



การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์สารพิษปนเปื้อนบนส่วนต่างๆของร่างกายผู้ฉีดพ่นและผู้เก็บพริก ระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดเกษตรกร และปริมาณสารพิษตกค้างของ chlorpyrifos ในพริก ไปวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Regression เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน รวมถึงวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส และปริมาณสารพิษตกค้างในพริกที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ หลังการฉีดพ่น และค่า half life

ประมวลข้อมูลการปนเปื้อนสารพิษบนร่างกายและการสะสมสารพิษในพริกกับข้อมูลทางพิษวิทยาของ chlorpyrifos เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยจากการฉีดพ่นและจากการบริโภคโดยใช้หลักเกณฑ์การประเมิน Pesticide Risk Assessment ของ US.EPA (US.EPA,1999)

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2552 ถึงเดือน กันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ แปลงทดลองเกษตรกร นายเม้ง แก้วสวัสดิ์ ตำบลบางตาเถร อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่น chlorpyrifos ในแปลงปลูกพริก

ทำการฉีดพ่น chlorpyrifos จำนวน 3 ครั้ง ครั้งแรก เมื่อพริก อายุ 99 วัน ครั้งที่ 2 พริกอายุ 106 วัน และ ครั้งที่ 3 พริกอายุ 113 วัน อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นด้วยเครื่องยนต์สะพายหลังและบันทึกเวลาการฉีดพ่น เพื่อนำไปประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อนบนตัวเกษตรกรผู้ฉีดพ่น เมื่อเสร็จสิ้นการฉีดพ่นนำแผ่นผ้าฝ้ายที่ติดบนตำแหน่งต่างๆ ของร่างกายคือ ที่หัว จมูก ไหล่ ศอก หน้าอก หลัง ต้นขา หน้าแข้ง น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นไปสกัดหาสารพิษ chlorpyrifos ที่ปนเปื้อน ผลการวิเคราะห์ตรวจพบสารพิษบนแผ่นผ้าบริเวณช่วงล่างของร่างกายที่ ต้นขา ข้างนอก และแข้ง มีสารพิษปนเปื้อนเฉลี่ยมากที่สุด 2,449.67 1,649.05 และ 615.82 ไมโครกรัมต่อ100 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แผ่นผ้าที่ปนเปื้อนน้อยที่สุดบริเวณ ออกใน และหลังใน ปริมาณเฉลี่ย 10.86 และ 6.11 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

ส่วนน้ำล้างมือปนเปื้อนสารพิษเฉลี่ย 473.57 ไมโครกรัมต่อลิตร สำหรับน้ำล้างเท้ามีการปนเปื้อนเมื่อฉีดพ่นแล้วเฉลี่ย 9.23 ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาณสารพิษ chlorpyrifos ที่ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย เมื่อนำมาคำนวณเป็นปริมาณสารพิษต่อพื้นที่ทั้งหมดของร่างกาย (U.S.EPA. 1987, ตารางที่ 2,3 และ 4) ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เพื่อประเมินเป็นปริมาณสาร chlorpyrifos สัมผัสบนร่างกาย (Potential Exposure) ของแต่ละครั้งภายหลังการฉีดพ่น คิดเป็นการปฏิบัติงานตามปกติในแต่ละครั้งที่มีการฉีดพ่น พบว่ามีปริมาณ chlorpyrifos ปนเปื้อนระหว่าง 0.4197-0.8215 mg/kg Bw/day ของน้ำหนัก



ร่างกาย 59 กิโลกรัม แล้วนำไปประเมินหาปริมาณสารพิษที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย (Absorption Dose) จากนั้นเปรียบเทียบกับค่า NOAEL ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของปริมาณสารพิษที่ใช้ในการทดลองที่ไม่ทำให้เกิดผล อันไม่พึงประสงค์ทางพิษวิทยา แล้วคำนวณหาค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE: Margin of Exposure)

$$\text{ค่า MOE} = \text{NOAEL} \div \text{Exposure}$$

โดยทั่วไป U.S. EPA กำหนดค่า MOE = 100 หรือมากกว่าเป็นขอบเขตความปลอดภัยที่ยอมรับได้จากการคำนวณพบว่า ค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE) ของผู้ฉีดพ่น มีเท่ากับ 6.09 - 11.91 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก หรือกล่าวได้ว่าผู้ฉีดพ่น chlorpyrifos มีความเสี่ยงสูง ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 1. ปริมาณ chlorpyrifos บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่น

บริเวณปนเปื้อน	ปริมาณปนเปื้อนครั้งที่ 1 เวลา 32 นาที	ปริมาณปนเปื้อนครั้งที่ 2 เวลา 31.46 นาที	ปริมาณปนเปื้อนครั้งที่ 3 เวลา 30.52 นาที	เฉลี่ย	หน่วย
หมวก	29.1606	64.5577	37.6994	43.81 ± 18.47	µg/100cm ²
जूक	26.2104	93.4030	29.1550	49.59 ± 37.97	µg/100cm ²
บ่า	16.0081	29.7438	29.3715	25.04 ± 7.82	µg/100cm ²
อก-ใน	11.7054	8.5227	12.3517	10.86 ± 2.05	µg/100cm ²
อก-นอก	68.5993	143.0840	15.6596	75.78 ± 64.02	µg/100cm ²
ศอก	123.9403	370.9895	184.0844	226.34 ± 128.83	µg/100cm ²
หลัง-ใน	2.3704	3.1705	12.7839	6.11 ± 5.79	µg/100cm ²
หลัง-นอก	11.9878	24.3612	18.0793	18.14 ± 6.19	µg/100cm ²
ต้นขา	1,840.7500	3,657.4600	1,850.7875	2,449.67 ± 1,045.99	µg/100cm ²
แขนใน	431.2950	405.3200	1,010.8400	615.82 ± 342.35	µg/100cm ²
แขนนอก	1,609.8500	2,155.8875	1,181.4100	1,649.05 ± 488.42	µg/100cm ²
น้ำล้างมือ	706.8796	93.7178	620.1250	473.57 ± 331.81	µg/L
น้ำล้างเท้า	9.6994	0.1496	17.8321	9.23 ± 8.85	µg/L



ตารางที่ 2. ปริมาณการได้รับ chlorpyrifos เข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่นแปลงพริกจากข้อมูลปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนบนแผ่นผ้า น้ำล้างมือและล้างเท้า ปี 2553 ครั้งที่ 1 เวลา 32.06 นาที

ตำแหน่งติดแผ่นผ้า (Region of body)	พื้นที่ผิว (Surface area) cm ²	ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า µg/100cm ²	Penetration factor [*]	ปริมาณปนเปื้อน ที่สัมผัสร่างกาย [*] µg/region
Head and Face	1,300	29.1606 26.2104	-	359.91
Back inside outside	3,550	2.3704 11.9878	0.165090	70.26
Chest inside outside	3,550	11.7054 68.5993	0.145762	354.97
Upper arms (elbow to shoulder)	2,910	16.0081	0.155426	72.40
Fore arms (elbow to wrist)	1,210	123.9403	.155426	233.09
Upper legs (knee to groin)	3,820	1,840.7500	0.211301	14,857.94
Lower legs inside (knee to ankle) outside	2,380	431.2950 1,609.8500	0.211301	8,095.86
Hands				706.88 µg/l
Feet				9.70 µg/l
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				24,761.01µg = 24.76 mg
เกษตรกรมีน้ำหนักเฉลี่ย 59 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				0.4197 mg/kg BW/day

*Penetration factor การคำนวณหาปริมาณสารพิษตกค้างบนเสื้อผ้าที่สวมแล้วมาสัมผัสร่างกาย

$$= \text{residue on inner dosimeter} \div (\text{residue on outer} + \text{inner dosimeter})$$

*ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย = พื้นที่ผิว × ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า (outside) × Penetration factor



ตารางที่ 3. ปริมาณการได้รับ chlorpyrifos เข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่นแปลงพริกจากข้อมูล
ปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนแผ่นผ้า น้ำล้างมือและล้างเท้า ปี 2553 ครั้งที่ 2 เวลา 31.46 นาที

ตำแหน่งติดแผ่นผ้า (Region of body)	พื้นที่ผิว (Surface area) cm ²	ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า µg/100cm ²	Penetration factor*	ปริมาณปนเปื้อน* ที่สัมผัสร่างกาย µg/region
Head and Face	1,300	64.5577 93.4030	-	1,026.74
Back inside outside	3,550	3.1706 24.3612	0.115160	99.59
Chest inside outside	3,550	8.5227 143.0840	0.056216	285.55
Upper arms (elbow to shoulder)	2,910	29.7438	0.085688	74.17
Fore arms (elbow to wrist)	1,210	370.9895	0.085688	384.65
Upper legs (knee to groin)	3,820	3,657.4600	0.158253	22,110.38
Lower legs inside (knee to ankle) outside	2,380	405.3200 2,155.8875	0.158253	8,120.01
Hands				93.72 µg/l
Feet				0.15 µg/l
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				32,194.96 µg = 32.19 mg
เกษตรกรมีน้ำหนักเฉลี่ย 59 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				0.5457 mg/kg BW/day

*Penetration factor การคำนวณหาปริมาณสารพิษตกค้างบนเสื้อผ้าที่สวมแล้วมาสัมผัสร่างกาย

$$= \text{residue on inner dosimeter} \div (\text{residue on outer} + \text{inner dosimeter})$$

*ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย = พื้นที่ผิว × ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า (outside) × Penetration factor



ตารางที่ 4. ปริมาณการได้รับ chlorpyrifos เข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่นแปลงพริกจากข้อมูลปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนแผ่นผ้า น้ำล้างมือและล้างเท้า ปี 2553 ครั้งที่ 3 เวลา 32.30 นาที

ตำแหน่งติดแผ่นผ้า (Region of body)	พื้นที่ผิว (Surface area) cm ²	ปริมาณปนเปื้อน บนแผ่นผ้า µg/100cm ²	Penetration factor	ปริมาณปนเปื้อน ที่สัมผัสร่างกาย* µg/region
Head and Face	1,300	37.6994 29.1550	-	434.55
Back inside outside	3,550	12.7839 18.0793	0.414211	265.85
Chest inside outside	3,550	12.3517 15.6596	0.440954	245.13
Upper arms (elbow to shoulder)	2,910	29.3715	0.427583	365.46
Fore arms (elbow to wrist)	1,210	184.0844	0.427583	952.41
Upper legs (knee to groin)	3,820	1,850.7875	0.461097	32,599.60
Lower legs inside (knee to ankle) outside	2,380	1,010.8400 1,181.4100	0.461097	12,964.92
Hands				620.13 µg/l
Feet				17.83 µg/l
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นต่อวัน				48,465.88 µg = 48.47 mg
เกษตรกรมีน้ำหนักเฉลี่ย 59 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				0.8215 mg/kg BW/day

*Penetration factor การคำนวณหาปริมาณสารพิษตกค้างบนเสื้อผ้าที่สวมแล้วมาสัมผัสร่างกาย

$$= \text{residue on inner dosimeter} \div (\text{residue on outer} + \text{inner dosimeter})$$

*ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย = พื้นที่ผิว × ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า (outside) × Penetration factor



ตารางที่ 5. ระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับ chlorpyrifos เข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่นแปลงปลูกพริก

ฉีดพ่น	chlorpyrifos mg/kg BW/day	%Absorption	Absorbed Dose mg/kg BW/day (exposure)	NOAEL mg/kg/day	MOE	ระดับความ เสี่ยง
ครั้งที่ 1	0.4197	100	0.4197	5	11.91	Risk
ครั้งที่ 2	0.5457	100	0.5457	5	9.16	Risk
ครั้งที่ 3	0.8215	100	0.8215	5	6.09	Risk

NOAEL = No Observed Adverse Effect Level คือค่าสูงสุดของปริมาณสารพิษที่ใช้ในการทดลอง
ที่ไม่ได้ทำให้เกิดผลอันไม่พึงประสงค์ทางพิษวิทยา chlorpyrifos = 5 mg/kg BW/day Acute
dermal Human (FAO,2006)

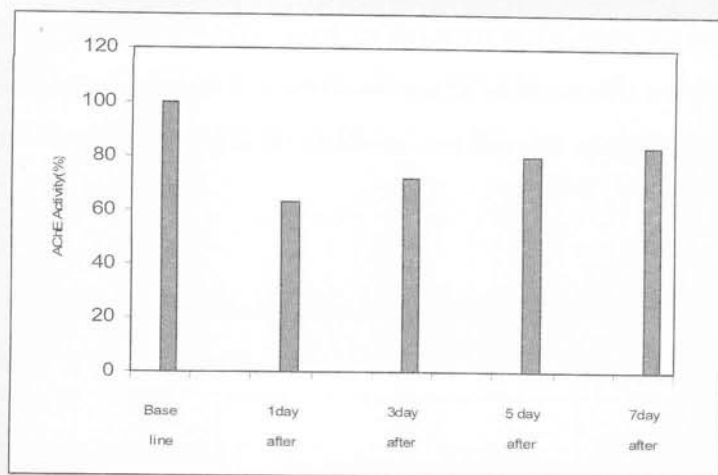
MOE = NOAEL ÷ exposure

MOE = Margin of Exposure คือค่าของเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ
ค่ายิ่งต่ำยิ่งมีความเสี่ยงสูง

ภายหลังจากฉีดพ่น 1,3,5 และ 7 วัน เจาะเลือดเกษตรกรผู้ฉีดพ่นตามวันที่กำหนดไปวัดระดับ
การทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (AChE Activity) เพื่อเปรียบเทียบระดับการทำงาน AChE Activity
กับ Base- line Level พบว่าภายหลังจากฉีดพ่น 1 วัน และ 3 วัน ระดับการทำงานของเอนไซม์ AChE Activity
ลดลงจากสภาวะปกติ เหลือ 63-72 % (ตารางที่ 6 และภาพที่ 1) และพบว่าภายหลังจากฉีดพ่น 5-7 วัน
ระดับการทำงานของเอนไซม์ AChE Activity เพิ่มขึ้นเป็น 80-84 % ของสภาวะปกติ เพราะสัตว์เลี้ยงลูก
ด้วยนมสามารถขับสารพิษ chlorpyrifos ออกจากร่างกายได้โดยการทดลองในหนูขาวใหญ่ให้กินทางปาก
สามารถขับออกทางปัสสาวะได้ 90 % ภายในเวลา 26 ชั่วโมง และออกทางอุจจาระ 10% ของปริมาณ
ทั้งหมด และมนุษย์มี half life ในการกำจัด chlorpyrifos ใช้เวลา 27 ชั่วโมง (Toxicological Profile, 1997)

ตารางที่ 6. ระดับการทำงานของ AChE Activity ในเม็ดเลือดแดงของผู้ฉีดพ่น chlorpyrifos ในแปลงปลูกพริก

ระยะเวลา	Red blood cell AChE Activity(U/L)	Red blood cell AChE Activity (%)
ก่อนการฉีดพ่น (Base line Level)	2,683.49	100.00
หลังการฉีดพ่น 1 วัน	1,683.98	63
หลังการฉีดพ่น 3 วัน	1,942.54	72
หลังการฉีดพ่น 5 วัน	2,140.42	80
หลังการฉีดพ่น 7 วัน	2,251.99	84



ภาพที่ 1. ระดับ AChE Activity ในเม็ดเลือดแดง ก่อนและหลังฉีดพ่นการฉีดพ่น chlorpyrifos

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนมือของผู้เก็บเกี่ยวพริกภายหลังฉีดพ่น chlorpyrifos

การตรวจสารพิษในน้ำล้างมือของผู้เก็บเกี่ยวพริกหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลาต่างๆ กัน พบว่า น้ำล้างมือที่ 0 วัน (1 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่น) มีการปนเปื้อนสารพิษ 7.3299 ไมโครกรัม (ตารางที่ 7) แล้วปริมาณสารพิษ ค่อย ๆ ลดลง หลังการฉีดพ่น 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยพบปริมาณต่ำสุด 0.0202 ไมโครกรัม ที่ 30 วัน

ตารางที่ 7. ปริมาณ chlorpyrifos ปนเปื้อนมือผู้เก็บเกี่ยวพริกภายหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

วันที่เก็บตัวอย่าง	ระยะเวลาหลังการฉีดพ่น (วัน)	ช่วงเวลากการเก็บเกี่ยว (ชั่วโมง)	µg
ก่อนฉีดพ่น	control	1.29	0.0503
16 เม.ย.53	0	1.12	7.3299
17 เม.ย.53	1	1.10	0.2016
19 เม.ย.53	3	1.06	0.1487
21 เม.ย.53	5	1.10	0.1720
23 เม.ย.53	7	1.20	0.0889
26 เม.ย.53	10	1.14	0.2707
1 พ.ค. 53	15	1.33	0.0266
7 พ.ค. 53	20	1.15	0.0352
16 พ.ค. 53	30	1.21	0.0202

ข้อมูลปริมาณสารพิษ chlorpyrifos ที่ปนเปื้อนบนมือของผู้เก็บพริกในแต่ละวันหลังการฉีดพ่นมาประเมินเป็นค่าปริมาณสารพิษที่สัมผัสทั้งวัน เมื่อเข้าไปทำงานเก็บพริก คิดจากจำนวนเวลาที่มีการปฏิบัติงานตามปกติในแต่ละวันนาน 6 ชั่วโมง โดยมีน้ำหนักตัวผู้เก็บเกี่ยว 53.5 กิโลกรัม แล้วคำนวณหา



ค่าขอบเขตความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE) พบว่า การเก็บพริกภายหลังการฉีดพ่น 0 วัน ผู้เก็บพริกได้สัมผัส chlorpyrifos ปริมาณ 36.6495 µg เมื่อคำนวณปริมาณ chlorpyrifos ที่ได้รับต่อวันมีค่า 0.0006 mg/kg BW/day (6.8503E-4) (ตารางที่ 8) และได้ค่า MOE สูงถึง 7,298 อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8. การประเมินความเสี่ยงจากปริมาณ chlorpyrifos ปนเปื้อนมือผู้เก็บเกี่ยวพริกภายหลังการฉีดพ่น ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันต่อวัน

ระยะเวลา หลังฉีดพ่น (วัน)	ช่วงเวลา เก็บเกี่ยว จากการ ทดลอง (ชั่วโมง)	ปริมาณ สารพิษ บนมือ (µg)	ประมาณ การปนเปื้อน ใน 6 ชั่วโมง ต่อวัน (µg)	mg /kgBW (53.5 kg)/day	NOAEL mg/kg/ day	MOE	ระดับ ความเสี่ยง
control	1.29	0.0503	0.2035	3.8030E-6	5	1,314,751	Accept
0	1.12	7.3299	36.6495	6.8503E-4	5	7,298	Accept
1	1.10	0.2016	1.0368	1.9379E-5	5	258,011	Accept
3	1.06	0.1487	0.8111	1.5160E-5	5	329,815	Accept
5	1.10	0.1720	0.8846	1.6534E-5	5	302,407	Accept
7	1.20	0.0889	0.4001	7.4780E-6	5	668,627	Accept
10	1.14	0.2707	1.3169	2.4614E-5	5	203,136	Accept
15	1.33	0.0266	0.1030	1.9250E-6	5	2,597,402	Accept
20	1.15	0.0352	0.1690	3.1580E-6	5	1,583,280	Accept
30	1.21	0.0202	0.0898	1.6780E-6	5	2,979,737	Accept

ผลการศึกษาการสลายตัวและพิษตกค้างของ chlorpyrifos ในพริก

ภายหลังการฉีดพ่น chlorpyrifos ครั้งที่ 3 นาน 0 วัน (1 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 30 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างพริก 10 ตัวอย่าง ตลอดทั้งแปลงทดลอง ในแต่ละวันที่กำหนด เพื่อนำไปสกัดหาสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์ GC ชนิด FPD รวม ทั้งหมด 90 ตัวอย่าง รวบรวมข้อมูลผล การวิเคราะห์ ดังตารางที่ 9 พบว่าภายหลังการฉีดพ่น 0 วันและ 1 วัน ตรวจพบสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ปริมาณสูง 0.7691 และ 0.6539 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างทางสถิติ แล้ว ปริมาณสารพิษจะค่อยๆ ลดลงไป แปรผันตามระยะเวลา จนถึงช่วงของการเก็บเกี่ยวที่ 15 20 และ 30 วัน ปริมาณสารพิษ chlorpyrifos เหลือ 0.2009 - 0.02784 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยไม่แตกต่างทางสถิติ แสดงว่าสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ที่มีปริมาณต่ำจะสลายตัวได้ช้า มีผลการทดลองฉีดพ่น chlorpyrifos



ลงบนต้น apple และ pear ในอัตรา 1,224 gm a.i. /ha (Dursban E.C 40.8% a.i.) เพียง 1 ครั้ง ตรวจพบสารพิษตกค้างภายหลังการฉีดพ่นนาน 15 - 29 วันในผล apple ปริมาณ 0.16 - 0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในผล pear ตรวจพบปริมาณ 0.22 - 0.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังการฉีดพ่นนาน 15-29 วันเช่นกัน(WHO,1972)

ตารางที่ 9. ปริมาณสารพิษ chlorpyrifos ตกค้างในพริก ภายหลังการฉีดพ่นครั้งที่ 3 ในแปลงทดลอง ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ กัน

เวลาหลังการฉีดพ่น (วัน)	chlorpyrifos (mg/kg)
0	0.7691 ± 0.2961 d*
1	0.6539 ± 0.2617 d
3	0.4056 ± 0.1589 c
5	0.4887 ± 0.2173 c
7	0.3755 ± 0.1079 bc
10	0.3802 ± 0.1185 bc
15	0.2784 ± 0.0849 ab
20	0.2736 ± 0.1292 ab
30	0.2009 ± 0.1059 a

CV = 30.3 %

* ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 5 % โดย DMRT

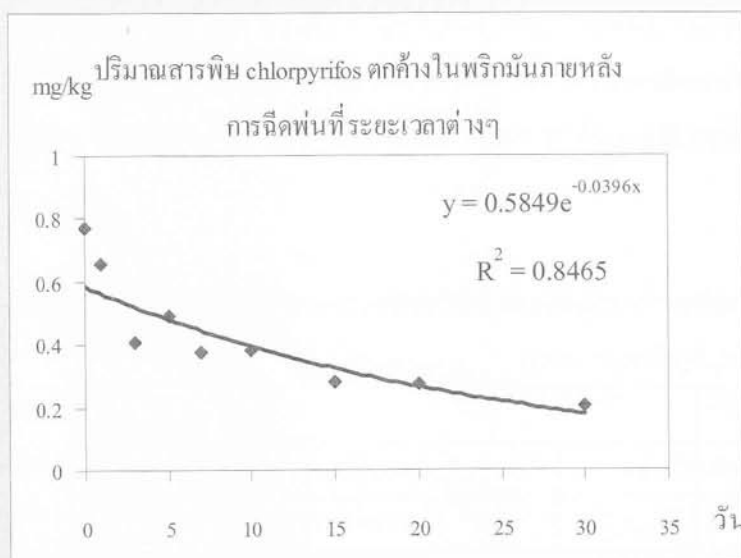
การวัดความสัมพันธ์ระหว่างการสลายตัวของสารพิษตกค้างกับระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่น (ภาพที่ 2.) พบว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของสารพิษ chlorpyrifos สลายในพริก = 0.8465 เมื่อคำนวณค่า half life จากสมการ Regression ได้ค่า half life ดังนี้

$$\text{half life (T } \frac{1}{2} \text{)} = -0.693/b$$

$$b = -0.0396 \text{ (slope)}$$

$$\text{ค่า half life (t } \frac{1}{2} \text{)} = -0.693/ -0.0396$$

$$= 17.5 \text{ วัน}$$



ภาพที่ 2. การสลายตัวของ chlorpyrifos ในพริก ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังจากการฉีดพ่นในแปลง

เมื่อนำผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างของ chlorpyrifos ในพริก ภายหลังจากการฉีดพ่นมาคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในพริกของแต่ละวัน ที่เกิดการสลายตัว (ตารางที่ 10) แบบ Exponential ได้ function เป็น รูปสมการ

$$Y = ae^{bx}$$

หรือ $Y = \ln a + bx$

$$Y = 0.5849e^{-0.0396x}$$

$$Y = \ln 0.5849 + (-0.0396X)$$

$$Y = -0.536314 + (-0.0396X)$$

Y = ปริมาณสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในพริก หน่วย mg/kg

a = ค่า intercept = 0.5849 (ภาพที่ 2)

b = ค่า slope = -0.0396 (ภาพที่ 2)

X = ระยะเวลาการสลายตัวของ chlorpyrifos หน่วย/วัน

ตารางที่ 10. แสดงการคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในพริกแต่ละวัน ภายหลังจากการฉีดพ่น

Day	a- intercept	Lna	b-slope	b*x	Lna+bx	Y(EXP)
0	0.5849	-0.53631	-0.0396	0	-0.53631	0.5849
1	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.0396	-0.57591	0.562191
2	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.0792	-0.61551	0.540363
3	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.1188	-0.65511	0.519383
4	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.1584	-0.69471	0.499217



ตารางที่ 10. (ต่อ) แสดงการคำนวณ ปริมาณสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในพริกแต่ละวันภายหลังการฉีดพ่น

5	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.198	-0.73431	0.479834
6	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.2376	-0.77391	0.461204
7	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.2772	-0.81351	0.443297
8	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.3168	-0.85311	0.426086
9	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.3564	-0.89271	0.409543
10	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.396	-0.93231	0.393642
11	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.4356	-0.97191	0.378358
12	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.4752	-1.01151	0.363668
13	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.5148	-1.05111	0.349548
14	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.5544	-1.09071	0.335976
15	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.594	-1.13031	0.322932
16	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.6336	-1.16991	0.310394
17	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.6732	-1.20951	0.298342
18	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.7128	-1.24911	0.286759
19	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.7524	-1.28871	0.275625
20	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.792	-1.32831	0.264923
21	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.8316	-1.36791	0.254637
22	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.8712	-1.40751	0.244751
23	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.9108	-1.44711	0.235248
24	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.9504	-1.48671	0.226114
25	0.5849	-0.53631	-0.0396	-0.99	-1.52631	0.217335
26	0.5849	-0.53631	-0.0396	-1.0296	-1.56591	0.208897
27	0.5849	-0.53631	-0.0396	-1.0692	-1.60551	0.200786
28	0.5849	-0.53631	-0.0396	-1.1088	-1.64511	0.19299
29	0.5849	-0.53631	-0.0396	-1.1484	-1.68471	0.185497
30	0.5849	-0.53631	-0.0396	-1.188	-1.72431	0.178295

เมื่อคำนวณได้ปริมาณสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในพริกของแต่ละวันแล้ว นำไปประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคพริกในแต่ละวันดังนี้ ข้อมูลปริมาณของสารพิษที่ได้รับในแต่ละวันของกลุ่มบุคคลทั่วไปที่ทำการประเมินความเสี่ยงโดยการเปรียบเทียบกับค่า RfD (Referenc dose) หรือ ADI (Acceptable Daily Intake) ที่ได้จากการศึกษาในสัตว์ทดลองถ้าปริมาณสารพิษที่บริโภคน้อยกว่าค่า RfD ประเมินได้ว่ามีความปลอดภัย แต่ในทางตรงข้าม ถ้าปริมาณสารพิษที่บริโภคมากกว่าค่า RfD ก็ประเมินได้ว่ามีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากการบริโภค (ธวัชชัย หงษ์ตระกูล 2550)



โดยตั้งค่ามาตรฐานสำหรับการคำนวณดังนี้ (ตารางที่ 11) คือคนไทยหรือผู้บริโภคน้ำหนักตัวเฉลี่ย 53.5 กิโลกรัม เมื่อกินพริกมากที่สุดหนัก 60 กรัมต่อวัน หรือประมาณ 7.6 ผล (น้ำหนักเฉลี่ย 7.86 กรัม/ผล)(ข้อมูลการบริโภคฯ 2549) พบว่า การกินพริกภายหลังการฉีดพ่นนาน 0-19 วัน จะมีปริมาณสารพิษตกค้าง ตั้งแต่ 0.5849 ถึง 0.2867 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีผลให้สารพิษเข้าสู่ร่างกายในปริมาณ (Dose) ตั้งแต่ 0.000656 ถึง 0.000309 mg/kg BW/day ซึ่งสูงกว่าค่า RfD เป็นค่าทางพิษวิทยาของปริมาณสารพิษชนิด chlorpyrifos โดยกำหนดให้ 0.0003 mg/kg BW/day (U.S. EPA, 2002) ที่ยอมให้เข้าสู่ร่างกายได้ในแต่ละวันโดยไม่ทำให้เกิดพิษต่อร่างกาย ดังนั้นผู้บริโภคพริกจะได้รับสารพิษสูงกว่าค่า RfD ถึง 218.65 - 103.04 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับความเสี่ยงสูงมาก ภายหลังการฉีดพ่นนาน 20 - 30 วัน ปริมาณสารพิษ chlorpyrifos ตกค้างบนพริกลดต่ำลงเหลือ 0.2649-0.1783 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาบริโภคและคำนวณปริมาณสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายแล้ว จะมีค่าต่ำกว่า RfD เป็นระดับที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

ตารางที่ 11. ความเสี่ยงของการบริโภคพริกที่ปนเปื้อน chlorpyrifos ภายหลังการฉีดพ่นในระยะเวลาต่างๆ

day	Residue mg/kg	Consumption kg (60 g)	Potential Exposure mg	Body weight kg	Dose mg/kg	ADI (RfD) mg/kg/day	% Consump /ADI	Risk
0	0.5849	0.06	0.035094	53.5	0.000656	0.0003	218.6542	high
1	0.562191	0.06	0.033731	53.5	0.00063	0.0003	210.1649	high
2	0.540363	0.06	0.032422	53.5	0.000606	0.0003	202.0049	high
3	0.519383	0.06	0.031163	53.5	0.000582	0.0003	194.1619	high
4	0.499217	0.06	0.029953	53.5	0.00056	0.0003	186.6232	high
5	0.479835	0.06	0.02879	53.5	0.000538	0.0003	179.3776	high
6	0.461204	0.06	0.027672	53.5	0.000517	0.0003	172.4127	high
7	0.443298	0.06	0.026598	53.5	0.000497	0.0003	165.7189	high
8	0.426086	0.06	0.025565	53.5	0.000478	0.0003	159.2845	high
9	0.409543	0.06	0.024573	53.5	0.000459	0.0003	153.1002	high
10	0.393642	0.06	0.023619	53.5	0.000441	0.0003	147.1559	high
11	0.378358	0.06	0.022701	53.5	0.000424	0.0003	141.4422	high
12	0.363668	0.06	0.02182	53.5	0.000408	0.0003	135.9507	high
13	0.349548	0.06	0.020973	53.5	0.000392	0.0003	130.6721	high
14	0.335977	0.06	0.020159	53.5	0.000377	0.0003	125.5989	high
15	0.322932	0.06	0.019376	53.5	0.000362	0.0003	120.7222	high
16	0.310394	0.06	0.018624	53.5	0.000348	0.0003	116.0351	high