14405

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

เรื่อง

LD_{50} ของสาร Fenvalerate ต่อหนอนใยผัก , *Plutella xylostella* L. โดยวิธี Topical application

LD_{50} of Fenvalerate to the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. by the Topical Application Method

T099072

โดย

นางสาว วันเพ็ญ เพชรมณีล้ำค่า

...สุวรินทร์...บำรุงสุข

(ผศ.ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข) ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์ สำเริง ค่าทอง)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่...๒๖...เดือน...ก.ย.....พ.ศ...๒๕๓๖..

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 99072
วัน,เดือน,ปี 11 Jun 2536

ปพ.
๑๔๓๕๐
๒๕๓๖

บทคัดย่อ

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Plutellidae) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชผักตระกูลกะหล่ำ จากการศึกษาค่า LD_{50} ของสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ โดยวิธี topical application ในหนอนใยผักนั้น LD_{50} มีค่าเป็น 1900 , 1670 , 1550 , 1400 , 1000 , 800 และ 450 ppm หลังจากหนอนได้รับสารในชั่วโมงที่ 3 , 6 , 9 , 12 , 15 , 18 และ 21 ตามลำดับ

ABSTRACT

The diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Plutellidae), is one of the most important pest of cabbage. This studies on LD_{50} of fenvalerate with topical applicaltion method to diamondback moth showed that the LD_{50} was 1900 , 1670 , 1550 , 1400 , 1000 , 800 and 450 ppm after the 3^{th} instar larva treated 3 , 6 , 9 , 12 , 15 , 18 and 21 hours, respectively.

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	17
สรุป	27
เอกสารอ้างอิง	28
มาตราตวงวัดสำหรับการเตรียมสารละลายของน้ำยา	32
การเตรียมสาร Fenvalerate ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	33

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงจำนวนหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ตายในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันของสาร Fenvalerate เมื่อทำการตรวจนับทุก ๆ 3 ชั่วโมง	20
2	แสดงประสิทธิภาพของสาร Fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่ทำให้หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ตายในชั่วโมงที่ 3	21
3	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพสาร Fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่มีผลต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในชั่วโมงที่ 3	22
4	แสดงประสิทธิภาพของสาร Fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่ทำให้หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ตายในชั่วโมงที่ 6	23
5	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพสาร Fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่มีผลต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในชั่วโมงที่ 6	24
6	แสดงประสิทธิภาพของสาร Fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่ทำให้หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ตายในชั่วโมงที่ 9	25
7	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพสาร Fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่มีผลต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในชั่วโมงที่ 9	26

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ไข่ของหนอนใยผัก	10
2	หนอนใยผักวัยที่ 1, 2, 3 และ 4	11
3	ดักแด้ในระยะต่าง ๆ ของหนอนใยผัก	12
4	ตัวเต็มวัยของหนอนใยผัก	13
5	เครื่อง Microapplicator	15
6	การหยดสาร fenvalerate ลงบนหนอนใยผักโดยวิธี Topical application	16
7	แสดงประสิทธิภาพของสาร Fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันโดยทำการตรวจนับจำนวนหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ตายทุก ๆ 3 ชั่วโมง	18
8	แสดงจำนวนหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ตายในทุก ๆ 3 ชั่วโมงที่ระดับความเข้มข้นของสาร Fenvalerate ที่ต่าง ๆ กัน	19

LD_{50} ของสาร Fenvalerate ต่อหนอนใยผัก, *Plutella xylostella* L. โดยวิธี Topical application

LD_{50} of Fenvalerate to the Diamondback Moth , *Plutella xylostella* L. by the Topical Application Method

คำนำ

การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูของพืชผัก ในปัจจุบันนับว่าได้มีการใช้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากพืชผักเป็นพืชที่มีระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจต่ำ ทำให้มีการใช้สารเคมีในการปราบศัตรูพืชผักมาก และเป็นสาเหตุสำคัญทำให้แมลงเกิดความต้านทานและเกิดพิษตกค้างในสภาพแวดล้อม จึงได้มีการพยายามลดการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดและมีการตกค้างในสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

หนอนใยผัก, *Plutella xylostella* L. นับว่าเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชผักตระกูลกะหล่ำ ซึ่งทำความเสียหายให้กับแปลงพืชผักของเกษตรกรได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากหนอนใยผักมีอัตราการเพิ่มประชากรได้รวดเร็ว และระยะหนอนเป็นระยะที่ทำให้เกิดความเสียหายมากที่สุด จึงได้มีการศึกษาค่า LD_{50} ของสาร fenvalerate ที่มีผลในการกำจัดหนอนใยผัก เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงค่า LD_{50} ของสาร fenvalerate ต่อหนอนใยผัก , *Plutella xylostella* L.

การตรวจเอกสาร

หนอนใยผัก

(DIAMONDBACK MOTH)

ชีววิทยาของหนอนใยผัก

หนอนใยผัก *Plutella (maculipennis) xylostella* Lin. มีชื่อสามัญว่า หนอนใย หนอนชักใย หนอนโดดร่ม (ดักแด้ 2529) ตัวบิน ตัวจรวด (กองกีฏและสัตววิทยา 2536) cabbage plutella, short-hole worm, small cabbage moth (ณรรฐพล 2526) อยู่ในวงศ์ Plutellidae อันดับ Lepidoptera (กองกีฏและสัตววิทยา 2536) หนอนใยผักเป็นหนอนที่มีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาหนอนผีเสื้อศัตรูผักและเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชผักตระกูลกะหล่ำ สามารถพบได้ในทุกเขตของโลกไม่ว่าจะเป็นเขตหนาว อบอุ่น หรือเขตร้อน (Bonnemaison 1965) หนอนใยผักมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพอุณหภูมิต่ำโดยไม่ฟักตัวถึงแม้ว่าจะเป็นแมลงที่มีต้นกำเนิดจากเขตร้อน (Yamada and Umeya 1972) ดังนั้นมักพบหนอนใยผักระบาดบ่อยครั้งในกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวียและแคนาดา เพราะมีนิสัยชอบอพยพ (Harcourt 1963, Johnson 1969, Show and Hurst 1969) สามารถตรวจพบการอพยพของหนอนใยผักจากเขตเหนือของฟินแลนด์ลงมาทางใต้โดยข้ามทะเลได้ระยะทางมากกว่า 1,000 กิโลเมตร (Lookki *et al.* 1987) และหนอนใยผักสามารถบินติดต่อกันเป็นเวลาหลาย ๆ วันได้ระยะทางมากกว่า 3,000 กิโลเมตร หนอนใยผักมีการพัฒนาการวางไข่ได้เร็วในระยะแรกของตัวเต็มวัย พบว่า ช่วงการวางไข่สั้นน้อยกว่า 1 วัน และมีความสามารถวางไข่ได้สูงจึงทำให้หนอนใยผักมีอัตราการเพิ่มประชากรได้รวดเร็ว (Miyata *et al.* 1986)

ผีเสื้อหนอนใยผักชอบวางไข่ตามใต้ใบเป็นฟองเดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่มติดกัน 2-5 ฟอง ไข่มีขนาดเล็กมากค่อนข้างกลมแบน สีเหลืองอ่อนเป็นมันผิวขรุขระ และมักพบจำนวนมากในใบพืชใบหนึ่ง ไข่มีอายุประมาณ 3-4 วัน (ณรรฐพล 2526, สิริวัฒน์ 2526) ไข่ที่ใกล้จะฟักออกเป็นตัวจะมีสีเหลืองเข้ม เมื่อขยายดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมองเห็นหัวของตัวอ่อนเป็นสีดำอยู่ภายใน ซึ่งตัวหนอนจะขดงอเป็นรูปตัวซีอยู่ภายในไข่ (ณรรฐพล 2526)

ตัวหนอนเมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ มีขนาดเล็กมากประมาณ 1.5 มม. ลำตัวค่อนข้างเหลือง หัวดำ ลักษณะตัวหนอนเป็นแบบ eruciform มีขาจริง 3 คู่ และขาเทียม

5 คู่ ปรากฏอยู่ที่ส่วนท้องปล้องที่ 3, 4, 5, 6 และปล้องสุดท้ายของลำตัว ตัวหนอนเมื่อมีอายุมากขึ้นหัวจะกลายเป็นสีน้ำตาล ตามลำตัวและส่วนของหัวมีขนสีดำปกคลุม การจัดเรียงตัวของ crochets ที่ขาเทียมมีลักษณะเป็นวงกลม crochet มีสีน้ำตาลเข้มดำ ที่อกปล้องแรกจะมีแผ่นแข็งซึ่งเป็นที่ตั้งของขนสีดำเป็นจำนวนมากกว่าปล้องอื่น ๆ รูหายใจไม่ค่อยชัดเจน (ณรรฐพล 2526) หนอนตัวเล็ก ๆ ค่อนข้างมองเห็นยากจะอาศัยแทะผิวใบพืช การเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าหนอนอื่น ๆ เพียง 1 สัปดาห์ก็โตเต็มที่มีขนาดประมาณ 1 ซม. หัวท้ายแหลม ลำตัวผอมยาว ส่วนท้ายมียื่นออกไป 2 แฉก สีลำตัวอาจเป็นสีเขียวอ่อน เทาอ่อน หรือเขียวปนเหลือง เมื่อถูกตัวจะดิ้นอย่างแรงและสามารถสร้างเส้นใยพาตัวขึ้นลงระหว่างพื้นดินกับใบพืชได้ (ณรรฐพล 2526,สิริวัฒน์ 2526) ระยะหนอน 8-10 วัน มี 4 วัย (วินัย 2535) เมื่อเจริญเต็มที่หนอนจะเริ่มเข้าดักแด้ตามใต้ใบพืชอาหารหรือตามซอกใบ

ดักแด้ของหนอนใยผักเป็นแบบ obtected pupae โดยตัวหนอนจะถักเส้นใยโปร่ง ๆ หุ้มตัวเป็น cocoon และเข้าดักแด้อยู่ภายใน มีอวัยวะขาและปีกติดกันเป็นเนื้อเดียวกับลำตัว ดักแด้มีขนาดความยาวประมาณ 5-6 มม. สีเขียวอ่อน หรือสีนวล (ณรรฐพล 2526) อายุดักแด้สั้นเพียง 3-4 วันก็จะออกเป็นผีเสื้อ

ผีเสื้อหนอนใยผักมักอาศัยตามบริเวณต้นผักใต้ใบ เพราะมีขนาดเล็กจึงมักไม่ชอบบินไปไกลพืชอาศัย (ณรรฐพล 2526,สิริวัฒน์ 2526) ลักษณะของปีกหน้ามีสีน้ำตาล ลายสีเทา ปีกหลังออกสีม่วงเหลือบ ปลายปีกเป็นขนละเอียดหลบซ่อนอยู่ตามใบพืช (ปฐพีชล 2529) ในเพศผู้ปีกคู่หน้ามีสีเทา และรอยสีดำจาง ๆ ทางด้านบน ที่ปลายปีกมองเห็นเป็นจุดสีดำเล็ก และมีแถบสีเหลืองอยู่ที่ขอบปีกด้านใน ส่วนเพศเมียไม่มีแถบสีเหลืองอยู่ที่ขอบปีกด้านในของปีกคู่หน้า สำหรับปีกคู่หลังมีสีดำทั้งเพศผู้และเพศเมีย ตัวเต็มวัยเมื่อเกาะนิ่งอยู่กับที่จะวางหนวดชี้ตรงไปข้างหน้า (ณรรฐพล 2526) หนวดเป็นแบบเส้นด้ายแต่ละปล้องมีสีดำสลับขาว ปลายหนวดเรียว หัวมีตาเดี่ยวสีดำ ขามีสีเทาและดำปะปนกัน ตัวเต็มวัยมีอายุ 5-7 วัน (ณรรฐพล 2526,วินัย 2535) ผีเสื้อพวกนี้จะออกมาบินเล่นไฟตอนกลางคืน (ปฐพีชล 2529) สามารถผสมพันธุ์ได้ภายใน 1 วัน (กองกีฏและสัตววิทยา 2536) ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้ประมาณ 37-407 ฟอง (ณรรฐพล 2526,วินัย 2535)

การเข้าทำลายของหนอนใยผัก

หนอนใยผักเป็นหนอนผีเสื้อที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายให้แก่พืชผักตระกูลกะหล่ำทุกประเภท ยกเว้นผักกาดหอม เป็นหนอนขนาดเล็ก วงจรชีวิตสั้น จึงขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ทำให้สามารถสร้างความต้านทานและปรับตัวให้ทนต่อสารฆ่าแมลงได้มาก (กองกีฏและสัตววิทยา 2536) หนอนใยผักชอบกัดกินผิวด้านล่างใบจนเกิดเป็นรูพรุน และชอบเข้าไปกัดกินในยอดผักที่กำลังเจริญเติบโต ทำให้ยอดเสีย ตัวหนอนที่ออกจากไข่ใหม่ ๆ จะแยกย้ายกันออกทำลายพืช ซึ่งสังเกตเห็นรอยทำลายแตกต่างจากหนอนชนิดอื่น (ณรรฐพล 2526, สิริวัฒน์ 2526) โดยจะแทะกินเนื้อใบส่วนที่เป็นสีเขียวใต้ใบเหลือแต่เยื่อสีขาวโปร่งไว้ให้เห็นด้านบนใบ ซึ่งหากมีการระบาดมาก ๆ ส่วนของใบเหล่านี้จะแหว่งพรุนโปร่ง จนบางครั้งเหลือแต่ก้านใบ ถ้าหนอนใยผักเกิดระบาดในระยะที่ผักเป็นกล้าหรือต้นขนาดเล็กอยู่ หนอนก็จะกัดกินทั้งใบและยอดเหลือแต่ต้นเท่านั้น ทำให้ผักอาจตายหรือชะงักการเจริญเติบโตไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง ถ้าหนอนใยผักระบาดในระยะผักโตเต็มที่ มีดอกหรือติดฝักอ่อน หนอนก็จะกัด แทะ และเจาะทั้งดอก และฝักอ่อนเข้าไปทำความเสียหายจนอาจจะไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ได้เลย หนอนใยผักจะมีประสาทที่ไวพอที่จะช่วยให้เกิดการเอาตัวรอดได้ เมื่อถูกรบกวน สั่นสะเทือนหรือมีเสียงดัง เช่น เสียงเครื่องยนต์พ่นยา โดยพบว่าหนอนจะทิ้งตัวลงสู่พื้นดินหรือหลบซ่อนตามส่วนล่างของต้นผักทันที (ดักแด้ 2529) ปัจจุบันหนอนใยผักได้มีความสามารถในการต้านทานสารฆ่าแมลงเป็นจำนวนมาก หลายปีที่ผ่านมาพบว่าหนอนใยผักได้เกิดความต้านทานสารฆ่าแมลงประเภท organophosphorus และเมื่อไม่นานมานี้ก็ได้เกิดความต้านทานสารกลุ่มไพรีทรอยด์ ซึ่งได้พบสายพันธุ์ของหนอนใยผักในบางพื้นที่ของโลกที่ต้านทานกับสารกลุ่มไพรีทรอยด์ เช่น มาเลเซีย (Ho *et al.*1983) และ ไต้หวัน (Liu *et al.* 1981)

วิธีการเลี้ยงหนอนใยผัก

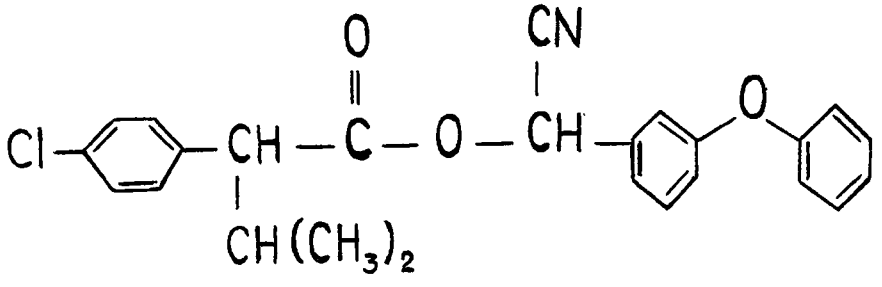
เมื่อเก็บตัวอย่างหนอนใยผักจากแหล่งปลูกผักบริเวณต่าง ๆ มาเลี้ยงในกล่องเลี้ยงหนอนจนเข้าดักแด้ เสร็จแล้วนำดักแด้ที่ได้ไปไว้ในกรงผสมพันธุ์ประมาณ 3 วัน เมื่อเจริญเป็นผีเสื้อ ซึ่งในกรงมีต้นกล้าคะน้า (เพาะบนกระดาษชำระในถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว) อายุประมาณ 7 วัน ให้เป็นที่วางไข่พร้อมทั้งมีสารละลายน้ำผึ้งความเข้มข้น 1% (ใช้เป็นอาหารเลี้ยงผีเสื้อ) เปลี่ยนต้นกล้าคะน้าทุก ๆ วัน เป็นเวลาประมาณ

5 วัน จนกว่าผีเสื้อหนอนใยผักจะไม่วางไข่ กล้าคะน้าที่ถูกวางไข่แล้ว จะถูกนำไปเก็บไว้ในกล่องเลี้ยงหนอนเพื่อรอให้ไข่เจริญเป็นตัวหนอน โดยจะให้ใบกะหล่ำปลีเป็นพืชอาหารแทนหลังจากกล้าคะน้าถูกหนอนใยผักกินหมด (ประมาณ 5 วันหลังถูกวางไข่) และต้องเปลี่ยนใบกะหล่ำปลีให้ใหม่ทุก ๆ วันจนกว่าตัวหนอนจะเข้าดักแด้ซึ่งใช้เวลาประมาณ 15 วันหลังจากวางไข่ จะเลี้ยงหนอนในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิ 25$\pm$1°C และแสงสว่าง 16 ชม.ต่อความมืด 8 ชม. (วินัย 2535)

ในศูนย์ปฏิบัติการวิจัยหนอนใยผักได้เลี้ยงตัวหนอนที่อุณหภูมิ 23-25°C อุณหภูมิที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้วงจรชีวิตของหนอนใยผักแตกต่างกันด้วย ที่อุณหภูมิสูงวงจรชีวิตจะสั้น ที่อุณภูมิต่ำวงจรชีวิตจะยาวหนอนใยผักเมื่อเข้าดักแด้แล้วจะใช้เวลาประมาณ 3-4 วันจึงจะเจริญเป็นผีเสื้อ เมื่อผสมพันธุ์กันแล้วจะวางไข่ ระยะไข่ประมาณ 3-4 วัน เข้าสู่หนอนวัยที่ 1 มีขนาด 0.5 ซม. เป็นเวลา 1-2 วัน เข้าสู่หนอนวัยที่ 2 มีขนาด 0.6-0.8 ซม. เป็นเวลา 3-4 วัน เข้าสู่หนอนวัยที่ 3 มีขนาด 1.0 ซม. เป็นเวลา 3-4 วัน เข้าสู่หนอนวัยที่ 4 มีขนาด 1.3 ซม. และจะเข้าสู่ดักแด้อีกครั้ง อายุเฉลี่ยของหนอนใยผักประมาณ 18-20 วัน

สารฆ่าแมลง FENVALERATE

สาร Fenvalerate หรือ OMS2000 ชื่อทางเคมี (RS)-α-cyano-3-phenoxybenzyl(RS)-2-(4-chlorophenyl)-3-methylbutyrate ชื่อการค้า Sumicidin , Belmark , Pydrin , Sumi 35 สูตรโครงสร้าง



$C_{25}H_{22}ClNO_3$ (419.9)

(Worthing 1983) เป็นสารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์ (Synthetic pyre-throid)

ที่มีส่วนประกอบของกรดที่มีคาร์บอน 3 ตัว และแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 5 ตัว ผสมอยู่ด้วย (มโนชัย 2528)ผลิตโดยการนำ 2-(4-chlorophenyl)-3-methylbutyric acid มารวมกับ α-hydroxy-3-phenoxyphenylaceto-nitrile จะได้ของเหลวข้นสีเหลือง มีจุดเดือด 300°/37 mmHg ความดันไอ 2.3×10^{-7} mmHg ที่อุณหภูมิ 20° และความหนาแน่น 1.175 g/ml ที่อุณหภูมิ25°C (Worthing 1979,Hayes and Laws 1991) ละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 20°C ได้ < 1 mg/l และละลายใน acetone , chloroform , cyclohexanone , ethanol , xylene ที่อุณหภูมิ 23°C ได้ > 1 kg/kg และละลายใน hexane ได้ 155 g/kg เป็นสารที่มีความเสถียรภาพต่อความร้อนและแสงแดด และมีความเสถียรภาพในกรดมากกว่าในด่าง ซึ่งจะมีความเสถียรภาพดีที่สุดที่ pH4 สาร fenvalerate เป็นสารออกฤทธิ์ประเภทถูกตัวตายและกินตาย ซึ่งจะมีผลโดยกว้างกับแมลง รวมทั้งแมลงที่มีความต้านทานต่อสาร organochlorine , organophosphorus และ carbamate

มี LD_{50} ของหนู ทางปาก 451 มก./กก.

ทางผิวหนัง > 5,000 มก./กก.

ของสัตว์ปีก ทางปาก > 1,600 มก./กก. (Worthing 1983)

ใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชต่าง ๆ เช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้ หนอนคืบ หนอนเจาะสมอ ด้วงหมัดผักกาด รวมทั้งศัตรูของผักตระกูลกะหล่ำ ยาสูบ ฝ้าย ถั่วลิสง มันฝรั่ง แตง ฟักทอง มะเขือเทศ ข้าวโพด ถั่วต่าง ๆ และพืชอื่นทั่วไป

สาร Fenvalerate อาจทำให้เกิดพิษกับผู้ใช้ได้ โดยก่อให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนัง ดวงตา จมูก ถ้าซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกายจะมีอาการตื่นเต้น กระวนกระวาย น้ำลายไหล ตัวสั่นและชัก สามารถแก้พิษได้ ถ้าสัมผัสถูกผิวหนังให้ล้างด้วยน้ำกับสบู่มาก ๆ ถ้าเข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดนาน ๆ ถ้าเกิดอาการเป็นพิษ ต้องรีบส่งแพทย์ทันที สำหรับแพทย์ถ้าคนไข้กลืนกินเข้าไปให้ล้างท้องคนไข้แล้วรักษาตามอาการ

สูตรผสมที่ใช้ คือ 20 % EC

35 % EC

20 % WP

25 % ULV

อัตราการใช้ชนิด EC เมื่อใช้กำจัดแมลงทั่ว ๆ ไปใช้อัตรา 5-20 ซีซีผสมกับน้ำ 20 ลิตร ชนิดผงผสมน้ำหรือ WP ใช้อัตรา 5-10 กรัม ผสมกับน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้ทั่วต้นพืช (ปรีชาและพัฒนันท์ 2530) ควรทำการฉีดพ่นทุก 5-7 วัน ตามความจำเป็น และงดฉีดพ่น

ก่อนเก็บ 5-7 วัน (อนงค์ 2533) สารฆ่าแมลงที่ลงสู่ดินส่วนใหญ่ถูกดูดซึมที่ผิวดินชั้นบน ประมาณ 3 ซม. การชะล้างสารจากดินเกิดขึ้นน้อยมาก (ชวัญชัย 2528)

TOPICAL APPLICATION

Topical application เป็นวิธีการที่ให้ยาฆ่าแมลงสัมผัสโดยตรงกับตัวแมลง (ชวัญชัย 2528) โดยยาฆ่าแมลงจะถูกละลายในสารที่ไม่มีพิษและระเหยได้ง่าย เช่น acetone (Fumio 1975) วิธีนี้สามารถบอกได้เพียงพิษของยาฆ่าแมลงในทางสัมผัสเท่านั้น ไม่ได้บอกถึงปริมาณของเนื้อยาที่เข้าไปทำให้แมลงตาย (ชวัญชัย 2528)

CAGLAR (1991)ได้ทำการตรวจสอบระดับความต้านทานของสาร Tetramethrin กับแมลงวันบ้าน *Musca domestica* L. (Diptera : Muscidae) และศึกษาตารางชีวิต โดยศึกษาช่วงเวลาการวางไข่ ระยะตัวอ่อน และระยะดักแด้ของประชากร *Musca domestica* ที่รวบรวมมาจากพื้นที่ Ankara จากการตรวจสอบระดับความต้านทานสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ Tetramethrin โดยใช้วิธี topical application กับแมลงวันบ้านที่มีความไวรับใช้เป็นตัวควบคุม พบว่า ช่วงเวลาการวางไข่ในระยะแรกของประชากรแมลงวันบ้านที่ต้านทาน Tetramethrin จะยาวนานกว่ากลุ่มควบคุม และตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้านที่ต้านทานยาฆ่าแมลงจะมีช่วงชีวิตที่ยาวกว่า

Peter และ Sundararajan (1990) ได้วัดค่าความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงที่มีต่อตัวอ่อนของ *Heliothis armigera* (Hub.) โดยวิธี topical application พบว่า Deltamethrin เป็นสารฆ่าแมลงที่มีพิษมากที่สุด โดยใช้วิธี topical application กับตัวอ่อนของ *Heliothis armigera* [*Helicoverpa armigera*] ที่เก็บได้จากต้นฝ้ายที่ Andhra Pradesh ประเทศอินเดีย Deltamethrin มีพิษสูงกว่า Endosulfan 28.40 เท่า สารฆ่าแมลงพวกไพรีทรอยด์ (alpha-cypermethrin , cypermethrin , deltamethrin , fenpropathrin และ fluvalinate) เป็นสารที่มีความเป็นพิษมากที่สุด เมื่อเทียบกับสารกลุ่ม organo-chlorine หรือ organophosphorus ซึ่งสาร Etofenprox และ fenvalerate จะให้ระดับความเป็นพิษเหมือนกัน

Amirkhanov, Leont'eva และ Chernikova (1990) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารไพรีทรอยด์ในการควบคุม Colorado beetle ที่ประเทศรัสเซีย โดยทำการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลกระทบกับสารไพรีทรอยด์ 7 ชนิด ต่อ *Leptinotarsa*

decemlineata การทดลองส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการใช้วิธี topical application ในส่วนหน้าของอกปล้องแรก โดยใช้เป็นตัวทดสอบค่ามาตรฐานของแมลงชนิดนี้ แต่ถ้าเป็นแมลงชนิดอื่นจะให้กินสารแขวนลอยในใบมันฝรั่ง การทดลองจะทำการทดสอบเวลา อุณหภูมิ เพศ น้ำหนัก ช่วงอายุ และเวลาของแต่ละปี โดยนำผลที่ได้มาเป็นมาตรฐานเพื่อปรับใช้กับสารไพรีทรอยด์ โดยวิธี topical application การทดลองกับแมลงควรเก็บที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า 25°C

Macieira และ Hebling-Beraldo (1989) ได้ทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อหาความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงที่มีต่อผึ้งงาน *Trigona spinipes* (Hymenoptera , Apidae) ค่า LD_{50} ของสาร organophosphate, carbamate, organochlorine (ประกอบด้วย cyclodienes) และสารไพรีทรอยด์ที่มีต่อผึ้งงาน *Trigona spinipes* โดยใช้วิธี topical application ซึ่งเป็นปริมาณยาที่ทำให้แมลงตายโดยวิธีของ Bliss' method (1935) การลดความเป็นพิษของค่า LD_{50} ที่มีต่อผึ้งงานในหน่วย กรัม/ผึ้ง ดังนี้ heptachlor 0.0168, dieldrin 0.0289, cypermethrin 0.0704, permethrin 0.0724, parathion 0.0956, lindane 0.1331 , methomyl 0.1402, dicrotophos 0.1685, endosulfan 0.2097, malathion 0.2649, acephate 0.4234, carbaryl 0.7472 และ fenvalerate 1.0880 การทดสอบสารฆ่าแมลงทั้งหมดนี้มีพิษสูงต่อ *Trigona spinipes*

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.
2. สาร fenvalerate 20%EC
3. เครื่อง microapplicator
4. เมล็ดพันธุ์กะหล่ำ
5. เมล็ดพันธุ์คะน้า
6. กล่องพลาสติกเลี้ยงหนอน สูง 18 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม.
7. กรงเลี้ยงผีเสื้อหนอนใยผัก
8. ปากคีบ
9. พู่กัน
10. แอลกอฮอล์

11. น้ำผึ้ง (เวชพงศ์)

12. กะบะพลาสติกขนาด (20 x 30 x 8 ซม^3.)

13. petri dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม.

14. กระดาษกรอง Whatman ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม.

15. ถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม.

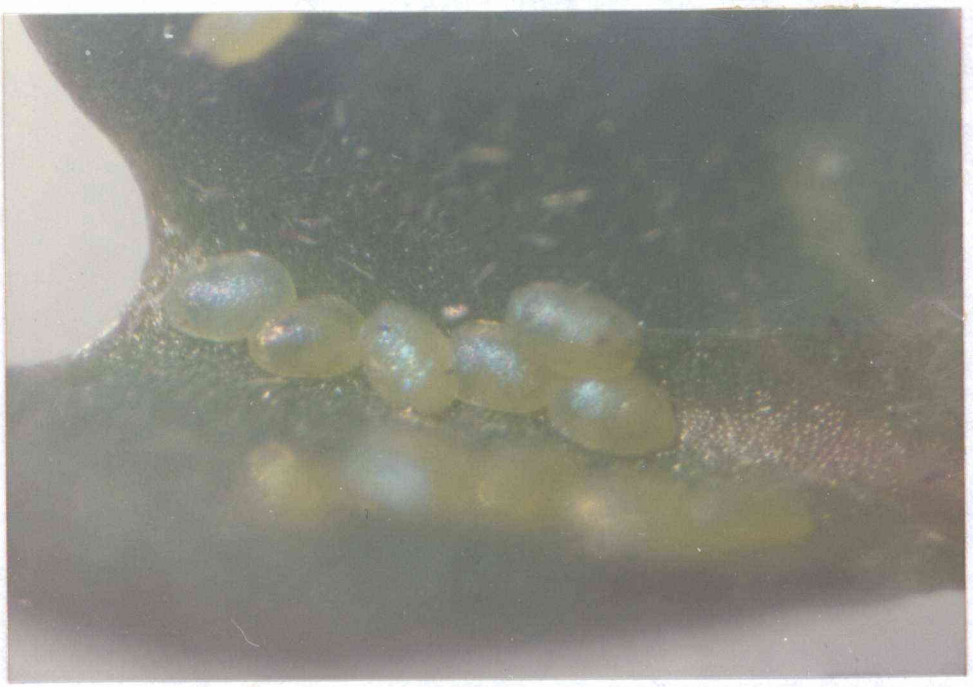
วิธีการทดลอง

1. การปลูกผัก

นำเมล็ดพันธุ์คะน้าและกะหล่ำแช่น้ำอุ่นประมาณ 30 นาที ทิ้งไว้ให้แห้งพอหมาด ๆ คลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยยาป้องกันโรคราน้ำค้าง นำไปเพาะกล้าในกะบะพลาสติกในระยะ 2-3 วันแรกใช้ตาข่ายสีดำคลุมเพื่อไม่ให้โดนแสงแดดแรงเกินไป หลังจากนั้นจึงนำตาข่ายออก เมื่อต้นกล้าอายุ 1 สัปดาห์รดปุ๋ยยูเรียและรดทุก 7 วัน เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 20 วันให้ย้ายลงกระถางหรือถุงพลาสติกดำ กระถางละ 2-3 ต้น เมื่อต้นกล้าแข็งแรงให้ถอนจนเหลือกระถางละ 1 ต้น ต้นคะน้าเมื่ออายุประมาณ 30 วัน และต้นกะหล่ำอายุประมาณ 60 วัน ให้นำไปเลี้ยงหนอนใยผักได้

2. การเลี้ยงหนอนใยผัก

นำดักแด้ (ภาพที่ 3) ที่ได้มาเลี้ยงในกรงเลี้ยงผีเสื้อหนอนใยผัก โดยให้น้ำผึ้งเป็นอาหารเลี้ยงผีเสื้อ นำกล้าคะน้าที่เพาะไว้ในถ้วยพลาสติกมีอายุประมาณ 7 วัน ใส่ไว้ในกรงเลี้ยงผีเสื้อด้วย เพื่อให้ผีเสื้อ (ภาพที่ 4) วางไข่ (ภาพที่ 1) เมื่อผสมพันธุ์กันแล้ว ต้องเปลี่ยนกล้าคะน้าทุกวัน กล้าคะน้าที่ผีเสื้อวางไข่แล้วให้นำไปเลี้ยงไว้ในกล่องเลี้ยงหนอนประมาณ 2-3 วัน จะได้หนอนใยผัก (ภาพที่ 2) ตัวเล็ก ๆ จำนวนมาก เมื่อกล้าคะน้าเริ่มเหี่ยวนำใบคะน้าหรือกะหล่ำไปวางบนกล้าเพื่อให้หนอนใยผักเคลื่อนมากิน ต้องเปลี่ยนใบผักทุกวันเพื่อไม่ให้ผักเน่าเละ เพราะอาจทำให้หนอนใยผักเป็นโรคได้ เลี้ยงหนอนใยผักจนได้วัย 3 จึงนำไปทดสอบสาร fenvalerate



ภาพที่ 1 ไข่ของหนอนใยผัก

ภาพที่ 2 หนอนใยผักวัยที่ 1, 2, 3 และ 4

ภาพที่ 3 ดักแด้ในระยะต่าง ๆ ของหนอนใยผัก

ภาพที่ 4 ตัวเต็มวัยของหนอนใยผัก

3. การหาค่า LD_{50} ของสาร fenvalerate ต่อหนอนใยผักโดยใช้วิธี topical application

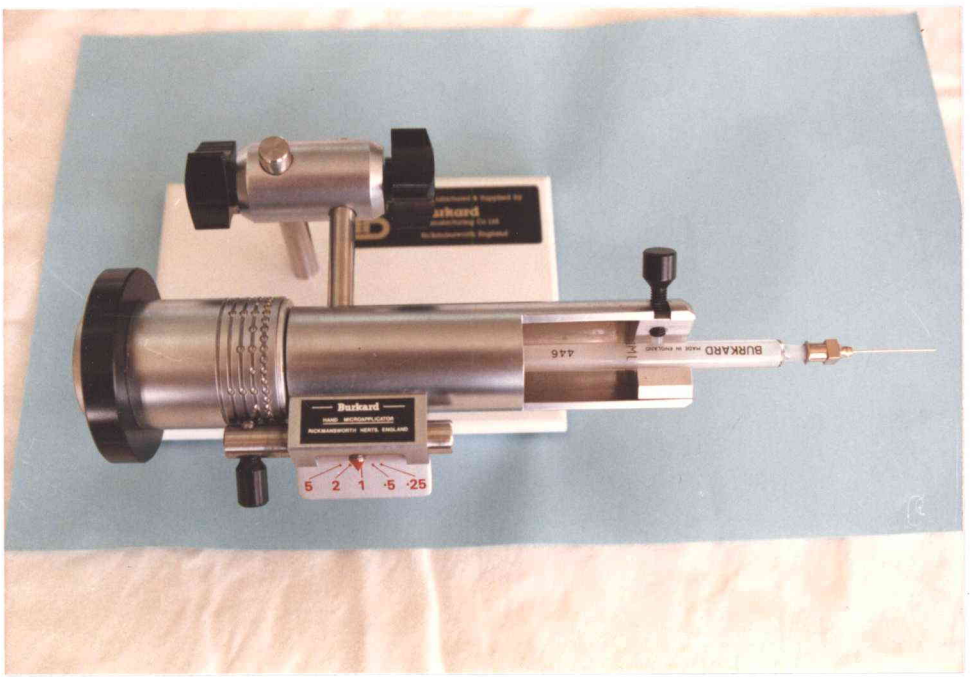
คัดเลือกหนอนใยผักที่อยู่ในวัย 3 ให้มีขนาดเท่า ๆ กันมาใส่ไว้ใน petri dish ที่วางกระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. ใส่หนอนใยผัก 10 ตัวต่อ 1 petri dish โดยจะทำการทดลองที่ความเข้มข้น 500 , 1000 , 1500 , 2000 , 2500 , 3000 ppm และ control ในแต่ละความเข้มข้นจะทดลอง 10 ซ้ำ การทดลองโดยใช้วิธี topical application (ภาพที่ 5 และ 6) ด้วยสาร fenvalerate จะนำ petri dish ที่มีหนอนใยผักไปไว้ในตู้เย็นประมาณ 2-3 นาที เพื่อทำให้หนอนใยผักหยุดอยู่กับที่ หรือมีการเคลื่อนที่ช้าลงและสะดวกในการทดลอง เมื่อจะทำการทดลองให้นำหนอนใยผักออกมาทีละ petri dish หยดสาร fenvalerate ด้วยเครื่อง microapplicator ปริมาณ 0.5 μl ต่อหนอนใยผัก 1 ตัว โดยหยดบนกลางหลังของหนอนใยผักให้ครบ 10 ตัว ปิด petri dish ไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วนำมานับจำนวนหนอนใยผักที่ตายทุก ๆ 3 ชม. ส่วน control จะใช้น้ำกลั่นแทน

4. สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการโรคพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

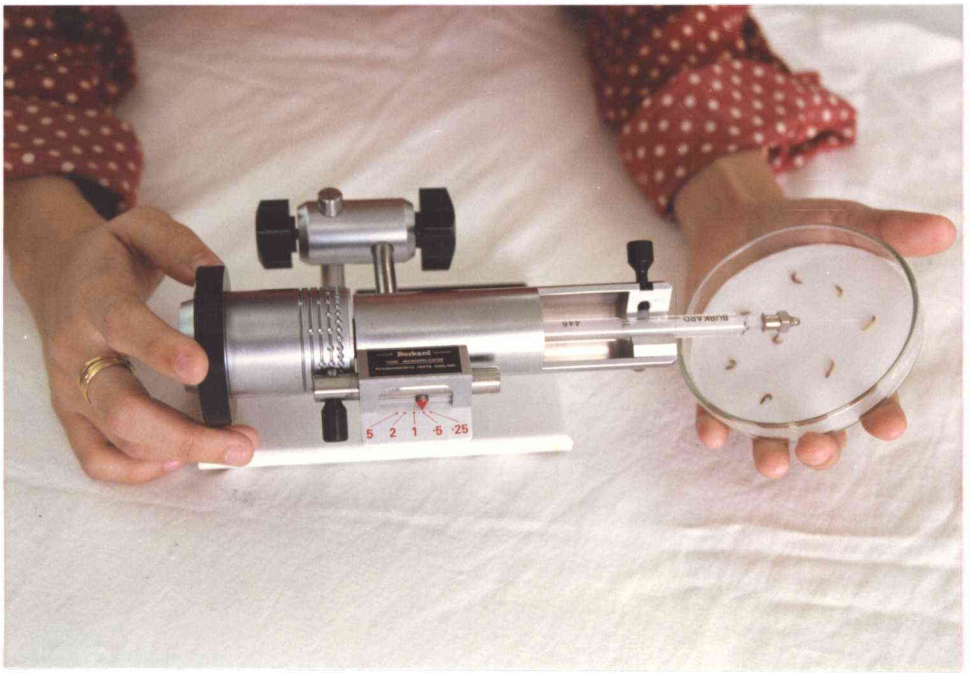
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง กรกฎาคม 2536

สิ้นสุดการทดลอง ตุลาคม 2536



ภาพที่ 5 เครื่อง microapplicator



ภาพที่ 6 การหยดสาร fenvalerate ลงบนหนอนใยผักโดยวิธี topical application

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองโดยใช้สาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันมาทดสอบต่อหนอนใยผักวัย 3 *Plutella xylostella* L.

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า control เริ่มมีจำนวนหนอนใยผักตายในชั่วโมงที่ 12 และได้ทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติในชั่วโมงที่ 3, 6 และ 9 ดังแสดงในตารางที่ 2 - 7 พบว่าจำนวนหนอนใยผักที่ตายด้วยสาร fenvalerate มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 อาจจะแสดงว่าสาร fenvalerate จะมีผลต่อหนอนใยผักมากขึ้นเมื่อได้รับพิษของสารนั้นนานขึ้น

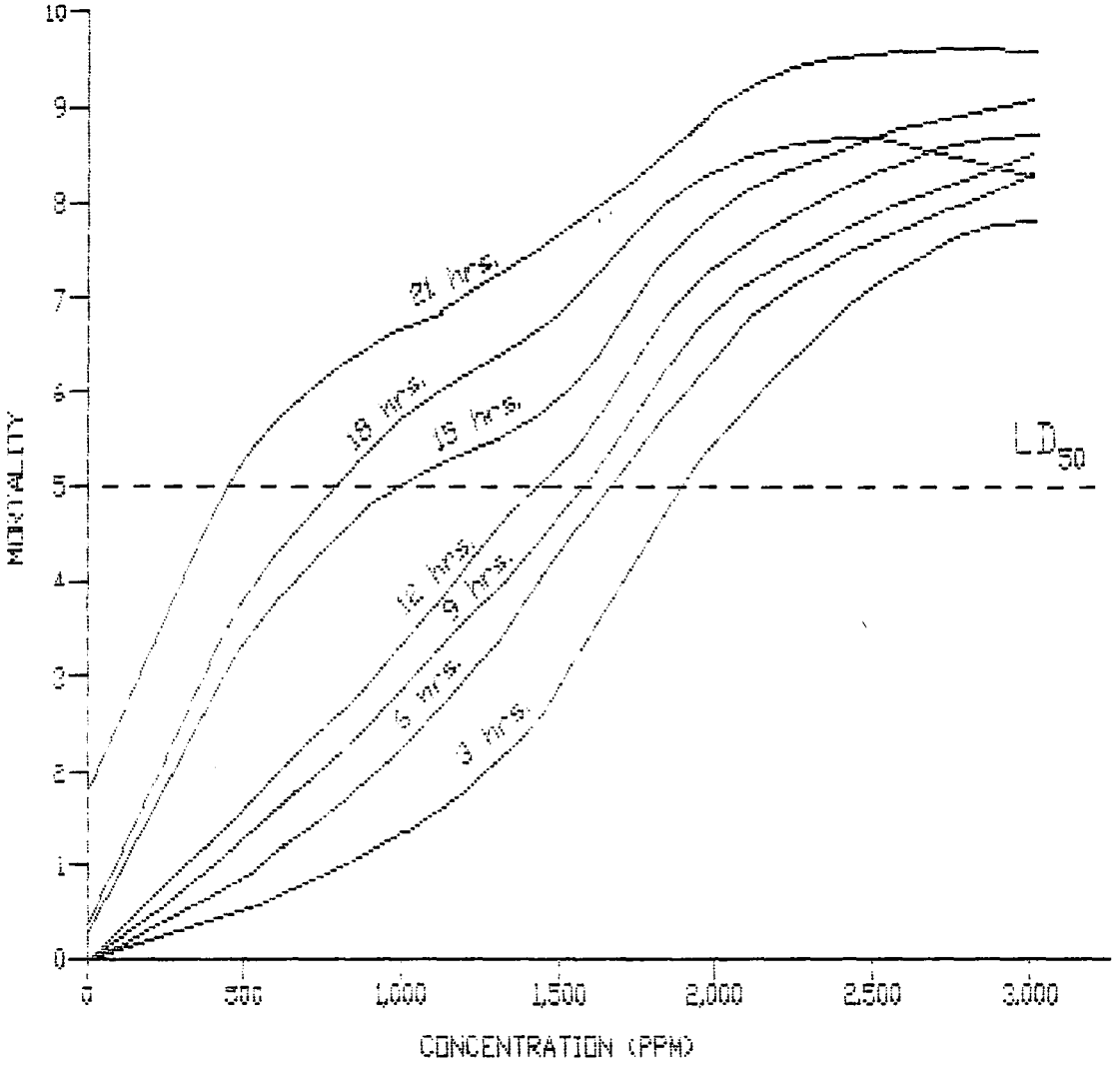
จากการทดลองพบว่า LD_{50} ของสาร fenvalerate มีค่า 1900 , 1670 , 1550 , 1400 , 1000 , 800 และ 450 ppm หลังจากหนอนใยผักได้รับสารโดยวิธี topical application เป็นเวลา 3 , 6 , 9 , 12 , 15 , 18 และ 21 ชั่วโมงตามลำดับ (ภาพที่ 7) และ LT_{50} ของหนอนใยผักในกลุ่ม control และในกลุ่มที่ให้สาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้น 500 , 1000 และ 1500 ppm มีค่าเป็น 25 , 20 , 16 และ 13 ชม. ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 2000 , 2500 และ 3000 ppm มีค่า LT_{50} น้อยกว่า 3 ชม. (ภาพที่ 8)

อาจจะกล่าวได้ว่า เวลาและความเข้มข้นของสารเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อจำนวนหนอนที่ตาย

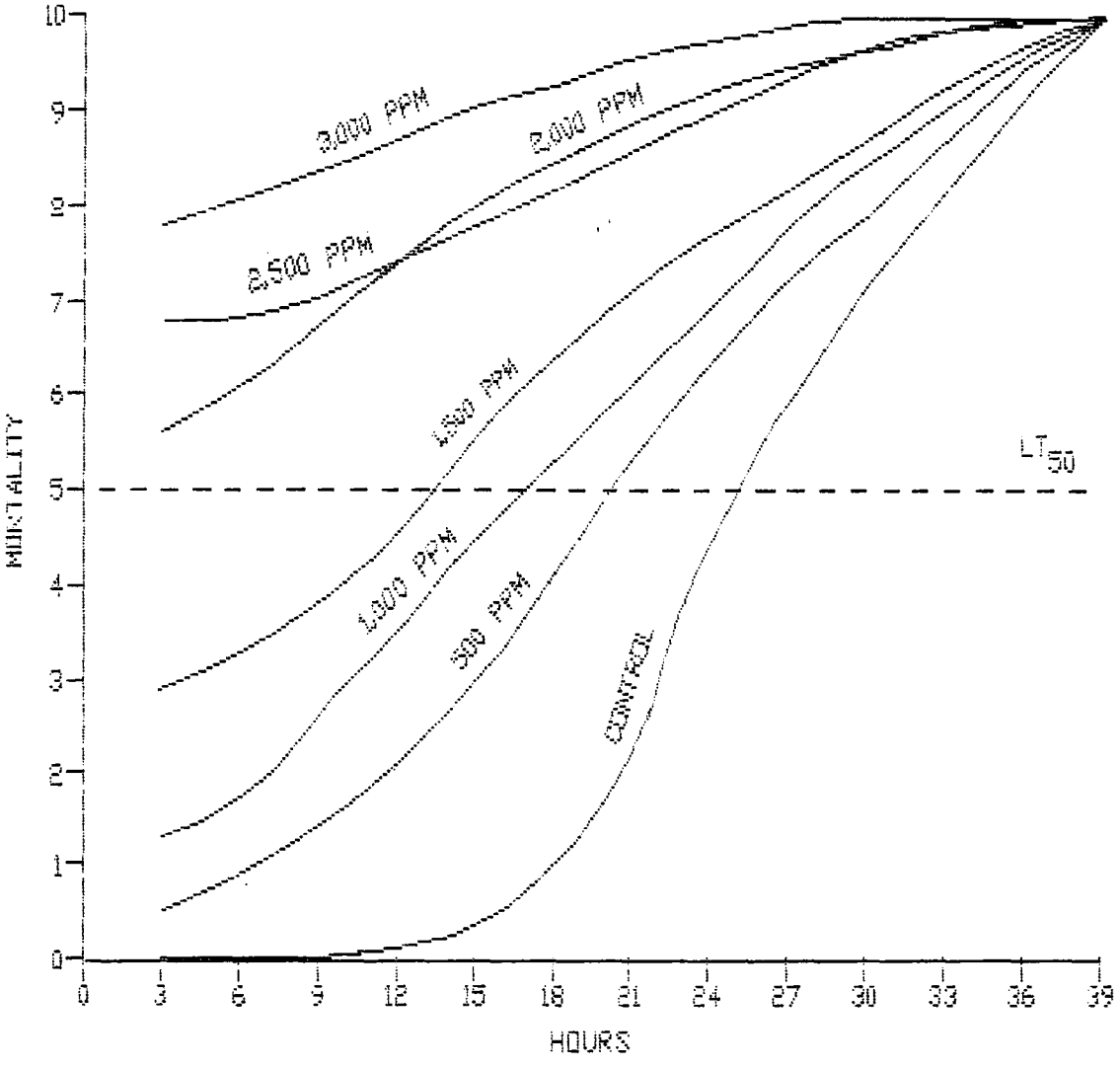
จะเห็นได้ว่าจำนวนหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ตายในแต่ละระดับความเข้มข้นของสาร fenvalerate จะแตกต่างกัน (ภาพที่ 8) แต่ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm มีจำนวนหนอนใยผักตายในชั่วโมงที่ 12-32 มากกว่าที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณของสาร fenvalerate ที่หนอนใยผักได้รับในขณะหยดสาร fenvalerate บนหลังของหนอนใยผัก ซึ่งจากการทดลองหนอนใยผักโดยใช้เครื่อง microapplicator จะหยดสาร fenvalerate 0.5 μl หนอนใยผักที่ดิ้นจะทำให้ปริมาณสารที่หยดบนหลังเปื้อนกระดาษกรอง และทำให้ปริมาณสารที่ได้ไม่เท่ากัน จึงอาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการทดลอง

หนอนกลุ่มที่เป็น control จะเห็นว่าที่เวลาตั้งแต่ 12 ชั่วโมงขึ้นไปมีหนอนใยผักตายหลังการทดลอง 12 ชั่วโมงอาจเป็นเพราะขาดอาหาร เนื่องจากในการทดลองไม่ได้ใส่ผักให้หนอนกิน

99072



ภาพที่ 7 แสดงจำนวนหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ตายในทุก ๆ 3 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของสาร fenvalerate ต่าง ๆ กัน



ภาพที่ 8 แสดงประสิทธิภาพของสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันโดยทำการตรวจนับจำนวนหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ตายทุก ๆ 3 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ตายในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันของสาร Fenvalerate เมื่อทำการตรวจนับทุก ๆ 3 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	จำนวนหนอนที่ตาย (ตัว) ในชั่วโมงที่												
(ppm)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
control	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	1.8	5.0	5.9	7.2	8.1	9.2	10.0
500	0.5	1.6	2.3	3.1	3.4	3.9	5.5	6.4	7.3	7.9	8.7	9.5	10.0
1,000	1.3	3.0	3.4	4.1	5.2	5.8	6.8	7.2	7.8	7.9	8.6	9.8	10.0
1,500	2.9	4.3	4.6	5.1	5.6	6.8	7.1	7.8	8.3	8.7	9.3	9.8	10.0
2,000	5.6	6.5	7.0	7.7	8.5	8.7	9.1	9.3	9.6	9.7	10.0	10.0	10.0
2,500	6.8	7.3	7.9	8.0	8.3	8.7	8.8	9.0	9.4	9.7	10.0	10.0	10.0
3,000	7.8	8.3	8.5	8.7	9.1	9.3	9.6	9.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

14405

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่ทำให้หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ตายในชั่วโมงที่ 3

ความเข้มข้น	จำนวนหนอนที่ตาย (ตัว) ในการทดลองซ้ำ (Replication) ที่										
ppm	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	เฉลี่ยต่อซ้ำ
control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
500	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0.5
1000	1	1	1	2	2	2	0	1	2	1	1.3
1500	3	2	3	2	4	3	3	3	4	2	2.9
2000	5	6	6	6	5	4	5	6	7	6	5.6
2500	6	7	8	8	7	6	7	6	7	6	6.8
3000	7	8	8	9	7	7	8	10	7	7	7.8

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในชั่วโมงที่ 3

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					1%	5%
Treatment	6	602.171	100.362	180.137**	2.25	3.12
Ex.Error	63	35.100	0.557			
Total	69	637.271	9.236			

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งที่ระดับ 1%

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพของสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่ทำให้หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ตายในชั่วโมงที่ 6

ความเข้มข้น	จำนวนหนอนที่ตาย (ตัว) ในการทดลองซ้ำ (Replication) ที่										
ppm	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	เฉลี่ยต่อซ้ำ
control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
500	1	2	2	3	1	2	2	1	1	1	1.6
1000	2	3	2	5	3	4	1	3	4	3	3.0
1500	5	5	3	3	5	5	4	4	4	5	4.3
2000	6	7	7	6	7	5	6	7	7	7	6.5
2500	7	8	8	9	7	6	8	7	7	6	7.3
3000	8	8	9	9	8	8	8	10	8	7	8.3

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่มีผลต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในชั่วโมงที่ 6

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					1%	5%
Treatment	6	571.943	95.324	145.762**	2.25	3.12
Ex.Error	63	41.200	0.654			
Total	69	613.143	8.886			

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งที่ระดับ 1%

ตารางที่ 6 แสดงประสิทธิภาพของสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่ทำให้หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ตายในชั่วโมงที่ 9

ความเข้มข้น	จำนวนหนอนที่ตาย (ตัว) ในการทดลองซ้ำ (Replication) ที่										
ppm	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	เฉลี่ยต่อซ้ำ
control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
500	2	2	2	5	3	2	3	2	1	1	2.3
1000	2	3	2	6	3	4	2	3	5	4	3.4
1500	6	5	3	3	5	6	4	4	5	5	4.6
2000	7	7	7	6	8	7	6	7	7	8	7.0
2500	7	10	9	9	8	7	8	8	7	6	7.9
3000	8	9	10	9	8	8	8	10	8	7	8.5

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพสาร fenvalerate ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่มีผลต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในชั่วโมงที่ 9

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					1%	5%
Treatment	6	594.286	99.048	97.045**	2.25	3.12
Ex.Error	63	64.300	1.021			
Total	69	658.586	9.545			

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งที่ระดับ 1%

สรุป

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Plutellidae) วัย 3 ที่นำมาทดสอบด้วยสาร fenvalerate โดยวิธี topical application เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติในชั่วโมงที่ 3 , 6 และ 9 พบว่า จำนวนหนอนใยผัก *P. xylostella* ที่ตายในแต่ละระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1

ค่า LD_{50} ของสาร fenvalerate ที่ทดลองกับหนอนใยผัก *P. xylostella* ในชั่วโมงที่ 3 = 1900 ppm , ในชั่วโมงที่ 6 = 1670 ppm , ในชั่วโมงที่ 9 = 1550 ppm , ในชั่วโมงที่ 12 = 1400 ppm , ในชั่วโมงที่ 15 = 1000 ppm , ในชั่วโมงที่ 18 = 800 ppm และ ในชั่วโมงที่ 21 = 450 ppm

ค่า LT_{50} ของสาร fenvalerate ที่แต่ละระดับความเข้มข้น พบว่า control มีค่า LT_{50} = 25 ชม. , ความเข้มข้น 500 ppm มีค่า LT_{50} = 20 ชม. , ความเข้มข้น 1000 ppm มีค่า LT_{50} = 16 ชม. , ความเข้มข้น 1500 ppm มีค่า LT_{50} = 14 ชม. และความเข้มข้น 2000 , 2500 และ 3000 ppm มีค่า LT_{50} น้อยกว่า 3 ชม.

เอกสารอ้างอิง

กองกีฏและสัตววิทยา. 2536. การอบรมหลักสูตร แมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 7. กรมวิชาการเกษตร.

กองกีฏและสัตววิทยา. 2535. คำแนะนำการใช้สารฆ่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2535. กรมวิชาการเกษตร.

ชวัญชัย สมบัติศิริ. 2528. สารฆ่าแมลง. โรงพิมพ์มิตรสยาม กรุงเทพฯ.

ดักแด้ บางเขน. 2529. เคหการเกษตร 10(111) : 59-65.

ณรรฐพล วัลลีย์ลักษณ์. 2526. แมลงศัตรูผักของประเทศไทย. ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปฐพีชล วายุอัคคี. 2529. โรคและแมลง. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม กรุงเทพฯ.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์ และ พัฒนันท์ สังขะตะวรรธน์. 2530. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร.

มโนชัย กีรติกสิกร. 2528. หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช. ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันนี่พับบลิชิ่ง กรุงเทพฯ.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2535. การศึกษาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผัก. แมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2535. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 8. หน้า 269-280.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.

อนงค์ จันทรศรีกุล. 2533. โรคและศัตรูบางชนิดของผักและการป้องกันกำจัด. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพฯ.

Amirkhanov, D.V., Leont'eva, T.L. and Chernikova, O.P. 1990. The use of pyrethroids for control of the Colorado beetle. Agrokhimiya. 6:91-97.

Bonnemaison, L. 1965. Insect pests and their control. Ann. Rev. Entomol. 10:233-256.

Caglar, S.S. 1991. The investigation on resistance level to Tetramethrin of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera : Muscidae) and life table studies. Doga Turk Zooloji Dergisi 15(2): 91-97.

Fumio, M. 1975. Toxicology of Insecticide. Plenum Press, London.

Harcourt, D.G. 1963. Majour mortality factors in the population dynamics of the diamondback moth, *Plutella macuripennis* (Curt.) (Lepidoptera : Plutellidae). Men. Ent. Soc. Canada 32:55-66.

Hayes, W.J., Jr. and Laws E.R., Jr. 1991. Handbook of Pesticide Toxicology Vol. 2. Academic Press Limited, New York.

Ho, S.H., Lee, B.H. and See, D. 1983. Toxicity of deltamethrin and cypermethrin to the larvae of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. Toxicol. Letters 19:127-131.

Johnson, C.G. 1969. Migration and Dispersal of Insects by Flight.

Methuen, London.

Liu, M.Y., Tzing, Y.J. and Sun, C.N. 1981. Diamondback moth resistance to several synthetic pyrethroids. J. Econ. Entomol. 74:393-396.

Lookki, J., Malmstrom, K.K. and Suomalainen, E. 1987. Migration of Vanessa cardui and *Plutella xylostella* (Lepidoptera) to Spit sbergon in the summer Wotulae Entomological 54(4) : 121-123.

Macieira, O.J.D. and Hebling-Beraldo, M.J.A. 1989. Laboratory toxicity of insecticides to workers of *Trigona spinipes* (F., 1793) (Hymenoptera, Apidae). Journal of Apicultural Research 28:(1) 3-6.

Miyata, T.,T. Saito and V. Noppan. 1986. Studies on the mechanism of diamondback moth resistance to insecticides. Diamondback Moth Management (N.S. Talekar and T.G. Griggs eds) AVRDC, Taiwan.

Peter, C. and Sundararajan, R. 1990. Evaluation of toxicity of insecticides to the larvae of *Heliothis armigera* (Hub.) by topical application method. Journal of Insect Science. 3:(2) 202-203.

Show, M.W. and G.W. Hurst. 1969. A minor immigration of the diamond-back moth *Plutella xylostella* (L.) (maculipennis Curtis). Agr. Meteorol. 6:125-132.

Worthing, C.R. 1983. The Pesticide Manual. The British Crop Protection Council.

Yamada, H. and K. Umeya. 1972. Seasonal change in wing length and fecundity of the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). Jap. J. Appl. Ent. Zool. 16:180-186.

ภาคผนวก

มาตราตวงวัดสำหรับการเตรียมสารละลายของน้ำยา

1 กรัม	=	10,000	มิลลิกรัม
1 มิลลิกรัม	=	10,000	ไมโครกรัม
1 ลิตร	=	1,000	มิลลิลิตร
1 มิลลิลิตร	=	0.034	ออนซ์
น้ำ (บริสุทธิ์) 1 มิลลิลิตร	=	1	กรัม
1 แกลลอน	=	4	ควอทซ์
1 ควอทซ์	=	2	ไพนท์
1 ออนซ์	=	29.6	มิลลิลิตร
1 ปอนด์	=	16	ออนซ์
น้ำ 1 ไพนท์	=	1	ปอนด์
1 ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม)	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
	=	1	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
	=	0.0001	เปอร์เซ็นต์
	=	0.013	ออนซ์โดยน้ำหนักใน 100 แกลลอน
1 เปอร์เซ็นต์	=	10,000	พีพีเอ็ม
	=	10	กรัมต่อลิตร
	=	10	กรัมต่อกิโลกรัม
	=	1.28	ออนซ์โดยน้ำหนักต่อแกลลอน
	=	8	ปอนด์ต่อ 100 แกลลอน

การเตรียมสาร fenvalerate ที่ความเข้มข้นต่าง ๆจาก fenvalerate 20%EC

$$\text{ปริมาณของสารที่ใช้ (มิลลิลิตรหรือกรัม)} = \frac{\text{ความเข้มข้นที่ต้องการ (มิลลิกรัมต่อลิตร)} \times \text{ปริมาณสารที่ต้องการ (มิลลิลิตร)}}{\text{ความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}}$$

เตรียมสารละลายความเข้มข้น 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 100 มิลลิลิตร

$$\text{ปริมาณของสาร fenvalerate ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} = \frac{3{,}000 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร} \times 100 \text{ มิลลิลิตร}}{20 \times 10{,}000 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}}$$

$$= 1.5 \text{ มิลลิลิตร}$$

สาร fenvalerate 1.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายความเข้มข้น 2,500 มิลลิกรัมต่อลิตร 100 มิลลิลิตร

$$\text{ปริมาณของสาร fenvalerate ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} = \frac{2{,}500 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร} \times 100 \text{ มิลลิลิตร}}{20 \times 10{,}000 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}}$$

$$= 1.25 \text{ มิลลิลิตร}$$

สาร fenvalerate 1.25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 100 มิลลิลิตร

$$\text{ปริมาณของสาร fenvalerate ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} = \frac{2{,}000 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร} \times 100 \text{ มิลลิลิตร}}{20 \times 10{,}000 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}}$$

$$= 1 \text{ มิลลิลิตร}$$

สาร fenvalerate 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร 100 มิลลิลิตร

ปริมาณของสาร fenvalerate ที่ใช้ (มิลลิลิตร) = $\frac{\text{1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร x 100 มิลลิลิตร}}{\text{20 x 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร}}$

= 0.75 มิลลิลิตร

สาร fenvalerate 0.75 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 100 มิลลิลิตร

ปริมาณของสาร fenvalerate ที่ใช้ (มิลลิลิตร) = $\frac{\text{1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร x 100 มิลลิลิตร}}{\text{20 x 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร}}$

= 0.5 มิลลิลิตร

สาร fenvalerate 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร 100 มิลลิลิตร

ปริมาณของสาร fenvalerate ที่ใช้ (มิลลิลิตร) = $\frac{\text{500 มิลลิกรัมต่อลิตร x 100 มิลลิลิตร}}{\text{20 x 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร}}$

= 0.25 มิลลิลิตร

สาร fenvalerate 0.25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร