20, 21) in experimental and control group were not statistically significantly different ( $p > 0.05$ ). Therefore, characteristics of study participants in both groups were homogenous.

##### 5.1.3 Patterns of agrochemical use

In this study, all chili farmers directly involved in agrochemical use, i.e. applying chemical fertilizers (100.0%), mixing or loading (88.3%) and spraying pesticides (94.8%) led to frequently exposing to agrochemicals. Most of them (83.6%) used chemical fertilizers twice a month or more. Various chemical fertilizers were used in their farms e.g. NPK fertilizer (formula 15-15-15), urea fertilizer (formula 46-0-0). There was no

previous study reported patterns of chemical fertilizer use among chili farmers in Thailand and elsewhere. Therefore, this is the first study about patterns of chemical fertilizer use among Thai farmers.

Regarding the patterns of pesticide use, a majority of chili farmers (80.8%) used pesticides 2 times per month or more. That was consistent with a recent study reported that chili farmers in Chatturat district, Chaiyaphum province, Thailand applied pesticides in an average of 2.90 times per month [27]. The frequency of pesticide application among Thai chili farmers seemed to be higher than that of chili farmers in Sri Lanka that applied pesticides in their fields in a range of 1-6 times per crop (1 crop  $\approx$  6 months) [100]. Moreover, chili farmers in this study used various kinds of pesticides in their farms i.e. insecticides (100.0%), herbicides (94.5%), and fungicides (60.3%). That was agreed with previous studies in Ubon Ratchathani province, Thailand [32, 39] and Sri Lanka [100] reported that a variety of pesticides were used in chili farming; particularly OP insecticides, which are cholinesterase inhibitors, were mostly used e.g. chlorpyrifos, profenofos, pirimiphos-methyl, dimethoate, monocrotophos.

#### **5.1.4 Organophosphate pesticide residues on chili farmers' hands**

In this study, most chili farmers (79.5%) had been detected OPR on hands at baseline; 54.8% of them were found both chlorpyrifos and profenofos. It might assume that chili farmers were regularly exposed to pesticides by dermal route. Out of 73 wipe samples, 69.9% was detected chlorpyrifos residues in a range of 0.01-0.96 mg/kg/two hands; 64.4% was detected profenofos residues in a range of 0.02-3.34 mg/kg/two hands. The percentage of detectable wipe samples and the detectable range of both residues in this study were greater than those reported by Taneepanichskul et al. [36], even though this study had a limitation on extraction recoveries for chlorpyrifos residues. Conversely, chlorpyrifos residues on chili farmers' hands in this study were lower than those in the earlier study of Taneepanichskul et al. [35]. It might be because the OP exposure level was varied by the exposure measurement used.

### 5.1.5 Cholinesterase activity

The average AChE of chili farmers in this study at baseline ( $2.84 \pm 0.91$  U/mL) was lower than that of elderly people in agricultural area in Ubon Ratchathani province ( $3.31 \pm 0.56$  U/mL) [51], rice farmers in Chinart province ( $2.92 \pm 0.60$  U/mL) [101], and Kenya agricultural workers ( $4.17 \pm 0.82$  U/mL) [102], but it was greater than that of rice farmers in Nakhon Nayok province ( $2.63 \pm 0.55$  U/mL) [92] and cacao farmers in Southwestern Nigeria ( $2.63 \pm \text{SE: } 0.08$  U/mL) [103]. Regarding to PChE activity, chili farmers in this study had the average PChE ( $1.61 \pm 0.59$  U/mL) equaled to the previous study in rice farmers in Chinart province ( $1.60 \pm 0.30$  U/mL) [101] that was higher than that of rice farmers in Nakhon Nayok province ( $1.01 \pm 0.44$  U/mL) [92]. Possible explanations were that ChE activities were varied by genetic factors e.g. age, gender [66, 68] and external factors e.g. crop types, agricultural tasks, kind of pesticides use, and level of pesticide exposure. Decreased ChE activities might cause constant firing of electrical signals across synapses in the nervous systems leading to adverse symptoms e.g. muscular twitching, trembling, paralyzed breathing, and convulsions [104].

### 5.1.6 Health effects related to agrochemical exposure

This study found high prevalence of adverse health effects related to pesticide exposure among chili farmers (78.1%); particularly the symptoms on central nervous system were mostly found e.g. fatigue or weakness, headache, dizziness. That was consistent with previous studies among chili farmers in Chaiyaphum province [27], rice farmers in Chinart province [92], pesticide applicators in Ratchaburi province [105], and farmers in Mexico [106]. However a recent study exhibited that central nervous system symptoms from pesticide exposure e.g. memory problem and irritability were mostly found among chili farmers in Ubon Ratchathani province [37]. It might be due to variations in symptom measurements, pesticides exposed, and exposure levels.

The prevalence of adverse health effects related to chemical exposure among chili farmers was quite low (27.8%), and the symptoms mostly found included cough or sneeze (16.4%), and skin irritation or itching (15.1%). Only one study demonstrated



low prevalence of symptoms from chemical exposure among shallot farmers in Phayao province including eye irritation, difficulty in breathing, and runny nose, cough, or sneeze [19]. However, it could not understand the mechanism in the development of adverse symptoms related to chemical fertilizer exposure clearly. It might be caused by chemical fertilizer ingredients that contained acid substances (e.g. ammonium sulfate), alkali substances (e.g. ammonium phosphate, urea), and dust that might irritate or damage skin and respiratory tracts leading to adverse symptoms [107, 108].

## **5.2 Effectiveness of agrochemical safety program on increasing agrochemical safety knowledge**

Findings indicated that after receiving the agrochemical safety program, the experimental group had a more significant increase in agrochemical safety knowledge scores than the control group. Compared within the experimental group, agrochemical safety knowledge score was significantly increased during follow-up times compared to baseline. It concluded that the program had significant and sustained effectiveness on increasing agrochemical safety knowledge among chili farmers. The findings were consistent with the study of Raksanam et al. [42, 43] demonstrated that a Multi-approach model for improving agrochemical safety had a significant improvement on knowledge scores (dependent sample paired t-test,  $p < 0.001$ ) in rice farmers in Pathum Thani province, Central Thailand. In addition, several studies showed that educational interventions on pesticide safety led to improvement in knowledge scores in Thai farmers. For example, the study of Boonyakawee et al. [46] exhibited that an intervention to reduce insecticide exposure was significantly associated with improved knowledge scores in Shogun orange farmers in Krabi province, Southern Thailand (linear mixed model,  $p < 0.001$ ). Similarly, the study of Jariya et al. [44] revealed that a participatory learning program on pesticide use can be effective in increasing knowledge scores of agriculturists in Sukhothai province, Central Thailand (dependent sample paired t-test,  $p < 0.001$ ). These studies had differences in intervention designs and components, but main contents of educational training focused on the safe use of pesticides seemed to be coincided. However, the agrochemical safety program likely had several strengths because it included the agrochemical safety training and media

focusing on the safe use of both pesticides and chemical fertilizers and practical demonstrations using TST developed for demonstrating visual pictures of invisible agrochemical exposure on skins, clothes, and other exposed surfaces contributing trainees to understand exposure patterns of agrochemicals on their bodies and environments potentially inducing trainees to concentrate on the training, discuss and share opinions about agrochemical exposure and importance of PPE use resulting in increasing awareness and improving behaviors on agrochemical safety.

Doubtfully, this study found that the control group had significant improvements in knowledge score during follow-up times when compared to baseline. Possible reasons were because participants in the control group received information or training about the safe use of agrochemicals from other sources during one year of study period leading to improvement in knowledge scores. Based on the interviews, participants in the control group received training about the safe use of agrochemicals in a past year before interviewed were elevated from 22.0% (n=9) in baseline to 43.9% (n=18) in follow-up 1. Additionally, they received the training focusing on only pesticide safety from academic institutes (17.1%, n=7), provincial agriculture office (9.8%, n=4), health promoting hospital (9.8%, n=4), and others (7.3%, n=3) e.g. agrochemical dealers, VHVs. It seemed to be difficult to control this external factor.

### **5.3 Effectiveness of agrochemical safety program on increasing self-efficacy**

Findings revealed that after receiving the agrochemical safety program, the experimental group had significant increases in self-efficacy score during follow-up times more than the control group. Compared within experimental group, self-efficacy score was significantly increased in follow-up 1 compared to baseline. Conclusively, the program showed significant effectiveness on increasing self-efficacy score in chili farmers. In this regard, there was no comparative study. Possible explanations could be self-efficacy can be developed by 4 ways: mastery experience, social modeling, physiological states and verbal persuasion [72]. In the agrochemical safety program, peer facilitators were established to play an important role in modelling, facilitating, suggesting, and supporting other participants to perform agrochemical safety behaviors. Participants could learn agrochemical safety behaviors by observing peer facilitators

possibly resulted in increased self-efficacy. Moreover, activities in the agrochemical safety training (e.g. sharing experiences and practical demonstrations) were frequently inserted verbal persuasion to increase self-efficacy of participants; games and entertainment activities were periodically intervened to relax participants before undertaking agrochemical safety behaviors. The more self-efficacy gained the more agrochemical safety behaviors improved.

#### **5.4 Effectiveness of agrochemical safety program on improving agrochemical safety behaviors**

Findings indicated that after receiving the agrochemical safety program, the experimental group had more significant improvements in agrochemical safety behavior score than the control group. Within the experimental group, agrochemical safety behavior score had significant improvements in follow-up times compared to baseline. It concluded that the program had significant effectiveness on improving agrochemical safety behavior scores in chili farmers. The findings agreed with the study of Raksanam et al. [42, 43] found that after receiving the intervention, study group had more significantly increases in mean behavior scores on agrochemical safety than control group (Independent sample t-test,  $p < 0.001$ ). Moreover, mean behavior score of the study group after the intervention was significantly higher than before the intervention (dependent sample paired t-test,  $p < 0.001$ ). Likewise, the study of Jariya et al. [44] proved that after receiving the intervention, the experimental group had significant higher practice score on pesticide use than the control group (independent sample t-test,  $p < 0.001$ ). As well, mean practice score between pre-test and post-test in the experimental group was significantly different (independent sample t-test,  $p < 0.001$ ), while it found no significant difference in the control group (dependent sample t-test,  $p < 0.001$  and 0.119, respectively). Furthermore, Boonyakawee's study showed that an insecticide application model program had significant overall effect on practice score over times (Wilks' Lambda from multivariate test,  $p = 0.002$ ) [45].

The experimental group had more improved behaviors on proper use of PPE after receiving the agrochemical safety program for example always wearing respirators, chemical safety goggles, and latex or chemical-resistant gloves while mixing, loading,

and spraying pesticides, always wearing respirators and latex or chemical-resistant gloves while handling chemical fertilizers. That was coincided with the study of Salvatore et al. [87] demonstrated that farmworkers in Carolina, USA had significant improvements on using gloves after receiving the intervention that disposable gloves were provided. According to the agrochemical safety program based on SCT concepts, providing PPE i.e. respirators, chemical-resistant gloves, and chemical safety goggles, which was a sociostructural factor, could help chili farmers to increase perceived facilitators and self-efficacy. Furthermore, the agrochemical safety training with practical demonstrations using TST and educational media aimed to provide information to prevent health effects from agrochemical exposure that emphasized the importance of PPE use contributing to increase agrochemical safety knowledge and self-efficacy as well as awareness on using PPE. As these reasons, it was resulting in improvements on properly using PPE among chili farmers.

### **5.5 Effectiveness of agrochemical safety program on reducing agrochemical residues on hands**

It found inverse results that after receiving the agrochemical safety program the experimental group had OPR on hands higher than the control group at follow-up 1. Compared within the experimental group, it had no significant difference in OPR among baseline and follow-up times, while the control group had significantly increased OPR between follow-up 1 and follow-up 2. Findings concluded that the program was not likely effective to reduce OPR on hands among chili farmers. Moreover, almost all study participants always wore latex or chemical-resistant gloves while dealing with agrochemicals. The findings were inconsistent with the study of Bradman et al. [86] showed that after the intervention that disposable gloves were provided, strawberry harvesters (in Carolina, USA) who used gloves were associated with significant reductions of malathion residues on hands and malathion dicarboxylic acid levels in urine samples. Possible explanations were that using reusable gloves could bring internal pesticide contaminations due to glove faults and inadequate decontaminations of gloves leading to increased OPR on hands [109, 110]. Nonetheless this study did not check the condition of gloves that participants presently used. Other

reasons could be pesticide applications varied by year and external factors e.g. weather, prevalence of pests, and farming practices. In addition, consistent behaviors of handwashing might relate to reduce OPR residues on hands. However, this study did not measure the frequency and effectiveness of handwashing of participants. Additionally, chili farmers in this study used various agrochemicals in their farms rather than common OP pesticides: chlorpyrifos and profenofos focused on in this study led to a study limitation.

### **5.6 Effectiveness of agrochemical safety program on improving ChE activity**

Findings showed that after receiving the agrochemical safety program, the experimental group had more improvements in AChE activity than the control group, but it did not reach a statistical significance. Compared within the experimental group, it had significant improvements in AChE activity during follow-up times compared to baseline. It concluded that the program had significant effectiveness to improve AChE activity among chili farmers. The findings can confirm the research hypothesis that was expected an improvement in AChE activity in the experimental group. In this study, AChE activity, a biomarker of chronic exposure effects of OP and CA pesticides [65, 67, 104], was evaluated as an outcome of intervention effectiveness that can support reliable and valid evidences. It might imply that the program could help to improve agrochemical safety behaviors resulted in reducing chronic exposure of pesticides in chili farmers.

Conversely, the agrochemical safety program showed no significant effectiveness to improve PChE activity that was examined for detecting early acute effects of OP and CA poisoning [65, 67, 104]. Based on the interviews, over half of participants reported that the last application of pesticides was longer than 2 past weeks assuming that ChE measures were done during the recovery periods of PChE. PChE inhibition can rapidly recover in several days, while AChE inhibition can recovery in several weeks [65, 111]. PChE inhibition is likely not correlated with OP and CA poisoning symptoms [111]. AChE activity seems to be a more specific indicator than PChE activity [68]. The finding was opposed to the research hypothesis and a previous study exhibited that the insecticide application model program (IAMP) had significant

effects to reduce a prevalence of unsafe PChE level in follow-up times [45]. That might be because of differences in measurement tools used for testing PChE and time intervals of ChE tests — a duration between the last pesticide application and ChE tests.

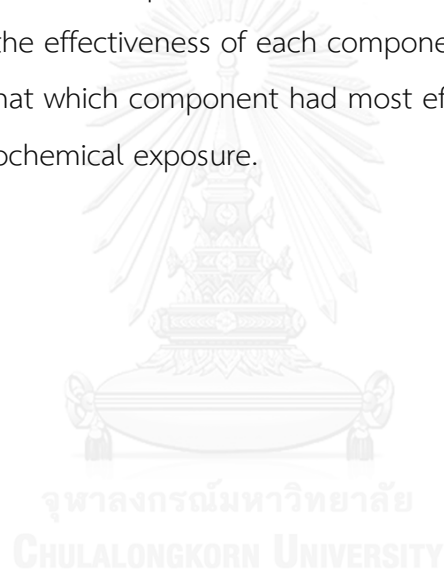
### **5.7 Effectiveness of agrochemical safety program on reducing health effects related to agrochemical exposure**

Findings indicated that after receiving the agrochemical safety program, the experimental group had more significant decreases in the number and severity scores of symptoms related to agrochemical exposure than the control group in follow-up 2. Compared within the experimental group, it had significant decreases in the number and severity scores of symptoms related to agrochemical exposure among baseline and follow-up times. It proved that the program had significant effectiveness to reduce the number and severity scores of symptoms related to agrochemical exposure. Previous studies revealed that intervention programs had significant effects to reduce prevalence of digestive, neuromuscular, and skin symptoms [45, 112]. However, this study evaluated the program effectiveness on wide-ranging symptoms from pesticide and chemical fertilizer exposure. It found no comparative study measured the number and severity scores of symptoms related to agrochemical exposure as intervention outcomes.

### **5.8 Overall effectiveness of agrochemical safety program to prevent health effects related to agrochemical exposure**

The agrochemical safety program was developed based on SCT concepts because SCT had strengths that offered a way to integrate social and cognitive theories. The program consisted of 4 main components: agrochemical safety training with practical demonstration using TST, educational media, providing PPE, and peer facilitators. In overall, the program had significant effectiveness on improving agrochemical safety knowledge, self-efficacy, agrochemical safety behaviors, AChE activity as well as reducing the number and severity score of symptoms related to agrochemical exposure. Possible explanation was a combination of program

components possibly helped to increase agrochemical safety knowledge and self-efficacy leading to improvements of agrochemical safety behaviors linking to decreases in agrochemical exposure resulting in reductions of symptoms related to agrochemical exposure among chili farmers. Although the program showed no significant effectiveness on reducing OPR on hands, it could claim that the program was effective to reduce agrochemical exposure because the findings proved that the program had significant effectiveness on improving AChE activity. AChE activity was measured as an indicator of chronic exposure effects of OP and CA pesticides that were accumulated from multiple routes of exposure. Furthermore, OPR found on hands was not actual exposure concentrations of OP pesticides in the bodies. Finally, this study did not design to determine the effectiveness of each component of the program. Therefore, it could not decide that which component had most effectiveness to prevent health effects related to agrochemical exposure.



## CHAPTER VI

### CONCLUSIONS

#### 6.1 Conclusions

A quasi-experimental study was conducted to evaluate the effectiveness of the agrochemical safety program to prevent health effects among chili farmers in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province, Thailand during April 2015 and April 2016. The agrochemical safety program consisted of 4 main components: 1) agrochemical safety training with practical demonstrations using TST, 2) educational media for promoting agrochemical safety behaviors i.e. VCDs and booklets, 3) providing PPE i.e. chemical safety goggles, respirators, and gloves, and 4) peer facilitators. A total of 73 chili farmers completely participated through the end of the study (experimental group = 32, control group = 41). Eight dependent variables: agrochemical safety knowledge score, self-efficacy score, agrochemical safety behavior score, OPR on hands, AChE and PChE activity as well as number of and severity score of symptoms related to agrochemical exposure were measured using the same research tools and procedure at baseline (before the program), and at 2 follow-up times (after the program at 5 and 8 months).

At baseline, it found no statistically significant differences in demographic characteristics (e.g. age, education level, chronic disease, alcohol consumption, smoking habit), patterns of agrochemical use (e.g. kind of fertilizers and pesticides used, frequency of chemical fertilizer use, last use of chemical fertilizers, frequency of pesticide application, last pesticide application, training history regarding agrochemical use), and the dependent variables between experimental and control group.

In summary, the agrochemical safety program had significant effectiveness on improving agrochemical safety knowledge score, self-efficacy score, agrochemical safety behavior score, and AChE activity, in addition to reducing number and severity scores of symptoms related to agrochemical exposure. Nonetheless the program showed no significant effectiveness on improving PChE activity and reducing OPR on



hands. It could summarize the results and pathways of the program effectiveness to prevent health effects related to agrochemical exposure following to SCT concepts as illustrated in Figure 21.

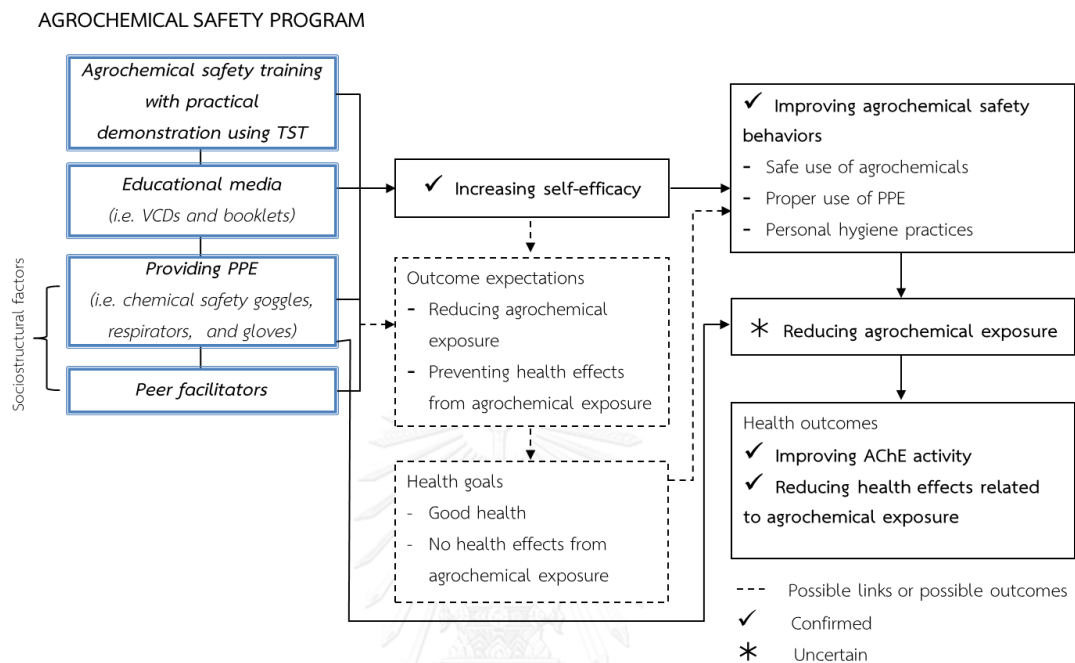


Figure 21 Summary results of agrochemical safety program effectiveness

## 6.2 Strengths and limitations

### 6.2.1 Strengths

Agrochemical safety training with practical demonstrations using TST is unique. Especially, TST is a new training tool used for practical demonstrations regarding safe use of pesticides, safe use of chemical fertilizers, and effective handwashing to visualize images of invisible agrochemical exposure on skins, clothes, and other exposed surfaces.

There are several advantages of TST: it encourages trainees to concentrate on the training contents; it encourages trainees to participate in the practices and share their options; it helps trainees to understand and make conclusions for the training by themselves; materials and equipment of TST are low-priced and are easy to find in local areas; it can be applied easily.

However, TST has some limitations: trainers must prepare materials and equipment in advance; trainers must have a suitable timetable because practical demonstration using TST takes time; it may be appropriate for training for small groups of participants; preventive measures and cleaning equipment are necessary to be prepared to manage stains leaved after applying TST.

### 6.2.2 Limitations

6.2.2.1 Study participants may not be representative of the study population because of potential sampling bias and high dropout rates. Therefore, findings from this study may be generalized to farmers who had familial characteristic of the study participants.

6.2.2.2 This study focused on hand dermal exposure to OP pesticides by measuring profenofos and chlorpyrifos residues on hands as the intervention outcome, but chili farmers were likely exposed to various agrochemicals by multiple routes rather than the both OP residues on hands for example inhalation exposure and dermal exposure from various exposed skins e.g. faces, necks, arms, and legs.

6.2.2.3 The mean extraction recovery for chlorpyrifos (64.9%) was lower than the acceptable range of 80-120% recommended by the AOAC [97]. In addition, human and systematic errors regarding OPR measurements may be occurred. Therefore, results of agrochemical safety program effectiveness on reducing OPR on hands should be considered when applying

6.2.2.4 Both AChE and PChE activity, outcomes of the study, were measured as biomarkers of exposure effects to OP and CA pesticides commonly used in chili farms. However, they cannot be representative of all pesticide exposures because a variety of pesticides were used by chili farmers rather than the both OP (i.e. chlorpyrifos and profenofos) focused on in the study.

6.2.2.5 The prevalence and severity score of health symptoms related to agrochemical exposure were elicited by subjective evaluation without physical examination and medical diagnosis. Additionally, study participants were asked about health symptoms experienced when exposed to agrochemicals within 48 hours during

2 past months before interviewed. Therefore, it may have over- or under-estimates and recall bias.

### 6.3 Recommendations

6.3.1 Agrochemical safety program was successful and effective to prevent health effects among chili farmers in Huaruea subdistrict, Mueang district, Ubon Ratchathani province. The program should be introduced to other areas where have similar crops and agricultural activities. Moreover, long-term effectiveness and sustainability of the agrochemical safety program should be investigated.

6.3.2 Because the agrochemical safety training and TST are successful tools to convey information and motivate trainees to concentrate on the training and practices and to share their opinions; moreover, they can be applied easily. Therefore, the training and TST should be delivered to local partners, e.g. health officers, VHVs, farmer representatives by training for the agrochemical safety trainers. Additionally, local partners may be intensively trained about the contents of agrochemical safety training and procedure of TST by the researcher. Consequently, they may be practiced to be the trainers in agrochemical safety training by conducting informal training with their neighborhoods. Consequently, the effectiveness of this program should be evaluated.

6.3.3 For chili farmers, they should keep consistent behaviors on agrochemical safety and reduce agrochemical usage to prevent environmental and health effects.

6.3.4 Provincial agricultural extension offices and public health agencies should provide standard PPE for farmers to encourage and support behaviors on proper use of PPE to reduce agrochemical exposure to prevent health effects.

6.3.5 AChE activity is a biomarker of exposure effects to OP and CA pesticides commonly used in occupational and environmental medicine. AChE activity may be suitable to be measured as an outcome variable of intervention effectiveness rather than PChE activity because chili farmers are chronically exposed to pesticides. This biomarker is sensitive and easy to measure. Furthermore, it can exhibit a dose-dependent behavior to pesticide exposure and a link to adverse health effects.

6.3.6 For further research, it would be required to address other biological indicators that can provide better evidences of integrated internal doses of pesticide exposures from multiple pathways to evaluate intervention effectiveness. For example, urinary metabolites of OPs such as six dialkyl phosphate (DAP) metabolites: dimethylphosphate (DMP), dimethylthiophosphate (DMTP), dimethyldithiophosphate (DMDTP), diethylphosphate (DEP), diethylthiophosphate (DETP), and diethyldithiophosphate (DEDTP) can be measured exposure to various OP compounds, or pesticide-specific metabolites of OPs such as 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (3,5,6-TCPy) can be measured chlorpyrifos metabolites in urine.

6.3.7 If determining dermal pesticide exposure as outcomes of intervention effectiveness, it may be sampled residues from various exposed skins e.g. hands, faces, arms, and legs to assess dermal exposure to various pesticides to help in better indicating actual exposure via dermal route.

6.3.8 In determining health effects related to agrochemical exposure as outcomes of intervention effectiveness, it would be necessary to provide physical examination and medical diagnosis to support valid evidences of occurrences and severity of symptoms related to agrochemical exposure.

6.3.9 Additional information would be anticipated in future studies such as monthly amounts of pesticide and chemical fertilizer use, amounts of chemical fertilizer residues on skins, and daily frequency of handwashing.

6.3.10 Chronic health effects related to agrochemical exposure should be studied forwards because chili farmers intensively used agrochemicals. Furthermore, effective interventions for reducing the use of agrochemicals among chili farmers should be concerned and studied.

## REFERENCES

1. Grube A, Donaldson D, Kiely T, Wu L. Pesticides industry sales and usage. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2011.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World fertilizer trends and outlook to 2019. Rome: FAO; 2016.
3. Robson M, Hamilton G, Siriwong W. Pest control and pesticides. Frumkin H, editor. San Francisco: Jossey-Bass; 2010.
4. World Health Organization. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva: WHO; 1990.
5. Kishi M, LaDou J. International pesticide use. *Int J Occup Environ Health*. 2001;7(4):259-65.
6. Hu R, Huang X, Huang J, Li Y, Zhang C, Yin Y, et al. Long- and short-term health effects of pesticide exposure: A cohort study from China. *PLoS One*. 2015;10(6):e0128766.
7. Mostafalou S, Abdollahi M. Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2013;268(2):157-77.
8. Gorman Ng M, Stjernberg E, Koehoorn M, Demers PA, Winters M, Davies HW. Fertilizer use and self-reported respiratory and dermal symptoms among tree planters. *J Occup Environ Hyg*. 2013;10(1):36-45.
9. Lazarov A, Yair M, Lael E, Baitelman L. Airborne irritant contact dermatitis from phosphates in a fertilizer factory. *Contact Dermatitis*. 2002;46(1):53-4.
10. Pasricha J, Gupta R. Contact dermatitis due to calcium ammonium nitrate. *Contact Dermatitis*. 1983;9(2):149.
11. Pecegueiro M. Contact dermatitis due to nickel in fertilizers. *Contact Dermatitis*. 1990;22(2):114-.
12. Witheetrirong Y, Tripathi NK, Tipdecho T, Parkpian P. Estimation of the effect of soil texture on nitrate-nitrogen content in groundwater using optical remote sensing. *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8(8):3416-36.

13. Bhat MR, Ramaswamy C. Effect of ammonia, urea and diammonium phosphate (DAP) on lung functions in fertilizer plant workers. *Indian J Physiol Pharmacol.* 1993;37(3):221-4.
14. Rahman H, Bråtveit M, Moen BE. Exposure to ammonia and acute respiratory effects in a urea fertilizer factory. *Int J Occup Environ Health.* 2007;13(2):153-9.
15. Zhang LX, Enarson DA, He GX, Li B, Chan-Yeung M. Occupational and environmental risk factors for respiratory symptoms in rural Beijing, China. *Eur Respir J.* 2002;20(6):1525-31.
16. Baba A, Tayfur G. Groundwater contamination and its effect on health in Turkey. *Environ Monit Assess.* 2011;183:77–94.
17. Tirado R, Englande A, Promakasiorn L, Novotny V. Use of agrochemicals in Thailand and its consequences for the environment [Internet]. Bangkok: Greenpeace Research Laboratories; 2008 [cited 2014 Dec 1]. Available from: [www.greenpeace.to/publications/GPSEA\\_agrochemical-use-in-thailand.pdf](http://www.greenpeace.to/publications/GPSEA_agrochemical-use-in-thailand.pdf).
18. Wongsasuluk P, Chotpantararat S, Siriwong W, Robson M. Heavy metal contamination and human health risk assessment in drinking water from shallow groundwater wells in an agricultural area in Ubon Ratchathani province, Thailand. *Environ Geochem Health.* 2014;36:169–82.
19. Chaothaworn C, Chanprasit C, Jongrungrotsakul W. Health status related to risk at work among shallot farmers, Cham Pa Wai subdistrict, Mueang district, Phayao province. *Nursing Journal.* 2014;41(2):35-47.
20. Karr C. Children's environmental health in agricultural settings. *J Agromedicine.* 2012;17(2):127-39.
21. Office of Agricultural Economics. Amount and value of chemical fertilizer imports in Thailand, 2011-2015 [Internet]. 2016 [updated 2015 May 7; cited 2016 Aug 16]. Available from: [http://www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/Fertilizer\\_value49-54.html](http://www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/Fertilizer_value49-54.html).
22. Office of Agricultural Economics. Amount and value of pesticide imports in Thailand, 2010-2015 [Internet]. 2016 [updated 2016 Jun 8; cited 2016 Jul 22 ]. Available from: [http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=146](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=146).

23. Bank of Thailand. Foreign exchange rates [Available from: [https://www.bot.or.th/english/statistics/financialmarkets/exchangerate/\\_layouts/application/exchangerate/exchangerate.aspx](https://www.bot.or.th/english/statistics/financialmarkets/exchangerate/_layouts/application/exchangerate/exchangerate.aspx)].
24. Panuwet P, Siriwong W, Prapamontol T, Ryan P, Fiedler N, Robson M, et al. Agricultural pesticide management in Thailand: Situation and population health risk. *Environ Sci Policy*. 2012;17:72–81.
25. Greenpeace Thailand. Agrochemicals unmasked: fertilizer and pesticide use in Thailand and its consequences to the environment [Internet]. 2008 [cited 2017 Jan 17]. Available from: <http://www.greenpeace.org/seasia/th/press/reports/agrochemicals-in-thailand-eng/>.
26. Bureau of Occupational and Environmental Diseases. Situation of occupational and environmental diseases, 2014 [Internet]. Nonthaburi: Bureau of Occupational and Environmental Diseases; 2015 [cited 2015 Dec 1]. Available from: [http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation/01\\_envocc\\_situation\\_57.pdf](http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation/01_envocc_situation_57.pdf).
27. Kachaiyaphum P, Howteerakul N, Sujirarat D, Siri S, Suwannapong N. Serum cholinesterase levels of Thai chilli-farm workers exposed to chemical pesticides: Prevalence estimates and associated factors. *J Occup Health*. 2010;52:89-98.
28. National Statistical Office (NSO). Preliminary report of the 2013 agricultural census [Internet]. Bangkok: NSO; 2013 [cited 2014 Dec 15]. Available from: [http://popcensus.nso.go.th/web/kaset/file/Preliminary\\_Report\\_2013.pdf](http://popcensus.nso.go.th/web/kaset/file/Preliminary_Report_2013.pdf).
29. Office of The National Economic and Social Development Board (NESDB). Cluster mapping database [Internet]. Bangkok: NESDB; 2006 [cited 2014 Aug 1]. Available from: [http://cm.nesdb.go.th/detail\\_cluster60.asp?ClusterID=C0044](http://cm.nesdb.go.th/detail_cluster60.asp?ClusterID=C0044).
30. Occupational and Environmental Diseases Center. Annual report of agricultural health clinic 2014 [Internet]. Ubon Ratchathani: Office of Disease Prevention and Control Region 7; 2014 [cited 2015 Jan 5]. Available from: <http://envocc.dpc7.net/node/8#overlay-context=node/9>.
31. Norkaew S. Knowledge, attitude, and practice (KAP) of using personal protective equipment (PPE) for chilli-growing farmers in Huarua Sub-District, Mueang District, Ubonrathani Province, Thailand [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2009.

32. Norkaew S, Siriwong W, Siripattanakul S, Robson M. Knowledge, attitude, and practice (KAP) of using personal protective equipment (PPE) for chilli-growing farmers in Huarua Sub-District, Mueang District, Ubonrachathani Province, Thailand *J Health Res.* 2010;24:93-100.
33. Taneepanichskul N. Risk assessment of chlorpyrifos (organophosphate pesticide) associated with dermal exposure in chilli-growing farmers at Ubonratchathani province, Thailand [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University 2009.
34. Taneepanichskul N. The agricultural health surveillance of chilli farmers exposure to pesticides: A case study of agricultural area, Hua-Rua Sub-district, Muang District, Ubonratchathani Province, Thailand [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University 2012.
35. Taneepanichskul N, Siriwong W, Siripattanakul S, Pongpanich S, Robson M. Risk assessment of chlorpyrifos (organophosphate pesticide) associated with dermal exposure in chilli-growing farmers at Ubonrachatani Province, Thailand. *J Health Res.* 2010;24(suppl 2):149-56.
36. Taneepanichskul N, Norkaew S, Siriwong W, Siripattanakul-Ratpukdi S, Pérez H, Robson M. Organophosphate pesticide exposure and dialkyl phosphate urinary metabolites among chili farmers in northeastern Thailand. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2014;65(4):291-9.
37. Taneepanichskul N, Norkaew S, Siriwong W, Robson M. Health effects related to pesticide using and practicing among chilli-growing farmers, northeastern, Thailand. *Int J Med Med Sci.* 2012;3(5):319-25.
38. Taneepanichskul N, Norkaew S, Siriwong W, Robson M. Pesticide application and safety behaviour among male and female chilli-growing farmers in Hua Rua Sub-District, Ubon Ratchathani Province, Thailand. *J Health Res.* 2012;26(4):193-7.
39. Tubtimhin S, Sukumal P, Limpiteeprakarn P, Boonkhaw L, Thongdam S, Inthsom W, et al. Processes for reducing pesticide use to increase the safety and health of chili farmer and community in Ban Huarea Thong, Huarea Sub-District, Muang District, Ubon Ratchathani Province Area Based Development Research *Journal.* 2012;1(Sep-Oct):65-77.



40. Chotpantarat S, Wongsasuluk P, Siriwong W, Borjan M, Robson M. Non-carcinogenic hazard maps of heavy metal contamination in shallow groundwater for adult and aging populations at an agricultural area in northeastern Thailand. *Hum Ecol Risk Assess.* 2014;20(3):689-703.
41. Wongsasuluk P, Chotpantarat S, Siriwong W, Robson M. Heavy metal contamination and human health risk assessment in drinking water from shallow groundwater wells in an agricultural area in Ubon Ratchathani province, Thailand. *Environ Geochem Health.* 2014;36(1):169-82.
42. Raksanam B. Multi-approach model for improving agrochemical safety among farmers in Pathumthani province, Thailand [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn university; 2011.
43. Raksanam B, Taneepanichskul S, Siriwong W, Robson M. Multi-approach model for improving agrochemical safety among rice farmers in Pathumthani, Thailand. *Risk Manag Healthc Policy.* 2012;5:75-82.
44. Jariya W, Kuruchittham V. Effectiveness of participatory learning program on pesticide utilization among agriculturists in Srinakorn district, Sukhothai province. *J Health Res.* 2007;21(3):215-8.
45. Boonyakawee P. Effectiveness of insecticide application model program [IAMP] intervention to increase safety behavior and reduce health risks in Shogun orange farmers, Khao-Phanom district, Krabi province, Thailand [Dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn university; 2013.
46. Boonyakawee P, Taneepanichskul S, Chapman R. Effects of an intervention to reduce insecticide exposure on insecticide-related knowledge and attitude: a quasi-experimental study in Shogun orange farmers in Krabi Province, Thailand. *Risk Manag Healthc Policy.* 2013;6:33-41.
47. Stajkovic AD, Luthans F. Social cognitive theory and self-efficacy: Goin beyond traditional motivational and behavioral approaches. *Organ Dyn.* 1998;26(4):62-74.
48. Bandura A. Health promotion by social cognitive means. *Health Educ Behav.* 2004;31(2):143-64.
49. International Labour Organisation. Safety and health in the use of agrochemicals: A guide. Geneva: ILO; 1991.

50. U.S. Environmental Protection Agency. Protect yourself from pesticides: Guide for agricultural workers [Internet]. Washington: U.S. EPA; 1993 [cited 2014 Apr 28]. Available from:  
[http://www.ohcow.on.ca/uploads/MFW/PDFs/ProtectYourselffromPesticides\\_Thai.pdf](http://www.ohcow.on.ca/uploads/MFW/PDFs/ProtectYourselffromPesticides_Thai.pdf).
51. Norkaew S, Lertmaharit S, Wilaiwan W, Siriwong W, Pérez H, Robson M. An association between organophosphate pesticides exposure and parkinsonism amongst people in an agricultural area in Ubon Ratchathani province, Thailand. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2015;66(1):21-6.
52. U.S. Environmental Protection Agency. What is a pesticide? [Internet]. U.S. EPA; 2013 [cited 2014 Jan 5]. Available from:  
[http://www.epa.gov/pesticides/about/index.htm#what\\_pesticide](http://www.epa.gov/pesticides/about/index.htm#what_pesticide).
53. U.S. Environmental Protection Agency. Types of pesticides [Internet]. n.p.: U.S. EPA; 2012 [cited 2014 Jan 5 ]. Available from:  
<http://www.epa.gov/pesticides/about/types.htm>.
54. Noychaya S. Chemical fertilizers. *Journal of Department of Science Service.* 1992;41(129):8-10.
55. Loukil B, Mallem L, Maamar H, Boulakoud MS. The study of risk associated with handling of fertilizer in workplace on some lipid and hormone parameters. *World Appl Sci J.* 2014;32(6):1159-62.
56. Office of Agricultural Economics. Amount of chemical fertilizers used for agriculture in Thailand,1994-2004 [Internet]. 2005 [cited 2016 Aug 6]. Available from:  
[http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=150&](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=150&).
57. Bureau of Epidemiology. Annual epidemiological surveillance report 2012 [Internet]. Bangkok: Bureau of Epidemiology; 2012 [cited 2013 Nov 4]. Available from:  
[http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2012/main/AESR55\\_Part2/table14.pdf](http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2012/main/AESR55_Part2/table14.pdf).
58. National Information Center. Fertilizers and agrochemicals [Internet]. Bangkok: National Statistical Office; 2014 [cited 2014 Sep 16]. Available from:  
<http://www.nic.go.th/gsic/uploadfile/Chemical.pdf>.
59. Chester G. Worker exposure: Methods and techniques. 2001. In: *Handbook of pesticide toxicology* [Internet]. n.p.: Academic Press. 2. [425-33].

60. Lertrat K. Chili production, cultivation, processing, and marketing in Thailand. *Research Community*. 2004;73(May-Jun):15-20.
61. Mueang Ubon Ratchathani District Agricultural Extension Office. A survey report of chili cultivation 2013/14 in Hua Ruea Subdistrict. 2014.
62. Norkaew S, Taneepanichskul N, Siriwong W, Siripattanakul S, Robson M, Ooraikul S, et al. Indirect exposure of farm and non-farm families in an agricultural community, Ubonratchathani Province, Thailand. *J Health Res*. 2013;27(2):79-84.
63. Gorman Ng M, Stjernberg E, Koehoorn M, Demers PA, Davies HW. Exposure to pesticides and metal contaminants of fertilizer among tree planters. *Ann Occup Hyg*. 2011;55(7):752-63.
64. Colovic M, Krstic D, Lazarevic-Pasti T, Bondzic A, Vasic V. Acetylcholinesterase inhibitors: pharmacology and toxicology. *Curr Neuropharmacol*. 2013;11(3):315-35.
65. Jaga K, Dharmani C. Sources of exposure to and public health implications of organophosphate pesticides. *Rev Panam Salud Publica*. 2003;14(3):171-85.
66. Kamanyire R, Karalliedde L. Organophosphate toxicity and occupational exposure. *Occup Med (Lond)*. 2004;54(2):69-75.
67. Roberts JR, Reigart JR. Recognition and management of pesticide poisonings. 6 ed. Washington, DC: U.S. EPA; 2013.
68. International Labour Organisation. Encyclopedia of occupational health and safety: Chapter 27 Biological monitoring [Internet]. n.p.: ILO; [cited 2015 Jan 16]. Available from: <http://www.ilocs.org/documents/chpt27e.htm>.
69. Maroni M, Colosio C, Fait A, Ferioli A, Panzacchi A. Biological monitoring methods for pesticide exposure evaluation. In: Honeycutt RC, Edgar WD, Jr., editors. *Worker exposure to agrochemicals : methods for monitoring and assessment Florida*: Lewis Publishers; 2001. p. 1-20.
70. Dris R, Jain SM. Production practices and quality assessment of food crops volume 2: Plant mineral nutrition and pesticide management. London: Kluwer Academic Publishers; 2004.
71. U.S. Environmental Protection Agency. Citizen's guide to pest control and pesticide safety. Washington: U.S. EPA; 2005.

72. McAlister AL, Perry CL, Parcel GS. How individuals, environments, and health behaviors interaction: Social cognitive theory. In: Glantz K, Rimer B, Viswanath K, editors. *Health Behavior and health education: Theory, research, and practice*. 4 ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass; 2008. p. 169-88.
73. Bandura A. Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annu Rev Psychol*. 2001;52(1):1-26.
74. Pacific Northwest Agricultural Safety and Health Center. *Fluorescent tracer manual: An educational tool for pesticide safety educators*. Seattle: University of Washington; 2007.
75. Fenske R, Birnbaum S, Methner M. Fluorescent tracer evaluation of chemical protective clothing during pesticide applications in central Florida citrus groves. *J Agric Saf Health*. 2002;8:319–31.
76. Ivancic W, Nishioka M, Barnes R, CohenHubal E. Development and evaluation of a quantitative video fluorescence imaging system and fluorescent tracer for measuring transfer of pesticide residues from surfaces to hands with repeated contacts. *Ann Occup Hyg*. 2004;48:519–32.
77. Lappharat S, Siritwong W, Taneepanichskul N, Borjan M, Perez H, Robson M. Health risk assessment related to dermal exposure of chlorpyrifos: A case study of rice growing farmers in Nakhon Nayok Province, Central Thailand. *J Agromedicine*. 2014;19:294–302.
78. Lappharat S, Siritwong W, Norkeaw S, Taneepanichskul N, Robson M. Contamination and footprints of organophosphate pesticide on rice-growing farmers' bodies: A case study in Nakhon Nayok Province, Central Thailand. *J Agromedicine*. 2014;19(2):222-.
79. Wigger-Alberti W, Maraffio B, Wernli M, Elsner P. Training workers at risk for occupational contact dermatitis in the application of protective creams: efficacy of a fluorescence technique. *Dermatology*. 1997;195(2):129-33.
80. Fenske RA. Visual scoring system for fluorescent tracer evaluation of dermal exposure to pesticides. *Bull Environ Contam Toxicol*. 1988;41(4):727-36.
81. Ivancic WA, Nishioka MG, Barnes Jr RH, Hubal EC, Morara M, Bortnick SM. Development and evaluation of a quantitative video-fluorescence imaging system

and fluorescent tracer for measuring transfer of pesticide residues from surfaces to hands with repeated contacts. *Ann occup Hyg.* 2004;48(6):519–32.

82. Ophardt C. Starch-Iodine np.2003 [Available from:

<http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/548starchiodine.html>.

83. Norkaew S. Pesticide exposure of family in chili farm community, Hua-Rua sub-district, Muang district, Ubonratchathani province, Thailand [dissertation]: Chulalongkorn university; 2012.

84. Strong LL, Thompson B, Koepsell TD, Meischke H, Coronado GD. Reducing the take-home pathway of pesticide exposure: Behavioral outcomes from the Para Niños Saludables Study. *J Occup Environ Med.* 2009;51(8):922-33.

85. Thompson B, Coronado GD, Vigoren EM, Griffith WC, Fenske RA, et.al. Para Niños Saludables: A community intervention trial to reduce organophosphate pesticide exposure in children of farmworkers. *Environ Health Perspect.* 2008;116(5).

86. Bradman A, Salvatore AL, Boeniger M, Castorina R, Snyder J, Barr DB, et al. Community-based intervention to reduce pesticide exposure to farmworkers and potential take-home exposure to their families. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2009;19(1):79-89.

87. Salvatore AL, Chevrier J, Bradman A, Camacho J, López J, Kavanagh-Baird G, et al. A community-based participatory worksite intervention to reduce pesticide exposures to farmworkers and their families. *Am J Public Health.* 2009;99(Suppl 3):S578-S81.

88. Huaruea Subdistrict Administrative Organization. General information [Internet]. 2013 [updated 2012 Dec 10; cited 2013 Sep 7]. Available from: <http://www.huaruea.go.th/about-us/info-general.html>.

89. Huaruea Health Promoting Hospital. Demographic information [Internet]. Ubon Ratchathani: Huaruea Health Promoting Hospital 2014 [updated 2014 Jan 27; cited 2014 Apr 24]. Available from: <http://huarue.pcuubon.com/>.

90. Lemeshow S, Hosmer DW, Klar J, Lwanga SK. Adequacy of sample size in health studies. Chichester: John Wiley and Sons; 1990.

91. Siriwong W, Nganchamung T, Keithmalesatti S. Program and media for providing empirical information with Tapioca Starch Tracer Technique to prevent health hazard from pesticide exposure. *Unisearch Journal*. 2016;3(2):11-8.
92. Wilaiwan W., Siriwong W. Assessment of health effects related to organophosphate pesticides exposure using blood cholinesterase activity as biomarker in agricultural area at Nakhon Nayok province, Thailand. *J Health Res*. 2014;28(1):23-30.
93. Kongphol J, Perngmark P, Chinawongsa T. Perceived self-efficacy and practices to prevent treatment failure among HIV/AIDS patients attending antiretroviral treatment program at 4 community hospitals in Songkhla Province. *Journal of Health Science*. 2014;23(3):677-86.
94. Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs*. 2005;14(7):798-804.
95. Geno PW, Camann DE, Harding HJ, Villalobos K, Lewis RG. Handwipe sampling and analysis procedure for the measurement of dermal contact with pesticides. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1996;30:132-8.
96. Farahat FM, Fenske RA, Olson JR, Galvin K, Bonner MR, Rohlman DH, et al. Chlorpyrifos exposures in Egyptian cotton field workers. *Neurotoxicology*. 2010;31:297-304.
97. Association of Office Agricultural Chemists (AOAC). Peer-verified methods program: Manual on policies and procedures. Maryland: AOAC International; 1998.
98. EQM Research Inc. Test-mate ChE cholinesterase test system (model 400) instruction manual. Cincinnati: EQM Research, Inc.; 2003.
99. Ellman GL, Courtney KD, Andres V, Featherstone RM. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol*. 1961;7(2):88-95.
100. Burleigh JR, Vingnanakulasingham V, Lalith WRB, Gonapinuwala S. Pattern of pesticide use and pesticide efficacy among chili growers in the dry zone of NE Sri Lanka (System B): perception vs reality. *Agric Ecosyst Environ*. 1998;70(1):49-60.

101. Pidgunpai K, Keithmaleesatti S, Siriwong W. Knowledge, attitude and practice associated with cholinesterase level in blood among rice farmers in Chainart province, Thailand. *J Health Res.* 2014;28(2):93-9.
102. Ohayo-Mitoko GJ, Kromhout H, Simwa JM, Boleij JS, Heederik D. Self reported symptoms and inhibition of acetylcholinesterase activity among Kenyan agricultural workers. *Occupational and environmental medicine.* 2000;57(3):195-200.
103. Sosan MB, Akingbohungebe AE, Durosinmi MA, Ojo IA. Erythrocyte cholinesterase enzyme activity and hemoglobin values in cacao farmers of southwestern Nigeria as related to insecticide exposure. *Arch Environ Occup Health.* 2010;65(1):27-33.
104. Pesticide management education program. Cholinesterase inhibition New York: Cornell University; 1993 [Available from: <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/TIB/cholinesterase.html>].
105. Jintana S, Sming K, Krongtong Y, Thanyachai S. Cholinesterase activity, pesticide exposure and health impact in a population exposed to organophosphates. *Int Arch Occup Environ Health.* 2009;82(7):833-42.
106. Von Osten JR, Tinoco-Ojanguren R, Soares AM, Guilhermino L. Effect of pesticide exposure on acetylcholinesterase activity in subsistence farmers from Campeche, Mexico. *Arch Environ Health.* 2004;59(8):418-25.
107. J.R. Simplot Company. Material safety data sheet: Agropell 15-15-15 [Internet]. Boise (ID): J.R. Simplot; 2012 [cited 2017 Jan 27]. Available from: <http://sds.simplot.com/datasheets/77398.pdf>.
108. J.R. Simplot Company. Safety data sheet: Urea fertilizer 46-0-0 [Internet]. Boise (ID): J.R. Simplot; 2016 [cited 2017 Jan 27]. Available from: <http://sds.simplot.com/datasheets/11020.pdf>.
109. Garrod A, Phillips A, Pemberton J. Potential exposure of hands inside protective gloves—a summary of data from non-agricultural pesticide surveys. *Ann Occup Hyg.* 2001;45(1):55-60.
110. Rawson B, Cocker J, Evans P, Wheeler J, Akrill P. Internal contamination of gloves: routes and consequences. *Ann Occup Hyg.* 2005;49(6):535-41.

111. Mason HJ. The recovery of plasma cholinesterase and erythrocyte acetylcholinesterase activity in workers after over-exposure to dichlorvos. *Occup Med.* 2000;50(5):343-7.
112. Santaweek S. Effectiveness of injury and illness prevention program among rice farmers at Ongkharak district, Nakhon Nayok province, Thailand [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2013.
113. Centers for disease control and prevention (CDC). Handwashing: Clean hands save lives [Internet]. Atlanta: CDC; 2013 [updated 2013 Dec 11; cited 2014 Apr 25]. Available from: <http://www.cdc.gov/handwashing/when-how-handwashing.html>.





## Appendix A - Additional results

Table 46 Frequency and percentage of responses on agrochemical safety knowledge by study groups and measurement times

Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU 2	Baseline	FU1	FU 2
1. Farmers can be exposed to agrochemicals through dermal absorption, ingestion, and inhalation.	Correct	28 (87.5%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	40 (97.6%)	36 (87.8%)	40 (97.6%)
	Incorrect	4 (12.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	5 (12.2%)	1 (2.4%)
2. Dermal absorption is the most exposure routes of agrochemicals	Correct	26 (81.2%)	31 (96.9%)	24 (75.0%)	24 (58.5%)	27 (65.9%)	27 (65.9%)
	Incorrect	6 (18.8%)	1 (3.1%)	8 (25.0%)	17 (41.5%)	14 (34.1%)	14 (34.1%)
3. Exposure to pesticides by dermal route can cause skin rashes or blisters	Correct	24 (75.0%)	31 (96.9%)	32 (100.0%)	38 (92.7%)	25 (61.0%)	39 (95.1%)
	Incorrect	8 (25.0%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	3 (7.3%)	16 (39.0%)	2 (4.9%)
4. Exposure to pesticides by inhalation route can cause convulsion and unconsciousness.	Correct	22 (68.8%)	32 (100.0%)	31 (96.9%)	36 (87.8%)	22 (53.7%)	39 (95.1%)
	Incorrect	10 (31.2%)	0 (0.0%)	1 (3.1%)	5 (12.2%)	19 (46.3%)	2 (4.9%)
5. Chronic exposure to pesticides may cause cancer.	Correct	26 (81.2%)	31 (96.9%)	32 (100.0%)	31 (75.6%)	38 (92.7%)	39 (95.1%)
	Incorrect	6 (18.8%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	10 (24.4%)	3 (7.3%)	2 (4.9%)
6. Overusing chemical fertilizers may lead to heavy metal contamination in groundwater	Correct	26 (81.2%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	26 (63.4%)	37 (90.2%)	40 (97.6%)
	Incorrect	6 (18.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	15 (36.6%)	4 (9.8%)	1 (2.4%)
7. Yellow-labeled pesticide products are slightly toxic. *	Correct	5 (15.6%)	19 (59.4%)	18 (56.2%)	10 (24.4%)	13 (31.7%)	12 (29.3%)
	Incorrect	27 (84.4%)	13 (40.6%)	14 (43.8%)	31 (75.6%)	28 (68.3%)	29 (70.7%)
8. Chronic exposure to chemical fertilizers may cause cancer.	Correct	22 (68.8%)	30 (93.8%)	30 (93.8%)	21 (51.2%)	34 (82.9%)	34 (82.9%)
	Incorrect	10 (31.2%)	2 (6.2%)	2 (6.2%)	20 (48.8%)	7 (17.1%)	7 (17.1%)

Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU 2	Baseline	FU1	FU 2
9. Wearing a face mask can effectively protect inhalation pesticide exposures. *	Correct	1 (3.1%)	16 (50.0%)	20 (62.5%)	7 (17.1%)	19 (46.3%)	18 (43.9%)
	Incorrect	31 (96.9%)	16 (50.0%)	12 (37.5%)	34 (82.9%)	22 (53.7%)	23 (56.1%)
10. Washing hands with soap and water after handling agrochemicals can reduce agrochemical exposure.	Correct	31 (96.9%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	39 (95.1%)	40 (97.6%)	40 (97.6%)
	Incorrect	1 (3.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (4.9%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)

\* Negative statement, FU = Follow-up measurement



Table 47 Frequency and percentage of responses on self-efficacy by study groups and measurement times

Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
1. Farmers can read agrochemical labels and understand such information well.	Strongly agree	13 (40.6%)	16 (50.0%)	16 (50.0%)	24 (58.5%)	19 (46.3%)	14 (34.1%)
	Agree	14 (43.8%)	12 (37.5%)	12 (37.5%)	10 (24.4%)	13 (31.7%)	16 (39.0%)
	Uncertain	5 (15.6%)	4 (12.5%)	4 (12.5%)	6 (14.6%)	6 (14.6%)	10 (24.4%)
	Disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)
	Strongly disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (4.9%)	0 (0.0%)
2. Farmers can use agrochemicals safely.	Strongly agree	13 (40.6%)	17 (53.1%)	15 (46.9%)	20 (48.8%)	17 (41.5%)	12 (29.3%)
	Agree	14 (43.8%)	14 (43.8%)	13 (40.6%)	9 (22.0%)	12 (29.3%)	19 (46.3%)
	Uncertain	5 (15.6%)	1 (3.1%)	4 (12.5%)	12 (29.3%)	11 (26.8%)	9 (22.0%)
	Disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)
	Strongly disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
3. Farmers can use and take care personal protective equipment appropriately.	Strongly agree	13 (40.6%)	19 (59.4%)	16 (50.0%)	18 (43.9%)	12 (29.3%)	14 (34.1%)
	Agree	12 (37.5%)	8 (25.0%)	13 (40.6%)	12 (29.3%)	14 (34.1%)	16 (39.0%)
	Uncertain	7 (21.9%)	5 (15.6%)	3 (9.4%)	10 (24.4%)	13 (31.7%)	9 (22.0%)
	Disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)	2 (4.9%)
	Strongly disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	0 (0.0%)
4. Farmers can always clean your body (i.e. bathing, shampooing, and handwashing) after exposing to agrochemicals.	Strongly agree	19 (59.4%)	27 (84.4%)	28 (87.5%)	29 (70.7%)	31 (75.6%)	26 (63.4%)
	Agree	9 (28.1%)	4 (12.5%)	4 (12.5%)	10 (24.4%)	6 (14.6%)	14 (34.1%)
	Uncertain	4 (12.5%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	4 (9.8%)	1 (2.4%)

Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
	Disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
	Strongly disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
5. Farmers can store agrochemicals and dispose of agrochemical wastes properly.	Strongly agree	13 (40.6%)	18 (56.2%)	18 (56.2%)	18 (43.9%)	16 (39.0%)	12 (29.3%)
	Agree	13 (40.6%)	10 (31.2%)	11 (34.4%)	11 (26.8%)	11 (26.8%)	21 (51.2%)
	Uncertain	6 (18.8%)	4 (12.5%)	3 (9.4%)	9 (22.0%)	10 (24.4%)	8 (19.5%)
	Disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (4.9%)	3 (7.3%)	0 (0.0%)
	Strongly disagree	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)	0 (0.0%)

FU = Follow-up measurement



Table 48 Frequency and percentage of responses on agrochemical safety behaviors by study groups and measurement times

Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
<b><i>Behaviors on pesticide use</i></b>							
1. Read labels before using pesticides and follow the label directions exactly	Always	18 (56.2%)	31 (96.9%)	32 (100.0%)	29 (70.7%)	32 (78.0%)	30 (73.2%)
	Sometimes	14 (43.8%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	12 (29.3%)	6 (14.6%)	10 (24.4%)
	Never	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (7.3%)	1 (2.4%)
2. Check pesticide application equipment before use	Always	17 (53.1%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	25 (61.0%)	30 (73.2%)	28 (68.3%)
	Sometimes	14 (43.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	12 (29.3%)	8 (19.5%)	13 (31.7%)
	Never	1 (3.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (9.8%)	3 (7.3%)	0 (0.0%)
3. Check personal protective equipment before use	Always	16 (50.0%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	26 (63.4%)	29 (70.7%)	33 (80.5%)
	Sometimes	15 (46.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	11 (26.8%)	11 (26.8%)	8 (19.5%)
	Never	1 (3.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (9.8%)	1 (2.4%)	0 (0.0%)
4. Keep out unauthorized persons from farm areas before spraying pesticides	Always	20 (62.5%)	29 (90.6%)	28 (87.5%)	31 (75.6%)	32 (78.0%)	27 (65.9%)
	Sometimes	12 (37.5%)	3 (9.4%)	4 (12.5%)	6 (14.6%)	2 (4.9%)	5 (12.2%)
	Never	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (9.8%)	7 (17.1%)	9 (22.0%)
5. Mix various pesticides to increase effectiveness of pesticides*	Always	13 (40.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	17 (41.5%)	24 (58.5%)	21 (51.2%)
	Sometimes	13 (40.6%)	10 (31.2%)	9 (28.1%)	16 (39.0%)	9 (22.0%)	15 (36.6%)
	Never	6 (18.8%)	22 (68.8%)	23 (71.9%)	8 (19.5%)	8 (19.5%)	5 (12.2%)
6. Wear respirators while mixing and loading pesticides	Always	5 (15.6%)	26 (81.2%)	28 (87.5%)	5 (12.2%)	6 (14.6%)	9 (22.0%)
	Sometimes	8 (25.0%)	6 (18.8%)	4 (12.5%)	6 (14.6%)	2 (4.9%)	4 (9.8%)



Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
13. Stand in the windward direction while spraying pesticides	Always	30 (93.8%)	30 (93.8%)	31 (96.9%)	39 (95.1%)	35 (85.4%)	34 (82.9%)
	Sometimes	2 (6.2%)	2 (6.2%)	1 (3.1%)	2 (4.9%)	6 (14.6%)	7 (17.1%)
	Never	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
14. Consume foods or drinks while working with pesticides*	Always	1 (3.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	5 (12.2%)	2 (4.9%)	1 (2.4%)
	Sometimes	7 (21.9%)	1 (3.1%)	1 (3.1%)	5 (12.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
	Never	24 (75.0%)	31 (96.9%)	31 (96.9%)	31 (75.6%)	39 (95.1%)	40 (97.6%)
15. Clean pesticide application equipment with detergent and water after used	Always	14 (43.8%)	30 (93.8%)	27 (84.4%)	20 (48.8%)	22 (53.7%)	25 (61.0%)
	Sometimes	16 (50.0%)	1 (3.1%)	5 (15.6%)	11 (26.8%)	8 (19.5%)	8 (19.5%)
	Never	2 (6.2%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	10 (24.4%)	11 (26.8%)	8 (19.5%)
16. Clean personal protective equipment after used	Always	14 (43.8%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	28 (68.3%)	26 (63.4%)	26 (63.4%)
	Sometimes	15 (46.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	9 (22.0%)	9 (22.0%)	11 (26.8%)
	Never	3 (9.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (9.8%)	6 (14.6%)	4 (9.8%)
<b>Behaviors on chemical fertilizer use</b>							
17. Wear latex or chemical-resistant gloves while handling chemical fertilizers	Always	3 (9.4%)	18 (56.2%)	27 (84.4%)	11 (26.8%)	14 (34.1%)	9 (22.0%)
	Sometimes	7 (21.9%)	12 (37.5%)	5 (15.6%)	12 (29.3%)	13 (31.7%)	18 (43.9%)
	Never	22 (68.8%)	2 (6.2%)	0 (0.0%)	18 (43.9%)	14 (34.1%)	14 (34.1%)
18. Wear a mask or respirator while handling chemical fertilizers	Always	0 (0.0%)	11 (34.4%)	20 (62.5%)	8 (19.5%)	10 (24.4%)	11 (26.8%)
	Sometimes	7 (21.9%)	16 (50.0%)	11 (34.4%)	4 (9.8%)	11 (26.8%)	11 (26.8%)
	Never	25 (78.1%)	5 (15.6%)	1 (3.1%)	29 (70.7%)	20 (48.8%)	19 (46.3%)

Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
<b>Behaviors on personal hygiene</b>							
19. Wash hands with soap and water immediately after handling agrochemicals	Always	18 (56.2%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	30 (73.2%)	35 (85.4%)	36 (87.8%)
	Sometimes	14 (43.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	11 (26.8%)	6 (14.6%)	5 (12.2%)
	Never	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
20. Bathe and shampoo immediately after spraying pesticides	Always	23 (71.9%)	32 (100.0%)	31 (96.9%)	34 (82.9%)	39 (95.1%)	39 (95.1%)
	Sometimes	9 (28.1%)	0 (0.0%)	1 (3.1%)	7 (17.1%)	2 (4.9%)	2 (4.9%)
	Never	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
21. Change clean clothes immediately after finishing pesticide spray	Always	30 (93.8%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	41 (100.0%)	40 (97.6%)	39 (95.1%)
	Sometimes	2 (6.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	2 (4.9%)
	Never	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
22. Wash clothes worn when spraying pesticides separately from general clothes	Always	30 (93.8%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	40 (97.6%)	27 (65.9%)	35 (85.4%)
	Sometimes	2 (6.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	5 (12.2%)	4 (9.8%)
	Never	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	9 (22.0%)	2 (4.9%)
<b>Behaviors on agrochemical storage and disposal</b>							
23. Keep agrochemicals in safety places (e.g. locked cabinets)	Always	8 (25.0%)	23 (71.9%)	22 (68.8%)	5 (12.2%)	7 (17.1%)	10 (24.4%)
	Sometimes	7 (21.9%)	6 (18.8%)	8 (25.0%)	5 (12.2%)	4 (9.8%)	3 (7.3%)
	Never	17 (53.1%)	3 (9.4%)	2 (6.2%)	31 (75.6%)	30 (73.2%)	28 (68.3%)
24. Keep agrochemicals in original product containers	Always	25 (78.1%)	30 (93.8%)	31 (96.9%)	21 (51.2%)	24 (58.5%)	26 (63.4%)
	Sometimes	6 (18.8%)	2 (6.2%)	1 (3.1%)	8 (19.5%)	6 (14.6%)	7 (17.1%)
	Never	1 (3.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	12 (29.3%)	11 (26.8%)	8 (19.5%)



Items	Answer	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
		Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
25. Burn unwanted agrochemical containers*	Always	3 (9.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	0 (0.0%)
	Sometimes	5 (15.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	7 (17.1%)	1 (2.4%)	2 (4.9%)
	Never	24 (75.0%)	32 (100.0%)	32 (100.0%)	34 (82.9%)	39 (95.1%)	39 (95.1%)

\* Negative statement, FU = Follow-up measurement



Table 49 Frequency and percentage of wipe samples with detectable OPR by study groups and measurement times

Variables	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
	Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
<b>Detection of OPR</b>						
Detected both CF and PF	19 (59.4%)	27 (84.4%)	28 (87.5%)	21 (51.2%)	29 (70.7%)	26 (63.4%)
Detected either CF or PF	9 (28.1%)	5 (15.6%)	4 (12.5%)	9 (22.0%)	11 (26.8%)	14 (34.1%)
None of CF and PF	4 (12.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	11 (26.8%)	1 (2.5%)	1 (2.5%)
<b>Detection of CF residues</b>						
Higher than LOD	22 (68.8%)	32(100.0%)	31 (96.9%)	29 (70.7%)	36 (87.8%)	39 (95.1%)
Lower than LOD	10 (31.2%)	0 (0.0%)	1 (3.1%)	12 (29.3%)	5 (12.2%)	2 (4.9%)
<b>Detection of PF residues</b>						
Higher than LOD	25 (78.1%)	27 (84.4%)	29 (90.6%)	22 (53.7%)	33 (80.5%)	27 (65.9%)
Lower than LOD	7 (21.9%)	5 (15.6%)	3 (9.4%)	19 (46.3%)	8 (19.5%)	14 (34.1%)

FU = Follow-up measurement, OP= Organophosphate, CF= Chlorpyrifos, PF = Profenofos,

LOD = Limit of detection, LOD for chlorpyrifos = 0.010 mg/kg, LOD for profenofos = 0.020 mg/kg

Table 50 Median OPR on hands by study groups and measurement times

Variables	Experimental group (n=32)		Control group (n=41)	
	Median	IQR	Median	IQR
<b>OPR (mg/ kg/ two hands)</b>				
Baseline	0.054	0.037 - 0.082	0.043	0.010 - 0.075
Follow-up 1	0.062	0.053 - 0.102	0.047	0.039 - 0.058
Follow-up 2	0.062	0.058 - 0.081	0.069	0.043 - 0.111
<b>Chlorpyrifos residues (mg/ kg/ two hands)</b>				
Baseline	0.013	0.009 - 0.022	0.015	0.010 - 0.033
Follow-up 1	0.028	0.020 - 0.039	0.013	0.011 - 0.018
Follow-up 2	0.018	0.015 - 0.026	0.022	0.014 - 0.043
<b>Profenofos residues (mg/ kg/ two hands)</b>				
Baseline	0.031	0.027 - 0.054	0.028	0.000 - 0.032
Follow-up 1	0.032	0.029 - 0.042	0.033	0.028 - 0.042
Follow-up 2	0.043	0.038 - 0.050	0.038	0.000 - 0.061

IQR = Interquartile range

Table 51 Frequency and percentage of participants having health effects related to agrochemical exposure by study groups and measurement times

Variables	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
	Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
<b>Having health effects related to agrochemical exposure</b>						
No	5 (15.6%)	8 (25.0%)	20 (62.5%)	10 (24.4%)	8 (19.5%)	16 (39.0%)
Reported 1-3 symptoms	9 (28.1%)	15 (46.9%)	10 (31.3%)	18 (43.9%)	19 (46.3%)	11 (26.8%)
Reported > 3 symptoms	18 (56.3%)	9 (28.1%)	2 (6.2%)	13 (31.7%)	14 (34.2%)	14 (34.2%)
<b>Having health effects related to pesticide exposure</b>						
No	5 (15.6%)	8 (25.0%)	20 (62.5%)	11 (26.8%)	8 (19.5%)	16 (39.0%)
Yes	27 (84.4%)	24 (75.0%)	12 (37.5%)	30 (73.2%)	33 (80.5%)	25 (61.0%)
<b>Having health effects related to chemical fertilizer exposure</b>						
No	21 (65.6%)	30 (93.8%)	30 (93.8%)	32 (78.0%)	35 (85.4%)	34 (82.9%)
Yes	11 (34.4%)	2 (6.2%)	2 (6.2%)	9 (22.0%)	6 (14.6%)	7 (17.1%)

FU = Follow-up measurement

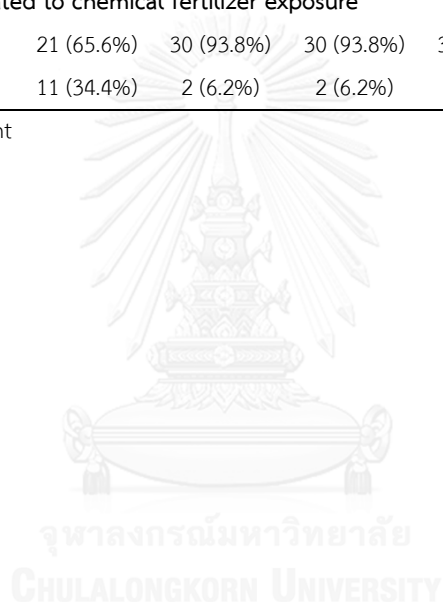


Table 52 Frequency and percentage of participants reporting symptoms related to agrochemical exposure by study groups and measurement times

Symptoms	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
	Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
<b>Symptoms related to pesticide exposure</b>						
<i>Respiratory symptoms</i>						
1. Cough	7 (21.9%)	9 (28.1%)	4 (12.5%)	8 (19.5%)	10 (24.4%)	10 (24.4%)
2. Sore or dry throat	7 (21.9%)	7 (21.9%)	2 (6.2%)	8 (19.5%)	7 (17.1%)	7 (17.1%)
3. Difficulty in breathing	3 (9.4%)	6 (18.8%)	1 (3.1%)	3 (7.3%)	2 (4.9%)	2 (4.9%)
4. Chest pain	4 (12.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (4.9%)	3 (7.3%)	3 (7.3%)
<i>Skin symptoms</i>						
5. Itching or burning	7 (21.9%)	3 (9.4%)	2 (6.2%)	9 (22.0%)	5 (12.2%)	6 (14.6%)
6. Rash	5 (15.6%)	5 (15.6%)	2 (6.2%)	7 (17.1%)	3 (7.3%)	2 (4.9%)
<i>Muscle symptoms</i>						
7. Hand numbness	3 (9.4%)	2 (6.2%)	2 (6.2%)	9 (22.0%)	7 (17.1%)	8 (19.5%)
8. Cramp or pain	5 (15.6%)	2 (6.2%)	2 (6.2%)	7 (17.1%)	4 (9.8%)	6 (14.6%)
9. Muscle weakness	5 (15.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	6 (14.6%)	3 (7.3%)	3 (7.3%)
<i>Central nervous system</i>						
10. Headache	11 (34.4%)	11 (34.4%)	6 (18.8%)	7 (17.1%)	18 (43.9%)	17 (41.5%)
11. Dizziness	6 (18.8%)	1 (3.1%)	1 (3.1%)	9 (22.0%)	15 (36.6%)	14 (34.1%)
12. Fatigue or weakness	21 (65.6%)	8 (25.0%)	6 (18.8%)	8 (19.5%)	12 (29.3%)	15 (36.6%)
13. Blurred vision	4 (12.5%)	3 (9.4%)	1 (3.1%)	13 (31.7%)	4 (9.8%)	5 (12.2%)
<i>Gastrointestinal system</i>						
14. Nausea or vomiting	1 (3.1%)	3 (9.4%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	6 (14.6%)	3 (7.3%)
15. Abdominal pain	1 (3.1%)	5 (15.6%)	1 (3.1%)	3 (7.3%)	3 (7.3%)	4 (9.8%)
16. Diarrhea	1 (3.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (4.9%)	2 (4.9%)	2 (4.9%)
<i>Others</i>						
17. Excessive sweating	18 (56.2%)	6 (18.8%)	2 (6.2%)	19 (46.3%)	18 (43.9%)	15 (36.6%)
18. Excessive salivation	0 (0.0%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)
19. Lacrimation	1 (3.1%)	3 (9.4%)	1 (3.1%)	6 (14.6%)	5 (12.2%)	4 (9.8%)
20. Brittle nails, nail loss	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)
<b>Symptoms related to chemical fertilizer exposure</b>						
<i>Respiratory symptoms</i>						
21. Cough or sneeze	5 (15.6%)	1 (3.1%)	1 (3.1%)	7 (17.1%)	4 (9.8%)	4 (9.8%)
22. Runny nose	3 (9.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (7.3%)	2 (4.9%)	2 (4.9%)
23. Chest tightness	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (7.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
<i>Skin symptoms</i>						
24. Irritation or itching	7 (21.9%)	1 (3.1%)	1 (3.1%)	4 (9.8%)	4 (9.8%)	5 (12.2%)
25. Rash	4 (6.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (9.8%)	3 (7.3%)	3 (7.3%)

FU = Follow-up measurement

Table 53 Mean and standard error of severity score of symptoms related to agrochemical exposure by study groups and measurement times

Symptoms	Experimental group (n=32)			Control group (n=41)		
	Baseline	FU1	FU2	Baseline	FU1	FU2
<b>Symptoms related to pesticide exposure</b>						
<i>Respiratory symptoms</i>						
1. Cough	1.00 (0.37)	1.16 (0.36)	0.41 (0.21)	0.88 (0.31)	1.41 (0.42)	1.37(0.40)
2. Sore or dry throat	1.00 (0.36)	0.84 (0.30)	0.19 (0.13)	1.12 (0.38)	0.90 (0.34)	0.95 (0.35)
3. Difficulty in breathing	0.47 (0.29)	0.56 (0.22)	0.09 (0.09)	0.44 (0.25)	0.32 (0.23)	0.27 (0.19)
4. Chest pain	0.50 (0.26)	-	-	0.29 (0.22)	0.27 (0.17)	0.32 (0.19)
<i>Skin symptoms</i>						
5. Itching or burning	0.84 (0.31)	0.31 (0.18)	0.12 (0.09)	1.07 (0.36)	0.66 (0.31)	0.83 (0.34)
6. Rash	0.56 (0.24)	0.47 (0.21)	0.12 (0.09)	0.61 (0.23)	0.41 (0.24)	0.22 (0.18)
<i>Muscle symptoms</i>						
7. Hand numbness	0.59 (0.35)	0.22 (0.17)	0.12 (0.09)	1.34 (0.42)	1.05 (0.38)	1.15 (0.40)
8. Cramp or pain	0.94 (0.42)	0.19 (0.16)	0.16 (0.11)	1.00 (0.38)	0.66 (0.32)	0.78 (0.34)
9. Muscle weakness	0.75 (0.34)	-	-	0.93 (0.37)	0.51 (0.29)	0.44 (0.25)
<i>Central nervous system</i>						
10. Headache	1.47 (0.40)	1.47 (0.38)	0.50 (0.20)	0.76 (0.27)	2.15 (0.47)	2.15 (0.47)
11. Dizziness	0.94 (0.37)	0.09 (0.09)	0.06 (0.06)	1.05 (0.35)	2.05 (0.48)	1.80 (0.43)
12. Fatigue or weakness	3.25 (0.48)	0.84 (0.30)	0.66 (0.26)	1.07 (0.35)	1.56 (0.45)	2.15 (0.52)
13. Blurred vision	0.75 (0.36)	0.19 (0.11)	0.06 (0.06)	1.78 (0.46)	0.46 (0.25)	0.61 (0.29)
<i>Gastrointestinal system</i>						
14. Nausea or vomiting	0.06 (0.06)	0.19 (0.11)	-	0.12 (0.12)	0.88 (0.36)	0.34 (0.20)
15. Abdominal pain	0.09 (0.09)	0.47 (0.23)	0.16 (0.16)	0.37 (0.21)	0.46 (0.26)	0.46 (0.24)
16. Diarrhea	0.06 (0.06)	-	-	0.22 (0.15)	0.20 (0.17)	0.27 (0.19)
<i>Others</i>						
17. Excessive sweating	3.41 (0.61)	0.62 (0.25)	0.12 (0.09)	3.29 (0.59)	2.10 (0.46)	1.85 (0.44)
18. Excessive salivation	-	0.06 (0.06)	-	0.10 (0.10)	-	0.05 (0.05)
19. Lacrimation	0.16 (0.16)	0.19 (0.11)	0.06 (0.06)	0.59 (0.23)	0.66 (0.30)	0.41 (0.22)
20. Brittle nails, nail loss	-	-	-	-	0.02 (0.02)	0.02 (0.02)
<b>Symptoms related to chemical fertilizer exposure</b>						
<i>Respiratory symptoms</i>						
21. Cough or sneeze	0.66 (0.28)	0.09 (0.09)	0.09 (0.09)	0.83 (0.30)	0.37 (0.22)	0.29 (0.15)
22. Runny nose	0.28 (0.18)	-	-	0.39 (0.22)	0.24 (0.20)	0.17 (0.13)
23. Chest tightness	-	-	-	0.29 (0.17)	-	-
<i>Skin symptoms</i>						
24. Irritation or itching	0.94 (0.32)	0.03 (0.03)	0.06 (0.06)	0.46 (0.24)	0.34 (0.18)	0.44 (0.20)
25. Rash	0.28 (0.20)	-	-	0.41 (0.21)	0.32 (0.21)	0.24 (0.15)

FU = Follow-up measurement



**Part 2: Information on agrochemical use**Information on chemical fertilizer use

1. What kind of fertilizers do you use in chili farms? (Allow more than 1 answer)
  - 1) Organic fertilizers
    - 1.1) Chicken manures
    - 1.2) Cattle manures
    - 1.3) other (specify) .....
  - 2) Chemical fertilizers (specify) .....
2. How frequent do you use chemical fertilizer in a month? .....times per month
3. When did you use chemical fertilizers lately? ..... days

Information on pesticide use

4. What kind of pesticides do you use in chili farms? (Allow more than 1 answer)
  - 1) Insecticides (specify the trade name)
    - 1.1) Abamectin                       1.2) Podium
    - 1.3) Lannate                          1.4) Lampard
    - 1.5) Cypermethrin                  1.6) Bazooka
    - 1.7) Provado                          1.8) Selecron
    - 1.9) other (specify) .....
  - 2) Herbicides (specify the trade name)
    - 2.1) Gramoxone                       2.2) Glyphosate
    - 2.3) Lannate                          2.4) Alachlor
    - 2.5) other (specify) .....
  - 3) Fungicides (specify the trade name)
    - 3.1) Antracol                          3.2) Daconil
    - 3.3) other (specify) .....
  - 4) Other (specify) .....
5. How frequent do you use pesticides in a month? ..... times per month
6. When did you use pesticides lately? ..... Days
7. What type of pesticide application equipment do you use? (Allow more than 1 answer)
  - 1) Piston pump backpack sprayers
  - 2) Diaphragm pump sprayers
  - 3) Other (specify) .....

Information on agrochemical storage and disposal

8. Where do you store agrochemicals?
- 1) Inside the house (specify).....
- 2) Outside the house (specify).....
- 3) Other (specify) .....
9. How do you dispose of empty agrochemical containers? (allow more than 1 answer)
- 1) Burying  2) Burning
- 3) Leaving on farms  4) Leaving in water resources
- 5) Putting in waste collectors  6) Collecting for sale
- 7) Other (specify) .....

Other information

10. What kind of personal protective equipment do you have at present? (allow more than 1 answer)
- 1) Chemical resistant or latex gloves  2) Fabric gloves
- 3) Boots  4) Mask
- 5) Respirator  6) Chemical safety goggles
- 7) Face shield  8) other (specify) .....
11. Have you ever received any training about agrochemical use?
- 1) No (move to the questions in Part 3)
- 2) Yes (continue asking the question no. 12 and 13)
12. When were you received the last training about agrochemical use?
- 1) Less than 1 year ago
- 2) 1-2 years ago
- 3) More than 2 years ago
13. What source of the last training did you receive?
- 1) Health promoting hospital
- 2) Provincial or district agricultural office
- 3) Academic institutes (e.g. university, college, school)
- 4) Agrochemical dealers
- 5) Other (specify) .....



### Part 3: Behaviors on agrochemical use

*Direction:* Please choose the answer mostly corresponded with your behaviors

*Question:* How frequent did you behave the following activities when working with agrochemicals during 2 past months?

*Responses:*

- Always means the respondent performs an activity every time.
- Sometimes means the respondent performs an activity.
- Never means the respondent never performs an activity.

Items	Always	Sometimes	Never
<b><i>Behaviors on pesticide use</i></b>			
1. Read labels before using pesticides and follow the label directions exactly			
2. Check pesticide application equipment before use			
3. Check personal protective equipment before use			
4. Keep out unauthorized persons from farm areas before spraying pesticides			
5. Mix various pesticides to increase effectiveness of pesticides*			
6. Wear respirators while mixing and loading pesticides			
7. Wear latex or chemical-resistant gloves while mixing and loading pesticides			
8. Wear a long sleeve shirt and pants while mixing, loading, and spraying pesticides			
9. Wear chemical safety goggles or face shield while spraying pesticides			
10. Wear a respirator while spraying pesticides			
11. Wear latex or chemical-resistant gloves while spraying pesticides			
12. Wear rubber boots while spraying pesticides			
13. Stand in the windward direction while spraying pesticides			
14. Consume foods or drinks while working with pesticides*			
15. Clean pesticide application equipment with detergent and water after used			
16. Clean personal protective equipment after used			

Items	Always	Sometimes	Never
<b><i>Behaviors on chemical fertilizer use</i></b>			
17. Wear latex or chemical-resistant gloves while handling chemical fertilizers			
18. Wear a mask or respirator while handling chemical fertilizers			
<b><i>Behaviors on personal hygiene</i></b>			
19. Wash hands with soap and water immediately after handling agrochemicals			
20. Bathe and shampoo immediately after spraying pesticides			
21. Change clean clothes immediately after finishing pesticide spray			
22. Wash clothes worn when spraying pesticides separately from general clothes			
<b><i>Behaviors on agrochemical storage and disposal</i></b>			
23. Keep agrochemicals in safety places (e.g. locked cabinets)			
24. Keep agrochemicals in original product containers			
25. Burn unwanted agrochemical containers*			

\* Negative statements

#### Part 4: Self-efficacy

*Direction:* Please choose the answer mostly agreed with your opinions on each statement

Statements	Strongly agree	Agree	Uncertain	Disagree	Strongly disagree
1. You can read agrochemical labels and understand such information well.					
2. You can use agrochemicals safely.					
3. You can use and take care personal protective equipment appropriately.					
4. You can always clean your body (i.e. Bathing, shampooing, and handwashing) after exposing to agrochemicals.					
5. You can store agrochemicals and dispose of agrochemical wastes properly.					

### Part 5: Agrochemical safety knowledge

*Direction:* Please choose the best answer

Items	True	False
1. You can be exposed to agrochemicals through dermal absorption, ingestion, and inhalation.		
2. Dermal absorption is the most exposure routes of agrochemicals		
3. Exposure to pesticides by dermal route can cause skin rashes or blisters		
4. Exposure to pesticides by inhalation route can cause convulsion and unconsciousness.		
6. Overusing chemical fertilizers may lead to heavy metal contamination in groundwater		
7. Yellow-labeled pesticide products are slightly toxic.		
8. Chronic exposure to chemical fertilizers may cause cancer.		
9. Wearing a face mask can effectively protect inhalation pesticide exposures.		
10. Washing hands with soap and water after handling Agrochemicals can reduce agrochemical exposure.		

### Part 6: Health effects related to agrochemical exposure

*Direction:* Please specify any health symptoms experienced after using agrochemicals during 2 past months. If reporting any symptoms, the respondents are asked for scoring the symptom severity that can be ranged from 1-10 points (mild → extremely severe).

1. Did you have any following symptoms after using pesticides during 2 past months?

Symptoms	No	Yes	Symptom severity score									
			Mild -----> Extremely severe									
1. Cough			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Sore or dry throat			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Difficulty in breathing			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Chest pain			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Headache			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. Dizziness			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. Nausea or vomiting			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8. Fatigue/ weakness			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. Excessive sweating			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10. Excessive salivation			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11. Lacrimation			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12. Itching/ burning			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13. Rash			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14. Brittle nails/ nail loss			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15. Hand numbness			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16. Muscle cramp or pain			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17. Muscle weakness			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18. Blurred vision			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19. Abdominal pain			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20. Diarrhea			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Did you have any following symptoms after using chemical fertilizers during 2 past months?

Symptoms	No	Yes	Symptom severity score									
			Mild -----> Extremely severe									
1. Cough or sneeze			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Runny nose			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Chest tightness			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Skin irritation			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Skin rash			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Opinion regarding the advantages of agrochemical use

.....

.....

.....

Opinion regarding the disadvantages of agrochemical use

.....

.....

.....

Interviewer's name ..... Date.....

## Appendix B - Interview form (Thai version)

พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร ความรู้ การรับรู้สมรรถนะแห่งตน และผลกระทบต่อด้านสุขภาพของ  
เกษตรกรผู้ปลูกพริก ในจังหวัดอุบลราชธานี

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ  1) ชาย  2) หญิง
2. อายุ ..... ปี
3. ระดับการศึกษาสูงสุด
 

<input type="checkbox"/> 1) ไม่ได้ศึกษา	<input type="checkbox"/> 2) ประถมศึกษา
<input type="checkbox"/> 3) มัธยมศึกษาตอนต้น	<input type="checkbox"/> 4) มัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.
<input type="checkbox"/> 5) อนุปริญญา/ ปวส.	<input type="checkbox"/> 6) ปริญญาตรีหรือสูงกว่า
4. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่
 

<input type="checkbox"/> 1) ไม่มี	<input type="checkbox"/> 2) มี (ระบุ).....
-----------------------------------	--
5. ปัจจุบันท่านเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (เช่น เหล้าขาว, เบียร์, ไวน์, สาโท, กระจกแช่, และอุ) หรือไม่
 

<input type="checkbox"/> 1) ไม่ดื่ม	<input type="checkbox"/> 2) ดื่ม
-------------------------------------	----------------------------------
6. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่
 

<input type="checkbox"/> 1) ไม่สูบ	<input type="checkbox"/> 2) สูบ
------------------------------------	---------------------------------
7. ท่านประกอบอาชีพปลูกพริกมานานเท่าใด ..... ปี
8. ขนาดของพื้นที่ปลูกพริก.....ไร่ หรือ งาน
9. ท่านเกี่ยวข้องกับกิจกรรมใดในการปลูกพริก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 

<input type="checkbox"/> 1) เพาะต้นกล้าพริก	<input type="checkbox"/> 2) เตรียมดิน
<input type="checkbox"/> 3) ปลูกและดูแลต้นพริก	<input type="checkbox"/> 4) เก็บผลผลิต
<input type="checkbox"/> 5) ใส่ปุ๋ยเคมี	<input type="checkbox"/> 6) ผสมหรือเทสารกำจัดศัตรูพืช
<input type="checkbox"/> 7) พ่นสารกำจัดศัตรูพืช	<input type="checkbox"/> 8) อื่นๆ (ระบุ).....
10. ท่านมีการปลูกพืชชนิดอื่นในช่วงที่ทำสวนพริกด้วยหรือไม่
 

<input type="checkbox"/> 1) ไม่มี	<input type="checkbox"/> 2) มี (ระบุ).....
-----------------------------------	--
11. จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกพริกในครอบครัว (รวมผู้ให้สัมภาษณ์) ..... คน

## ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้สารเคมีทางการเกษตรในการปลูกพริก

### ข้อมูลการใช้ปุ๋ย

1. ท่านใช้ปุ๋ยประเภทใดในการปลูกพริก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- 1) ปุ๋ยอินทรีย์
- 1.1) ปุ๋ยมูลไก่
- 1.2) ปุ๋ยมูลวัว
- 1.3) อื่นๆ (ระบุ).....

2) ปุ๋ยเคมี (ระบุชื่อทางการค้า).....

2. ความถี่ในการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพริก..... ครั้งต่อเดือน

3. ท่านใช้ปุ๋ยเคมีครั้งล่าสุดเมื่อไร ..... วัน

### ข้อมูลการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

4. ท่านใช้สารกำจัดศัตรูพืชประเภทใดในการปลูกพริก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- 1) ยาฆ่าแมลง (ระบุชื่อทางการค้า)
- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1.1) อะบาเม็กทิน       | <input type="checkbox"/> 1.2) โฟเตียม  |
| <input type="checkbox"/> 1.3) แลนเนต            | <input type="checkbox"/> 1.4) แลมพาร์ต |
| <input type="checkbox"/> 1.5) ไสเพอร์เมทริน     | <input type="checkbox"/> 1.6) บาชูก้า  |
| <input type="checkbox"/> 1.7) โพรวาโดน          | <input type="checkbox"/> 1.8) ซิลิคอน  |
| <input type="checkbox"/> 1.9) อื่นๆ (ระบุ)..... |  |

- 2) ยาฆ่าหญ้า/ ยาปราบวัชพืช (ระบุชื่อทางการค้า)
- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 2.1) กริมมอกโซน        | <input type="checkbox"/> 2.2) ไกลโฟเซต |
| <input type="checkbox"/> 2.3) อะลาคลอร์         | <input type="checkbox"/> 2.4) วันไซด์  |
| <input type="checkbox"/> 2.5) อื่นๆ (ระบุ)..... |  |

- 3) ยาฆ่าเชื้อรา (ระบุชื่อทางการค้า)
- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 3.1) แอนทราโคล         | <input type="checkbox"/> 3.2) ตาโคนิล |
| <input type="checkbox"/> 3.3) อื่นๆ (ระบุ)..... |                                       |

4) สารเคมีประเภทอื่น (ระบุ).....

5. ความถี่ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการปลูกพริก..... ครั้งต่อเดือน

6. ท่านใช้สารกำจัดศัตรูพืชครั้งล่าสุดเมื่อไร ..... วัน

7. ท่านใช้เครื่องพ่นสารกำจัดศัตรูพืชชนิดใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- 1) แบบสูบโยกสะพายหลัง
- 2) แบบเครื่องยนต์สะพายหลัง
- 3) อื่นๆ (ระบุ).....

ข้อมูลการจัดเก็บสารเคมีทางการเกษตรและการกำจัดภาชนะบรรจุสารเคมี

8. ท่านจัดเก็บสารเคมีทางการเกษตรไว้ที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- 1) ภายในบ้าน ระบุสถานที่.....
- 2) ภายนอกบ้าน ระบุสถานที่.....
- 3) อื่นๆ ระบุสถานที่.....

9. ท่านจัดการกับภาชนะบรรจุสารเคมีทางการเกษตรที่ใช้หมดแล้วอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- 1) ฝังดิน  2) เผาไฟ
- 3) กองทิ้งไว้ในสวน  4) ทิ้งในแหล่งน้ำ เช่น คลอง สระ
- 5) ทิ้งรวมกับขยะทั่วไป  6) เก็บไว้ขาย
- 7) อื่นๆ (ระบุ).....

ข้อมูลการอื่นๆ

10. ปัจจุบันท่านมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลชนิดใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- 1) ถุงมือยาง/ ถุงมือป้องกันสารเคมี  2) ถุงมือผ้า
- 3) รองเท้าบูต  4) ผ้าปิดจมูก
- 5) หน้ากากกรองสารเคมี  6) แวนตาป้องกันสารเคมี
- 7) บังหน้า  8) อื่นๆ (ระบุ).....

11. ท่านเคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีทางการเกษตรมาก่อนหรือไม่

- 1) ไม่เคย (ข้ามไปถามส่วนที่ 3)
- 2) เคย (ถามข้อ 12-13)

12. ท่านเคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีทางการเกษตรเมื่อไร

- 1) น้อยกว่า 1 ปี  2) 1-2 ปี  3) มากกว่า 2 ปี

13. ท่านเคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีทางการเกษตรจากหน่วยงานใด

- 1) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล
- 2) สำนักงานเกษตรอำเภอ/ จังหวัด
- 3) สถาบันการศึกษา เช่น มหาวิทยาลัย, วิทยาลัย, โรงเรียน
- 4) บริษัทหรือผู้จำหน่ายสารเคมีทางการเกษตร
- 5) อื่นๆ (ระบุ).....



### ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร

คำชี้แจง โปรดเลือกคำตอบที่ตรงกับพฤติกรรมของท่านมากที่สุด

คำถาม ในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา เมื่อทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีทางการเกษตร ท่านได้ปฏิบัติตามกิจกรรมต่อไปนี้บ่อยเพียงใด?

#### แนวทางการตอบ

- **ประจำ** หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมนั้นทุกครั้งเมื่อทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีฯ
- **บางครั้ง** หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมนั้นบางครั้งเมื่อทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีฯ
- **ไม่เคย** หมายถึง ไม่เคยปฏิบัติตามกิจกรรมนั้นเมื่อทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีฯ

กิจกรรม	ความถี่ในการปฏิบัติ		
	ประจำ	บางครั้ง	ไม่เคย
<i>พฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืช</i>			
1. อ่านฉลากสารเคมีก่อนการใช้และปฏิบัติตามคำแนะนำทุกขั้นตอน			
2. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องพ่นสารกำจัดศัตรูพืชก่อนการใช้งาน			
3. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนการใช้งาน			
4. กันผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานออกจากบริเวณสวนก่อนการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช			
5. ผสมสารกำจัดศัตรูพืชหลายๆ ชนิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดศัตรูพืช*			
6. สวมหน้ากากกรองสารเคมีเมื่อทำการผสมและเทสารกำจัดศัตรูพืช			
7. สวมถุงมือยาง/ ถุงมือป้องกันสารเคมีเมื่อทำการผสมและเทสารกำจัดศัตรูพืช			
8. สวมเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวเมื่อทำการผสม เท และพ่นสารกำจัดศัตรูพืช			
9. สวมแว่นตากันสารเคมี/ ที่บังหน้าในขณะที่ทำการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช			
10. สวมหน้ากากกรองสารเคมีในขณะที่ทำการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช			
11. สวมถุงมือยาง/ ถุงมือป้องกันสารเคมีในขณะที่ทำการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช			
12. สวมรองเท้าบูตในขณะที่ทำการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช			
13. ยืนอยู่เหนือลมในขณะที่ทำการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช			
14. รับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มในระหว่างปฏิบัติงานกับสารกำจัดศัตรูพืช*			
15. ล้างอุปกรณ์พ่นสารกำจัดศัตรูพืชด้วยน้ำและผงซักฟอกเมื่อใช้งานเสร็จ			
16. ทำความสะอาดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลหลังใช้งาน			

กิจกรรม	ความถี่ในการปฏิบัติ		
	ประจำ	บางครั้ง	ไม่เคย
<u>พฤติกรรมการใช้ปุ๋ยเคมี</u>			
17. สวมถุงมือยาง/ ถุงมือป้องกันสารเคมีเมื่อใช้หรือสัมผัสปุ๋ยเคมี			
18. สวมผ้าปิดจมูก/ หน้ากากป้องกันฝุ่นเมื่อใช้หรือสัมผัสปุ๋ยเคมี			
<u>พฤติกรรมสุขลักษณะส่วนบุคคล</u>			
19. ล้างมือด้วยน้ำและสบู่หลังจากสัมผัสหรือใช้สารเคมีทางการเกษตรทันที			
20. อาบน้ำและสระผมทันทีหลังจากการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชเสร็จ			
21. เปลี่ยนเสื้อผ้าชุดใหม่ทันทีหลังจากฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชเสร็จ			
22. ซักเสื้อผ้าที่ใส่เมื่อทำงานกับสารเคมีทางการเกษตรแยกจากเสื้อผ้าทั่วไป			
<u>พฤติกรรมเก็บและกำจัดสารเคมีทางการเกษตร</u>			
23. เก็บสารเคมีทางการเกษตรไว้ในสถานที่ปลอดภัย (เช่น ตู้ที่มีกุญแจล็อก)			
24. เก็บสารเคมีทางการเกษตรไว้ในภาชนะบรรจุที่มาจากผู้ผลิต			
25. เฝ้าภาชนะบรรจุสารเคมีทางการเกษตรที่ไม่ต้องการ*			

หมายเหตุ \* ข้อคำถามเชิงลบ

#### ส่วนที่ 4 การรับรู้สมรรถนะแห่งตนเกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

คำชี้แจง โปรดเลือกคำตอบที่ตรงกับความเชื่อหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ความเชื่อในความสามารถของตนเอง	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ท่านสามารถอ่านและทำความเข้าใจคำแนะนำในฉลากสารเคมีทางการเกษตรได้					
2. ท่านสามารถใช้สารเคมีทางเกษตรได้อย่างถูกวิธี					
3. ท่านสามารถใช้และดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันสารเคมีได้ถูกวิธี					
4. ท่านสามารถทำความสะอาดร่างกาย (เช่น อาบน้ำ สระผม ล้างมือ) ทุกครั้งที่มีการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร					
5. ท่านสามารถจัดเก็บและกำจัดสารเคมีทางการเกษตรได้ถูกวิธี					

### ส่วนที่ 5 ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีทางการเกษตร

คำชี้แจง โปรดเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
1. ท่านคิดว่า ท่านอาจได้รับสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรสามารถเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านทางผิวหนัง การกิน และหายใจเข้าไป		
2. ท่านคิดว่า การได้รับสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรทั้ง 3 ทางนั้น การได้รับผ่านทางผิวหนังเป็นการได้รับมากที่สุด		
3. ท่านคิดว่า การสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชทางผิวหนังอาจก่อให้เกิดผื่นหรือพุพองได้		
4. ท่านคิดว่า การได้รับสารกำจัดศัตรูพืชผ่านการหายใจเข้าไปอาจทำชก หดสติได้		
5. ท่านคิดว่า การสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดมะเร็งได้		
6. ท่านคิดว่า การใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากๆ อาจทำให้มีสารโลหะหนักปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดิน		
7. ท่านคิดว่า สารกำจัดศัตรูพืชที่มีฉลากเป็นแถบสีเหลืองเป็นสารเคมีที่มีพิษน้อย		
8. ท่านคิดว่า การสัมผัสปุ๋ยเคมีต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดมะเร็งได้		
9. ท่านคิดว่า การสวมผ้าปิดจมูกช่วยป้องกันสารกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ร่างกายผ่านการหายใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ		
10. ท่านคิดว่า การล้างมือด้วยน้ำและสบู่ทุกครั้งที่มีการสัมผัสสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรช่วยลดการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้		

### ส่วนที่ 6 ผลกระทบด้านสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

คำชี้แจง โปรดเลือกอาการผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นหลังจากใช้สารเคมีทางการเกษตรในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา กรณีที่ตอบว่า เคยมีอาการ ให้ถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับความรุนแรงของอาการเหล่านั้น โดยมีระดับให้เลือกตั้งแต่ 1-10 (น้อยที่สุด → มากที่สุด)

1. ท่านเคยมีอาการเหล่านี้เกิดขึ้นหลังจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา หรือไม่

อาการ	ไม่ เคย	เคย	ระดับความรุนแรงของอาการ									
			น้อยที่สุด	-----	มากที่สุด							
1. ไอ			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. เจ็บคอ/ คอแห้ง			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. หายใจติดขัด			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. เจ็บหน้าอก			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. ปวดศีรษะ			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. เวียนศีรษะ			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. คลื่นไส้/ อาเจียน			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8. อ่อนเพลีย/ เมื่อยล้า			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. เหงื่อออกมาก			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

อาการ	ไม่ เคย	เคย	ระดับความรุนแรงของอาการ									
			น้อยที่สุด	-----	มากที่สุด							
10. น้ำลายไหล			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11. น้ำตาไหล			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12. คันผิวหนัง/ ผิวแห้ง/ ผิวไหม้/ ผิว แตก			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13. ผื่นที่ผิวหนัง/ ตุ่มผุพอง			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14. เล็บมือหลุด/ เปราะ			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15. อาการชาบริเวณมือ			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16. ปวดกล้ามเนื้อ/ เป็นตะคริว			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17. กล้ามเนื้ออ่อนล้า			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18. ตาพร่ามัว			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19. ปวดท้อง			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20. ท้องเสีย			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. ท่านเคยมีอาการเหล่านี้เกิดขึ้นหลังการใช้ปุ๋ยเคมีในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา หรือไม่

อาการ	ไม่ เคย	เคย	ระดับความรุนแรงของอาการ									
			น้อยที่สุด	-----	มากที่สุด							
1. ไอ/ จาม			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. น้ำมูกไหล			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. แน่นหน้าอก			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. คัน/ ระคายเคืองผิวหนัง			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. ผื่นที่ผิวหนัง			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้สารเคมีทางการเกษตร

.....

.....

.....

ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลเสียของการใช้สารเคมีทางการเกษตร

.....

.....

.....

ชื่อ-นามสกุลของผู้สัมภาษณ์ ..... วันที่สัมภาษณ์.....

## Appendix C - Agrochemical safety training manual

### คู่มือการฝึกอบรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตร

#### ตารางการฝึกอบรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตร

##### ส่วนที่ 1 แผนการฝึกอบรม

ประกอบด้วย 6 เรื่อง ดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมีทางการเกษตร
2. เส้นทางการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
3. สารเคมีทางการเกษตรและอันตรายต่อสุขภาพ
4. การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย
5. การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย
6. การจัดเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย
7. การกำจัดสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย
8. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
9. การดูแลสุขภาพลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

##### ส่วนที่ 2 แผนการสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิคผู้วาดรอยแป้งมัน (Tapioca Starch Tracer Technique; TST)

ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

1. การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย
2. การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย
3. การล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางการฝึกอบรมความปลอดภัยด้านสารเคมีทางการเกษตร

วันและเวลา	กิจกรรมการฝึกอบรม	ผู้รับผิดชอบ
<b>วันที่ 1</b>		
08.30 - 08.45	ลงทะเบียน	นักศึกษาสาธารณสุข
08.45 - 09.00	พิธีเปิดการฝึกอบรม	ผู้วิจัย
09.00 - 09.30	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมีทางการเกษตร	ผู้วิจัย
09.30 - 10.00	เส้นทางการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร	ผู้วิจัย
10.00 - 10.30	สารเคมีทางการเกษตรและอันตรายต่อสุขภาพ	ผู้วิจัย
10.30 - 10.45	พักรับประทานอาหารว่าง	
10.45 - 11.15	การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย	ผู้วิจัย
11.15 - 12.15	การสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST เรื่อง การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย	ผู้วิจัย, เพื่อนผู้อำนวย ความสะดวก
12.15 - 13.15	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.15 - 13.45	เกมทายภาพสัญลักษณ์บนฉลากผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตร	นักศึกษาสาธารณสุข
13.45 - 14.45	การสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST เรื่อง การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย	ผู้วิจัย, เพื่อนผู้อำนวย ความสะดวก
14.45 - 15.00	พักรับประทานอาหารว่าง	
15.00 - 15.30	การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย	ผู้วิจัย
15.30 - 16.00	กิจกรรมสนทนาการ	นักศึกษาสาธารณสุข
<b>วันที่ 2</b>		
09.00 - 09.30	การจัดเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย	ผู้วิจัย
09.30 - 10.00	การกำจัดสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย	
10.00 - 10.30	กิจกรรมสนทนาการ	นักศึกษาสาธารณสุข
10.30 - 10.45	พักรับประทานอาหารว่าง	
10.45 - 11.45	อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	ผู้วิจัย
11.45 - 12.00	เกมตอบได้ ให้โชค	นักศึกษาสาธารณสุข
12.00 - 13.00	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.00 - 13.30	การดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร	ผู้วิจัย
13.30 - 14.30	การสาธิตด้วยเทคนิค TST เรื่อง การล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ	ผู้วิจัย, เพื่อนผู้อำนวย ความสะดวก
14.30 - 14.45	พักรับประทานอาหารว่าง	
14.45 - 15.00	สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการฝึกอบรม และพิธีปิด	ผู้วิจัย, ผู้เข้าอบรม

### แผนการฝึกอบรมที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมีทางการเกษตร

ระยะเวลา 30 นาที

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- อธิบายประเภทของสารเคมีทางการเกษตรได้
- ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

#### เนื้อหา

1. ความหมายและประเภทของสารเคมีทางการเกษตร
2. ความสำคัญและประโยชน์ของการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

#### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปราย

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. แนะนำตัววิทยากร
2. ถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน สารเคมีทางการเกษตรคืออะไร ท่านเคยใช้สารเคมีทางการเกษตรชนิดใดบ้าง และให้เวลาในการคิด
3. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์
4. บรรยาย ประเภทของสารเคมีทางการเกษตร
5. ถาม เหตุใดจึงต้องการใช้สารเคมีทางการเกษตรด้วยความระมัดระวัง แล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์
6. ร่วมกันอภิปราย
7. เน้นย้ำความสำคัญและประโยชน์ของการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย และสรุปบทเรียน

#### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง

#### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย

## แผนการฝึกอบรมที่ 2 เส้นทางารรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

ระยะเวลา 30 นาที

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- ระบุเส้นทางารรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรได้
- ตระหนักถึงความสำคัญของการหลีกเลี่ยงการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

### เนื้อหา

1. เส้นทางารรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
2. แนวทางการหลีกเลี่ยงการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปราย

### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ถาม ท่านเคยถูกสารกำจัดศัตรูพืชกระตุ้นเป็นอาการหรือไม่ และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นเป็นอย่างไร
2. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
3. บรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเส้นทางารรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร และแนวทางการหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
4. สรุปทบทวน

### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง

### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย



### แผนการฝึกอบรมที่ 3 ความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

ระยะเวลา 30 นาที

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- เข้าใจถึงความอันตรายจากการสัมผัสปุ๋ยเคมีได้
- เข้าใจถึงความอันตรายจากการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชได้
- ยกตัวอย่างอาการการเกิดพิษจากการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชได้
- อธิบายแนวทางการปฏิบัติตัวเมื่อเจ็บป่วยหรือได้รับพิษจากสารเคมีทางการเกษตรได้
- ตระหนักถึงอันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

#### เนื้อหา

1. อันตรายจากการสัมผัสปุ๋ยเคมี
2. อันตรายจากการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืช
3. แนวทางการปฏิบัติตัวเมื่อเจ็บป่วยหรือได้รับพิษจากสารเคมีทางการเกษตร

#### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปราย
- การฉายวิดีโอทัศน์

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ฉายภาพเกี่ยวกับการเกิดพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช
2. ถาม ท่านเคยรู้สึกไม่สบายหลังการทำงานกับสารเคมีทางการเกษตรหรือไม่ อาการเป็นอย่างไร และมีวิธีการรักษาอย่างไร
3. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
4. บรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับอาการและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
5. ฉายวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติตัวเมื่อเจ็บป่วยหรือได้รับพิษจากสารเคมีทางการเกษตร
6. สรุปบทเรียน

#### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง
- วิดีทัศน์

#### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย

### แผนการฝึกอบรมที่ 4 การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- เข้าใจถึงความสำคัญของการอ่านฉลากผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตร
- อธิบายความหมายของแถบสี สัญลักษณ์รูปภาพ และข้อความบนฉลากผลิตภัณฑ์สารกำจัดศัตรูพืช
- อธิบายแนวทางการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัยได้
- ตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย
- เข้าใจรูปแบบการรับสมัครผู้สสารกำจัดศัตรูพืช
- ตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันการรับสมัครผู้สสารกำจัดศัตรูพืช

#### เนื้อหา

1. ฉลากผลิตภัณฑ์และเอกสารความปลอดภัยของสารเคมีทางการเกษตร
2. ความหมายของสัญลักษณ์ภาพ และแถบสีของฉลากสารกำจัดศัตรูพืช
3. การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

#### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปรายกลุ่มย่อย
- การฉายวีดิทัศน์
- การสาธิตเชิงปฏิบัติการด้วยเทคนิค TST
- การเล่นเกมทายสัญลักษณ์รูปภาพ

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ฉายภาพของฉลากผลิตภัณฑ์สารกำจัดศัตรูพืช
2. ถาม ท่านอ่านฉลากและเอกสารที่ติดมากับผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตรบ่อยแค่ไหน ทำไมถึงอ่านฉลากผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตร และเมื่ออ่านแล้วเข้าใจข้อมูลในฉลากหรือไม่ เพราะเหตุใด
3. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งเป็น 9 กลุ่มย่อย (กลุ่มละ 5 คน) และอภิปรายกลุ่มย่อย ต่อจากนั้นร่วมกันอภิปรายกลุ่มใหญ่
4. บรรยาย ความหมายของแถบสี สัญลักษณ์รูปภาพ และข้อความบนฉลากผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตรได้
5. เน้นย้ำความสำคัญและประโยชน์ของการอ่านฉลากผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตร
6. ถาม ท่านใช้สารกำจัดศัตรูพืชบ่อยเพียงใด และมีการปฏิบัติอย่างไรเมื่อใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
7. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
8. บรรยาย แนวทางการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย
9. เน้นย้ำประโยชน์ของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

10. การสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST เรื่องการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (1 ชั่วโมง) ดูรายละเอียดได้ใน ส่วนที่ 2

11. เล่นเกมทายสัญลักษณ์ภาพ (30 นาที)

#### โสตทัศนูปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง
- วิดีทัศน์

#### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย



### แผนการฝึกอบรมที่ 5 การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- เข้าใจรูปแบบการรับสัมผัสปุ๋ยเคมี
- ตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันการรับสัมผัสปุ๋ยเคมี
- อธิบายแนวทางการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัยได้
- ตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

#### เนื้อหา

1. การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย
2. ประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

#### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปรายกลุ่มย่อย
- การฉายวีดิทัศน์
- การสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ถาม โดยปกติแล้ว เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีท่านปฏิบัติตัวอย่างไร
2. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
3. เชิญผู้เข้ารับการฝึกอบรม 2-3 คน ออกมาสาธิตวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีตามวิธีปกติของตน
4. การสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST เรื่องการใช้ปุ๋ยเคมี (1 ชั่วโมง) ดูรายละเอียดได้ในส่วนที่ 2
5. บรรยาย แนวทางการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย (เพิ่มเติมจากที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนรู้จากการสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST)
6. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
7. สุ่มเลือกตัวแทนผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้มาสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้
8. เน้นย้ำประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

#### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง

#### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย

### แผนการฝึกอบรมที่ 6 การจัดเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

ระยะเวลา 30 นาที

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- อธิบายแนวทางการเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย
- ตระหนักถึงประโยชน์ของการเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัยสาร

#### เนื้อหา

1. แนวทางการเก็บสารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย
2. แนวทางการเก็บปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

#### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปรายกลุ่มย่อย
- การฉายวีดิทัศน์

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ถาม ท่านเก็บสารเคมีทางการเกษตรไว้ที่ไหน อย่างไร
2. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง
3. ฉายภาพเกี่ยวกับการเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างไม่เหมาะสมที่พบในหมู่บ้าน
4. ถาม ท่านคิดว่าการเก็บสารเคมีทางเกษตรในภาพเหมาะสมหรือไม่ เพราะอะไร
5. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
6. บรรยาย แนวทางการเก็บสารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย
7. บรรยาย แนวทางการเก็บปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย
8. เน้นย้ำประโยชน์ของการเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

#### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง

#### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย

### แผนการฝึกอบรมที่ 7 การกำจัดการเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

ระยะเวลา 30 นาที

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- อธิบายแนวทางการกำจัดการเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัยได้
- ตระหนักถึงประโยชน์ของการกำจัดการเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

#### เนื้อหา

- แนวทางการกำจัดภาชนะบรรจุสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

#### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปรายกลุ่มย่อย
- การฉายวิดีโอทัศน์

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ถาม โดยปกติท่านกำจัดภาชนะบรรจุสารเคมีทางการเกษตรอย่างไร
2. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
3. ฉายวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับการกำจัดภาชนะบรรจุสารเคมีทางการเกษตรที่ไม่ต้องการ
4. เน้นย้ำประโยชน์ของการกำจัดภาชนะบรรจุสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย
5. สรุปบทเรียน การใช้ การจัดเก็บ และการกำจัดการเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

#### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง
- วิดีทัศน์

#### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย

### แผนการฝึกอบรมที่ 8 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- เข้าใจถึงประโยชน์ของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
- ระบุชนิดของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็นสำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีทางเภสัชกรรมได้
- อธิบายแนวทางการเลือก การใช้ และการดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลได้
- สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลได้อย่างถูกต้อง

#### เนื้อหา

1. ประโยชน์ของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
2. การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
3. การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
4. การดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

#### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปราย
- การสาธิตการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
- การฝึกปฏิบัติการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ถาม โดยปกติท่านสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลชนิดใดบ้าง เพราะอะไร
2. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย
3. บรรยาย ประโยชน์ของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การเลือก การใช้ และการดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
4. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งเป็น 5 กลุ่ม (กลุ่มละ 8-9 คน) และมีเพื่อนผู้อำนวยความสะดวก (Peer facilitators) ประจำกลุ่ม 1 คน
5. สาธิตการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลโดยเพื่อนผู้อำนวยความสะดวก
6. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละกลุ่มฝึกปฏิบัติการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลโดยมีเพื่อนผู้อำนวยความสะดวกประจำกลุ่มเป็นผู้ดูแลและให้คำแนะนำ ร่วมกับผู้วิจัยและทีมงาน
7. สรุปบทเรียน

#### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรเจคเตอร์

- เครื่องเสียง
- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือป้องกันสารเคมี หน้ากากกรองสารเคมี แวนตาป้องกันสารเคมี

#### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
- การสังเกตความสนใจระหว่างการสาธิตและการฝึกปฏิบัติ
- การฝึกปฏิบัติในระหว่างการฝึกอบรม





## แผนการฝึกอบรมที่ 9 การดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- ตระหนักถึงประโยชน์ของการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
- อธิบายแนวทางในการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรได้
- ล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ 7 ขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง
- เข้าใจถึงประโยชน์ของการล้างมือเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรได้

### เนื้อหา

1. แนวทางในการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
2. การล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ

### กิจกรรม

- การบรรยายแบบมีส่วนร่วม
- การถาม-ตอบ
- การอภิปราย
- การสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST

### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. ถาม หลังจากที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีทางการเกษตรเสร็จแล้ว ท่านทำอะไรเป็นอันดับแรก
2. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เล่าประสบการณ์ของตัวเอง และร่วมกันอภิปราย
3. บรรยาย แนวทางการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
4. เน้นย้ำประโยชน์ของการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อลดการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
5. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแบ่งเป็น 5 กลุ่ม (กลุ่มละ 8-9 คน) และมีเพื่อนผู้อำนวยความสะดวก (Peer facilitators) ประจำกลุ่ม 1 คน
6. การสาธิตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิค TST เรื่องการล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ (1 ชั่วโมง) ดูรายละเอียดในส่วนที่ 2

### วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน

- PowerPoint
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โพรเจคเตอร์
- เครื่องเสียง

### การประเมินผล

- การตอบคำถามในระหว่างฝึกอบรม
- การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
- การสังเกตความสนใจระหว่างการสาธิต

**เอกสารอ้างอิง**

ILO. (1991). *Safety and health in the use of agrochemicals: A guide*. Geneva: International Labour Office.

U.S.EPA. (1993). *Protect yourself from pesticides-Guide for pesticide handler*. Washington: U.S. Environmental Protection Agency.

National Association of State Department of Agriculture. (n.d). *Worker safety trainer handbook: Pesticide safety for agricultural workers*. Washington: U.S. Environmental Protection Agency.



## แผนการสาริตเชิงปฏิบัติด้วยเทคนิคผู้วาดรอยแป้งมัน (Tapioca Starch Tracer Technique: TST)

### หลักการและเหตุผล

แป้ง ( $C_6H_{12}O_6$ ) เป็นสารคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides) ที่เกิดจากโมเลกุลของ โมโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide) หรือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากต่อกันเป็นโพลิเมอร์ แป้งมีสถานะเป็น ของแข็ง ไม่ละลายน้ำ และไม่รสหวาน [82]

การทดสอบแป้งโดยใช้สารละลายไอโอดีน เมื่อหยดสารละลายไอโอดีน ลงในแป้งหรืออาหารที่มีแป้งเป็น ส่วนประกอบ สารละลายไอโอดีน ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวสีน้ำตาลจะทำปฏิกิริยากับแป้ง ทำให้เกิดสารเชิงซ้อนสี ม่วงเกือบดำ หรือสีม่วงแกมน้ำเงิน [82]

ด้วยหลักการดังกล่าวจึงนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนา **Tapioca Starch Tracer Technique (TST)** ซึ่งเป็นเครื่องมือในการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพในการสาริตการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย โดยการ นำแป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starches) หรือน้ำแป้งสุก (Starch solutions) มาเป็นใช้สารกำจัดศัตรูพืชจำลอง และใช้เม็ดสาคุ (Tapioca pearls or granules) คลุกแป้งมันเป็นปุ๋ยเคมีจำลอง ซึ่งสารเคมีทางการเกษตรที่จำลองขั้นนี้ จะถูกบรรจุอยู่ในภาชนะที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตรจริง ในการสาริตเชิงปฏิบัตินี้จะนำ สารเคมีทางการเกษตรจำลองนี้มาใช้แทนสารเคมีทางการเกษตรจริงซึ่งเป็นสารที่มีอันตราย โดยสร้างสถานการณ์ จำลองให้ผู้สาริต หรือผู้เข้ารับการฝึกอบรม ได้ใช้สารเคมีทางการเกษตรจำลองนี้ในการผสม หรือฉีดพ่นสารกำจัด ศัตรูพืช หรือโรยปุ๋ยเคมี เมื่อผู้สาริต หรือผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้สัมผัสกับสารเคมีทางการเกษตรจำลองนี้ (แป้งมัน สำปะหลัง, น้ำแป้งสุก, หรือเม็ดสาคุ) จะทำให้มีแป้งตกค้างที่ผิวหนัง เสื้อผ้า หรือพื้นผิวต่างๆ เปรียบเสมือนการ สัมผัสสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรที่จะมีสารเคมีบางส่วนตกค้างที่บริเวณที่สัมผัส ซึ่งตามปกติแล้วเกษตรกรจะ ไม่สามารถสังเกตเห็นสารเคมีที่ตกค้างนี้ได้ แต่สารเคมีทางการเกษตรจำลองนี้จะสามารถมองเห็นได้เมื่อมีการทำ ปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน โดยการฉีดสารละลายไอโอดีนไปในบริเวณที่มีสารเคมีทางการเกษตรจำลองตกค้าง อยู่ จากนั้นบริเวณดังกล่าวจะกลายเป็นสีม่วงดำ ส่วนบริเวณที่ไม่มีแป้งตกค้างจะคงสีน้ำตาลของสารละลายไอโอดีน เช่นเดิม ด้วยวิธีการดังกล่าวจะทำให้เกษตรกรมองเห็นและเข้าใจถึงการลักษณะการตกค้างของสารเคมีทาง การเกษตรที่ผิวหนัง เสื้อผ้า หรือบริเวณอื่น ๆ ทำให้การตระหนักถึงความเสี่ยงของการรับสัมผัสสารเคมีทางการ เกษตร และตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันตนเองเพื่อลดโอกาสการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร

## กิจกรรมที่ 1 การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยความปลอดภัย

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- ตระหนักถึงอันตรายของสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชด้วยมือเปล่า
- ตระหนักถึงความสำคัญของการผสมและการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชด้วยความปลอดภัย
- ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายเมื่อต้องสัมผัสกับสารกำจัดศัตรูพืชได้
- ทราบถึงวิธีการแต่งกายเหมาะสมและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่จำเป็นในขั้นตอนการผสม และฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชได้
- อธิบายแนวทางผสมและฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชด้วยความปลอดภัยได้

### วัสดุและอุปกรณ์

- แปะมันสำปะหลัง บรรจุในขวดที่มีการติดฉลากสารเคมีจำลอง
- สารละลายแปะ บรรจุในขวดที่มีการติดฉลากสารเคมีจำลอง
- สารละลายไอโอดีน 1% (Iodine solution 1%) เจือจางกับน้ำกลั่นบรรจุลงในกระบอกฉีดน้ำ
- น้ำสะอาด
- ถังพลาสติกสำหรับผสมสารเคมี 3 ใบ
- ไม้พาย 1 อัน
- เสื้อแขนยาวสีขาวหรือสีอ่อน 3 ตัว
- ถุงมือป้องกันสารเคมีสีขาวหรือสีอ่อน 2 คู่
- แวนครอบตาป้องกันสารเคมี 1 ชิ้น
- หน้ากากกันสารเคมี 1 ชิ้น
- รองเท้าบูท 1 ชิ้น
- ชุดคลุมป้องกันสารเคมี 1 ชุด
- พัดลม 1 เครื่อง

### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

#### ก่อนการจัดกิจกรรม

1. การเตรียมสารกำจัดศัตรูพืชจำลอง (น้ำแปะสุก)

การเตรียมสารละลายน้ำแปะสุก โดยนำแปะมันผสมกับน้ำสะอาด ในอัตราส่วนของแปะมัน 100 กรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร ใช้แท่งแก้วหรือทัพพิกคนสารให้เข้ากัน นำไปต้มจนเดือด ระหว่างต้มต้องคอยสังเกต และใช้แท่งแก้วหรือทัพพิกคน เพื่อป้องกันไม่แปะจับตัวเป็นก้อน หากน้ำแปะข้นหรือมีความหนืดเกินไปสามารถเติมน้ำเพิ่มได้ เมื่อน้ำแปะสุกจะมีลักษณะเป็นของเหลวใส จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง จึงนำสารละลายน้ำแปะไปบรรจุในภาชนะที่เตรียมไว้ ซึ่งเป็นภาชนะที่มีลักษณะคล้ายบรรจุภัณฑ์ของสารกำจัดศัตรูพืช และมีฉลากเลียนแบบสารกำจัดศัตรูพืช

2. การเตรียมสารละลายไอโอดีน

นำสารละลายไอโอดีน 1% มาเจือจางกับน้ำกลั่น ในอัตราส่วนสารละลายไอโอดีน 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร บรรจุสารละลายไอโอดีนที่เจือจางแล้วลงในกระบอกฉีดยา

### การจัดกิจกรรม

1. นำเข้าสู่บทเรียน
2. ขออาสาสมัคร 1 คน มาเล่าวิธีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ทำเป็นประจำ และแสดงวิธีการผสม และการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชจำลองตามแนวทางของตนเอง (ให้สวมเสื้อแขนยาวที่จัดเตรียมไว้ เพื่อป้องกันเสื้อผ้าเลอะ)
3. เชิญเพื่อนผู้อำนวยการความสะดวก 1 คนมาแสดงวิธีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ไม่เหมาะสม
  - 3.1 ผสมสารกำจัดศัตรูพืชจำลองด้วยมือเปล่า
    - *การแต่งกาย:* สวมเสื้อแขนยาวที่จัดเตรียมไว้
    - *ขั้นตอนการสาธิต:* ไม่อ่านฉลาก ผสมสารฯ มากเกินอัตราส่วน เทศาราฯ ในถังใส่น้ำไว้เพื่อทำการผสมสารใช้มือเปล่ากวนผสมสารฯ ทำสารฯ หกรดเสื้อผ้าขณะผสมสารฯ
  - 3.2 การฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชจำลองด้านลม
    - *ขั้นตอนการสาธิต:* ฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชจำลอง หน้าบริเวณที่เปิดพัดลม ระหว่างฉีดพ่นให้ค่อย ๆ เดินเข้าหาพัดลม (อย่าฉีดเข้าหาพัดลมโดยตรง เพราะอาจก่อให้เกิดอันตรายได้)
4. ถาม ท่านคิดว่า นายแบบ 2 คนนี้ มีวิธีใช้สารกำจัดศัตรูพืชเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร และผู้เข้ารับการฝึกอบรมร่วมกันอภิปรายถึงข้อดี/ข้อเสีย/อันตรายที่เกิดขึ้น
5. แสดงลักษณะของการตกค้างของสารฯ บนร่างกายของนายแบบทั้ง 2 คน โดยใช้สารละลายไอโอดีนฉีดไปที่บริเวณมือและเสื้อ บริเวณที่มีสารกำจัดศัตรูพืชจำลองตกค้างจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ
6. เน้นย้ำให้เห็นถึงความของการอ่านฉลากกำจัดศัตรูพืช และอันตรายของการยื่นฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชได้ลม
7. กล่าวขอบคุณนายแบบทั้ง 2 คน เชิญให้ไปล้างมือและเปลี่ยนเสื้อผ้า
8. เกษตรกรผู้อำนวยการความสะดวกคนที่ 2 ผสมสารเคมีด้วยความปลอดภัย
9. ถาม ท่านคิดว่าวิธีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมควรเป็นอย่างไร ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมอภิปรายกลุ่มย่อย โดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 5 กลุ่ม (กลุ่มละ 8-9 คน) และให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดกลุ่มละ 5 นาที
11. เชิญผู้อำนวยการความสะดวก 1 คน มาสาธิตวิธีการใช้สารกำจัดศัตรูอย่างปลอดภัย
  - *การแต่งกาย:* สวมชุดคลุมป้องกันสารเคมี แวนครอบตาป้องกันสารเคมี หน้ากาก ถุงมือ และรองเท้าน้ำที่จัดเตรียมไว้ (อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสวมหลังจากที่อ่านฉลาก)
  - *ขั้นตอนการสาธิต:* อ่านฉลากสารเคมี ผสมสารฯ ตามอัตราส่วนที่ระบุบนฉลาก ผสมสารฯ ภาชนะที่เตรียมไว้ และใช้ไม้พายคนเพื่อผสมสารเคมี ฉีดพ่นสารฯ โดยยืนด้านเหนือลม (ให้ห่างจากพัดลม)
11. แสดงลักษณะของการตกค้างของสารฯ บนร่างกายของนายแบบ โดยใช้สารละลายไอโอดีนฉีดไปที่บริเวณมือและเสื้อ บริเวณที่มีสารกำจัดศัตรูพืชจำลองตกค้างจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ

12. เน้นย้ำให้ถึงความสำคัญของการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายขณะผสม บรรจุ และฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช กล่าวขอขอบคุณนายแบบ เชิญให้ถอดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เปลี่ยนเสื้อผ้า และล้างมือ

13. บรรยายแนวทางการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัยเพิ่มเติม และสรุปบทเรียน

#### การประเมินผล

1. การตอบคำถามในระหว่างการสาธิต
2. การสังเกตความสนใจในการสาธิต
3. การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย



## กิจกรรมที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- เข้าใจถึงลักษณะและอันตรายของการรับสัมผัสปุ๋ยเคมีทางผิวหนัง
- ตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันการรับสัมผัสปุ๋ยเคมีทางผิวหนัง
- ตระหนักถึงประโยชน์การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย
- อธิบายแนวทางการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัยได้
- อธิบายความสำคัญของใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายเมื่อต้องสัมผัสหรือใช้ปุ๋ยเคมีได้
- ระบุชนิดของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่จำเป็นเมื่อมีการปฏิบัติงานที่ต้องสัมผัสหรือใช้ปุ๋ยเคมีได้

### วัสดุหรืออุปกรณ์

- แปะมัน
- เม็ดสาคุ (Tapioca pearls)
- สารละลายไอโอดีน 1% (Iodine solution 1%) เจือจางกับน้ำกลั่นบรรจุลงในกระบอกฉีดยา
- ถังมือยางสีขาว/สีอ่อน 2 คู่
- ผ้าปิดจมูก 2 อัน

### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

#### ก่อนการจัดกิจกรรม

##### 1. การเตรียมปุ๋ยเคมีจำลอง

นำเม็ดสาคุผสมกับแปะมัน ในอัตราส่วนเม็ดสาคุ 1 ถ้วยตวง ต่อแปะมัน 1 ช้อนโต๊ะ บรรจุปุ๋ยเคมีจำลองในถุงหรือภาชนะที่ทำเลียนแบบผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมีจริง

##### 2. การเตรียมสารละลายไอโอดีน

นำสารละลายไอโอดีน 1% มาเจือจางกับน้ำกลั่น ในอัตราส่วนสารละลายไอโอดีน 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร บรรจุสารละลายไอโอดีนที่เจือจางแล้วลงในกระบอกฉีดยา

#### การจัดกิจกรรม

##### 1. นำเข้าสู่บทเรียน

##### 2. ถาม โดยปกติท่านมีวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างไร

3. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมาเล่าประสบการณ์ของตนเอง และร่วมกันอภิปราย

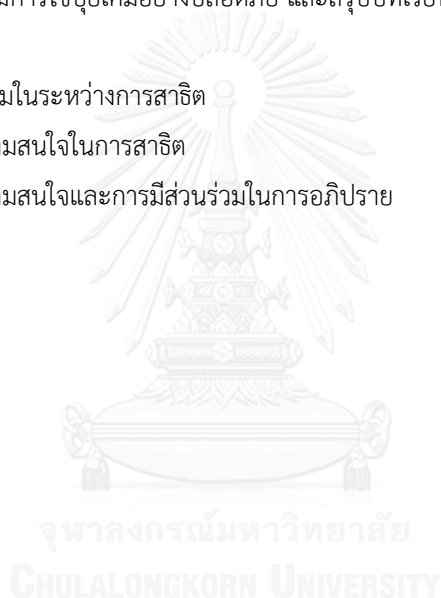
4. ขออาสาสมัคร 1 คน แสดงวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีที่ปฏิบัติเป็นประจำของตนเอง โดยใช้ปุ๋ยเคมีจำลอง กรณีที่อาสาสมัครบอกว่า สวมถุงมือหรือผ้าปิดจมูกในขณะที่ปฏิบัติงานกับปุ๋ยเคมีเป็นประจำ จะจัดอุปกรณ์ดังกล่าวให้สวม

5. ถาม ท่านคิดว่าปุ๋ยเคมีจะสามารถตกค้างที่ร่างกายหรือไม่ และให้ผู้รับการฝึกอบรมอภิปรายกลุ่ม

6. แสดงลักษณะของการตกค้างของปุ๋ยเคมีบนมือของอาสาสมัคร โดยใช้สารละลายไอโอดีนฉีดไปที่บริเวณมือ บริเวณที่มีปุ๋ยเคมีตกค้างอยู่เปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ ถ้าสวมถุงมือให้ฉีดสารละลายไอโอดีนทั้งที่ยังสวมถุงมือ
7. ถาม เกิดอะไรขึ้นที่มือของอาสาสมัคร และให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมร่วมกันอภิปราย
8. อธิบาย การตกค้างของปุ๋ยเคมีที่บริเวณมือ และเหตุผลที่เกิดสารสีม่วงดำเกิดขึ้นที่บริเวณดังกล่าว
9. กรณีที่มีอาสาสมัครใส่ถุงมือขณะทำการสาธิต ให้ถอดอาสาสมัครถุงมือออก และชี้ให้เห็นว่าไม่มีทั้งปุ๋ยจำลองและสารละลายไอโอดีนตกค้าง และเน้นย้ำถึงความสำคัญของการสวมถุงมือเมื่อใช้ปุ๋ยเคมี กล่าวขอบคุณอาสาสมัครและให้เวลาไปล้าง ถ้าที่อาสาสมัครไม่ได้สวมถุงมือขณะทำการสาธิตให้ทำเป็นหน้าที่ของเพื่อนผู้อำนวยความสะดวกแสดงขั้นตอนนี้แทน
10. เชิญเพื่อนผู้อำนวยความสะดวก 1 คน มาสาธิตแนวทางการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย
11. อธิบายเพิ่มเติมการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย และสรุปบทเรียน

#### การประเมินผล

1. การตอบคำถามในระหว่างการสาธิต
2. การสังเกตความสนใจในการสาธิต
3. การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย





### กิจกรรมที่ 3 การล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถ

- ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของการล้างมือ
- ล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ 7 ขั้นตอน ได้อย่างถูกต้อง

#### วัสดุหรืออุปกรณ์

- แป้งมัน ใส่น้ำตาลหรือกะละมัง
- สารละลายไอโอดีน 1% (Iodine solution 1%) เจือจางกับน้ำกลั่น
- กะละมังขนาดเล็กพร้อมน้ำสะอาด 10 ใบ
- สบู่ล้างมือ 2 ขวด/ ก้อน
- กระดาษหรือผ้าสำหรับเช็ดมือ

#### การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

##### กิจกรรม

##### ก่อนการจัดกิจกรรม

##### 1. การเตรียมแป้งมัน

นำแป้งมันเทใส่น้ำตาลหรือกะละมังขนาดเล็ก

##### 2. การเตรียมสารละลายไอโอดีน

นำสารละลายไอโอดีน 1% มาเจือจางกับน้ำกลั่น ในอัตราส่วนสารละลายไอโอดีน 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร บรรจุสารละลายไอโอดีนที่เจือจางแล้วลงในกระบอกฉีดน้ำ

##### การจัดกิจกรรม

##### 1. นำเข้าสู่บทเรียน

2. ให้แบ่งเป็นกลุ่มย่อย 5 กลุ่ม (กลุ่มละ 9 คน) โดยในแต่ละกลุ่มจะมีเพื่อนผู้อำนวยความสะดวก 1 คน และส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน (ที่ไม่ใช่เพื่อนผู้อำนวยความสะดวก) มาสาธิตการล้างมือที่ทำเป็นปกติของตนเอง

3. ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำมือไปคลุกแป้งมันที่เตรียมไว้ และจากนั้นให้ไปล้างมือ ให้สมาชิกที่เหลือสังเกตวิธีการล้างมือของตัวแทนแต่ละคน

4. ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มโชว์มือให้ทุกคนสังเกตและอธิบายวิธีการล้างมือ คนละ 1 นาที

5. ฉีดสารละลายไอโอดีนใส่มือของตัวแทนของแต่ละกลุ่ม และโชว์มือให้ทุกคนสังเกตอีกครั้ง กรณีที่ล้างมือไม่สะอาด จะมีการตักค้างของแป้งมันตักค้างที่ผิวหนังและบริเวณดังกล่าวจะเป็นสีม่วงดำ

6. ให้สมาชิกที่เหลืออยู่พิจารณาว่าตัวแทนกลุ่มใดล้างมือได้สะอาดที่สุด และอภิปราย กล่าวขอบคุณตัวแทนกลุ่มที่ออกมาสาธิตและเชิญให้ไปล้างมืออีกรอบ และกลับมารวมฟังบรรยาย

7. อธิบายวิธีการล้างมือ 7 ขั้นตอน และสาธิตวิธีการล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ 7 ขั้นตอน โดยเพื่อนผู้อำนวยความสะดวกประจำกลุ่ม และให้สมาชิกในกลุ่มฝึกการล้างมือ 7 ขั้นตอน โดยมีเพื่อนผู้อำนวยความสะดวกคอยให้คำแนะนำแก่สมาชิก

วิธีการล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพ 7 ขั้นตอน ตามคำแนะนำของศูนย์ป้องกันและควบคุมโรค [113]

- 1) ฝ่ามือถูมือ
- 2) ฝ่ามือถูหลังมือและนิ้วถูขอกนิ้ว
- 3) ฝ่ามือถูฝ่ามือและนิ้วถูขอกนิ้ว
- 4) หลังนิ้วถูฝ่ามือ
- 5) ถูนิ้วหัวแม่มือโดยรอบ
- 6) ปลายนิ้วถูขว้างฝ่ามือ
- 7) ถูรอบข้อมือ

8. ให้ตัวแทนกลุ่มที่ล้างไม่สะอาดในรอบแรก มาทดสอบประสิทธิภาพการล้างมือ 7 ขั้นตอน โดยมาเอามือคลุกแป้ง ให้ล้างมือ 7 ขั้นตอน และเมื่อล้างเสร็จ จะทดสอบการตกค้างของแป้งด้วยสารละลายไอโอดีนอีกครั้ง

9. เน้นย้ำถึงความสำคัญของล้างมืออย่างมีประสิทธิภาพและสรุปบทเรียน

#### การประเมินผล

1. การตอบคำถามในระหว่างการสาธิต
2. การสังเกตความสนใจในการสาธิต
3. การสังเกตความสนใจและการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
4. การปฏิบัติวิธีการล้างมือ 7 ขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

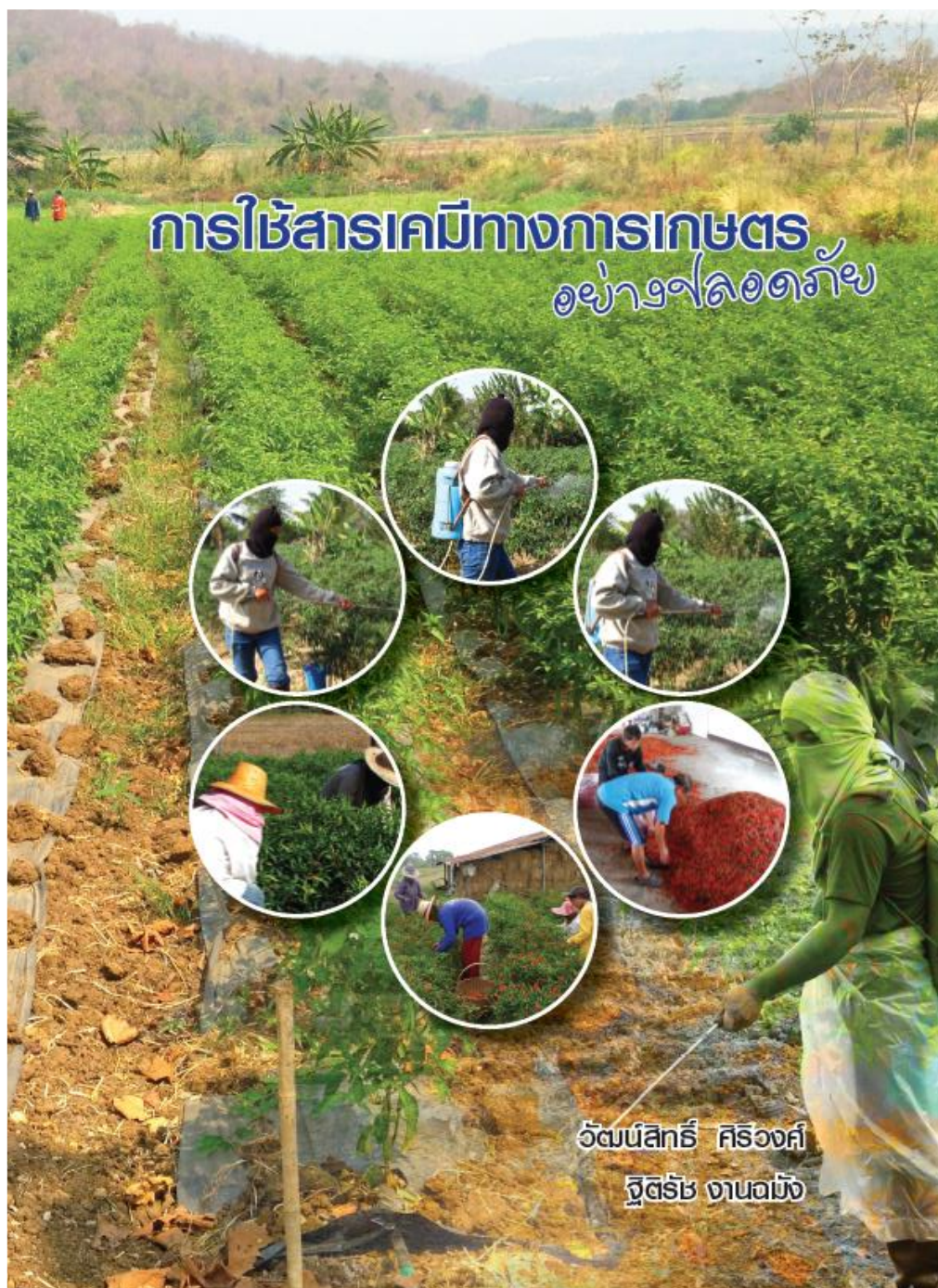
#### เอกสารอ้างอิง

Centers for disease control and prevention (CDC). Handwashing: Clean hands save lives [Internet].

Atlanta: CDC; 2013 [updated 2013 Dec 11; cited 2014 Apr 25]. Available from:

<http://www.cdc.gov/handwashing/when-how-handwashing.html>.

Appendix D - Booklet of Safe use of agrochemicals



## การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

ผู้แต่ง :

1. รศ.ดร.วัฒน์สิทธิ์ ศิริวงศ์  
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อุตติรัช งานฉม้าง  
วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วาดภาพประกอบ : สุภชัย โฉมจันทร์

สำนักพิมพ์ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
85 ถ.สถลมารค ต.เมืองศรีโค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี  
โทร. 045-353115

## คำนำ

ประเทศไทยมีการนำเข้าและใช้สารเคมีทางการเกษตร อาทิ สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี อย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าการเกษตร แม้การใช้สารเคมีทางการเกษตรจะมีประโยชน์ในแง่การเพิ่มผลผลิต หากการใช้มากเกินไปกว่ามาตรฐานกำหนด การใช้อย่างไม่ถูกวิธี หรือการป้องกันตนเองจากการรับสัมผัสไม่เหมาะสม อาจส่งผลให้เกิดกระทบต่อสุขภาพต่อเกษตรกร ครอบครัว หรือชุมชน ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้เกษตรกรและประชาชนอาจจะตกอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยทั้งกลุ่มอาการสัมผัสแบบเฉียบพลันและการสะสมพิษในร่างกายเป็นระยะเวลานาน เช่น โรคมุมิแพท โรคมะเร็ง และโรคพาทินสัน เป็นต้น รวมทั้งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นเกษตรกรผู้ใช้สารเคมีควรตระหนักถึงอันตรายของสารเคมีทางการเกษตร รู้จักวิธีการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง รวมทั้งการป้องกันตนเองอย่างเหมาะสม

คู่มือการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัยเล่มนี้ได้ถูกจัดทำขึ้น และเรียบเรียงพร้อมภาพประกอบอย่างง่าย เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติตนในการใช้สารเคมีทางการเกษตร ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้องไปในอนาคต

รศ.ดร.วัฒน์สิทธิ์ ศิริวงศ์  
อูดีรัช งานฉมัง



## สารบัญ

มาทำความรู้จักกับสารเคมีทางการเกษตรกันดีกว่า	1
สารเคมีทางการเกษตรเข้าสู่ร่างกายเราได้อย่างไร	2
สารกำจัดศัตรูพืชก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอย่างไร	3
ปุ๋ยเคมีก็มีอันตรายต่อสุขภาพนะ รู้ยัง	5
การเลือกซื้อสารกำจัดศัตรูพืช	6
การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย	8
การกำจัดภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย	11
เมื่อได้รับอันตรายจากสารกำจัดศัตรูพืชควรทำอย่างไร	14
การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย	16
การเก็บสารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย	17
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตร	20
ถ้าเมื่อไหร่หมดจด ช่วยลดอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตร	22



## มาทำความรู้จักกับสารเคมีทางการเกษตรกันดีกว่า

### ▶ สารเคมีทางการเกษตร (Agrochemicals)

คือ สารเคมีที่ใช้ในงานเกษตรกรรม ซึ่งในงานเกษตรกรรมด้านเพาะปลูก สามารถแบ่งสารเคมีออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

### ▶ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)

คือ สารเคมีที่ใช้ป้องกัน ควบคุม และทำลายศัตรูพืช ซึ่งสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

- สารกำจัดแมลง – ใช้ป้องกันและฆ่าแมลงศัตรูพืชเช่น คลอไพริฟอส คาร์บาเมต
- สารกำจัดวัชพืช – ใช้ฆ่าหญ้าและวัชพืชต่างๆ เช่น พาราควอท ไกลโฟเสท
- สารกำจัดเชื้อรา – ใช้ป้องกันและฆ่าเชื้อรา เช่น โปรพิเนบ ไซเนบ
- สารกำจัดสัตว์ฟันแทะ – ใช้ฆ่าหนูและสัตว์ฟันแทะต่างๆ เช่น ซิงค์ฟอสไฟด์

### ▶ ปุ๋ยเคมี (Chemical fertilizers)

คือ สารเคมีที่เป็นสารอาหารของพืชซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ลงในดิน เพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของผลผลิต



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



▶ 2

## สารเคมีทางการเกษตร



## สารเคมี ทางการเกษตร เข้าสู่ร่างกาย เราได้อย่างไร

สารเคมีทางการเกษตรสามารถ  
เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ดังนี้

- ▶ ทางผิวหนัง เกษตรกรมีโอกาสได้รับสารเคมีทางการเกษตรเข้าสู่ร่างกายโดยการซึมผ่านทางผิวหนังมากที่สุด ถ้าเกษตรกรแต่งกายไม่มีดริสหรือไม่มีสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล โอกาสที่สารเคมีจะสัมผัสถูกผิวหนังจะเพิ่มขึ้น ถ้าผิวหนังเป็นแผลหรือเป็นโรคผิวหนังรวมทั้งการทำงานในสภาพอากาศที่ร้อนจัด สารเคมีจะสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ง่ายยิ่งขึ้น
- ▶ ทางการหายใจ แก๊ส ไอ หรือละอองสารกำจัดศัตรูพืช และฝุ่นปุ๋ยสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ในขณะผสมหรือพ่นสารกำจัดศัตรูพืช หรือหว่านปุ๋ยเคมี
- ▶ ทางปาก โอกาสที่จะได้รับสารเคมีทางการเกษตรผ่านทางปากหรือการกิน เช่น การใช้มือที่เปื้อนสารเคมีหยิบอาหารเข้าปาก การสูบบุหรี่ในขณะที่ผสมหรือพ่นสารเคมี การกินอาหารหรือน้ำที่ปนเปื้อนสารเคมี

- ▶ ทางผิวหนัง
- ▶ ทางการหายใจ
- ▶ ทางปาก



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



## สารกำจัดศัตรูพืชก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอย่างไร

- ▶ สารกำจัดศัตรูพืชสามารถจำแนกประเภทตามสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ซึ่งแต่ละกลุ่มอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้แตกต่างกัน

ประเภทของสารกำจัดศัตรูพืช	อันตรายต่อสุขภาพ
● กลุ่มออร์กาโนคลอรีน สารกลุ่มนี้สลายตัวได้ยาก และตกค้างในสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันได้ถูกยกเลิกการใช้แล้ว	มีพิษเฉียบพลันต่อระบบประสาท พิษเรื้อรังอาจมีผลต่อ การทำงานของตับ ระบบสืบพันธุ์ และระบบฮอร์โมน ทำให้เกิดโรคมะเร็ง หรือโลหิตจางได้
● กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต สารกลุ่มนี้สลายตัวเร็วใน สิ่งแวดล้อม แต่มีพิษต่อ ระบบประสาทค่อนข้างสูง	อาการพิษเฉียบพลัน เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย อ่อนเพลีย เหงื่อออกมาก ม่านตาหดตัว กล้ามเนื้อ กระตุก/อ่อนแรง ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ กระสับกระส่าย พิษเรื้อรังอาจทำให้ระบบการหายใจล้มเหลว มีผลต่อการ ทำงานของระบบทางเดินอาหาร ระบบหัวใจและหลอดเลือด พฤติกรรมเปลี่ยนแปลง
● กลุ่มคาร์บาเมต สารกลุ่มนี้สลายตัวเร็วใน สิ่งแวดล้อม แต่มีความเป็น พิษค่อนข้างสูง	อาการพิษที่เกิดจากสารกลุ่มนี้จะคล้ายกับกลุ่มออร์กาโน ฟอสเฟต แต่มีความรุนแรงน้อยกว่า
● กลุ่มไพรีทรอยด์ สารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษ ค่อนข้างต่ำและสลายตัวเร็ว ในสิ่งแวดล้อม	หากสัมผัสในปริมาณมากๆ อาจทำให้เกิดอาการคัน เป็น ผื่น เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ในกรณีที่เป็นโรคหอบ จะทำให้หอบรุนแรงขึ้น กล้ามเนื้อกระตุก ชัก และหมด สติ

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



▶ 4

## อาการพิษจากการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืช

### อาการพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช

#### อาการเล็กน้อย

- ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ
- อ่อนเพลีย
- เหงื่อออกมาก/น้ำลายไหล
- คอแห้ง
- ปวดท้อง ท้องเสีย
- คัน ผื่นแดง/แตก
- เป็นผื่น/ตุ่มพุพอง



ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ



ตาพร่ามัว

#### อาการปานกลาง

- คลื่นไส้ อาเจียน
- ตาพร่ามัว
- กล้ามเนื้ออ่อนแรง
- แน่นหน้าอก
- ม่านตาหด
- อาการเหมือนอาการพิษเล็กน้อย แต่รุนแรงกว่า



เหงื่อออกมาก



คลื่นไส้ อาเจียน

#### อาการรุนแรง

- กล้ามเนื้อกระตุก
- หายใจลำบาก
- น้ำมูกไหล และน้ำลายไหล
- ไม่รู้สึกตัว
- หมดสติ และเสียชีวิต



น้ำตาไหล



สับสน ช็อค ในลำคอ



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

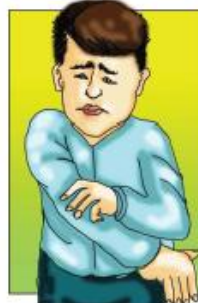
## ปุ๋ยเคมีก็มีอันตรายต่อสุขภาพนะ รู้ยัง

▶ ปุ๋ยเคมีมีสารที่มีพิษหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ อาทิ สารไนเตรท และสารโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ดังนั้นการสัมผัสปุ๋ยเคมีโดยตรงจึงอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไปกว่ามาตรฐานกำหนดจะส่งผลให้สารพิษปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำใต้ดิน และถ้ามีน้ำที่ปนเปื้อนสารพิษมาบริโภคน่าจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้เช่นกัน

- ▶ การสัมผัสปุ๋ยเคมีอาจก่อให้เกิดอันตรายได้หลายอย่าง เช่น
  - ▶ ระคายเคืองผิวหนัง เป็นผื่นแดง
  - ▶ ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ ไอ จาม จมูกอักเสบ
  - ▶ ระคายเคืองตา
  - ▶ ทำให้ทารกมีผิวสีฟ้าเนื่องจากร่างกายขาดออกซิเจน
  - ▶ เกิดความผิดปกติที่ระบบสืบพันธุ์
  - ▶ มะเร็ง



ผื่นแพ้จากการสัมผัส



ระคายเคืองผิวหนัง



อาการทารกมีผิวสีฟ้า

จาก <http://www.americanscientist.org/issues/pub/2009/3/the-blue-baby-syndromes/2>

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



▶ 6

## การเลือกซื้อสารกำจัดศัตรูพืช

- ▶ เลือกสารกำจัดศัตรูพืชให้เหมาะกับชนิดของศัตรูพืชที่ต้องการควบคุม
- ▶ อ่านฉลากสารกำจัดศัตรูพืชโดยละเอียด
- ▶ ดูเลขทะเบียนวัตถุอันตราย วันที่ผลิตหรือวันหมดอายุของสารกำจัดศัตรูพืช
- ▶ สังเกตแถบสีบนฉลาก ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงระดับความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชที่แบ่งออกเป็น 4 ระดับ (ดูตัวอย่างข้างล่าง)
- ▶ ตรวจสอบภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชไม่ให้มีรอยรั่ว
- ▶ ควรเลือกซื้อสารกำจัดศัตรูพืชที่มีความเป็นพิษน้อย และซื้อในปริมาณที่พอดีกับการใช้งานในแต่ละฤดูกาลเพาะปลูก เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ และลดปริมาณของสารเคมีที่หมดอายุ

ตัวอย่างแถบสี สัญลักษณ์ภาพ และข้อความบนฉลากสารกำจัดศัตรูพืช



จาก ราชบัณฑิตยสถานและกรมวิชาการเกษตร ระบุกฎปาส์น้ำมัน (น. 45), โดย ดำรงศักดิ์ เตียววณิชย์ และคณะ, (ม.ป.พ. : น.ป.พ.)



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

## สัญลักษณ์แสดงวิธีการปฏิบัติในการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

### ▶ สัญลักษณ์ภาพเตือนอันตรายและข้อควรปฏิบัติ



พิษร้ายแรงมาก

มีพิษร้ายแรงมาก



พิษร้ายแรง

มีพิษร้ายแรง



อันตราย



เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ



เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ห้ามทิ้งในแหล่งน้ำ



ระวัง



เก็บให้มิดชิด ห่างจากมือเด็ก



ชำระล้างร่างกายหลังการใช้

### ▶ สัญลักษณ์ภาพเกี่ยวกับการป้องกันอันตราย



สวมหน้ากากป้องกันฝุ่น



สวมถุงมือ



สวมพลาสติกกันเปื้อน



สวมหน้ากากป้องกันไอพิษ



สวมรองเท้าบูต



สวมชุดป้องกันสารเคมี



สวมอุปกรณ์ป้องกันใบหน้า/ตา

จาก [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/haz\\_chemicals\\_use.html#s1](http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_chemicals_use.html#s1)

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

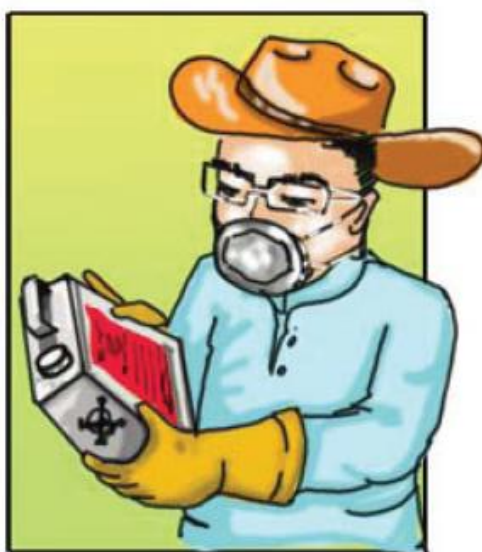


▶ 8

## การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

### ก่อนใช้สารกำจัดศัตรูพืช

- ▶ อ่านฉลากสารกำจัดศัตรูพืชให้เข้าใจโดยละเอียดทุกครั้งก่อนใช้
- ▶ สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็น ได้แก่ ถุงมือ หน้ากากป้องกันสารเคมี และรองเท้าบู๊ต



- ▶ ไม่ควรใช้ปากเปิดภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช
- ▶ ผสมสารกำจัดศัตรูพืชตามอัตราส่วนที่ระบุในฉลาก ไม่ควรผสมสารเข้มข้น กว่าอัตราที่กำหนด เพราะอาจทำให้ได้รับพิษแบบเฉียบพลันและสิ้นเปลือง การผสมสารเจือจางกว่าอัตราที่กำหนดจะทำให้ไม่มีประสิทธิภาพในการปราบศัตรูพืช
- ▶ ใช้ไม้หรือวัสดุอื่นกวนผสมสารกำจัดศัตรูพืช ห้ามใช้มือเปล่ากวนผสม
- ▶ ตรวจสอบเครื่องพ่นสารกำจัดศัตรูพืชให้อยู่ในสภาพพร้อมงานก่อนนำมาใช้



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



## การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

### ขณะพ่นสารกำจัดศัตรูพืช



- ▶ ต้องแต่งกายมิดชิด โดยสวมเสื้อแขนยาว กางเกงขายาว และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็น ได้แก่ ถุงมือ แวนตากันสารเคมี หน้ากากป้องกันสารเคมี รองเท้าบูต และหมวกปีกกว้าง
- ▶ ควรพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในช่วงเวลาที่อากาศไม่ร้อนจัด เช่น ช่วงเช้า หรือช่วงเย็น เนื่องจาก การทำงานในสภาพอากาศที่ร้อนจัดทำให้ รุขุมขนที่ผิวหนังขยาย ดังนั้นสารเคมีจึงสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ง่ายขึ้น
- ▶ ตรวจสอบทิศทางลมก่อนพ่น ควรเริ่มพ่นจากขอบแปลงด้านใต้ลมและขยายแนวพ่นไปด้านที่อยู่เหนือลม

- ▶ ขณะพ่นสารกำจัดศัตรูพืชต้องยืนอยู่เหนือลมตลอดเวลา ถ้าเกิดลมแรงหรือลมเปลี่ยนทิศทางพัดเข้าหาตัวผู้พ่น ควรหยุดพ่นจนกว่าลมจะสงบ
- ▶ ห้ามรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ หรือสูบบุหรี่ในขณะที่พ่นสารกำจัดศัตรูพืช
- ▶ ถ้าหัวฉีดอุดตันในระหว่างพ่นควรใช้ลวดหรือเศษไม้เล็ก ๆ เช็ยสิ่งอุดตันออก ห้ามใช้ปากเป่าโดยเด็ดขาด

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

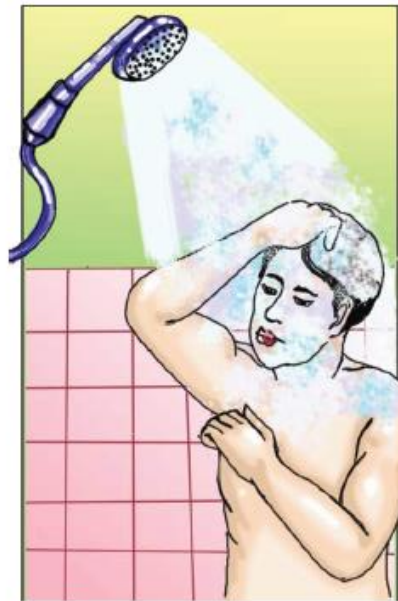


▶ 10

## การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

### หลังการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

- ▶ ควรทำความสะอาดเครื่องพ่นด้วยน้ำและผงซักฟอกทุกครั้งหลังการใช้งาน ไม่ควรล้างเครื่องพ่นในแม่น้ำ ลำคลอง บ่อ หรือสระน้ำ เพื่อป้องกันสารเคมีปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำ ตากแดดให้แห้ง ก่อนนำไปเก็บในที่ที่ปลอดภัย
- ▶ ควรทำความสะอาดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลด้วยวิธีที่เหมาะสม ตากอุปกรณ์ในที่ร่มให้แห้ง ก่อนนำไปในที่สะอาด
- ▶ ถอดชุดที่ใส่ทำงานออกทันทีหลังจากทำงานเสร็จ ควรซักชุดที่ใส่พ่นสารกำจัดศัตรูพืชแยกจากเสื้อผ้าอื่นๆ และไม่ควรมนำชุดดังกล่าวไปใส่ในกรณีอื่นๆ
- ▶ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว ให้อาบน้ำ สระผม และเปลี่ยนเสื้อผ้าที่สะอาดทันที
- ▶ ไม่ควรเข้าไปในบริเวณที่พ่นสารกำจัดศัตรูพืชโดยไม่จำเป็น



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



## การกำจัดภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

ศึกษาวิธีกำจัดภาชนะบรรจุสาร  
กำจัดศัตรูพืชจากฉลาก



ล้างภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช  
ที่ใช้หมดแล้วด้วยน้ำ



ทำลายภาชนะบรรจุโดยการตัด/ฉีก/ ทบ  
เพื่อไม่ให้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก



นำไปฝังกลบอย่างถูกวิธี



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



▶ 12

### การล้างภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชก่อนนำไปกำจัด

▶ การล้างภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้หมดแล้วด้วยน้ำ 3 ครั้ง เป็นการชำระสารเคมีที่ตกค้างอยู่ในภาชนะบรรจุออกให้หมดก่อนนำไปกำจัด เพื่อช่วยลดการปนเปื้อนของสารเคมีสู่สิ่งแวดล้อม และช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย

- ▶ ขั้นตอนการล้างภาชนะบรรจุด้วยน้ำ 3 ครั้ง มีดังนี้
1. เติมน้ำลงในภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชประมาณ 1/4 ของถัง
  2. ปิดฝาให้แน่น และเขย่าประมาณ 30 วินาที
  3. เทน้ำลงในถังฟันทนสารกำจัดศัตรูพืช
  4. ทำขั้นตอนที่ 1-3 ซ้ำอีก 2 รอบ
  5. นำน้ำล้างภาชนะบรรจุไปพ่นในแปลงเพาะปลูก



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

## การฝังกลบภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช



- ▶ บริเวณที่ฝังกลบภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช ควรมีลักษณะดังนี้
  - ▶ เป็นบริเวณที่น้ำท่วมไม่ถึง หรืออยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน
  - ▶ อยู่ห่างจากแหล่งน้ำและที่พักอาศัยอย่างน้อย 50 เมตร
  - ▶ ดินในบริเวณที่ฝังไม่ควรเป็นดินทราย



- ▶ วิธีการฝังกลบ
  - ▶ ขุดหลุมให้ลึกจากผิวดินอย่างน้อย 1 เมตร
  - ▶ รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยขี้วัวเพื่อลดความเป็นพิษของสารเคมี
  - ▶ ฝังภาชนะบรรจุในหลุมโรยด้วยปุ๋ยขี้วัวหรือขี้เถ้าสลับเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นหนาประมาณ 10-15 เซนติเมตร
  - ▶ ปิดหลุมชั้นสุดท้ายด้วยดินหนาประมาณ 50 เซนติเมตร กลบปากหลุมให้เสมอกับผิวดินเดิม
  - ▶ ล้อมรั้วบริเวณหลุมฝังกลบ และติดป้ายเตือนอันตราย

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



▶ 14

## เมื่อได้รับอันตรายจากสารกำจัดศัตรูพืชควรทำอย่างไร

### ถ้าสารกำจัดศัตรูพืชหกรดผิวหนัง/เสื้อผ้า



▶ ถ้าสารกำจัดศัตรูพืชหกรดเสื้อผ้าให้รีบถอดเสื้อผ้าที่เป็นสารเคมีออกให้หมดก่อน



▶ ทำความสะอาดร่างกายบริเวณที่เปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชด้วยสบู่และน้ำในปริมาณมากๆ



### ถ้าสารกำจัดศัตรูพืชกระเด็นเข้าตา



▶ ถ้าสารกำจัดศัตรูพืชกระเด็นเข้าตา ให้รีบล้างตาด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากๆ โดยให้น้ำไหลผ่านประมาณ 15 นาที



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

## เมื่อได้รับอันตรายจากสารกำจัดศัตรูพืชควรทำอย่างไร

### ถ้าสารกำจัดศัตรูพืชกระเด็นเข้าปากหรือกินเข้าไป

- ▶ ถ้าสารกำจัดศัตรูพืชกระเด็นเข้าปากหรือกินอาหารที่ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชเข้าไป ควรปฐมพยาบาลเบื้องต้นตามวิธีการที่ระบุไว้ในฉลากสารกำจัดศัตรูพืช
- ▶ ไม่ควรทำให้ผู้ป่วยอาเจียน ยกเว้นมีคำแนะนำระบุในฉลากสารกำจัดศัตรูพืช
- ▶ รีบไปพบแพทย์ พร้อมนำภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชที่มีฉลากสมบูรณ์ไปให้แพทย์ด้วย

### ถ้าสูดดมสารกำจัดศัตรูพืชเข้าไป

- ▶ ถ้าสูดดมสารกำจัดศัตรูพืชเข้าไปมากๆ อาจทำให้เป็นลมหรือหมดสติ ให้รีบนำผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ และปลดเสื้อผ้าไม่ให้รัดตึงเพื่อให้หายใจได้สะดวก
- ▶ กรณีที่ผู้ป่วยหยุดหายใจ ควรผายปอดด้วยวิธีการเป่าปากโดยให้ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมการปฐมพยาบาลเป็นผู้ดำเนินการ
- ▶ รีบพาผู้ป่วยไปพบแพทย์ พร้อมนำภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืชที่มีฉลากสมบูรณ์ไปให้แพทย์ด้วย

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย





16

## การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

### ก่อนการใช้ปุ๋ยเคมี

- ▶ การเลือกซื้อปุ๋ยเคมี ควรเลือกซื้อปุ๋ยที่ได้มาตรฐาน และพิจารณาให้เหมาะกับชนิดของดิน และชนิดของพืชที่ปลูก โดยอาจขอรับคำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่หรือนักวิชาการเกษตร
- ▶ อ่านเอกสารกำกับปุ๋ยเคมีให้เข้าใจและปฏิบัติตามคำแนะนำ

### ระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมี

- ▶ ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็น เช่น ถุงมือยาง รองเท้าบูตยาง และผ้าปิดจมูก เพื่อป้องกันร่างกายไม่ให้สัมผัสกับปุ๋ยเคมีโดยตรง
- ▶ ไม่ควรรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ หรือสูบบุหรี่ ขณะหว่านปุ๋ยเคมี

### หลังการใช้ปุ๋ยเคมี

- ▶ ควรเก็บปุ๋ยเคมีที่เหลือไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด และนำไปไว้ในที่ที่ปลอดภัย ไม่ควรวางปุ๋ยเคมีทิ้งไว้ในสวนข้ามคืน
- ▶ หลังทำงานเสร็จแล้ว ให้ทำความสะอาดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ด้วยวิธีการที่เหมาะสม และนำไปเก็บในที่สะอาด
- ▶ ล้างมือด้วยน้ำและสบู่ทันทีหลังทำงานเสร็จ



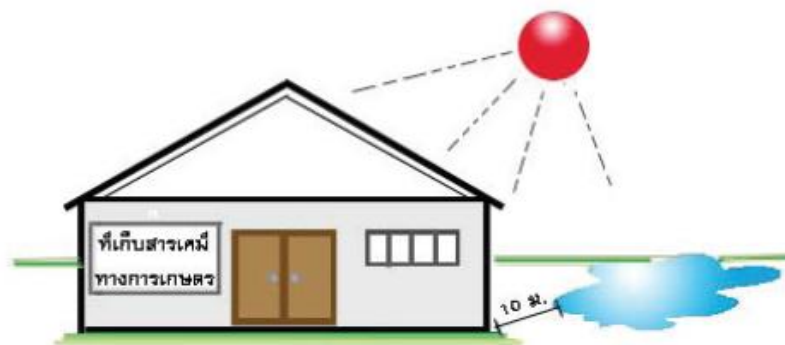
การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



## การเก็บสารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

สถานที่เก็บสารเคมีทางการเกษตร ควรมีลักษณะดังนี้

- ▶ เป็นสถานที่ที่มีมิดชิด มีอากาศถ่ายเทสะดวก มีหลังคา กันแดดและฝน และสามารถปิดล็อกได้ เพื่อป้องกันเด็ก สัตว์เลี้ยง และผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าถึงได้
- ▶ ควรแยกออกจากที่พักอาศัย ที่เก็บหรือปรุงอาหาร ที่เก็บอาหารสัตว์ คอกเลี้ยงสัตว์
- ▶ ควรอยู่ห่างจากแหล่งความร้อน และแหล่งน้ำอย่างน้อย 10 เมตร



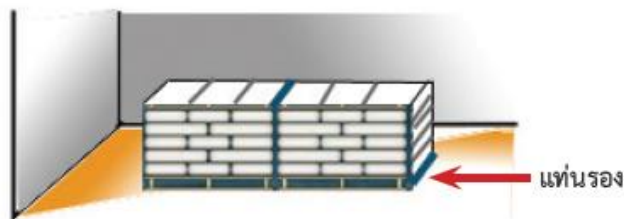
การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



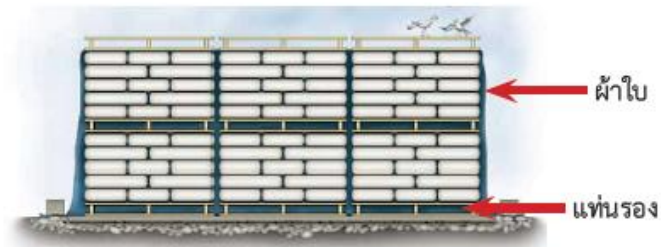
▶ 18

## การเก็บปุ๋ยเคมีอย่างปลอดภัย

- ▶ ควรเก็บปุ๋ยเคมีไว้ภายในอาคาร โดยวางบนแท่นรองเพื่อไม่ให้ปุ๋ยสัมผัสกับพื้นโดยตรง
- ▶ ไม่ควรเก็บปุ๋ยเคมีไว้ใกล้กับสารเคมี สารกำจัดศัตรูพืช น้ำมัน หรือวัสดุที่เป็นเชื้อเพลิง เช่น กองฟาง ไม้ กระดาษ พลาสติก เพราะอาจเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีหรือเกิดเพลิงไหม้
- ▶ ไม่ควรวางปุ๋ยต่างชนิดไว้กองเดียวกัน
- ▶ ถ้าเก็บปุ๋ยเคมีไว้นอกอาคาร ควรวางปุ๋ยไว้บนแท่นรองที่ตั้งอยู่บนพื้นที่เรียบและแห้ง และใช้ผ้าใบหรือพลาสติกคลุมกองปุ๋ยเคมีเพื่อกันแดดและฝน



การเก็บปุ๋ยเคมีภายในอาคาร



การเก็บปุ๋ยเคมีนอกอาคาร



จาก [http://yara.co.uk/images/SAFE%20use%20of%20on%20farm%20UKv2\\_tcm430-92563.pdf](http://yara.co.uk/images/SAFE%20use%20of%20on%20farm%20UKv2_tcm430-92563.pdf)

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



## การเก็บสารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย

- ▶ ควรศึกษาวิธีการเก็บที่เหมาะสมจากฉลากของสารกำจัดศัตรูพืชและปฏิบัติตาม
- ▶ ควรเก็บสารกำจัดศัตรูพืชในภาชนะบรรจุเดิมที่มีฉลากติดสมบูรณ์
- ▶ ควรเก็บสารกำจัดศัตรูพืชแยกจากวัสดุการเกษตรอื่นๆ  
เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย อุปกรณ์การเกษตร
- ▶ ควรเก็บสารกำจัดศัตรูพืชไว้ในตู้หรือห้องที่สามารถปิดล็อกได้



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



## อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตร

ชนิดของอุปกรณ์	ประโยชน์	การดูแลรักษาและข้อควรระวัง
ถุงมือกันสารเคมี 	ป้องกันสารเคมีถูกผิวหนังบริเวณมือและแขน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควรตรวจสอบสภาพก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง หากชำรุดควรเปลี่ยนคู่ใหม่</li> <li>• หลังการใช้งานทุกครั้ง ควรล้างด้วยสบู่ หรือน้ำยาล้างจานและน้ำ ตากให้แห้ง ในที่ร่ม และนำไปเก็บในที่สะอาด</li> </ul>
รองเท้าบูตยาง 	ป้องกันสารเคมีถูกผิวหนังบริเวณเท้า	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควรตรวจสอบสภาพก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง หากชำรุดควรเปลี่ยนคู่ใหม่</li> <li>• หลังการใช้งานทุกครั้ง ควรล้างด้วยวิธีการเดียวกับถุงมือ ฝั้ให้แห้ง และนำไปเก็บในที่สะอาด</li> </ul>
หน้ากากป้องกันแก๊ส 	ป้องกันสารเคมีเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควรตรวจสอบสภาพก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง หากชำรุดควรเปลี่ยนชิ้นใหม่</li> <li>• หลังการใช้งานทุกครั้ง ควรถอดตัวกรองออก ทำความสะอาดตัวหน้ากากด้วยน้ำ ฝั้ให้แห้ง และเก็บในที่สะอาด</li> <li>• ควรเปลี่ยนตัวกรองใหม่เมื่อหมดอายุ</li> </ul>
ผ้าปิดจมูก 	ป้องกันฝุ่นปุยเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ แต่ไม่สามารถกั้นไอนระเหยของสารกำจัดศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ผ้าปิดจมูกชนิดที่ทำจากเยื่อกระดาษ ควรใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง หรือเปลี่ยนชิ้นใหม่เมื่อสกปรกหรือชำรุด</li> <li>• ผ้าปิดจมูกชนิดที่ทำจากผ้า ควรทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกและน้ำทุกครั้งหลังใช้งาน ตากแดดให้แห้ง และนำไปเก็บในที่สะอาด</li> </ul>



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย

## อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตร

ชนิดของอุปกรณ์	ประโยชน์	การดูแลรักษาและข้อควรระวัง
	ป้องกันสารเคมี กระเด็นหรือปลิวเข้าตา	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควรตรวจสอบก่อนการใช้งานทุกครั้ง หากพบการชำรุดควรเปลี่ยนชิ้นใหม่</li> <li>• หลังการใช้งานทุกครั้ง ควรทำความสะอาดด้วยสบู่/น้ำยาล้างจาน และน้ำ ใช้ผ้าสะอาดเช็ดเบาๆ ปล่อยให้แห้ง และนำไปเก็บในที่สะอาด</li> </ul>
	ป้องกันสารเคมี กระเด็นถูกใบหน้าและคอ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควรตรวจสอบก่อนการใช้งานทุกครั้ง หากชำรุดควรเปลี่ยนชิ้นใหม่</li> <li>• หลังการใช้งานทุกครั้ง ควรทำความสะอาดด้วยสบู่และน้ำ ปล่อยให้แห้ง และนำไปเก็บในที่สะอาด</li> </ul>
	ป้องกันร่างกายตั้งแต่คอไปถึงข้อเท้าไม่ให้สัมผัสสารเคมีโดยตรง	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควรตรวจสอบก่อนการใช้งานทุกครั้ง หากชำรุดควรเปลี่ยนชิ้นใหม่</li> <li>• หลังการใช้งานทุกครั้ง ควรทำความสะอาดด้วยน้ำ ปล่อยให้แห้ง และนำไปเก็บไว้ในที่สะอาด</li> </ul>
	ป้องกันสารเคมี กระเด็นถูกส่วนหน้าอกถึงเข่า	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควรตรวจสอบก่อนการใช้งานทุกครั้ง หากชำรุดควรเปลี่ยนชิ้นใหม่</li> <li>• หลังการใช้งานทุกครั้งควรทำความสะอาดด้วยน้ำ ปล่อยให้แห้ง และนำไปเก็บไว้ในที่สะอาด</li> </ul>

การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



## ล้างมือให้หมดจด ช่วยลดอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตร

▶ การล้างมืออย่างถูกสุขลักษณะด้วยน้ำและสบู่ ช่วยลดการได้รับสารเคมีทางการเกษตรเข้าสู่ร่างกายผ่านทางมือและปาก นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเกิดโรคติดเชื้อที่ติดต่อผ่านทางมืออีกด้วย เช่น หวัด ไข้หวัดใหญ่ หัด วัณโรค ท้องเสีย โรคตับอักเสบชนิดเอ บิด ตาแดง และพยาธิ

เกษตรกรควรล้างมือตอนไหน ?

- ▶ หลังการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร
- ▶ ก่อนรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ หรือสูบบุหรี่
- ▶ ก่อนและหลังเข้าห้องน้ำ
- ▶ ก่อนสัมผัสใบหน้า ตา และปากในขณะที่ทำงานกับสารเคมีทางการเกษตร



วิธีการล้างมืออย่างถูกสุขลักษณะ 7 ขั้นตอน



1. ฝ่ามือถูกัน



2. ฝ่ามือหลังมือ และขอกนิ้ว



3. ฝ่ามือฝ่ามือ และขอกนิ้ว



4. หลังนิ้วมือฝ่ามือ



5. ถูนิ้วหัวแม่มือโดยรอบ ด้วยฝ่ามือ



6. ปลายนิ้วถู ขวางฝ่ามือ



7. ถูรอบข้อนิ้ว

โดยทุกขั้นตอนทำ 5 ครั้ง สลับกันทั้ง 2 ข้าง



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย



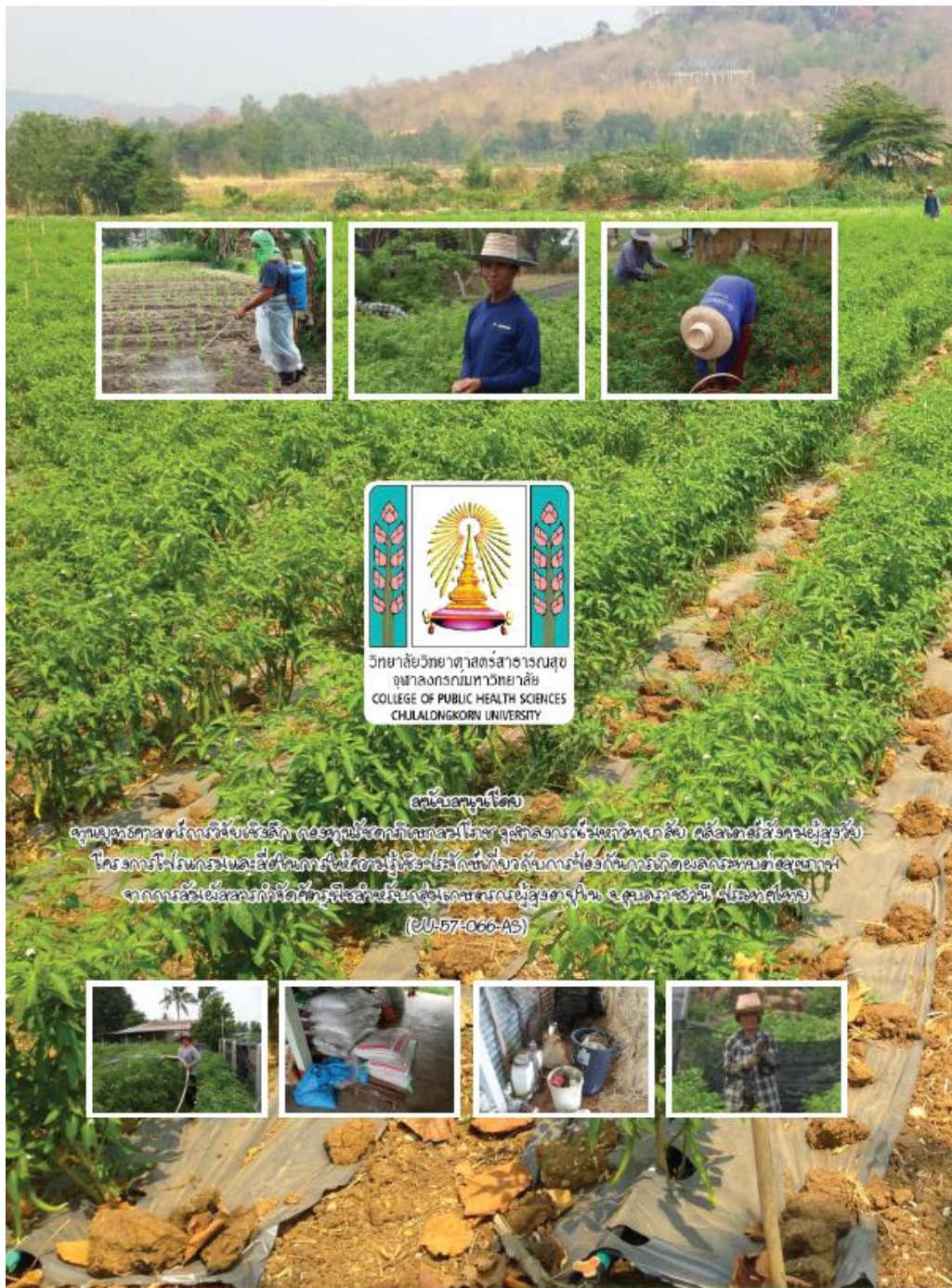
## เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2552. ฉลากแถบสีแสดงระดับความเป็นพิษของวัตถุอันตรายทางการเกษตร [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/haz\\_chemicals\\_use.html#s1](http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_chemicals_use.html#s1) สืบค้น 20 เมษายน 2558.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2552. วัตถุอันตรายทางการเกษตรหรือสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/haz\\_chemicals\\_use.html#s7](http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_chemicals_use.html#s7) สืบค้น 20 เมษายน 2558.
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2553. การล้างมือที่ถูกต้อง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. (แผ่นพับ).
- ดำรงศักดิ์ เตียววานิชย์, วิชกรณ พันธ์ภูมิพุกซ์, พิชรี ปุญญาเจริญนนท์, สรา อภรณ์, ปิยทัศน์ บำรุงเวช, และคณะ. [ม.ป.ป.]. อาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน. [ม.ป.ท. : ค.ศ.]
- บุบผา รักษานาม และคณะ. 2555. ใช้สารเคมีอย่างไร ให้ปลอดภัย: คู่มือสำหรับเกษตรกรและประชาชนทั่วไป. กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ฝ่ายวิชาการ, บริษัท จีนเจนทา ครอป โพรเทคชั่น จำกัด. [ม.ป.ป.]. คู่มือการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]
- พลาภา สิงห์เสนี. 2540. พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล รัตนเสถียร, ดำรง เวชกิจ, จีรนุช เอกอานวย, สมบูรณ์ ทองสกุล, ทรงวุฒิ พจนานวงศ์, ละสมชาย ยามิน. 2543. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ทรัพย์สตรี แสนทวีสุข และวัฒน์สิทธิ์ ศิริวงศ์. 2555. การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม คู่มือสำหรับเกษตรกรและผู้สนใจ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอเอ็นที ออฟฟิศ เอกชนเพรส.
- สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2553. คู่มือเกษตรกรปลอดภัย สำหรับเกษตรกรและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน. กรุงเทพฯ : ชมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- International Labour Organization. 1991. Safety and health in the use of agrochemicals: A guide. Geneva: International Labour Office.
- Yara UK Limited. 2012. Yara's guide to the safe use of fertilizers on farm. North East Lincolnshire: Yara UK. [Online]. Available: [http://yara.co.uk/images/Safe%20use%20of%20fert%20on%20farm%20UKv2\\_tcm430-92563.pdf](http://yara.co.uk/images/Safe%20use%20of%20fert%20on%20farm%20UKv2_tcm430-92563.pdf) Retrieved April 20, 2015.



การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างปลอดภัย





วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
COLLEGE OF PUBLIC HEALTH SCIENCES  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ฉบับสารคดี

ศูนย์วิทยาศาสตร์การวิจัยเพื่อเสริมสร้างเกษตรกรรายย่อยและเกษตรกรรายย่อย  
โครงการฝึกอบรมและส่งเสริมการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตและจำหน่าย  
จากกล้วยไม้สายพันธุ์ที่คัดสรรมาจำหน่ายในต่างประเทศ

(BU-57-066-AS)



**VITA**

Name: Miss Thitirat Nganchamung

Address: 385 Moo 3, Janjobtis Road, Cho Ho Sub-district, Mueang District,  
Nakhon Ratchasima Province 30310, Thailand

Email: thitirat\_n@yahoo.com, thitiratngan@gmail.com

Education:

1999 Bachelor of Science (Public Health), Program in Sanitary Science, Khon  
Kaen University

2003 Bachelor of Public Health (Occupational Health and Safety),  
Sukhothai Thammathirat Open University

2007 Master of Science (Industrial Hygiene and Safety), Mahidol University

Work experiences:

2000 - 2003 ISO 14000 officer, Chia Meng Company Limited (Nakhon  
Ratchasima Branch)

2007 - Present Lecturer, College of Medicine and Public Health, Ubon  
Ratchathani University