

ประสิทธิภาพสาร *Pyriproxyfen* ในการยับยั้งการเจริญเติบโตลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) ในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ

เพชรบูรณ์ พูลผล วทบ., วทม.(ปรสิตวิทยา)
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จ. อุบลราชธานี

Petchaboon Poolphol BSc., MSc.(Parasitology)
Disease Prevention and Control Region 7,
Ubonratchathani Province

บทคัดย่อ

การศึกษาการทดลองทางภาคสนามและห้องปฏิบัติการโดยใช้สาร *Pyriproxyfen* ความเข้มข้น 0.01 ppm ในภาชนะที่มีลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* ระยะที่ 3 - 4 แล้วติดตามการเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัย โดยใช้อัตราการยับยั้งการเจริญเติบโต (Emergence inhibition: EI) เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของสารข้างต้น ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ย EI. ลูกน้ำในภาชนะน้ำใช้ในบ้านกับนอกบ้านที่ถูกแสงแดดของหมู่บ้านหนองสองห้อง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ค่อนข้างสูงคือ 98 % กับ 86.11% เช่นเดียวกับภาชนะไม่ถูกแสงแดดและถูกแสงแดดในห้องปฏิบัติการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จ.อุบลราชธานี คือ 92.05% กับ 96.82% ตามลำดับ โดยค่า EI. ของทั้ง 2 แห่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -0.707, df = 1, P\text{-value} = 0.608$)

ผลกระทบทางกีฏวิทยาหลังจากใส่สารโดยการจับยุงและสำรวจลูกน้ำ 1 ครั้งทุก 2 สัปดาห์ ตลอดช่วง 12 สัปดาห์ที่ทดสอบ พบว่า ความหนาแน่นยุงที่จับได้ (Landing rate: LR) ในหมู่บ้านทดลองค่อนข้างน้อยและลดลงตามลำดับ ขณะหมู่บ้านเปรียบเทียบสูงกว่าตลอด โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -4.513, df = 5, P\text{-value} = 0.006$) ส่วนดัชนีบ้านที่มีลูกน้ำ (House index: HI) ทั้ง 2 หมู่บ้านค่อนข้างสูงและคงที่ตลอดเช่นกัน โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -5.952, df = 5, P\text{-value} = 0.005$)

ข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าสาร *Pyriproxyfen* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตลูกน้ำได้ดีโดยค่าความหนาแน่นยุงที่จับได้ และดัชนีบ้านที่มีลูกน้ำเป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิผลมาตรการควบคุมที่เหมาะสม

Abstract

This study was to experiment under field and laboratory conditions. The *Pyriproxyfen* 0.01 ppm was tested against the larvae (L3-4) of *Aede aegypti* in water containers and then follow up to observation the growth development. The emergence inhibition rate were used for index efficacy of *Pyriproxyfen*. It was found that mean of EI between indoor and outdoor containers which exposed to sunlight in Nongsonghong village, Warinchamrab District, Ubonratchathani Province was slightly increase to 98% and 86.11%, likely in laboratory was to 92.05% and

96.82% respectively. Comparing means average of EI. between field and laboratory was no statistic significant ($t = -0.707$, $df = 1$, $P\text{-value} = 0.608$).

The entomology impact in field were adult and larval surveys by periodic 1 time/2 week during 12 weeks. It was found that landing rate in experiment village were slightly little and decrease on every periods of surveys. On the other hand in control village were slightly increase more than in experiment village. There was statistic significant between experimental and control village ($t = -4.513$, $df = 5$, $P\text{-value} = 0.006$). For house index survey in experiment and control villages was slightly high stable and statistic significant ($t = -5.952$, $df = 5$, $P\text{-value} = 0.005$).

The results of this study showed that Pyriproxyfen have efficacy on emerged inhibition to larvae, further more landing rate and house index were appropriate use for evaluation the effective of larval control.

บทนำ

ยุงลาย *Aedes aegypti* เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกที่สำคัญในประเทศไทย ในวงจรชีวิตระยะลูกน้ำนี้มีการใช้สารเคมีหลายชนิดในการควบคุมและกำจัด เช่น เทเมฟอส นอกจากนั้นในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโต (Insect Growth Regulator-IGR) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเลือกใช้ควบคุมกำจัดลูกน้ำ เช่น *Pyriproxyfen* ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์เลียนแบบฮอร์โมนตัวอ่อน (juvenile hormone) มีคุณสมบัติทำให้การเจริญเติบโตของแมลงผิดปกติและไม่สามารถลอกคราบเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ ให้ผลในการควบคุมกำจัดลูกน้ำได้ดีและมีผลข้างเคียงหรือเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่ำ⁽¹⁾

ในประเทศไทย สมศักดิ์ ประจักษ์วงศ์ และคณะ ได้ทดลองใช้สาร *Pyriproxyfen* (Sumilar[®] 0.5G) เข้มข้น 0.01 ppm. กับลูกน้ำ *Ae. Aegypti* ในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการพบว่า ตลอดระยะ 14 สัปดาห์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต (emergence inhibition-EI) ได้ระหว่าง 70.62 - 96.92 % และ 84.23 - 97.67% ตามลำดับ⁽²⁾

อย่างไรก็ตามสาร *Pyriproxyfen* ในน้ำสามารถสลายตัวได้ ในกรณีถูกแสงแดดพบว่ามีค่า Half life ประมาณ 17.5 -21 วัน 3 ซึ่งในชุมชนมีภาชนะน้ำใช้บางส่วนวางนอกบ้านและถูกแสงแดดอาจมีผลต่อประสิทธิภาพการหยุดยั้งการเจริญเติบโตลูกน้ำ ดังนั้นการศึกษานี้จึงดำเนินการทดลองทั้งในภาคสนามจากสภาพการใช้น้ำจริงและในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพและผลกระทบของสารดังกล่าว เพื่อนำมาพิจารณาเป็นแนวทางในการควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงลายต่อไป

วัตถุประสงค์ เพื่อ

1. ทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำ *Ae.aegypti* ในภาชนะบรรจุน้ำที่ถูกแสงแดดและไม่ถูกแสงแดด ในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ
2. ประเมินผลกระทบทางกีฏวิทยาหลังการใช้สาร *Pyriproxyfen* ควบคุมลูกน้ำยุง *Ae.aegypti* ในภาชนะน้ำใช้ในหมู่บ้านในภาคสนาม

วิธีการศึกษา

1. การปฏิบัติในภาคสนาม คัดเลือกหมู่บ้านที่สภาพแวดล้อมและขนาดใกล้เคียงกันเป็นหมู่บ้านทดลองกับเปรียบเทียบได้บ้านหนองสองห้องขนาด 150 หลังคา และบ้านหนองโกขนาด 120 หลังคา อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เตรียมความพร้อมหมู่บ้านหนองสองห้อง โดยชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการปฏิบัติงาน รวมทั้งเปลี่ยนถ่ายน้ำให้สะอาดไม่มีสารอื่นเจือปนก่อนใส่สาร *Pyriproxyfen* (Sumilarv® 0.5 G) ขนาด 0.4 กรัม (เข้มข้น 0.01ppm)

2. การทดสอบการเจริญเติบโตโดยคัดเลือกบ้าน (จากข้อ 1) ที่มีภาชนะโถงมั่งกรขนาด 200 ลิตร ที่วางในบ้านและนอกบ้านถูกแสงแดด มีการใช้น้ำประจำ 2 ใบ/หลังคา ได้จำนวน 46 หลังคาเรือนคิดเป็น 30.6% ของหลังคาเรือนทั้งหมด

3. เตรียมลูกน้ำ *Ae.aegypti* ระยะที่ 3-4 จากห้องปฏิบัติการ สคร.7 ใส่ในโถงในข้อ 2 จำนวน 25 ตัว/ภาชนะ จากนั้นติดตามเก็บตัวไม่มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ และบันทึกการเจริญจากระยะตัวไม่มาเป็นตัวเต็มวัย

2. การปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ เพาะเลี้ยงลูกน้ำยุงลาย จนถึงระยะที่ 3-4 แล้วนำมาดำเนินการทดสอบเช่นในภาคสนาม คือใส่ลูกน้ำในภาชนะที่ไม่ถูกแสงแดดและภาชนะที่ถูกแสงแดดวันละประมาณ 3 ชม./วัน มีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. ตวงน้ำเปล่าใส่ภาชนะทดสอบขนาด 2,000 มิลลิลิตร ใส่สาร *Pyriproxyfen* (Sumilarv® 0.5 G) เข้มข้น 0.01 ppm. และใส่ลูกน้ำระยะที่ 3-4 ลงไปและให้อาหารลูกน้ำ ทดสอบ 3 ชั่วโมง/การทดลอง และมีกลุ่มควบคุม 1 ชั่วโมง ลูกน้ำ 100 ตัว/ชั่วโมง

2. เก็บตัวไม่หลังทดสอบจนหมด นำมาเลี้ยงและบันทึกการเจริญเติบโตจากตัวไม่มาเป็นตัวเต็มวัย การหาอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย (Emergence inhibition-EI)

$$= \{1 - \frac{\text{Rate of emergence in treated water}}{\text{Rate of emergence in untreated water}}\} \times 100$$

Rate of emergence in untreated water

3. การประเมินผลกระทบต่อทางกีฏวิทยา ดำเนินการสำรวจ 1 ครั้งทุก 2 สัปดาห์ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ทั้งในหมู่บ้านทดลองและหมู่บ้านเปรียบเทียบ ขั้นตอนมีดังนี้

1. สํารวจความหนาแน่นยุงลายตัวเต็มวัย (Landing Rate: LR.) โดยใช้คนเป็นเหยื่อล่อจับยุงที่มาเกาะหรือกัดในบ้านตอนกลางวันใช้เวลา 20 นาที/หลัง/คน ความหนาแน่นคำนวณจากจำนวนยุงที่จับได้ต่อคนต่อชั่วโมง

$$L.R. = \frac{\text{จำนวนยุงที่จับได้ทั้งหมด}}{\text{จำนวนบ้านที่จับยุงทั้งหมด}}$$

2. สํารวจดัชนีบ้านที่พบลูกน้ำ (House Index: HI) โดยสุ่มสํารวจแบบ interval sampling จำนวน 40 หลังคาเรือน/หมู่บ้าน โดยร้อยละของบ้านที่สํารวจพบลูกน้ำ

$$HI = \frac{\text{จำนวนบ้านที่พบลูกน้ำ}}{\text{จำนวนบ้านที่สํารวจทั้งหมด}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทดลองอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ค่าเฉลี่ยดัชนีความหนาแน่นยุงลายตัวเต็มวัย และดัชนีบ้านที่พบลูกน้ำโดยสถิติ t- test ด้วยโปรแกรม SPSS/PC

ผลการศึกษา

1. อัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตลูกน้ำยุงลาย *Ae.aegypti*

จำนวนตัวโม่่งที่เก็บได้รวมทั้งสิ้น 307 ตัว (13.34%) แยกเป็นภาชนะในบ้าน 94 ตัว (8.17%) และภาชนะนอกบ้านที่ถูกแสงแดด 213 ตัว (18.5%) หลังการเพาะเลี้ยงเจริญเป็นตัวเต็มวัย 2 ตัว (2.12 %) และ 29 ตัว (13.61%) ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโต (EI) เท่ากับ 98 % และ 86.11% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตตัวโม่่งจากภาชนะในและนอกบ้านปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 15.484, df = 1, P\text{-value} = 0.041$) (ตารางที่ 1)

ส่วนในห้องปฏิบัติการพบว่าจำนวนตัวโม่่งที่เก็บได้รวมทั้งสิ้น 514ตัว (85.64%) แยกเป็นภาชนะไม่ถูกแสงแดด 256 ตัว (85.33%) และภาชนะถูกแสงแดด 258 ตัว (86%) หลังการเพาะเลี้ยงตัวโม่่งเจริญเป็นตัวเต็มวัย 10 ตัว (3.90%) และ 6 ตัว (2.32%) ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโต 96.02% และ 97.63 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโต ระหว่างภาชนะไม่ถูกแสงแดดและถูกแสงแดดปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 120.280, df = 1, P\text{-value} = 0.005$) (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตระหว่างผลจากภาคสนามบ้านหนองสองกับห้องปฏิบัติการ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -0.707, df = 1, P\text{-value} = 0.608$)

2. การประเมินผลทางกีฏวิทยา

พบว่า ความหนาแน่นยุง *Ae.aegypti* ที่จับได้ในหมู่บ้านทดลองมีแนวโน้มลดลงในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 แต่เพิ่มสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 10 และความหนาแน่นยุงที่จับได้ในหมู่บ้านเปรียบเทียบสูงกว่าทุกสัปดาห์โดยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 3.29 และ 15.72 ตัว/คน/ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่าง 2 หมู่บ้าน ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -4.513$, $df = 5$, $p\text{-value} = 0.006$)

การสำรวจดัชนีบ้านที่พบลูกน้ำยุงลาย (House index-HI) ในหมู่บ้านทดลองและหมู่บ้านเปรียบเทียบพบว่า ค่า HI. ในทั้งสองหมู่บ้านแต่ละสัปดาห์ลดลงไม่มากเฉลี่ย 39.23 และ 46.53 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบค่า HI. พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -5.952$, $df = 5$, $p\text{-value} = 0.005$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 อัตราการยักยักการเจริญเติบโต (EI) ลูกน้ำยุง *Ae. aegypti* ระยะที่ 3-4 ในหมู่บ้านหนองสองห้อง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี

การทดสอบ	จำนวน โอง	ลูกน้ำ	วันที่เก็บตัวไม่ง (ตัว)				การเจริญเติบโต		EI. (%)
			วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6	ตัวไม่ง (%)	ตัวเต็มวัย (%)	
ในบ้าน	46	1,150	50	21	16	7	94 (8.17)	2 (2.12)	98
นอกบ้าน	46	1,150	113	39	31	30	213 (18.5)	29 (13.61)	86.11
รวม	92	2,300	163	60	47	37	307 (13.34)	31(10.09)	92.05

ตารางที่ 2 อัตราการยักยักการเจริญเติบโตลูกน้ำยุง *Ae. aegypti* ระยะที่ 3-4 ในห้องปฏิบัติการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จ.อุบลราชธานี

การทดสอบ	ลูกน้ำ	วันที่เก็บตัวไม่ง (ตัว)				การเจริญเติบโต		EI. (%)
		วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6	ตัวไม่ง (%)	ตัวเต็มวัย (%)	
ไม่ถูกแสงแดด (A)	300	109	43	83	21	256 (85.33)	10 (3.90)	96.02
ถูกแสงแดด 3 ชม. (B)	300	64	58	101	35	258 (86)	6 (2.32)	97.63
Control	100	50	21	24	5	100 (100)	98 (98)	1.2
รวม/เฉลี่ย (A+B)	600	173	101	184	56	514 (85.64)	16 (3.11)	96.82

ตารางที่ 3 ความหนาแน่นยุงที่จับได้ (Landing rate) หลังจากใช้สาร Pyriproxyfen ความเข้มข้น 0.01 ppm ในภาชนะน้ำใช้ที่หมู่บ้านทดลอง และ หมู่บ้านเปรียบเทียบ

ครั้ง/สัปดาห์ที่	Landing rate (ตัว/คน/ชม.)	
	หมู่บ้านทดลอง	หมู่บ้านเปรียบเทียบ
1/2	4.5	23.81
2/4	2.4	13.5
3/6	2.5	23.81
4/8	0.5	12.56
5/10	4.1	9.37
6/12	5.75	11.25
เฉลี่ย	3.29	15.72

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีบ้านที่พบลูกน้ำ House index (HI) หลังจากใช้สาร Pyriproxyfen ความเข้มข้น 0.01 ppm ในภาชนะน้ำใช้ที่หมู่บ้านทดลอง และ หมู่บ้านเปรียบเทียบ

ครั้ง/สัปดาห์ที่	ค่าดัชนี HI	
	หมู่บ้านทดลอง	หมู่บ้านเปรียบเทียบ
1/2	38.2	40.2
2/4	42.5	48.3
3/6	30.2	39.1
4/8	33.5	42.3
5/10	47.5	55.4
6/12	43.5	53.9
เฉลี่ย	39.23	46.5

วิจารณ์

อัตราการขยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุง *Ae. aegypti* ของการศึกษานี้ต่ำกว่า สมศักดิ์ ประจักษ์วงศ์ และคณะ ศึกษาไว้ น่าจะเนื่องมาจากความเข้มข้นที่ลดลงจากสภาพการใช้น้ำในชีวิตประจำวันและสภาพการทดสอบที่แตกต่างกัน สำหรับการประเมินผลในภาชนะทดสอบที่ไม่ถูกแสงแดดและถูกแสงแดดให้ผลการทดสอบสอดคล้องในทิศทางเดียวกัน ซึ่งค่า EI. ระหว่างภาคสนามและห้องปฏิบัติการในสัปดาห์แรกไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($t = -0.707$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.608$)

ข้อมูลสำคัญในภาคสนามที่ได้จากการศึกษานี้พบว่า ดัชนีความหนาแน่นยุงตัวเต็มวัย (Landing rate) ในหมู่บ้านทดลองและหมู่บ้านเปรียบเทียบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ดัชนีบ้านที่พบลูกน้ำ (House index) ก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ได้แสดงให้เห็นว่าหากมีการนำสาร *Pyriproxyfen* มาใช้ทดแทนในการควบคุมและกำจัดลูกน้ำในทางสาธารณสุข การประเมินผลสามารถใช้ได้ทั้งดัชนีลูกน้ำและดัชนีความหนาแน่นยุงตัวเต็มวัย สำหรับสาเหตุที่ยังคงสำรวจพบลูกน้ำในหมู่บ้านที่ทดลองสาร *Pyriproxyfen* อาจเนื่องมาจากการล้างเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อทำความสะอาดภาชนะ ทำให้ความเข้มข้นสารลดลงและส่งผลกระทบต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตลูกน้ำซึ่งเห็นควรมีการศึกษาประสิทธิภาพในภาคสนามต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. สาร *Pyriproxyfen* เข้มข้น 0.01ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตลูกน้ำยุง *Ae.aegypti* โดยมีค่า EI. ในภาคสนามและห้องปฏิบัติการเท่ากับ 92.05% และ 96.82% ตามลำดับ
2. แสงแดดประมาณ 3 ชม./วัน มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตลูกน้ำลดลงในสัปดาห์แรก
3. ดัชนีความหนาแน่นยุงลายและดัชนีบ้านที่พบลูกน้ำสามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำโดยใช้สาร *Pyriproxyfen* ได้เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จ.อุบลราชธานี, หัวหน้ากลุ่มโรคติดต่อฯ โดยแมลง และเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานจากศูนย์ควบคุมโรคติดต่อฯ โดยแมลงที่ 7.1 จ.อุบลราชธานี ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณบริษัทไซดัสอินเตอร์เนชั่นแนล ประเทศไทย จำกัด ที่สนับสนุนงบวิจัยและสาร *Pyriproxyfen* (Sumilarv[®] 0.5 G) ในการวิจัย ท้ายที่สุดขอขอบคุณแพทย์หญิงสมรัก โล่ห์ฉวีชัย ที่กรุณาตรวจทานและให้คำแนะนำรายงานการวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Sullivan J., California Department of Pesticide Regulation, Environmental fate of *Pyriproxyfen*, <http://www.Cdpr.ca.gov/docs/emph/pubs/fatememo/pyrprxfn.pdf>, CDR (2000) .
2. สมศักดิ์ ประจักษ์วงศ์, วรณภา สุวรรณเกิด, นันทวัน สุวรรณโชติ และ ธรรม บุญดี. การศึกษาประเมินผล *Pyriproxyfen* (Sumilarv[®] 0.5 G) ต่อยุง *Culex quinquefasciatus* และ *Aedes aegypti* ในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม. สำนักงานควบคุมโรคติดต่อฯ โดยแมลงที่ 2 เชียงใหม่, 2546.
3. FAO/WHO. Pesticide residues in food. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group. FAO Plant Production and Protection Paper, 153, 1999.