บทที่ 3
ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

การจัดการความเสี่ยงเบื้องต้นจากสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในผู้บริโภคพริกจากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา โดยการศึกษาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้าง ศึกษาประเมินความเสี่ยงทางด้านสุขภาพของผู้บริโภคพริกจากพื้นที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา และศึกษากรรมวิธีในการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้างในพริกจากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

1. ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้าง

จากการศึกษาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้าง ในแปลงทดลองที่มีการทำการเกษตรดีที่เหมาะสมของพริก (GAP) ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในชนิดและปริมาณที่กำหนดให้ใช้สำหรับ GAP การผลิตพริก เปรียบเทียบกับแปลงพริกของเกษตรกรจากตำบลทุ่งหมอ ตำบลสำนักแต้ว และตำบลสำนักขาม โดยเก็บตัวอย่างพริกจากแปลง GAP จำนวน 30 ตัวอย่าง และแปลงเกษตรกรจำนวน 30 ตัวอย่าง จากทั้ง 3 ตำบล รวมเป็น 60 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ พบว่า ตัวอย่างจากแปลง GAP ทั้ง 30 ตัวอย่างไม่พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 11 ชนิด (ตาราง 7) ส่วนตัวอย่างจากแปลงเกษตรกร พบว่า แปลงจากตำบลทุ่งหมอพบสารกำจัดศัตรูพืช 4 ชนิด คือ chlorpyriphos, diazinon, dimethoate และ triazophos แปลงจากตำบลสำนักแต้วและตำบลสำนักขามพบสารกำจัดศัตรูพืช 5 ชนิด คือ chlorpyriphos, diazinon, methamidophos, parathion methyl และ profenophos (ตาราง 8)

ตาราง 7 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg) จากแปลง GAP

ตัวอย่างที่	ตัวอย่างจาก	ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg)										
		chlorpyriphos	diazinon	dimethoate	fenitrothion	malathion	methamidophos	mevinphos	monocrotophos	parathion methyl	profenophos	triazophos
1	แปลง GAP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตาราง 7 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg) จากแปลง GAP (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ตัวอย่างจาก	ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg)										
		chlorpyriphos	diazinon	dimethoate	fenitrothion	malathion	methamidophos	mevinphos	monocrotophos	parathion methyl	profenophos	triazophos
17		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
28		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตาราง 7 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg) จากแปลง GAP (ต่อ)

ตัวอย่าง	ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg)										
	chlorpyriphos	diazinon	dimethoate	fenitrothion	malathion	methamidophos	mevinphos	monocrotophos	parathion methyl	profenophos	triazophos
จำนวนตัวอย่างที่พบจากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ปริมาณเฉลี่ยของตัวอย่างที่พบการตกค้าง	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ปริมาณสูงสุดที่พบ	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ปริมาณต่ำสุดที่พบ	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Non Detectable โดยที่ Method Detection Level ของ chlorpyriphos, diazinon, dimethoate, fenitrothion, malathion, methamidophos, mevinphos, monocrotophos, parathion methyl, profenophos และ triazophos เท่ากับ 0.01 mg/kg ตามลำดับ

ตาราง 8 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg) จากแปลงเกษตรกร

ตัวอย่างที่	ตัวอย่างจาก	ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg)										
		chlorpyriphos	diazinon	dimethoate	fenitrothion	malathion	methamidophos	mevinphos	monocrotophos	parathion methyl	profenophos	triazophos
1	ต. ทุ่งหมอ	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0573
2		ND	ND	0.0529	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3		0.1126	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4		0.0285	0.0100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5		0.0333	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6		0.0100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	ต. สำนักแต้ว	ND	ND	ND	ND	ND	0.3512	ND	ND	ND	ND	ND
9		ND	ND	ND	ND	ND	0.1793	ND	ND	ND	ND	ND
10		0.0162	ND	ND	ND	ND	0.0916	ND	ND	ND	ND	ND
11		0.0118	ND	ND	ND	ND	0.0298	ND	ND	ND	ND	ND
12		0.0225	ND	ND	ND	ND	0.0778	ND	ND	0.0134	ND	ND
13		0.0167	ND	ND	ND	ND	0.0278	ND	ND	0.0123	0.0619	ND
14		0.0125	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0169	ND
15		0.0241	0.0100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0642	ND
16		0.0257	ND	ND	ND	ND	0.0194	ND	ND	ND	ND	ND

ตาราง 8 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg) จากแปลงเกษตรกร (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ตัวอย่างจาก	ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg)										
		chlorpyriphos	diazinon	dimethoate	fenitrothion	malathion	methamidophos	mevinphos	monocrotophos	parathion methyl	profenophos	triazophos
17	ต. สำนักขาม	0.0137	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0130	0.1014	ND
18		0.0356	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0123	0.0271	ND
19		0.0140	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0808	ND
20		0.0134	ND	ND	ND	ND	0.0511	ND	ND	0.0123	0.0286	ND
21		0.2161	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1062	ND
22		0.0337	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0328	ND
23		0.0226	ND	ND	ND	ND	0.0268	ND	ND	ND	0.3396	ND
24		0.0181	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0143	0.2048	ND
25		0.1751	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0976	ND
26		0.0161	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0282	ND
27		0.0845	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0800	ND
28		0.0253	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0441	ND
29		0.7548	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0388	0.0491	ND
30		0.0952	0.0141	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0872	ND

ตาราง 8 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg) จากแปลงเกษตรกร (ต่อ)

ตัวอย่าง	ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ (mg/kg)										
	chlorpyriphos	diazinon	dimethoate	fenitrothion	malathion	methamidophos	mevinphos	monocrotophos	parathion methyl	profenophos	triazophos
จำนวนตัวอย่างที่พบจากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง	25	3	1	ND	ND	9	ND	ND	7	17	1
ปริมาณเฉลี่ยของตัวอย่างที่พบการตกค้าง	0.0733	0.0114	0.0529	ND	ND	0.0950	ND	ND	0.0166	0.0853	0.0573
ปริมาณสูงสุดที่พบ	0.7668	0.0154	0.0529	ND	ND	0.8125	ND	ND	0.0659	0.4851	0.0573
ปริมาณต่ำสุดที่พบ	0.0100	0.0100	0.0100	ND	ND	0.0100	ND	ND	0.0100	0.0100	0.0100

ND = Non Detectable โดยที่ Method Detection Level ของ chlorpyriphos, diazinon, dimethoate, fenitrothion, malathion, methamidophos, mevinphos, monocrotophos, parathion methyl, profenophos และ triazophos เท่ากับ 0.01 mg/kg ตามลำดับ

จากตาราง 7 พบว่า ตัวอย่างจากแปลง GAP ของกรมวิชาการเกษตรทั้ง 30 ตัวอย่าง ไม่พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 11 ชนิด ส่วนตัวอย่างจากแปลงเกษตรกรทั้ง 30 ตัวอย่าง พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตรวมทั้งหมด 7 ชนิด คือ chlorpyriphos, diazinon, dimethoate, methamidophos, parathion methyl, profenophos และ triazophos กล่าวคือ ตำบลทุ่งหมอพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 4 ชนิด คือ chlorpyriphos, diazinon, dimethoate และ triazophos ส่วนตำบลสำนักแต้วและตำบลสำนักขามพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 5 ชนิด คือ chlorpyriphos, diazinon, methamidophos, parathion methyl และ profenophos (ตาราง 8)

จากตาราง 8 การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในผลผลิตพริก ทั้ง 30 ตัวอย่าง พบว่า มีสาร chlorpyriphos ตกค้าง เป็นจำนวน 25 ตัวอย่าง ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 0.7668 mg/kg ปริมาณต่ำสุดที่พบคือ 0.0100 mg/kg และปริมาณเฉลี่ยที่พบ คือ 0.0733 mg/kg เมื่อนำปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศ/กลุ่มประเทศต่างๆ ดังแสดงในตาราง 9 พบว่า มี 3 ตัวอย่างที่มีปริมาณสารตกค้างสูงกว่าค่ามาตรฐาน คือ พบ chlorpyriphos ตกค้างในปริมาณ 0.7445, 0.7532 และ 0.7668 mg/kg คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่นำมาทดสอบ

พบสาร profenophos จำนวน 17 ตัวอย่าง ปริมาณสูงสุดที่พบคือ 0.4851 mg/kg ปริมาณต่ำสุดที่พบคือ 0.0100 mg/kg และปริมาณเฉลี่ยที่พบ คือ 0.0853 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการตกค้างกับค่ามาตรฐาน พบว่า มีการตกค้างต่ำกว่าค่ามาตรฐานซึ่งเท่ากับ 5.0 mg/kg และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศไทยนั้น พบว่า มีการตกค้างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศไทยซึ่งเท่ากับ 5.0 mg/kg เช่นกัน

พบ methamidophos จำนวน 9 ตัวอย่าง ปริมาณสูงสุดที่พบ คือ 0.8125 mg/kg ปริมาณต่ำสุดที่พบคือ 0.0100 mg/kg และปริมาณเฉลี่ยที่พบ คือ 0.0950 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการตกค้างกับค่ามาตรฐาน Codex MRL พบว่า มีการตกค้างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน Codex MRL ซึ่งเท่ากับ 2.0 mg/kg แต่สูงกว่าค่ามาตรฐานของ EU MRL ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.01 mg/kg สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่ได้กำหนดค่า MRL สำหรับ methamidophos ในพริก

พบ parathion methyl จำนวน 7 ตัวอย่าง ปริมาณสูงสุดที่พบ คือ 0.0659 mg/kg ปริมาณต่ำสุดที่พบคือ 0.0100 mg/kg และปริมาณเฉลี่ยที่พบ คือ 0.0166 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการตกค้างกับค่ามาตรฐาน EU MRL พบว่า มีการตกค้างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน EU MRL ซึ่งเท่ากับ 0.2 mg/kg แต่สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่ได้กำหนดค่า MRL สำหรับ parathion methyl ในพริก

พบ diazinon จำนวน 3 ตัวอย่าง ปริมาณสูงสุดที่พบ คือ 0.0154 mg/kg ปริมาณต่ำสุดที่พบ คือ 0.0100 mg/kg และปริมาณเฉลี่ยที่พบ คือ 0.0114 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการตกค้างกับค่ามาตรฐาน EU MRL พบว่า มีการตกค้างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน EU MRL ซึ่งเท่ากับ 0.5 mg/kg แต่สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่ได้กำหนดค่า MRL สำหรับ diazinon ในพริก

พบ dimethoate จำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบคือ 0.0529 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบค่าการตกค้างกับค่ามาตรฐาน Codex MRL และ EU MRL พบว่า มีการตกค้างต่ำกว่าค่ามาตรฐานของทั้งสองกลุ่มประเทศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.0 mg/kg ส่วนประเทศไทยนั้นยังไม่ได้กำหนดค่า MRL สำหรับ dimethoate ในพริก

และอีก 1 ตัวอย่างที่พบการตกค้างสูงกว่าค่ามาตรฐาน MRL คือ พบ triazophos ในปริมาณ 0.0573 mg/kg คิดเป็น 3.3 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่นำมาทดสอบ มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน EU MRL ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.02 mg/kg แต่สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่ได้กำหนดค่า MRL สำหรับ triazophos ในพริก

สำหรับ fenitrothion, malathion, mevinphos และ monocrotophos ไม่พบในตัวอย่างทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์

ตาราง 9 ค่า MRL ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (mg/kg) ที่ยอมให้มีได้ในพริกของประเทศ/กลุ่มประเทศต่างๆ

สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม OP	ค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศต่าง ๆ (mg/kg)		
	EU [1)]	Codex [1)]	Thailand [2)]
chlorpyriphos	0.5	0.5	0.5
diazinon	0.5	-	-
dimethoate	1.0	1.0	-
fenitrothion	0.5	-	-
malathion	3.0	0.5	0.5
methamidophos	0.01	2.0	-
mevinphos	0.1	-	-
monocrotophos	-	0.2 *	-
parathion-methyl	0.2	-	-
profenophos	-	5.0	5.0
triazophos	0.02	-	-

หมายเหตุ

1) ที่มา : ค่ามาตรฐาน EU MRL และ Codex MRL จาก List of Maximum (Pesticide) Residues Limit (MRL) in some countries. Complied by LCFA. May, 2004.

2) ที่มา : ค่ามาตรฐาน Thailand MRL จาก มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ โดย มกอช. 9002-2004.

* ค่า MRL ของ monocrotophos ในพริกมีค่าเท่ากับ 0.2 mg/kg

(เข้าถึงได้จาก http://www.cjfoodsafety.co.kr/contents/library/pesticides/CODEX(1999).html)

- = ไม่กำหนดค่า MRL

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติตามประเภทการเข้าทำลายของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท systemic กับ non systemic พบว่า การตกค้างเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มประเภท systemic มีค่าเท่ากับ 0.0877 mg/kg มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มประเภท non systemic ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0515 mg/kg (ตาราง 10)

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ประเภท systemic กับ non systemic

ประเภท	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	ชนิด	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)
systemic	0.0877 ^{A}	dimethoate	0.0529 ^{a}
		methamidophos	0.2050 ^{b}
non systemic	0.0515 ^{B}	chlorpyriphos	0.0733 ^{ab}
		diazinon	0.0114 ^{b}
		parathion methyl	0.0297 ^{b}
		profenophos	0.1188 ^{a}
		triazophos	0.0849 ^{ab}

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษร A และ B ที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2) ตัวอักษร a, b และ c ที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของสารในกลุ่มประเภท systemic พบว่า methamidophos มีค่าการตกค้างเฉลี่ยเท่ากับ 0.2050 mg/kg ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ dimethoate ซึ่งมีค่าการตกค้างเฉลี่ยเท่ากับ 0.0529 mg/kg

ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างของสารในกลุ่มประเภท non systemic พบว่า profenophos ซึ่งมีค่าการตกค้างเฉลี่ยเท่ากับ 0.1188 mg/kg มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ chlorpyriphos และ triazophos ซึ่งมีค่าการตกค้างเฉลี่ยเท่ากับ 0.0733 และ 0.0849 mg/kg ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ diazinon และ parathion methyl ซึ่งมีค่าการตกค้างเฉลี่ยเท่ากับ 0.0114 และ 0.0297 mg/kg ด้วยตามลำดับ และพบว่าระหว่าง chlorpyriphos กับ triazophos ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกันกับ diazinon และ parathion methyl (ตารางภาคผนวก 1-3)

2. ประเมินความเสี่ยงทางด้านสุขภาพของผู้บริโภคพริกจากพื้นที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

โดยทั่วไปจากการศึกษาชนิดและปริมาณการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในพริก จะนำปริมาณความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชชนิดนั้น ๆ ที่ตรวจพบในพริกมาเปรียบเทียบกับปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูงสุดที่ยอมให้มีอยู่บนและในพริก (MRL) เพื่อพิจารณาว่าพริกจำนวนดังกล่าวผ่านมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งการเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างดังกล่าว เพียงแสดงให้เห็นในรูปของค่าที่มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่ยอมให้มีได้สูงสุดเท่านั้น ตาราง 11 แสดงปริมาณ ADI ที่กำหนดโดย JMPR เพื่อเป็นตัวชี้วัดว่าคนเราสามารถบริโภคพริกที่มีการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชชนิดนั้น ๆ ได้ในปริมาณเท่าใดต่อวันเปรียบเทียบกับค่า MRL

จากตาราง 11 ในการที่จะพิจารณาปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่นั้น การพิจารณาจากค่า MRL อย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ เพราะสารที่กำหนดค่า MRL เท่ากันนั้น อาจมีความเป็นพิษไม่เท่ากัน เช่น chlorpyriphos ซึ่งจัดความเป็นพิษอยู่ในระดับ II กับ malathion ซึ่งจัดความเป็นพิษอยู่ในระดับ III แต่มีค่า MRL เท่ากัน คือ 0.5 mg/kg แต่ในความเป็นจริงผู้บริโภคย่อมมีโอกาสได้รับความเสี่ยงจาก chlorpyriphos มากกว่า malathion เนื่องจากมีค่า ADI ต่ำกว่า ดังนั้น การพิจารณาค่า ADI จึงสามารถบ่งบอกถึงความเสี่ยงที่ผู้บริโภคได้รับได้ชัดเจนกว่าการพิจารณาเพียงค่า MRL เพียงอย่างเดียว

ตาราง 11 ค่าปริมาณการรับได้ในแต่ละวันโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ (Acceptable Daily Intake: ADI) ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเปรียบเทียบกับ MRL (Maximum Residue Limit: MRL)

สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	ADI (mg/kg · day)	MRL (mg/kg)
chlorpyriphos	0.01	0.5
diazinon	0.002	0.5
dimethoate	0.002	1.0
fenitrothion	0.005	0.5
malathion	0.3	0.5
methamidophos	0.004	2.0
mevinphos	0.0008	0.1
monocrotophos	0.0006	0.2
parathion methyl	0.003	0.2
profenophos	0.01	5.0
triazophos	0.001	0.02

ที่มา : Tomlin C.D.S. (2000)

ในการศึกษาการประเมินความเสี่ยงทางด้านสุขภาพของผู้บริโภค จากรายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย ครั้งที่ 4 รายงานการบริโภคพริกชนิดต่างๆ เนื่องจากในชีวิตประจำวันคนไทยมีการบริโภคพริกหลากหลายรูปแบบ ไม่เพียงแต่พริกชี้ฟ้าชนิดเดียวเท่านั้น ดังนั้นในที่นี้จึงพิจารณารวมทั้งปริมาณการบริโภคพริกขี้หนู พริกชี้ฟ้าเขียว พริกชี้ฟ้าแดง พริกหวาน พริกยักษ์ พริกหนุ่ม พริกขี้หนูแห้ง พริกชี้ฟ้าแห้ง และพริกป่น ของคนไทยสูงสุดต่อคนต่อวัน ซึ่งมีค่าเป็น 2.11±13.16 กรัมโดยประมาณ (กรมอนามัย, 2538) ดังนั้น ปริมาณการบริโภคพริกของคนไทยรวมสูงสุดจึงเป็น 2.11+ 13.16 เท่ากับ 15.27 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงสุด ทั้งนี้ปริมาณการบริโภคดังกล่าวยังไม่ได้รวมถึง ซอสพริก พริกแกง เครื่องแกง และน้ำพริกต่าง ๆ ข้อมูลปริมาณการบริโภคพริกชนิดต่าง ๆ ของคนไทยสูงสุดต่อคนต่อวัน ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ปริมาณพริกชนิดต่าง ๆ ที่คนไทยบริโภคเฉลี่ยต่อคนต่อวันจำแนกตามเขตอาศัย

ประเภทของพริก	ปริมาณเฉลี่ยที่บริโภค (กรัม)		
	รวม	เมือง	ชนบท
พริกขี้หนู	0.18±5.07	2.16±6.05	1.75±4.78
พริกชี้ฟ้าเขียว	0.49±2.09	0.34±1.18	0.53±2.28
พริกชี้ฟ้าแดง	0.02±0.36	0.00±0.00	0.03±0.41
พริกหวาน, พริกยักษ์	0.45±1.98	0.49±2.12	0.43±1.94
พริกหนุ่ม	0.15±1.20	0.08±0.56	0.17±1.32
พริกขี้หนูแห้ง	0.48±0.99	0.40±0.85	0.51±1.03
พริกชี้ฟ้าแห้ง	0.06±0.52	0.00±0.00	0.07±0.58
พริกป่น	0.28±0.95	0.29±1.01	0.28±0.94
รวม	**2.11±13.16**	**3.76±11.77**	**3.77±13.28**

ที่มา : รายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย ครั้งที่ 4 (กรมอนามัย, 2538)

พาลาภ สิงหเสนี (2540) กล่าวว่า การประเมินความเสี่ยงจากพิษของวัตถุอันตรายจากอาหารนั้น สามารถประเมินได้จากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป โดยต้องทราบความเข้มข้นของวัตถุอันตรายในอาหาร และปริมาณอาหารที่เรารับประทานต่อวัน แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณวัตถุอันตรายที่ผู้บริโภคได้รับต่อวัน (ADD : Average Daily Dose) ส่วนการประเมินความเสี่ยงทำได้โดยนำค่าปริมาณวัตถุอันตรายที่ผู้บริโภคได้รับต่อวัน (ADD) มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของผู้บริโภค (ADI) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\text{HQ (Hazard Quotient)} = \frac{\text{ADD}}{\text{ADI}}$$

โดยที่ในการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นจากการบริโภคนั้น กรณีที่พบว่าค่า Hazard Quotient มีค่าน้อยกว่าหรือใกล้เคียงหรือเท่ากับ 1 แสดงว่าปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับนั้นมีไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลข้างเคียงต่อร่างกายได้ แต่ถ้าค่า Hazard Quotient ที่ได้มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับนั้นเกินเกณฑ์ค่าความปลอดภัย หรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ส่วนการหาค่า ADD สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$ADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

โดยที่ C = ความเข้มข้นของสารตกค้างเฉลี่ยที่ตรวจพบ มีหน่วยเป็น mg/kg
IR = ปริมาณการบริโภคพริกของคนไทยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 15.27 กรัมต่อวัน
EF = ความถี่การได้รับสารกำจัดศัตรูพืชเป็นระยะเวลา 365 วันต่อปี
ED = ระยะเวลาที่รับสัมผัสกับสารกำจัดศัตรูพืชเป็นระยะเวลาโดยเฉลี่ย 55 ปี
BW = น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ยของคนไทยเป็น 65 กิโลกรัม
AT = อายุขัยโดยเฉลี่ยของคนไทยเป็น 70 ปี

ที่มา : US. EPA. (1992)

การคำนวณหาปริมาณวัตถุอันตรายที่ผู้บริโภคได้รับต่อวัน (ADD) โดยแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสูตร ดังนี้

C (concentration) คือ ค่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 11 ชนิดที่พบการตกค้างในพริก (มีหน่วยเป็น mg/kg) ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 7 ชนิด คือ chlorpyriphos, diazinon, dimethoate, methamidophos, parathion methyl, profenophos และ triazophos ดังแสดงในตาราง 13

แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ค่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในพริก สามารถบ่งชี้ถึงค่าความเสี่ยงที่ผู้บริโภคมีโอกาสได้รับจากการบริโภคพริกดังกล่าวได้อย่างครอบคลุม จึงได้ใช้ค่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ย โดยค่าที่เป็นค่าสูงสุด เพื่อแสดงให้เห็นค่าการได้รับความเสี่ยงสูงสุดจากการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโน

ฟอสเฟต ค่าต่ำสุดเพื่อแสดงให้เห็นค่าการได้รับความเสี่ยงต่ำสุดจากการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และใช้ค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงถึงค่าความเสี่ยงปกติในผู้บริโภคพริก

IR (intake rate) คือ ปริมาณอาหารที่เรารับประทานในแต่ละวัน (มีหน่วยเป็น kg/day) ซึ่งจากรายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย ครั้งที่ 4 รายงานการบริโภคพริกของคนไทยสูงสุดต่อคนต่อวันเป็น 15.27 กรัมโดยประมาณ (กรมอนามัย, 2538)

EF (exposure frequency) คือ ความถี่ของการได้รับสัมผัสวัตถุอันตรายในแต่ละปี (มีหน่วยเป็น days/yrs) ซึ่งคนไทยนิยมรับประทานอาหารรสเผ็ด และโดยเฉลี่ยมีการรับประทานอาหารรสเผ็ดทุกวัน จึงกำหนดให้ค่า EF เป็น 365 วันใน 1 ปี

ED (exposure duration) คือ ระยะเวลาทั้งหมดที่ได้รับสัมผัสวัตถุอันตราย (มีหน่วยเป็น yrs) จากการประเมินปริมาณวัตถุอันตรายที่ร่างกายได้รับสัมผัสโดยระบบทางเดินอาหาร ของพาลาภ สิงหเสนี (2540) ระบุว่าโดยทั่วไปมีการกำหนดค่า AT (Averaging time) ของคนไทยเฉลี่ยเท่ากับ 70 ปี และสมมติให้คนไทยเริ่มบริโภคอาหารรสเผ็ดตั้งแต่อายุโดยเฉลี่ย 15 ปี ดังนั้นระยะเวลาทั้งหมดที่ได้รับสัมผัสวัตถุอันตรายจึงคิดได้จาก 70-15 = 55 ปี

BW (body weight) คือ น้ำหนักร่างกาย (มีหน่วยเป็น kg) โดยที่คณะอนุกรรมการจัดทำแนวทางในการประเมินความเสี่ยงปี พ.ศ. 2538 ได้กำหนดค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยคนไทยเป็น 65 กิโลกรัม

AT (averaging time) คือ อายุขัยเฉลี่ยของประชากร (มีหน่วยเป็น days) กำหนดค่าอายุขัยเฉลี่ยของประชากรไทยเฉลี่ยเป็นเท่ากับ 70 ปี (พาลาภ สิงหเสนี, 2540) ดังนั้น AT (Averaging time) จึงเท่ากับ 70x365 วัน

ตัวอย่างการคำนวณค่า HQ (Hazard Quotient) เพื่อประเมินความเสี่ยงผู้บริโภคที่ได้รับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Chlorpyriphos) โดยการนำค่าต่าง ๆ ที่ได้มาแทนในสูตร

วิธีคำนวณ

ขั้นที่ 1

การคำนวณค่าปริมาณวัตถุอันตรายที่ผู้บริโภคได้รับต่อวัน (ADD: Average Daily Dose) โดยนำค่าต่าง ๆ ไปแทนในสูตร

$$ADD = \frac{(C \times IR \times EF \times ED)}{BW \times AT}$$

$$ADD = \frac{(0.7668\ mg/kg \times 15.27 \times 10^{-3}\ kg/day \times 365\ days \times 55\ yrs)}{65\ kg \times 70\ yrs \times 365\ days}$$

ADD = 0.000142 mg/kg · day

ขั้นที่ 2

นำค่าปริมาณวัตถุอันตรายที่ผู้บริโภคได้รับต่อวัน (ADD) ที่คำนวณได้ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Chlorpyriphos) มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของผู้บริโภค (ADI) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\text{HQ (Hazard Quotient)} = \frac{\text{ADD}}{\text{ADI}}$$

โดยที่ถ้าค่า HQ (Hazard Quotient) มากกว่า 1 แสดงว่าผู้บริโภคมีความเสี่ยงจริง

แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสูตร เช่น การคำนวณค่า HQ (Hazard Quotient) ในผู้บริโภคพริกที่ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Chlorpyriphos) ได้ดังนี้

$$\text{HQ (Hazard Quotient)} = \frac{0.000142 \quad \text{mg/kg} \cdot \text{day}}{0.01 \quad \text{mg/kg} \cdot \text{day}}$$

$$= 0.0142$$

ปริมาณสูงสุดของการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต เป็น 0.0142 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ผู้บริโภคไม่มีความเสี่ยงจากการบริโภคพริกที่มีการปนเปื้อนสาร chlorpyriphos จากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

ตาราง 13 ค่า HQ (Hazard Quotient) ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าปริมาณวัตถุอันตรายที่ผู้บริโภคได้รับสูงสุด ต่ำสุด และโดยเฉลี่ยต่อวัน (ADD) กับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของผู้บริโภค (ADI)

ชนิดของสารกลุ่ม OP	ผลิตผลทางการเกษตร (พริก)			ผู้บริโภค		
	ปริมาณที่พบ (mg/kg)		MRL (mg/kg)	ADD (mg/kg·day)	ADI (mg/kg·day)	HQ = ADD / ADI
chlorpyriphos	สูงสุด	0.7668	0.50	0.000142	0.01	0.0142
	ต่ำสุด	0.0100	0.50	0.000002	0.01	0.0002
	เฉลี่ย	0.0733	0.50	0.000014	0.01	0.0014
diazinon	สูงสุด	0.0154	0.50	0.000003	0.002	0.0014
	ต่ำสุด	0.0100	0.50	0.000002	0.002	0.0009
	เฉลี่ย	0.0114	0.50	0.000002	0.002	0.0011
dimethoate	สูงสุด	0.0529	1.00	0.000010	0.002	0.0049
	ต่ำสุด	0.0100	1.00	0.000002	0.002	0.0009
	เฉลี่ย	0.0529	1.00	0.000010	0.002	0.0049
methamidophos	สูงสุด	0.8125	2.00	0.000150	0.004	0.0375
	ต่ำสุด	0.0100	2.00	0.000002	0.004	0.0005
	เฉลี่ย	0.0950	2.00	0.000018	0.004	0.0044
parathion methyl	สูงสุด	0.0659	0.20	0.000012	0.003	0.0041
	ต่ำสุด	0.0100	0.20	0.000002	0.003	0.0006
	เฉลี่ย	0.0166	0.20	0.000003	0.003	0.0010
profenophos	สูงสุด	0.4851	5.00	0.000090	0.01	0.0090
	ต่ำสุด	0.0100	5.00	0.000002	0.01	0.0002
	เฉลี่ย	0.0853	5.00	0.000016	0.01	0.0016
triazophos	สูงสุด	0.0573	0.02	0.000014	0.001	0.0138
	ต่ำสุด	0.0100	0.02	0.000002	0.001	0.0018
	เฉลี่ย	0.0573	0.02	0.000014	0.001	0.0138

ที่มา : ค่า MRL (Codex, 2003) และ ค่า ADI (WHO,1995)

หมายเหตุ : ND หมายถึง Non Detectable , method detection level = 0.01 mg/kg

จากตาราง 13 พบว่า chlorpyriphos มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0002-0.0142 ซึ่งค่า HQ สูงสุดเท่ากับ 0.0142 ค่า HQ ต่ำสุดเท่ากับ 0.0002 และค่า HQ เฉลี่ยเป็น 0.0014

พบว่า diazinon มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0009-0.0014 ซึ่งค่า HQ สูงสุดเท่ากับ 0.0014 ค่า HQ ต่ำสุดเท่ากับ 0.0009 และค่า HQ เฉลี่ยเป็น 0.0011

dimethoate มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0009-0.0049 ซึ่งค่า HQ สูงสุดเท่ากับ 0.0049 ค่า HQ ต่ำสุดเท่ากับ 0.0009 และค่า HQ เฉลี่ยเป็น 0.0049

methamidophos มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0005-0.0375 ซึ่งค่า HQ สูงสุดเท่ากับ 0.0375 ค่า HQ ต่ำสุดเท่ากับ 0.0005 และค่า HQ เฉลี่ยเป็น 0.0044

parathion methyl มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0006-0.0041 ซึ่งค่า HQ สูงสุดเท่ากับ 0.0041 ค่า HQ ต่ำสุดเท่ากับ 0.0006 และค่า HQ เฉลี่ยเป็น 0.0010

profenophos มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0002-0.0090 ซึ่งค่า HQ สูงสุดเท่ากับ 0.0090 ค่า HQ ต่ำสุดเท่ากับ 0.0002 และค่า HQ เฉลี่ยเป็น 0.0016

triazophos มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0018-0.0138 ซึ่งค่า HQ สูงสุดเท่ากับ 0.0138 ค่า HQ ต่ำสุดเท่ากับ 0.0018 และค่า HQ เฉลี่ยเป็น 0.0138

เมื่อพิจารณาในด้านสุขภาพของผู้บริโภค พบว่า ตัวอย่างที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชทุกตัวอย่างมีค่า HQ อยู่ในช่วงระหว่าง 0.0002-0.0375 ซึ่งค่า HQ ที่ได้มีค่าต่ำกว่า 1 นั่นคือ ผู้บริโภคพริกจากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ไม่มีความเสี่ยงจากการบริโภคพริกจากแหล่งนี้

ส่วนสารกำจัดศัตรูพืชอีก 4 ชนิด คือ fenitrothion, malathion, mevinphos และ monocrotophos นั้น ตรวจไม่พบในตัวอย่างพริกที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งแสดงว่าผู้บริโภคพริกไม่มีความเสี่ยงจากสารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 ชนิดดังกล่าว

จากการทดลอง ค่า HQ ที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับวารินทร์ (2548) ซึ่งได้ทำการประเมินค่า HQ ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในกะหล่ำปลีจากเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า dimethoate มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0073-0.0249, parathion methyl มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0-0.0052, chlorpyriphos มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0004-0.0221 และ prothiophos มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0-0.3187 นั่นคือ ทุกตัวอย่างที่ศึกษาไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้างในแปลงพริกของเกษตรกรจากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลากับค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศ/กลุ่มประเทศต่างๆ ซึ่งพบว่า มีจำนวน 4 ตัวอย่างที่มีปริมาณสารตกค้างสูงกว่ามาตรฐาน MRL คือ พบ chlorpyriphos จำนวน 3 ตัวอย่างในปริมาณ 0.7445, 0.7532 และ 0.7668 mg/kg (MRL เท่ากับ 0.5 mg/kg) และพบ triazophos จำนวน 1 ตัวอย่างเป็นปริมาณ 0.0573 mg/kg (MRL เท่ากับ 0.02 mg/kg) ส่วนสารชนิดอื่น ๆ อีก 5 ชนิดคือ diazinon, dimethoate, methamidophos, parathion methyl และ profenophos ที่พบการตกค้างในพริกนั้น ปริมาณที่พบไม่เกินค่า MRL

แต่ในการพิจารณาความปลอดภัยต่อผู้บริโภคจากค่า MRL อย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ เพราะอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงกับผู้บริโภคในแต่ละประเทศไม่เท่ากัน เนื่องจากค่า MRL ของแต่ละกลุ่มประเทศไม่เท่ากัน เช่น MRL ของ methamidophos สำหรับ EU มีค่าเป็น 0.01 mg/kg ส่วน MRL ของ Codex มีค่าเป็น 2.0 mg/kg ซึ่งจะทำให้มาตรฐานความปลอดภัยของแต่ละกลุ่มประเทศไม่เท่ากัน เนื่องจากมาตรฐาน MRL ของแต่ละกลุ่มประเทศกำหนดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของประเทศตนเอง จึงขึ้นอยู่กับความเข้มงวดในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของแต่ละประเทศ สำหรับในด้านการส่งออกก็เช่นกัน การพิจารณาว่าพริกกลุ่มนั้น ๆ สามารถส่งออกได้หรือไม่ ก็จะพิจารณาจากค่า MRL ของประเทศคู่ค้า ดังนั้นความปลอดภัยของแต่ละประเทศย่อมมีไม่เท่ากัน เนื่องจากการพิจารณาความเสี่ยงเป็นเพียงการนำปริมาณความเข้มข้นของการตกค้างของสารมาเปรียบเทียบว่ามากกว่าหรือน้อยกว่า MRL หากกำหนดค่า MRL ไว้สูงอาจทำให้ผู้บริโภคในประเทศมีความเสี่ยงต่อการบริโภคพริกสูงด้วย ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการพิจารณาค่า HQ (Hazard Quotient) ร่วมด้วยโดยที่ค่า HQ จะพิจารณาจากค่ากลางที่เป็นมาตรฐานทั่วโลก คือ ค่า ADI ซึ่งจะคำนึงถึงปริมาณการรับได้ของผู้บริโภคพริกในแต่ละวันโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมาเปรียบเทียบกับปริมาณการบริโภคพริกในแต่ละวัน (ADD) แต่ทั้งนี้ค่า ADD ยังต้องคำนึงถึงปริมาณความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผลผลิตพริก ปริมาณการบริโภคพริก ความถี่และระยะเวลาการได้รับสารกำจัดศัตรูพืช น้ำหนักตัวและอายุขัยโดยเฉลี่ยของผู้บริโภค ซึ่งแต่ละประเทศก็จะมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นค่า HQ ที่ได้จึงไม่เท่ากัน แต่จะไม่แตกต่างกันมากนักเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาพิจารณาส่วนใหญ่จะมีค่าไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้น การพิจารณาความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยใช้ค่า HQ จึงเป็นวิธีที่ดีกว่าการใช้ค่า MRL เนื่องจากได้พิจารณาจากหลาย ๆ ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะไม่พบความเสี่ยงสำหรับผู้บริโภค แต่เนื่องจากมี 4 ตัวอย่างที่ได้กล่าวไปแล้วที่มีค่าสูงกว่า MRL ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงได้ จึงนำมาสู่กรรมวิธีการลดการปนเปื้อนจากสารกำจัดศัตรูพืช

3. ผลการศึกษากรรมวิธีในการลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้างในพริก

3.1 ผลการศึกษาชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตกค้างในพริกที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ

3.1.1 สารกำจัดศัตรูพืชชนิด chlorpyriphos

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการปนเปื้อนในตัวอย่างพริก จำนวน 25 ตัวอย่าง ซึ่งมี chlorpyriphos ตกค้างเฉลี่ย 0.0733 mg/kg โดยกรรมวิธีการใช้น้ำไหลผ่านจะพบปริมาณ chlorpyriphos เป็น 0.0394 mg/kg คิดเป็น 46.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่ในสาร Boss-2000 (ภาคผนวก ข) เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบปริมาณ chlorpyriphos เป็น 0.0329, 0.0330 และ 0.0363 mg/kg คิดเป็น 55.12, 54.98 และ 50.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตาราง 14

สำหรับตำรับการใช้ GAP ไม่พบการตกค้างของ chlorpyriphos (ND: Non Detectable) ในแปลงพริกของเกษตรกร

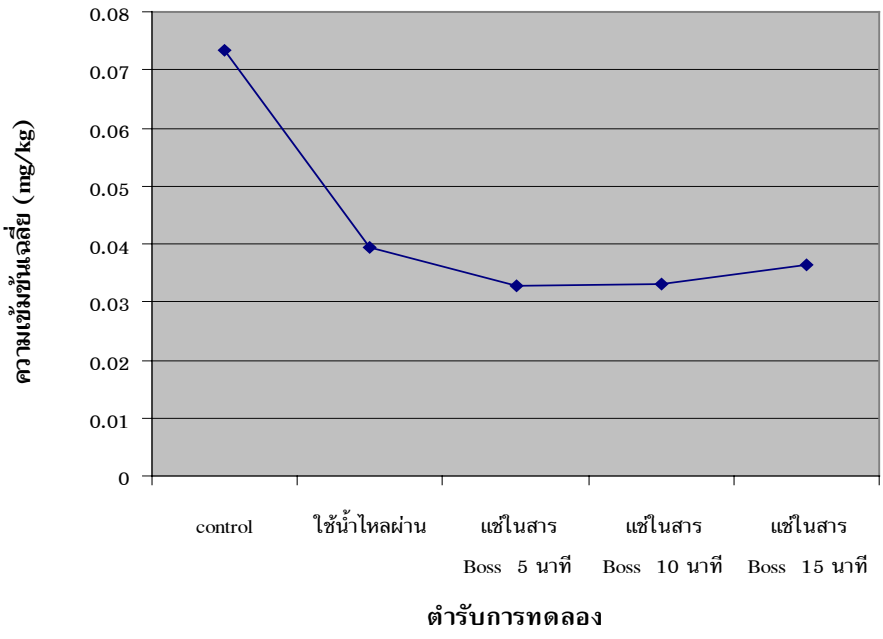
จากภาพประกอบ 20 จะเห็นว่าตัวอย่างพริกที่ผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน สามารถลดการปนเปื้อนจากสาร chlorpyriphos ลงได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับการแช่ในสาร Boss-2000 ของทั้งสามตำรับการทดลอง

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 4)

ตาราง 14 ปริมาณ chlorpyriphos ที่ตกค้างเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.0733 a	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0394 b	46.25
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0329 b	55.12
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0330 b	54.98
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0363 b	50.48
GAP	ND	100.00
F-test	3.52 *	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพประกอบ 20 ปริมาณ chlorpyriphos ที่ตกค้างเฉลี่ยในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

3.1.2 สารกำจัดศัตรูพืชชนิด diazinon

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการปนเปื้อนในตัวอย่างพริก จำนวน 3 ตัวอย่าง ซึ่งมี diazinon ตกค้างเฉลี่ย 0.0114 mg/kg โดยกรรมวิธีการใช้น้ำไหลผ่าน และการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที จะลดปริมาณ diazinon จนกระทั่งอยู่ในระดับที่ไม่สามารถตรวจพบได้ (Detection Limit = 0.01 mg/kg) คิดเป็น 100.00 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 15

สำหรับตำรับการใช้ GAP ไม่พบการตกค้างของ diazinon (ND: Non Detectable) ในแปลงพริกของเกษตรกร

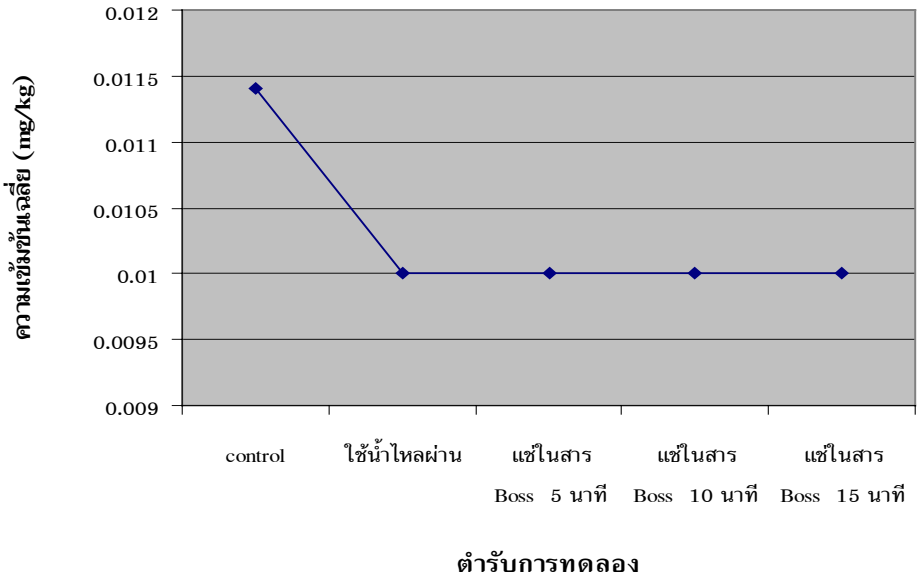
จากภาพประกอบ 21 จะเห็นว่าตัวอย่างพริกที่ผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน และการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลอง สามารถลดการปนเปื้อนของ diazinon ลงได้ถึงในระดับที่ไม่สามารถตรวจพบได้

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้นมีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 5)

ตาราง 15 ปริมาณ diazinon ที่ตกค้างเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.0114 a	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0100 b	100.00
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0100 b	100.00
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0100 b	100.00
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0100 b	100.00
GAP	ND	100.00
F-test	3.18 *	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพประกอบ 21 ปริมาณ diazinon ที่ตกค้างเฉลี่ยในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

3.1.3 สารกำจัดศัตรูพืชชนิด dimethoate

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการปนเปื้อนในตัวอย่างพริก จำนวน 1 ตัวอย่าง ซึ่งมี dimethoate ตกค้างเป็น 0.0529 mg/kg โดยกรรมวิธีการใช้น้ำไหลผ่านจะพบปริมาณ dimethoate เป็น 0.0107 mg/kg คิดเป็น 79.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่ใน สาร Boss-2000 เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบปริมาณ dimethoate เป็น 0.0121, 0.0174 และ 0.0173 mg/kg คิดเป็น 77.05, 67.11 และ 67.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตาราง 16

สำหรับตำรับการใช้ GAP ไม่พบการตกค้างของ dimethoate (ND : Non Detectable) ในแปลงพริกของเกษตรกร

จากภาพประกอบ 22 จะเห็นว่าตัวอย่างพริกที่ผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน สามารถลดการปนเปื้อนจากสาร dimethoate ลงได้ในระดับหนึ่ง ส่วนการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น พบว่า มีการตกค้างของ dimethoate มากกว่าตำรับการใช้น้ำไหลผ่าน แต่ปริมาณการตกค้างยังอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

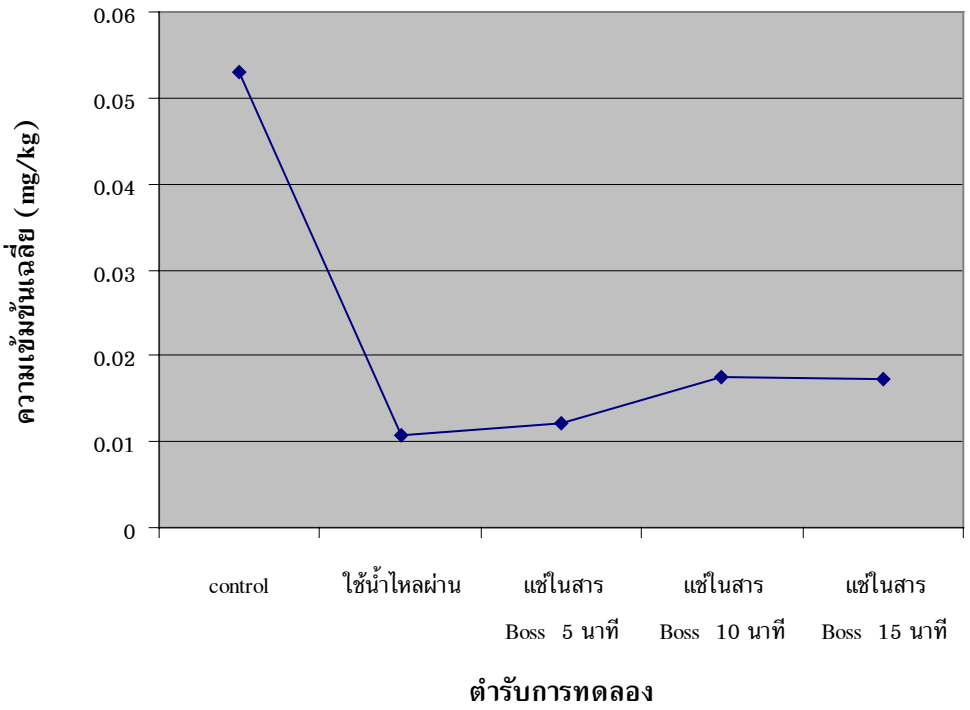
จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ

เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 6)

ตาราง 16 ปริมาณ dimethoate ที่ตกค้างเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.0529 [a]	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0107 [b]	79.70
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0121 [b]	77.05
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0174 [b]	67.11
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0173 [b]	67.97
GAP	ND	100.00
F-test	33.91 *	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพประกอบ 22 ปริมาณ dimethoate ที่ตกค้างเฉลี่ยในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

3.1.4 สารกำจัดศัตรูพืชชนิด methamidophos

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการปนเปื้อนในตัวอย่างพริก จำนวน 9 ตัวอย่าง ซึ่งมี methamidophos ตกค้างเฉลี่ย 0.2050 mg/kg โดยกรรมวิธีการใช้น้ำไหลผ่านจะพบปริมาณ methamidophos เป็น 0.0595 mg/kg คิดเป็น 70.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่ใน สาร Boss-2000 เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบปริมาณ methamidophos เป็น 0.0566, 0.0719 และ 0.0818 mg/kg คิดเป็น 72.39, 64.93 และ 60.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตาราง 17

สำหรับตำรับการใช้ GAP ไม่พบการตกค้างของ methamidophos (ND : Non Detectable) ในแปลงพริกของเกษตรกร

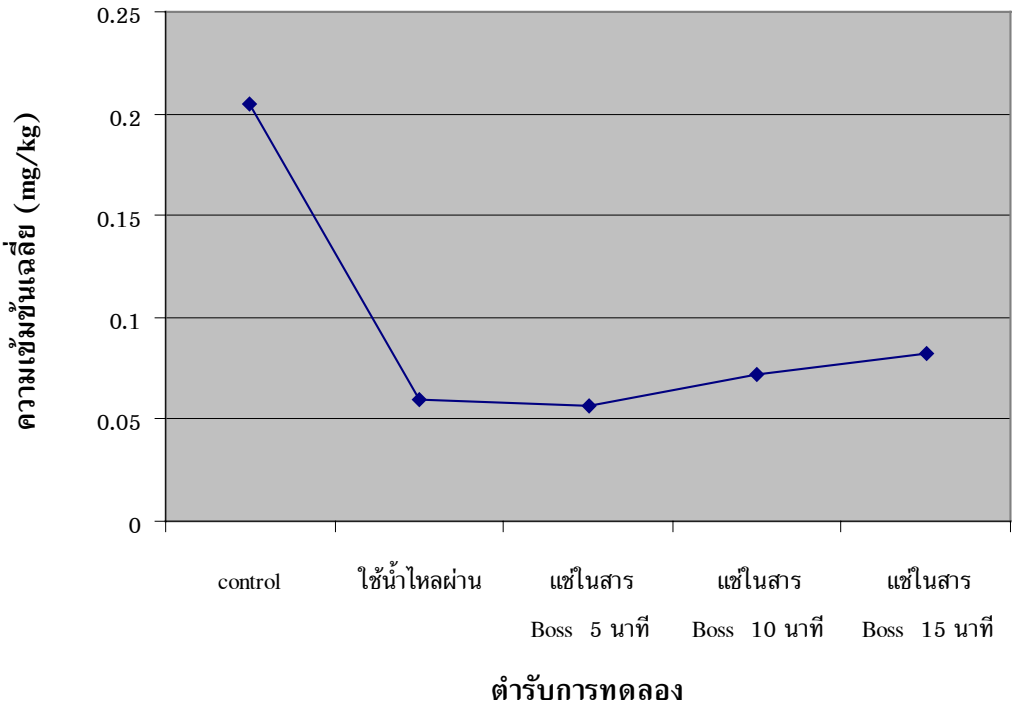
จากภาพประกอบ 23 จะเห็นว่าตัวอย่างพริกที่ผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน สามารถลดการปนเปื้อนจากสาร methamidophos ลงได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับการแช่ในสาร Boss-2000 ของทั้งสามตำรับการทดลอง

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 7)

ตาราง 17 ปริมาณ methamidophos ที่ตกค้างเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.2050 [a]	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0595 [b]	70.98
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0566 [b]	72.39
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0719 [b]	64.93
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0818 [b]	60.10
GAP	ND	100.00
F-test	6.76 *	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพประกอบ 23 ปริมาณ methamidophos ที่ตกค้างเฉลี่ยในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

3.1.5 สารกำจัดศัตรูพืชชนิด parathion methyl

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการปนเปื้อนในตัวอย่างพริก จำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งมี parathion methyl ตกค้างเฉลี่ย 0.0297 mg/kg โดยกรรมวิธีการใช้น้ำไหลผ่านจะพบปริมาณ parathion methyl เป็น 0.0140 mg/kg คิดเป็น 52.86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบปริมาณ parathion methyl เป็น 0.0124, 0.0119 และ 0.0151 mg/kg คิดเป็น 58.25, 59.93 และ 49.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตาราง 18

สำหรับตำรับการใช้ GAP ไม่พบการตกค้างของ parathion methyl (ND : Non Detectable) ในแปลงพริกของเกษตรกร

จากภาพประกอบ 24 จะเห็นว่าตัวอย่างพริกที่ผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน สามารถลดการปนเปื้อนจากสาร parathion methyl ลงได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับการแช่ในสาร Boss-2000 ของทั้งสามตำรับการทดลอง

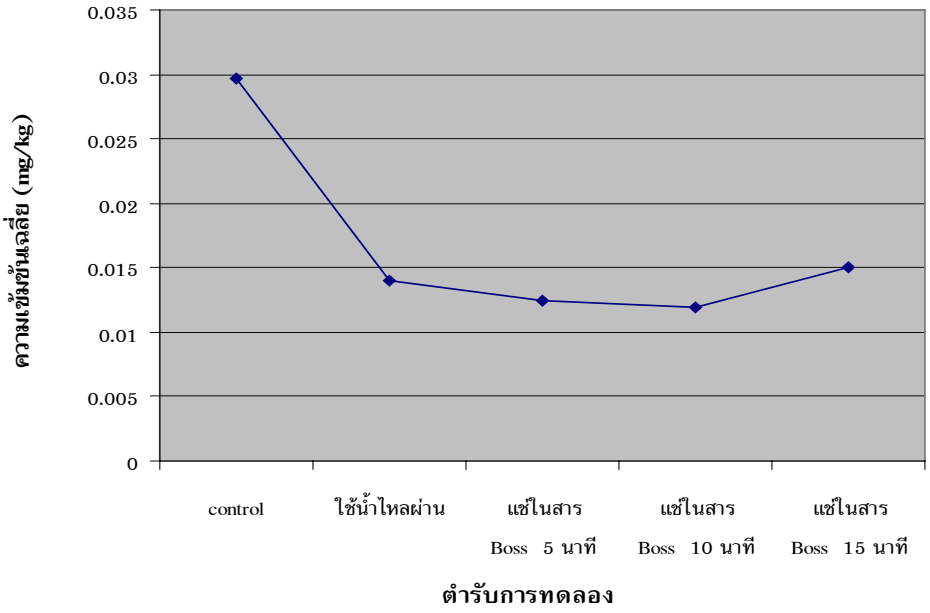
จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ

เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 8)

ตาราง 18 ปริมาณ parathion methyl ที่ตกค้างเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.0297 a	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0140 b	52.86
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0124 b	58.25
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0119 b	59.93
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0151 b	49.16
GAP	ND	100.00
F-test	10.70 *	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพประกอบ 24 ปริมาณ parathion methyl ที่ตกค้างเฉลี่ยในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

3.1.6 สารกำจัดศัตรูพืชชนิด profenophos

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการปนเปื้อนในตัวอย่างพริก จำนวน 17 ตัวอย่าง ซึ่งมี profenophos ตกค้างเฉลี่ย 0.1188 mg/kg โดยกรรมวิธีการใช้น้ำไหลผ่านจะพบปริมาณ profenophos เป็น 0.0757 mg/kg คิดเป็น 36.28 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่ใน สาร Boss-2000 เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบปริมาณ profenophos เป็น 0.0700, 0.0824 และ 0.0797 mg/kg คิดเป็น 41.08, 30.64 และ 32.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตาราง 19

สำหรับตำรับการใช้ GAP ไม่พบการตกค้างของ profenophos (ND : Non Detectable) ในแปลงพริกของเกษตรกร

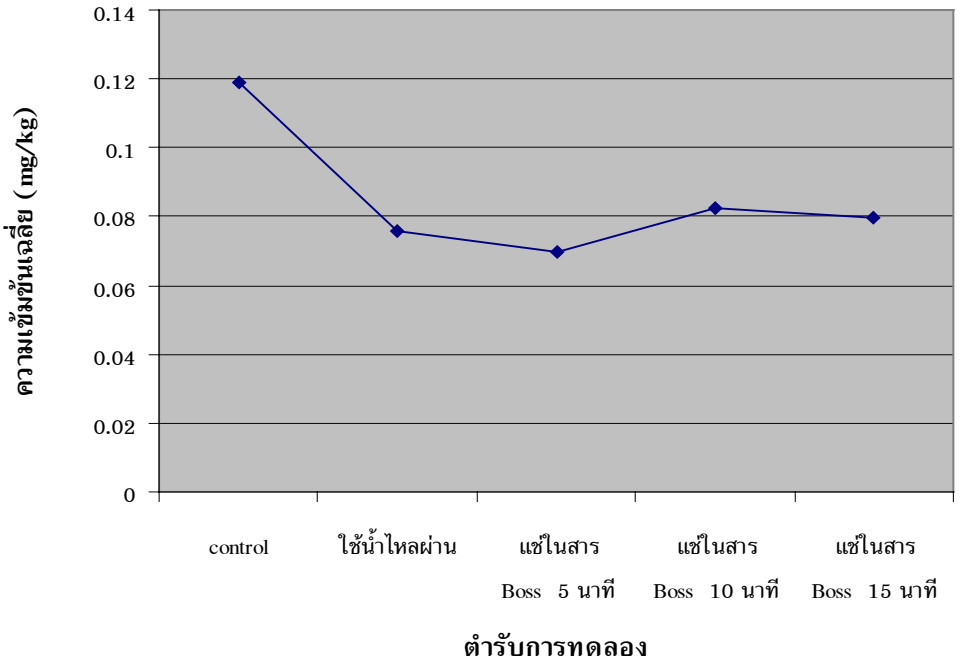
จากภาพประกอบ 25 จะเห็นว่าตัวอย่างพริกที่ผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน สามารถลดการปนเปื้อนจากสาร profenophos ลงได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับการแช่ในสาร Boss-2000 ของทั้งสามตำรับการทดลอง

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 9)

ตาราง 19 ปริมาณ profenophos ที่ตกค้างเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.1188 [a]	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0757 [b]	36.28
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0700 [b]	41.08
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0824 [b]	30.64
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0797 [b]	32.91
GAP	ND	100.00
F-test	2.86 *	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพประกอบ 25 ปริมาณ profenophos ที่ตกค้างเฉลี่ยในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อน สารกำจัดศัตรูพืช

3.1.7 สารกำจัดศัตรูพืชชนิด triazophos

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการปนเปื้อนในตัวอย่างพริก จำนวน 1 ตัวอย่าง ซึ่งมี chlorpyriphos ตกค้างเป็น 0.0849 mg/kg โดยกรรมวิธีการใช้น้ำไหลผ่านจะพบปริมาณ triazophos เป็น 0.0370 mg/kg คิดเป็น 56.42 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้ใกล้เคียงกับการทดลองของนิตยา วีระกุล (2543) ซึ่งได้ทดลองลดการตกค้างของ triazophos ในกะหล่ำปลี พบว่า สามารถลดการปนเปื้อนได้เป็น 52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่ใน สาร Boss-2000 เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบปริมาณ triazophos เป็น 0.0555, 0.0529 และ 0.0564 mg/kg คิดเป็น 34.63, 37.69 และ 33.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตาราง 20

สำหรับตำรับการใช้ GAP ไม่พบการตกค้างของ triazophos (ND : Non Detectable) ในแปลงพริกของเกษตรกร

จากภาพประกอบ 26 จะเห็นว่าตัวอย่างพริกที่ผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน สามารถลดการปนเปื้อนจากสาร triazophos ลงได้ในระดับหนึ่ง ส่วนการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น สามารถลดการปนเปื้อนลงได้แต่น้อยกว่ากรรมวิธีการล้างด้วยน้ำไหลผ่าน ซึ่งการแช่ในสาร Boss-2000 ของทั้งสามตำรับการทดลองนั้น สามารถลดการปนเปื้อนได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

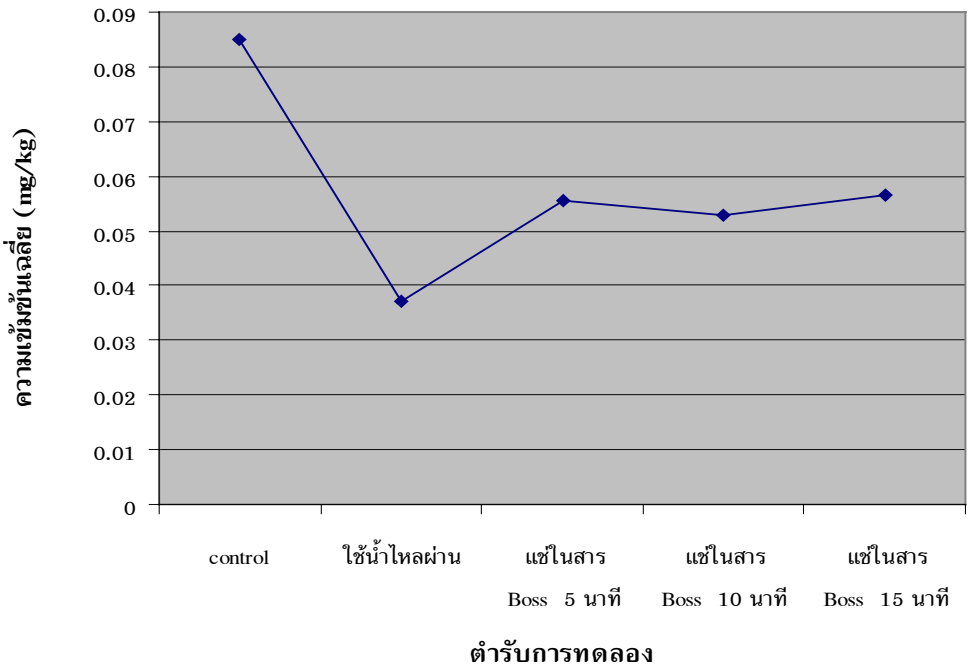
จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 10)

ตาราง 20 ปริมาณ triazophos ที่ตกค้างเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.0849 [a]	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0370 [b]	56.42
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0555 [b]	34.63
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0529 [b]	37.69
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0564 [b]	33.57
GAP	ND	100.00

F-test	4.29 *

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพประกอบ 26 ปริมาณ triazophos ที่ตกค้างเฉลี่ยในพริกที่ผ่านกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช

3.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตรวม 7 ชนิด ที่ตกค้างในพริก

จากผลการศึกษากรรมวิธีการลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 7 ชนิด (ดังตาราง 14 ถึงตาราง 20) ได้นำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ เพื่อสรุปค่าความแตกต่างจากการใช้กรรมวิธีการลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตรวม ดังตาราง 21

ตาราง 21 ปริมาณเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตรวม ตามกรรมวิธีการลดการตกค้างในพริก

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.0965 a	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0474 b	50.88
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0430 b	55.44
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0485 b	49.74
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0590 b	38.86
GAP	ND	100.00
F-test	12.41 *	

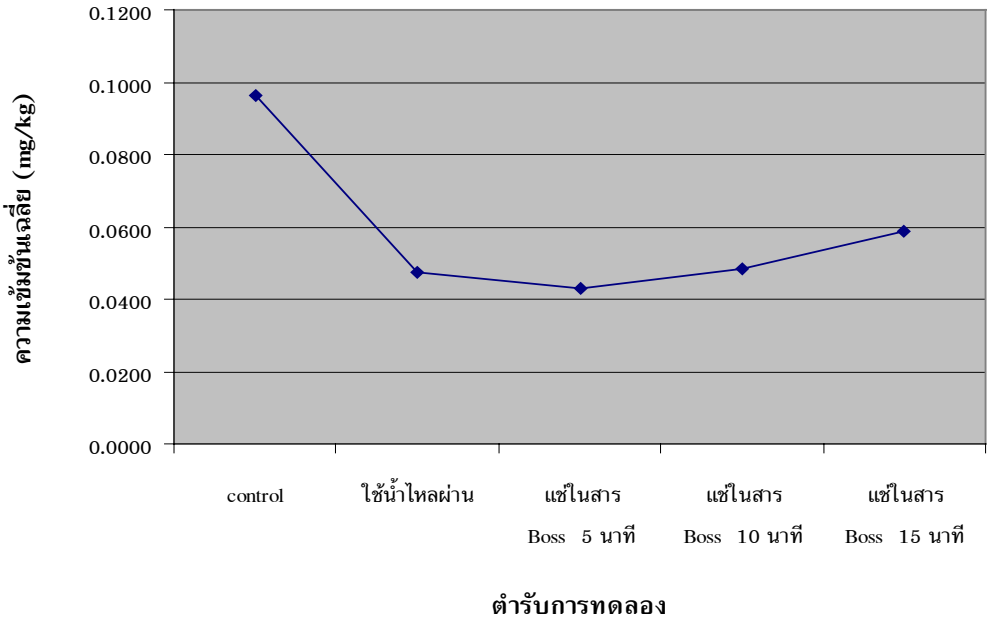
หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

จากตาราง 21 การศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการลดการตกค้างสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในตัวอย่างพริก พบว่า แนวทางการใช้ GAP (Good Agricultural Practice) ของกรมวิชาการเกษตร ไม่พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (ND : Not Detectable) สำหรับตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 5 นาที สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้มากที่สุดจาก 0.0965 mg/kg เป็น 0.0430 mg/kg คิดเป็น 55.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับการใช้น้ำไหลผ่านและตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 10 นาที ซึ่งสามารถลดปริมาณสารตกค้างได้เป็น 0.0474 mg/kg และ 0.0485 mg/kg คิดเป็น 50.88 เปอร์เซ็นต์และ 49.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 15 นาที สามารถลดการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตได้น้อยที่สุด คือเป็น 0.0590 mg/kg คิดเป็น 38.86 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพประกอบ 27

สำหรับการทดลองโดยการใช้น้ำไหลผ่าน พบว่า เปอร์เซ็นต์การลดการปนเปื้อนใกล้เคียงกับการทดลองของนิตยา วีระกุล (2543) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การลดเป็น 61 เปอร์เซ็นต์

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า การใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น

95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 11)



ภาพประกอบ 27 ปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตรวมแต่ละกรรมวิธีการลดการตกค้างในพริก

3.3 ผลการศึกษาชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชประเภท systemic กับ non systemic ที่ตกค้างในพริก

จากการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างสารประเภท systemic กับ non systemic เพื่อพิจารณาว่าสารประเภทใดมีการตกค้างอยู่ในผลผลิตพริกมากกว่า ซึ่งสารประเภท systemic ได้แก่ dimethoate, methamidophos, mevinphos และ monocrotophos ส่วนสารประเภท non systemic ได้แก่ chlorpyriphos, diazinon, fenitrothion, malathion, parathion methyl, profenophos และ triazophos ดังตาราง 22

ตาราง 22 เปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารตามกรรมวิธีการลดการ ตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท systemic กับ non systemic

ตำรับการทดลอง	systemic		non systemic	
	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร	ปริมาณเฉลี่ยที่พบ (mg/kg)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของสาร
control	0.1898 a	0.00	0.1117 a	0.00
ใช้น้ำไหลผ่าน	0.0547 b	71.18	0.0526 b	52.91
แช่ในสาร Boss 5 นาที	0.0522 b	72.50	0.0496 b	55.60
แช่ในสาร Boss 10 นาที	0.0664 b	65.02	0.0587 b	47.45
แช่ในสาร Boss 15 นาที	0.0753 b	60.33	0.0605 b	45.84
GAP	ND	100.00	ND	100.00
F-test	6.90 *		9.31 *	

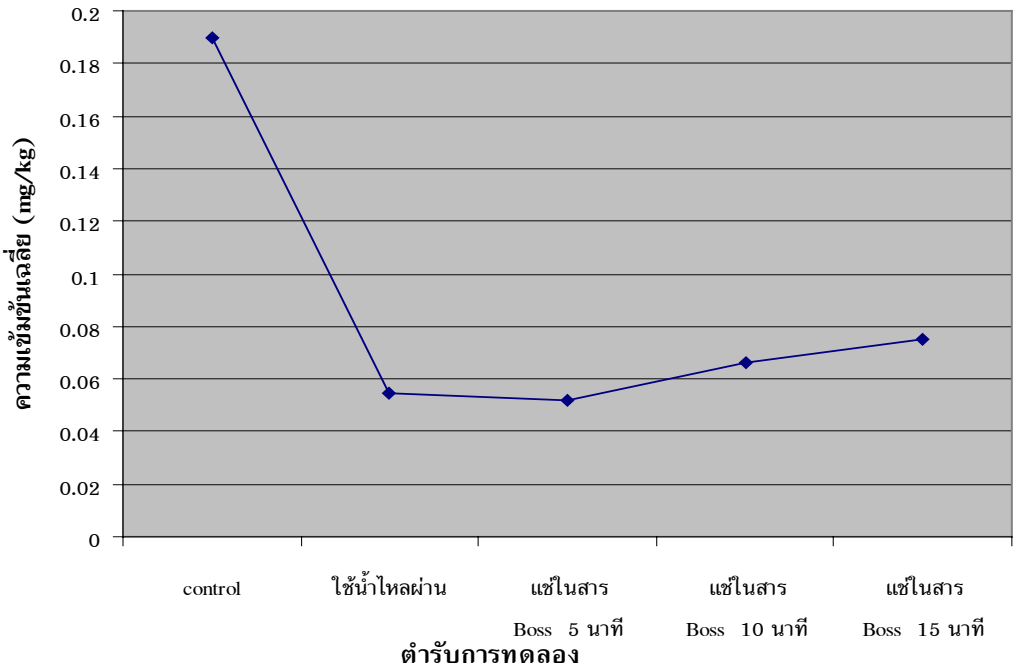
หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

จากตาราง 22 พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท systemic เป็นปริมาณ 0.1898 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าการตกค้างของประเภท non systemic ซึ่งพบเป็นปริมาณ 0.1117 mg/kg สอดคล้องกับธวัชชัย รัตน์ชเลศ (2540) ที่กล่าวไว้ว่า สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มประเภท systemic มีคุณสมบัติสามารถเคลื่อนจากจุดที่สัมผัสบนใบพืชไปยังส่วนอื่นๆ ของต้นพืชได้ และมีการดูดซึมสารเข้าไปในต้นพืช จึงทำให้พบปริมาณการตกค้างสูงกว่าประเภท non systemic ในขณะที่สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มประเภท non systemic นั้นมีคุณสมบัติแสดงผลการฆ่าบนต้นพืชเฉพาะจุดที่สารกำจัดศัตรูพืชไปสัมผัสในเวลาอันสั้น และเซลล์หรือเนื้อเยื่อของพืชที่ตายในระยะเวลาอันสั้นนั้น ได้ปิดกั้นช่องทางไม่ให้สารกำจัดศัตรูพืชเคลื่อนลึกเข้าไปในเซลล์ที่อยู่ภายใน จึงทำให้ไม่เกิดการดูดซึมเข้าไปในต้นพืช จึงพบการตกค้างของสารต่ำกว่าประเภท systemic

จากการศึกษากรรมวิธีการลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตกับสารทั้ง 2 ประเภท เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีเดียวกัน คือตำรับการใช้น้ำไหลผ่าน พบว่า สารประเภท systemic สามารถลดการตกค้างของสารได้ 71.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารประเภท non systemic สามารถลดการตกค้างของสารได้ 52.91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 5, 10 และ 15 นาทีนั้น พบว่า สารประเภท systemic สามารถลดการตกค้างของสารได้ 72.50, 65.02 และ 60.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารประเภท non systemic สามารถลดการตกค้างของสารได้ 55.60, 47.45 และ 45.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า โดยรวมสารประเภท non systemic จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารสูงกว่า ประเภท non systemic ทุกตำรับการทดลอง

สำหรับการใช้กรรมวิธีการลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท systemic พบว่า แนวทางการใช้ GAP (Good Agricultural Practice) ของกรมวิชาการเกษตรตรวจไม่พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (ND : Non Detectable) ส่วนตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 5 นาที สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้มากที่สุดจาก 0.1898 mg/kg เป็น 0.0522 mg/kg คิดเป็น 72.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับการใช้น้ำไหลผ่าน ซึ่งสามารถลดปริมาณสารตกค้างได้เป็น 0.0547 mg/kg คิดเป็น 71.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 10 นาทีและ 15 นาที สามารถลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้เป็น 0.0664 mg/kg และ 0.0753 mg/kg คิดเป็น 65.02 เปอร์เซ็นต์ และ 60.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 28

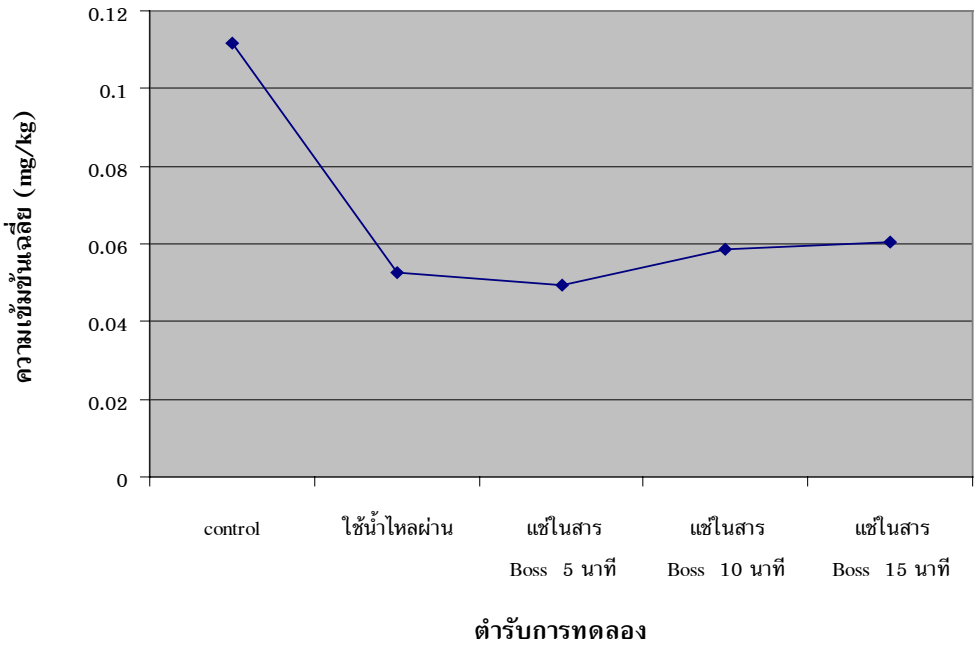
จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า ตำรับการใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 12)



ภาพประกอบ 28 ปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท systemic ในแต่ละกรรมวิธี

ส่วนการใช้กรรมวิธีการลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non systemic พบว่า แนวทางการใช้ GAP (Good Agricultural Practice) ของกรมวิชาการเกษตรตรวจไม่พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (ND : Non Detectable) สำหรับตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 5 นาที สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้มากที่สุดจาก 0.1117 mg/kg เป็น 0.0496 mg/kg คิดเป็น 55.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับการใช้น้ำไหลผ่าน ซึ่งสามารถลดปริมาณสารตกค้างได้เป็น 0.0526 mg/kg คิดเป็น 52.91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 10 นาทีและ 15 นาที สามารถลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้เป็น 0.0587 mg/kg และ 0.0605 mg/kg คิดเป็น 47.45 เปอร์เซ็นต์ และ 45.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 29 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับกลุ่มประเภท systemic

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า ตำรับการใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 13)



ภาพประกอบ 29 ปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non systemic ในแต่ละกรรมวิธี

ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการความเสี่ยงเบื้องต้นจากสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในผู้บริโภคพริกจากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา พบว่าแนวทางการใช้ GAP สามารถลดความเสี่ยงในผู้บริโภคพริกได้ดีที่สุด และยังช่วยแก้ปัญหาจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากการใช้ GAP เป็นแนวทางการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้องและเหมาะสม คือเกษตรกรรู้จักชนิด และอัตราการใช้ของสารกำจัดศัตรูพืช ไม่ใช้สารเคมีในปริมาณและความเข้มข้นที่มากเกินไป และมีการเว้นระยะการเก็บเกี่ยวภายหลังการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ไม่เก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้จะสลายตัวถึงระดับปลอดภัย โดยการดูจากตารางคำแนะนำการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหรือฉลากที่ภาชนะบรรจุ เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปวิเคราะห์จึงไม่พบปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช (ภาคผนวก ค) จึงนับว่าแนวทางการใช้ GAP นั้นมีประสิทธิผลสูงที่สุด แต่เนื่องจากการใช้ GAP เป็นวิธีที่ต้องมีการจัดการตั้งแต่กระบวนการผลิต คือ จากแปลงเกษตรกร ซึ่งในด้านผู้บริโภคนั้นไม่สามารถควบคุมได้ จึงนับว่าการใช้ GAP เป็นวิธีที่ดีที่สุดเมื่อเกษตรกรนำมาปฏิบัติ

เมื่อพิจารณาในด้านผู้บริโภคนั้น แนวทางที่จะลดความเสี่ยงจากสารกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 5 นาที ซึ่งสามารถลดปริมาณสารตกค้างได้มากที่สุดเป็น 55.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับการใช้น้ำไหลผ่านและตำรับ

การแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 10 นาที ซึ่งสามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ 50.88 เปอร์เซ็นต์ และ 49.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 15 นาที สามารถลดการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตได้น้อยที่สุดคือ 38.86 เปอร์เซ็นต์

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่า ตำรับการใช้น้ำไหลผ่านและการแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น มีความแตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีการลดการปนเปื้อนโดยการใช้น้ำไหลผ่านและแช่ในสาร Boss-2000 ทั้งสามตำรับการทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นในทางปฏิบัติผู้บริโภคอาจสามารถจัดการลดปริมาณสารตกค้างได้โดยการใช้น้ำไหลผ่าน ซึ่งจะให้ผลไม่แตกต่างกันกับตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 5 นาที และยังเป็นแนวทางที่ดีที่สุดกับผู้บริโภค เพราะนอกจากจะเป็นการประหยัดเวลาแล้ว ยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายได้ เนื่องจากเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนจากการจัดการ พบว่า สาร Boss-2000 มีต้นทุนอยู่ที่ 250 บาทต่อลิตร แต่ในขณะเดียวกัน สาร Boss-2000 มีราคาต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ลดการตกค้างยี่ห้ออื่นตามท้องตลาดอีกหลายชนิดในกรณีที่จำเป็นต้องมีการใช้ผลิตภัณฑ์ลดการตกค้าง

และเมื่อพิจารณาในด้านการส่งออก พบว่า การล้างพริกโดยใช้น้ำไหลผ่านนั้น เมื่อมีการขนส่งโดยเก็บรักษาในสภาพที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดปัญหาอื่นตามมา คือ น้ำจะทำให้พริกเปลี่ยนสี ก้านมีสีดำ พริกมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ผลช้ำ และอมน้ำ ส่งผลต่อการส่งออก ดังนั้นสำหรับการส่งออกนอกประเทศ จึงควรใช้ตำรับการแช่ในสาร Boss-2000 เป็นเวลานาน 5 นาที จะเป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากสาร Boss-2000 นั้น เมื่อมีการขนส่งโดยเก็บรักษาในสภาพที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสแล้ว จะไม่ทำให้พริกเปลี่ยนสี ก้านพริกไม่ดำ พริกไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ผลไม่ช้ำ และไม่อมน้ำ พริกมีสีสวย นอกจากนี้สาร Boss-2000 ยังเป็นสารประเภท Biodegradable Agent ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่ส่งผลตกค้างต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การจัดการความเสี่ยงเบื้องต้นจากสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในผู้บริโภคพริกจากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลานั้น จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าจะใช้ในการบริโภคภายในประเทศ หรือการส่งออกจึงจะเหมาะสมและคุ้มค่าที่สุด