

ประสิทธิภาพของน้ำมันและสารสกัดจาก
เมล็ดสะเดาที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียว

THE EFFICACY OF NEEM OIL AND NEEM-EXTRACTED
SUBSTANCES ON THE RICE LEAFHOPPER
NEPHOTETTIX VIRESCENS (DISTANT)

อัญชลี สังกิตติสุนทร

Unchalee Songkittisuntorn

ภาควิชากีฏวิทยา

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Entomology,

Faculty of Agriculture, Kasetsart University

บทคัดย่อ

ทำการสกัดน้ำมันสะเดาและสารสกัดอื่น ๆ จากเมล็ดสะเดาตากแห้ง โดยขั้นแรกใช้เฮกเซน (hexane) สกัดน้ำมันสะเดาออกมาก่อน ส่วนกากที่เหลือสกัดอีกครั้งโดยใช้น้ำเป็นหลักพร้อมกับการใช้ตัวทำละลายอื่น ๆ พบว่า น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 10% ขึ้นไปมีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลง และคุณสมบัตินี้จะยิ่งมากขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ส่วนประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมีย พบว่า สารสกัดสะเดาโดยวิธีการกลั่น มีประสิทธิภาพต่อการป้องกันและกำจัดแมลงมากกว่าน้ำมันสะเดา สำหรับสารสกัด N1, N2, N1M และสารสกัดด้วยน้ำพบว่า สารสกัด N1 ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัด N1M, N2 และสารสกัดด้วยน้ำ ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดสะเดาชนิดต่าง ๆ มาทดสอบกับเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวอ่อนวัยที่ 3 พบว่าน้ำมันสะเดาความเข้มข้น 7% ขึ้นไปจึงจะมีผลในการลดปริมาณประชากรของแมลงได้มากกว่า 50% และประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดาจะเพิ่มขึ้นเมื่อผสมสาร synergist (piperonyl butoxide 0.1%) กับน้ำมันสะเดา 5% ซึ่งทำให้เพลี้ยจักจั่นตัวอ่อนวัยที่ 3 ตายเพิ่มขึ้น 42.5% สำหรับประสิทธิภาพของสารสกัด N1, N1M และสารสกัดด้วยน้ำ ที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นตัวอ่อนวัยที่ 3 พบว่าสารสกัด N1M มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัด N1 และสารสกัดด้วยน้ำ ตามลำดับ ส่วนผลที่มีต่อการผลิตตัวอ่อนพบว่า น้ำมันสะเดาสามารถลดอัตราการผลิตตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวได้ดีกว่าสารสกัดสะเดาโดยวิธีการกลั่น และสารสกัด N1 มีประสิทธิภาพ

ดีกว่าสารสกัด N1M, N2 และสารสกัดด้วยน้ำ ตามลำดับ การศึกษาระยะเวลานี้ดพ่นที่เหมาะสม พบว่า สารสกัด N1 1.67% และน้ำมันสะเดา 25% จะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัย เพศเมียลดลงต่ำกว่า 50% หลังการฉีดพ่นสารทดสอบแล้วเป็นเวลา 6 วัน

ABSTRACT

The goal of this study was to make the most out of neem seed. In the first step, neem oil was extracted by hexane, after which the remainder was then extracted by water as to be the main solvent. The other solvents were used to increase the effectiveness of the extract as well. The investigation on the repellent property of neem oil at 10% concentration up found such property to increase along with the increasing of neem oil's concentration. However, it was also noticed that neem extracted by distilling method was more efficient to female green leafhopper than the neem oil. The comparison of the efficacy of N1 extract, N2 extract, N1M extract and extract with pure water indicated that N1 extract showed the best result, and the next in line were N1M extract, N2 extract and extract with pure water, respectively. Neem oil at 7% concentration and up was observed to reduce the population density of treated 3rd instar nymphal green leafhopper to more than 50%. When 0.1% synergist piperonyl butoxide was added to 5% neem oil, the efficacy of neem oil apparently increased by causing 42.5% mortality more to the 3rd instar nymphal green leafhopper. The efficacy of N1 extract, N1M extract and extract with water to the 3rd instar nymphal leafhopper found N1M extract to give the best result with N1 extract, and extract with pure water were the next in line, respectively. It was also noticed that neem oil was better than neem extract by distilling method in reducing the nymphal production of the insect and N1 extract was more efficient than N1M extract, N2 extract and extract with pure water, respectively. 1.67% N1 extract and 25% neem oil were found to decrease mortality of female green leafhopper to lower than 50% after 6 days of tested extract spraying.

คำนำ

เพลี้ยจักจั่นสีเขียว *Nephotettix virescens* (Distant) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญชนิดหนึ่งในประเทศไทย และแทบทุกประเทศที่มีการปลูกข้าว แมลงชนิดนี้ทำความเสียหายให้แก่ต้นข้าวปีละมาก ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม กล่าวคือ ในทางตรง จากการที่เพลี้ยจักจั่นจำนวนมากดูดกินน้ำเลี้ยงของต้นข้าว จะทำให้ข้าวชะงักการเจริญเติบโต ส่วนความเสียหายทางอ้อมเกิดจากการที่เพลี้ยจักจั่นเป็นพาหะในการนำโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสหลายชนิดมาสู่ต้นข้าว โรคที่สำคัญได้แก่ โรคใบสีส้ม (yellow orange leaf disease) ในประเทศไทย และโรคทังโกร (tungro disease) ในประเทศฟิลิปปินส์¹ ซึ่งกรณีที่ดินข้าวเกิดโรคจากเชื้อไวรัสเหล่านี้ในปัจจุบันยังไม่มียาและวิธีที่จะใช้ในการป้องกันและกำจัดโรคที่ได้ผลดี และทัน

ต่อเหตุการณ์ นอกจากจะใช้วิธีกำจัดแมลงที่เป็นพาหะ Heyde และคณะ³ ได้ทดลองนำน้ำมันสะเดามาทดสอบกับเพลี้ยจักจั่นสีเขียวพบว่า ที่ความเข้มข้น 3% สามารถทำให้การเจริญเติบโตและการเป็นตัวเต็มวัยของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวผิดปกติได้ นอกจากนั้นสารสกัดจากสะเดายังเป็นสารอีกชนิดหนึ่งมีแนวโน้มที่จะใช้ในการควบคุมปริมาณแมลงในอันดับ Lepidoptera, Deptera, Coleoptera และ Orthoptera เช่น หนอนผีเสื้อกลางคืน หนอนกินใบถั่วและกาแฟ ตั๊กแตน แมลงสาบ เพลี้ยอ่อน มวนผักกาด มวนชนิดต่าง ๆ ยุง แมลงวัน และไส้เดือนฝอย ได้เป็นอย่างดี^{5,8} อีกทั้งยังสามารถใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บเกือบทุกชนิดได้ผลดี⁶

ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันและสารสกัดจากสะเดาด้วยวิธีการสกัดต่าง ๆ ที่มีต่อการป้องกันและกำจัดเพลี้ยจักจั่น เพื่อหาวิธีการสกัดและระยะเวลาฉีดพ่นที่เหมาะสมในการนำสารสกัดนั้น ๆ มาใช้ประโยชน์ในการป้องกันและกำจัดแมลง เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการป้องกันและกำจัดแมลงโดยใช้สารสกัดจากพืชให้เกิดผลในทางปฏิบัติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เพลี้ยจักจั่นสีเขียว *Nephotettix virescens* (Distant) ตัวเต็มวัยและระยะตัวอ่อน
2. กรงเลี้ยงแมลงขนาด 50×50×100 ลบ.ซม.
3. เมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ กข 7
4. กรงครอบแมลง ทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 ซม. สูง 50 ซม.
5. เมล็ดสะเดาดากแห้ง (*Azadirachta indica* A. Juss)
6. ตัวทำละลาย ได้แก่ เฮกเซน เมทานอล ปีโตรเลียมอีเทอร์ tertiary butyl methyl ether
น้ำ

วิธีการ

1. การเลี้ยงแมลงให้ได้ปริมาณมาก

วิธีเลี้ยงเพลี้ยจักจั่นสีเขียวให้มีปริมาณมากพอ โดยใช้อาหารธรรมชาติ คือ ต้นกล้าข้าวพันธุ์ กข 7 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการทำลายของเพลี้ยจักจั่น ปลูกข้าวในกล่องสังกะสีกล่องละประมาณ 100-200 ต้น เมื่อข้าวอายุได้ 5-7 วัน นับจากเมล็ดเริ่มงอก นำไปใส่กรงเลี้ยงแมลงกรงละ 2 กล่อง ใช้เครื่องดูดแมลงดูดเพลี้ยจักจั่นตัวเต็มวัยใส่กรงละประมาณ 100 คู่ หลังจากนั้น 3-4 วัน จึงเปลี่ยนกล้าข้าวที่เลี้ยงแมลงใหม่ นำกล้าข้าวกล่องเก่าไปเก็บแยกไว้อีกกรงหนึ่งทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน จะสังเกตเห็นมีตัวอ่อนเพลี้ยจักจั่นฟักออกมาดูกินน้ำเลี้ยงบนใบข้าว ย้ายตัวอ่อนไปเลี้ยงบนกล้าชุดใหม่ในกรงใหม่ การเปลี่ยนกล้าข้าวที่ใช้เลี้ยงแมลงทำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ดังนั้น จึงต้องปลูกข้าวสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เช่นเดียวกัน

2. การสกัดสารจากเมล็ดสะเดา

2.1 วิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสะเดาด้วยเฮกเซน

นำเมล็ดสะเดาที่ยังไม่แกะเปลือก มาป่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น แล้วชั่งเมล็ดสะเดาป่นหนัก 50 ก. นำไปผสมกับเฮกเซน 100 มล. ในบีกเกอร์ กวนให้เข้ากันโดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า นาน 1 ชม. นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 สารละลายที่ได้จะมีสีเหลืองใส กากที่เหลือเก็บไว้ใช้ในการสกัดด้วยวิธีอื่นต่อไป นำสารละลายที่ได้มาเทลงในจานแก้ว ทิ้งไว้ให้เฮกเซนระเหยไปหมดประมาณ 3-10 วันจะเหลือเป็นของเหลวข้นสีเหลืองลักษณะเป็นน้ำมันเรียกว่า น้ำมันสะเดา ซึ่งจะเก็บแช่แข็งไว้ในตู้เย็น แช่แข็งเพื่อใช้ทดสอบต่อไป

2.2 วิธีสกัดสารจากเมล็ดสะเดาโดยวิธีการกลั่น

นำเมล็ดสะเดาป่นหนัก 50 ก. ผสมกับน้ำ 2-3 เท่าของน้ำหนักสะเดา เทส่วนผสมลงในภาชนะบรรจุสารของเครื่องกลั่น กลั่นนาน 6 ชม. จะได้ของเหลวใสที่เกิดจากการกลั่นตัวของสารจากเมล็ดสะเดา สารที่กลั่นได้เก็บไว้ในตู้เย็นแช่แข็งเพื่อใช้ทดสอบต่อไป

2.3 วิธีสกัดสารจากเมล็ดสะเดาโดยใช้น้ำ

วิธีนี้ต่อเนื่องจากวิธีที่ 2.1 คือ เมื่อสกัดส่วนที่เป็นน้ำมันสะเดาออกแล้วนำกากที่เหลือมาผสมกับน้ำกลั่น 1400 มล. ในบีกเกอร์ กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า นาน 3 ชม. ทิ้งไว้ 24 ชม. นำมากรองอีกครั้ง นาน 1 ชม. กรองด้วยกระดาษกรอง ของเหลวที่ได้จะเก็บไว้ใช้ทดสอบต่อไป

2.4 วิธีสกัดสาร N1, N2 และ N1M จากเมล็ดสะเดา

วิธีสกัดสาร N1, N2 จากเมล็ดสะเดานั้นใช้วิธีเดียวกับข้อ 2.3 ภายหลังจากที่ได้สารสกัดแล้วเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ สำหรับสารสกัด N1 และ tertiary butyl methyl ether สำหรับสารสกัด N2 โดยใช้ประมาณ 1/3 ของสารละลายทั้งหมด กวนให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า นานประมาณ 1 ชม. แยกตัวทำละลายทั้งสองออก สารละลายที่เหลือคือ N1 และ N2 เพื่อใช้ทดลองต่อไป สำหรับวิธีสกัดสาร N1M ทำโดยชั่งสะเดาป่นให้ได้น้ำหนัก 50 ก. สกัดด้วยเมทานอลประมาณ 300 มล. กวนโดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า นาน 3 ชม. กรองเอาสารละลายออก ทิ้งไว้ให้ระเหยจนเหลือสารละลายประมาณ 10 มล. กากที่เหลือจากการสกัดด้วยเมทานอลนำไปสกัดด้วยน้ำอีกครั้งโดยใช้น้ำ 1000 มล. กวนนาน 2-3 ชม. ทิ้งไว้ 24 ชม. กวนอีกครั้ง นาน 1 ชม. กรองเอาสารละลายออก นำสารละลายที่ได้จากการสกัดด้วยเมทานอลมารวมกับสารละลายที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำ เติมสารจับใบตามอัตราที่กำหนดในฉลาก สารที่ได้เรียกว่า N1M มีความเข้มข้นประมาณ 3.33%

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาโดยการสกัดวิธีต่าง ๆ

3.1 การทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันสะเดา

นำน้ำมันสะเดามาเจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ตามต้องการด้วยน้ำกลั่น เติมน้ำสาร emulsifier เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำของน้ำมันสะเดา นำมาฉีดพ่นบนต้นกล้าข้าวพันธุ์ กข 7 อายุ 7-9 วัน แล้วจึงปล่อยเพลี้ยจักจั่นตัวเต็มวัยเพศเมียที่ให้อุดอาหารนาน 2 ชม. ปิดภาชนะปลูกด้วยกรงครอบแมลง สำหรับกลุ่มควบคุมซึ่งใช้เป็นตัวแทนเทียบใช้น้ำและเฮกเซน 10% ฉีดพ่นบนต้นกล้า ตรวจนับจำนวนแมลงที่เกาะบนต้นพืชทุก ๆ 30 นาที นาน 6 ชม. นำข้อมูลมาแปลงค่าจากสูตร $(100A)/(A+B)$ โดยที่ A = จำนวนแมลงที่เกาะในแต่ละการทดลอง B = จำนวนแมลงที่เกาะบนกลุ่มควบคุม ในแต่ละช่วงเวลาการตรวจสอบ ถ้าค่าที่ได้มากกว่า 50 แสดงว่าสารสกัดไม่มีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลง แต่ถ้าค่าน้อยกว่า 50 แสดงว่ามีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลง¹⁰

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพที่มีต่อการดำรงชีวิตและอัตราการรอดชีวิตของแมลง

นำสารสกัดจากเมล็ดสะเดาโดยวิธีการสกัดต่าง ๆ มาเจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ตามต้องการด้วยน้ำกลั่น เติมน้ำสารจับใบเพื่อเพิ่มความคงทนในการเกาะยึดกับใบพืช หรือเติมน้ำที่เป็น emulsifier เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำของน้ำมันสะเดา นำมาฉีดพ่นบนต้นกล้าข้าวอายุ 7-9 วัน ทิ้งไว้ 24 ชม. แล้วจึงปล่อยเพลี้ยจักจั่นตัวเต็มวัยเพศเมียที่ให้อุดอาหารนาน 2 ชม. ปิดภาชนะปลูกด้วยกรงครอบแมลง สำหรับกลุ่มควบคุมซึ่งใช้เป็นตัวแทนเทียบใช้น้ำและสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวแทนทำลายฉีดพ่น ตรวจนับจำนวน แมลงที่เหลืรอดชีวิตในแต่ละวัน จำนวนตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นสี่เขี้ยวที่รอดชีวิตในแต่ละวัน และจำนวนตัวอ่อนที่เจริญไปเป็นตัวเต็มวัยในกรณีที่เป็นการทดลองกับตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ให้ตัวอ่อนอดอาหารนาน 1 ชม.

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพที่มีต่อความสามารถในการผลิตตัวอ่อน

นำสารสกัดจากเมล็ดสะเดาโดยวิธีการสกัดต่าง ๆ มาเจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ตามต้องการด้วยน้ำกลั่น เติมน้ำสารจับใบหรือสาร emulsifier นำมาฉีดพ่นบนต้นกล้าข้าวทิ้งไว้ 24 ชม. แล้วจึงปล่อยเพลี้ยจักจั่นตัวเต็มวัยเพศเมียที่พร้อมจะวางไข่ที่ให้อุดอาหารนาน 2 ชม. ปิดภาชนะปลูกด้วยกรงครอบพลาสติก ปล่อยให้แมลงดูดกินน้ำเลี้ยงต้นพืช และวางไข่ นาน 7 วัน จึงปิดแมลงตัวเต็มวัยที่เหลืออยู่ออกให้หมด ปิดภาชนะครอบตามเดิม ตรวจนับจำนวนตัวอ่อนในวันที่ 18 หลังจากการฉีดพ่นสารทดสอบ¹⁰

3.4 การทดสอบหาระยะเวลาฉีดพ่นที่เหมาะสม

นำสารสกัดจากสะเดามาเจือจางให้มีความเข้มข้นตามต้องการด้วยน้ำ และเติมน้ำสาร emulsifier ฉีดพ่นบนต้นกล้าข้าว ปล่อยเพลี้ยจักจั่นลงไปหลังจากฉีดพ่นสาร 1, 2, 3, 6, 8 วันตามลำดับ ตรวจนับจำนวนแมลงที่เหลืรอดในแต่ละวัน

3.5 การทดสอบผลของสาร synergist ที่มีต่อน้ำมันสะเดา

นำน้ำมันสะเดาความเข้มข้นที่เหมาะสม (ได้จากผลการทดลองที่ 3.2) ผสมกับสาร synergist คือ piperonyl butoxide 0.1% มาฉีดพ่นบนต้นกล้าข้าวทิ้งไว้ 24 ชม. แล้วจึงปล่อยเพลี้ยจักจั่นที่ให้อาหารนาน 2 ชม. สำหรับกลุ่มควบคุมซึ่งใช้เป็นตัวเปรียบเทียบใช้น้ำ เฮกเซน น้ำมันสะเดา และ piperonyl butoxide 0.1% ตรวจสอบจำนวนแมลงที่เห็ดรอดชีวิตในแต่ละชุดการทดลอง

ผลและวิจารณ์

1. การเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันสะเดา

ผลการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลง พบว่าน้ำมันสะเดาความเข้มข้น 10, 25, 50 และ 100% ให้ค่าจำนวนแมลงที่เกาะบนต้นพืชจากการแปลงค่าจากสูตรเป็น 42.1, 39.8, 37.5 และ 36.8 ตัวตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าน้ำมันสะเดาความเข้มข้น 10 และ 25% ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม คือ น้ำและเฮกเซน 10% ในขณะที่ชุดการทดลองอื่น ๆ คือระดับ 50% และ 100% ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 1) ซึ่งจากการทดลองพบว่า น้ำมันสะเดาทุกระดับความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ มีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลงเพราะค่าที่ได้จากการนำมาคำนวณตามสูตร $(100A)/(A+B)$ มีค่าน้อยกว่า 50 ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Heyde และคณะ³ ซึ่งทำการทดลองกับเพลี้ยจักจั่นสีเขียวเช่นเดียวกันพบว่า น้ำมันสะเดามีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลงมากขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันสะเดาที่มีต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*N. lugens* Stal) พบว่าถึงแม้จะลดความเข้มข้นของน้ำมันสะเดาเหลือเพียง 3% ก็ยังมีคุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลง¹⁰ แต่ผลการทดลองใช้น้ำมันสะเดากับหนอนเจาะสมอฝ้าย (*H. armigera*) พบว่าไม่มีคุณสมบัติในการเป็นสารไล่แมลง⁹

2. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาชนิดต่างๆ ที่มีต่ออัตราการมีชีวิตของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว

2.1 ผลต่อตัวเต็มวัย

2.1.1 น้ำมันสะเดา ผลจากการใช้สารสกัดเฮกเซนสกัดสารจากเมล็ดสะเดาจะได้ส่วนที่มีลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลืองใสเรียกว่า น้ำมันสะเดา เมื่อนำมาทดสอบโดยใช้ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า น้ำมันสะเดา 10% ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุมคือ น้ำ และเฮกเซน 10% ในขณะที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นให้ผลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม และเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงจะเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2

จากผลการทดลองปรากฏว่า ต้องใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 25% ขึ้นไปจึงจะทำให้

เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ซึ่งถ้าใช้ความเข้มข้นสูงจะเกิดการเป็นพิษต่อต้นพืช (phytotoxicity) ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 25% ซึ่งทำให้เกิดอาการเป็นพิษต่อพืชบ้างเล็กน้อย และทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ผลการทดลองนี้แตกต่างกับการทดลองของ Heyde และคณะ³ ซึ่งทดลองกับตัวเต็มวัยของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว โดยวิธีฉีดพ่นบนลำตัวโดยตรง พบว่า ความเข้มข้นมากกว่า 6% ทำให้อัตรการมีชีวิตของแมลงลดน้อยลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งอธิบายได้ว่าเป็นเพราะการฉีดพ่นบนลำตัวโดยตรงทำให้สารพิษสัมผัสและออกฤทธิ์ต่อแมลงโดยตรง แต่การทดลองนี้ใช้วิธีฉีดพ่นสารลงบนต้นพืชปล่อยให้แมลงดูดกินน้ำเลี้ยงบนต้นพืช ดังนั้นจึงต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่า อย่างไรก็ตามน้ำมันสะเดาความเข้มข้นเพียง 8-12% ก็มีผลในการเป็นสารต่อต้านการกินอาหารต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียว ซึ่งจะทำให้การพัฒนากาเจริญเติบโต อัตรการมีชีวิตยืนยาว และ fecundity ของตัวเต็มวัยผิดปกติไป ทำให้สามารถลดปริมาณประชากรแมลงได้เช่นเดียวกัน⁴

เมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การตายภายหลังการทดสอบปรากฏว่า น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 10% มีผลต่อการตายของเพลี้ยจักจั่นน้อยมาก ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม แต่เปอร์เซ็นต์การตายที่ระดับความเข้มข้น 25, 50 และ 100% จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ และวันที่ 7 ภายหลังการฉีดพ่นเปอร์เซ็นต์การตายในระดับความเข้มข้นทั้งสามจะใกล้เคียงกัน (รูปที่ 1)

2.1.2 สารสกัดด้วยการกลั่น ผลจากการกลั่นเมล็ดสะเดาจะได้ของเหลวใส เมื่อนำมาทดสอบโดยใช้ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า สารสกัดด้วยวิธีกลั่นความเข้มข้น 20% ขึ้นไป ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมโดยที่สารสกัดความเข้มข้น 20, 30, 50 และ 100% ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมีค่าเป็น 45, 52.5, 57.5 และ 60% ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงจะมากขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้นด้วย การที่สารสกัดด้วยวิธีการกลั่นใช้ความเข้มข้นต่ำกว่าน้ำมันสะเดาอาจเป็นเพราะวิธีการสกัดด้วยวิธีการกลั่นจะสามารถแยกสารที่เป็นพิษต่อแมลงได้ดีกว่า และไม่มีการสูญหายไปเนื่องจากกรรมวิธีการสกัด นอกจากนี้ยังพบว่า ถึงแม้จะใช้สารสกัดด้วยวิธีกลั่นความเข้มข้นสูงมาก ๆ ก็ไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นพืชเหมือนกับการใช้น้ำมันสะเดา อย่างไรก็ตามสารสกัดด้วยวิธีกลั่นมีกลิ่นเหม็นฉุนกว่าน้ำมันสะเดามาก ซึ่งอาจจะมีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลงด้วยก็ได้ และเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงภายหลังการฉีดพ่นสาร ปรากฏว่าสารสกัดโดยการกลั่นระดับความเข้มข้น 20, 30, 50 และ 100% มีผลต่อการตายของแมลง โดยค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ และที่ 10 วันภายหลังการฉีดพ่นสาร เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงในระดับความเข้มข้นทั้ง 4 จะใกล้เคียงกัน (รูปที่ 2)

2.1.3 สารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ การทดลองทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัด N1 สารสกัด N2 สารสกัดด้วยน้ำ และสารสกัด N1M ซึ่งสารสกัด 3 สารแรกมีวิธีการสกัดคล้ายคลึงกันแต่ใช้สารอินทรีย์เป็นตัวทำละลายต่างกัน ในการสกัดขั้นสุดท้าย การใช้

สารสกัดทั้ง 4 ชนิดที่ความเข้มข้น 1.67% และ 3.33% พบว่า สารสกัด N1 ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัด N1M สารสกัดด้วยน้ำ และสารสกัด N2 ตามลำดับ โดยที่สารสกัดทั้ง 4 ชนิดที่ความเข้มข้น 3.33% ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมีค่าเป็น 65, 55, 50 และ 42.5% ตามลำดับ และการวิเคราะห์ ผลทางสถิติพบว่า สารสกัด N1 ให้ผลไม่แตกต่างกันกับสารสกัด N1M ในขณะที่สารสกัด N1M ให้ผลไม่แตกต่างกันกับสารสกัด N2 และสารสกัด N2 ให้ผลไม่แตกต่างกันกับสารสกัดด้วยน้ำ ทั้งนี้เป็น เพราะสารสกัด N1 และสารสกัด N1M ใช้สารอินทรีย์ที่เป็นตัวทำละลายเหมือนกัน แต่ต่างกันที่ขั้นตอน การสกัด ส่วนสารสกัด N2 และสารสกัดด้วยน้ำ มีขั้นตอนการสกัดเหมือนกัน แต่ใช้สารอินทรีย์ที่เป็น ตัวทำละลายต่างกันในการสกัดขั้นสุดท้าย ซึ่งจากผลการทดลองนี้ทำให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีการสกัดและ ชนิดของสารอินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวทำละลายมีผลในการสกัดสารที่เป็นพิษต่อแมลงมากขึ้นแตกต่างกันไป (ตารางที่ 4 และรูปที่ 3)

2.2 ผลต่อตัวอ่อนวัยที่ 3

น้ำมันสะเดา ผลการทดลองใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียว วัยที่ 3 พบว่า น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 4% ขึ้นไปจึงจะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงแตกต่างกัน ทางสถิติกับกลุ่มควบคุม โดยที่น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 4, 6, 7, 8 และ 9% ทำให้เปอร์เซ็นต์การตาย ของแมลงมีค่าเป็น 26.66, 36.66, 53.33, 60.00 และ 76.00% ตามลำดับ จากผลการทดลองของ Heyde และคณะ³ ซึ่งทำการทดลองกับเพลี้ยจักจั่นสีเขียววัยที่ 1 พบว่า การใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 3% ขึ้น ไปจะทำให้อัตราการมีชีวิตรอด และจำนวนตัวอ่อนที่เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยแตกต่างกับกลุ่มควบคุม โดยจะมีจำนวนตัวอ่อนที่เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยน้อยกว่า 8% และถ้าเพิ่มความเข้มข้นเป็น 6% จะทำ ให้จำนวนตัวอ่อนวัยที่ 1 ตายหมด จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า การใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้นต่ำกับ เพลี้ยจักจั่นวัยที่ 3 ซึ่งมีขนาดของลำตัวเล็กมากสามารถที่จะทำให้แมลงตายได้ ดังแสดงในตารางที่ 5 เมื่อ พิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การตายภายหลังการฉีดพ่นสารทดสอบ ปรากฏว่าน้ำมันสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 4% มีผลต่อการตายของเพลี้ยจักจั่นวัยที่ 3 ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม แต่เปอร์เซ็นต์การตายที่ระดับความ เข้มข้น 6, 7, 8 และ 9% จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4

สารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่า เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน สารสกัด N1M จะให้ ผลดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัด N1 และสารสกัดด้วยน้ำ ตามลำดับ โดยที่ระดับความเข้มข้น 0.99% สารสกัด N1M, N1 และสารสกัดด้วยน้ำ ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวัยที่ 3 มีค่าเป็น 60, 55, 47.5 (ตาราง ที่ 6) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำมันสะเดาพบว่าต้องใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้นถึง 7% จากผลการ ทดลองของ Heyde และคณะ³ ซึ่งใช้สารสกัดสะเดาที่ได้จากการใช้ตัวทำละลายต่างกัน เช่น สารสกัด MTB (ใช้ tertiary methyl butyl ether เป็นตัวทำละลายเหมือนกับสารสกัด N2) สารสกัด AZT-VR-K (สารผสมคงจุดเดือดระหว่าง methyl tertiary butyl ether และ เมทานอล) และน้ำมันสะเดาพบว่า การ ใช้สารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายต่าง ๆ ให้ผลดีกว่าการใช้น้ำมันสะเดาเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาในช่วงเวลาหลังการฉีดพ่นสารสกัด พบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงจากสารสกัดด้วยน้ำจะต่ำกว่าสารสกัด N1 และ N1M ตามลำดับ

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อความสามารถในการผลิตตัวอ่อน

3.1 น้ำมันสะเดา การทดลองนี้ต่อเนื่องจากการทดลองกับเพลี้ยจักจั่นตัวเต็มวัยซึ่งสรุปได้ว่าถ้าใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 25% ขึ้นไปจะทำให้เพลี้ยจักจั่นตาย แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงใช้ความเข้มข้นของน้ำมันสะเดาที่ไม่ทำให้อัตราการตายของเพลี้ยจักจั่นตัวเต็มวัยกระทบกระเทือนเพื่อให้โอกาสวางไข่ตามธรรมชาติได้เต็มที่ จึงใช้ความเข้มข้น 4 ระดับคือ 3, 6, 12 และ 15% ผลการทดลองพบว่า จำนวนตัวอ่อนที่ตรวจพบในวันที่ 18 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ มีค่าเป็น 284, 163.75, 15.75 และ 13.25 ตัวตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมคือ น้ำ และเฮกเซน 10% มีจำนวนตัวอ่อน 365 และ 351 ตัวตามลำดับ (ตารางที่ 7) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการฉีดพ่นน้ำมันสะเดาความเข้มข้นต่ำเพียง 3% ก็จะทำให้ปริมาณตัวอ่อนในรุ่นถัดไปลดลงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นถึงแม้ว่าที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ จะไม่ให้ผลในการป้องกันและกำจัดแมลงตัวเต็มวัยก็ตาม แต่ก็สามารถลดปริมาณประชากรในรุ่นถัดไปได้ ซึ่งจากการทดลองใช้น้ำมันสะเดากับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*N. lugens*) ก็พบว่าความเข้มข้น 12% สามารถทำให้อัตราการผลิตตัวอ่อนแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ในระดับที่น่าพอใจ นอกจากน้ำมันสะเดาจะสามารถลดอัตราการเกิดตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแล้วยังสามารถลดอัตราการผลิตตัวอ่อนของหนอนเจาะสมอฝ้าย (*H. armigera*) ได้อีกด้วย⁹

3.2 สารสกัดโดยวิธีการกลั่น ผลการทดลองใช้สารสกัดโดยวิธีการกลั่น ที่มีต่อความสามารถในการผลิตตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นพบว่าสารสกัดความเข้มข้น 20% ขึ้นไปทำให้จำนวนตัวอ่อนที่พบในวันที่ 18 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับน้ำมันสะเดาพบว่า น้ำมันสะเดาให้ผลดีกว่า กล่าวคือ จะทำให้จำนวนตัวอ่อนที่เกิดขึ้นในรุ่นต่อไปน้อยกว่าการฉีดพ่นด้วยสารสกัดโดยวิธีการกลั่นมาก โดยสารสกัดความเข้มข้น 20, 30, 50 และ 100% จะมีจำนวนตัวอ่อนที่พบในวันที่ 18 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบเป็น 236.50, 156.50, 134.50 และ 111.25 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุม คือ น้ำ มีค่าเป็น 273.75 ตัว (ตารางที่ 8)

3.3 สารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ใช้ตัวทำลายชนิดต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัด N1, N2, N1M และสารสกัดด้วยน้ำ พบว่า สารสกัด N1 ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัด N1M สารสกัดด้วยน้ำ และสารสกัด N2 ตามลำดับ กล่าวคือ สารสกัดทั้ง 4 ทำให้จำนวนตัวอ่อนที่ตรวจพบในวันที่ 18 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบมีค่าเป็น 37.5, 41.5, 84.75 และ 106.5 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดที่มีต่อเพลี้ยจักจั่น กล่าวคือ สารสกัด N1 ทำให้ปริมาณประชากรลดลงมาก ดังนั้นจำนวนตัวอ่อนที่จะเกิดขึ้นในรุ่นต่อไปก็น้อยลงตามไปด้วย สารสกัดอีก 3 ชนิดก็ให้ผลเช่นเดียวกับสารสกัด N1 จะเห็นได้ว่าสารอินทรีย์ที่ใช้

เป็นตัวทำลายในการสกัดมีผลต่อการสกัดสารที่เป็นพิษต่อแมลง

4. การศึกษาระยะเวลาการฉีดพ่นที่เหมาะสม

4.1 น้ำมันสะเดา ใช้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 25% ในการทดลองหาระยะเวลาฉีดพ่นที่เหมาะสม พบว่าเมื่อฉีดพ่นน้ำมันสะเดาแล้วทิ้งไว้ 4 วันขึ้นไป จึงปล่อยแมลงดูกินน้ำเลี้ยงบนต้นพืช จะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงน้อยกว่า 50% กล่าวคือระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่น 1, 2 และ 4 วันจะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมีค่าเป็น 67.5, 57.5, 57.5% ตามลำดับ และจะตายลดลงเป็น 30% ในวันที่ 6 และ 22.5% ในวันที่ 8 ภายหลังการฉีดพ่นสารทดสอบ จากการวิเคราะห์ผลพบว่า ระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่นสารทดสอบ 1, 2 และ 4 วัน ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) แสดงว่า ระยะเวลาการฉีดพ่นที่เหมาะสมในการที่จะควบคุมปริมาณประชากรแมลงให้อยู่ต่ำกว่า 50% อยู่ในระยะเวลา 4 วัน

4.2 สารสกัด N1 จากตารางที่ 4 ความเข้มข้น 1.67% และ 3.33% สามารถลดปริมาณประชากรแมลงได้ไม่ต่างกัน ดังนั้นในการทดลองนี้จึงนำสารสกัด N1 ความเข้มข้น 1.67% มาเป็นสารทดสอบ ผลการทดลองพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด N1 แล้ว 4 วันขึ้นไป จึงปล่อยแมลงลงไปดูกินน้ำเลี้ยงจากต้นพืช จะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงน้อยกว่า 50% (ซึ่งเป็นระดับที่สามารถควบคุมปริมาณประชากรได้ โดยไม่ทำความเสียหายต่อพืช) การฉีดพ่นสารแล้วทิ้งไว้ 1, 2 และ 4 วัน จึงปล่อยแมลงลงดูกินน้ำเลี้ยงจากต้นพืช ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมีค่าเป็น 65, 60 และ 55% ตามลำดับในขณะที่การฉีดพ่นสารแล้ว 6 และ 8 วัน ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมีค่าน้อยกว่า 50 คือ 35.0 และ 27.5% ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาฉีดพ่นสาร 1, 2 และ 4 วัน ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระยะเวลาฉีดพ่นที่เหมาะสมในการที่จะควบคุมปริมาณประชากรให้ได้ผล ควรอยู่ในระยะเวลา 4 วัน เหมือนกับการใช้น้ำมันสะเดา (ตารางที่ 11) การทดลองนี้ให้ผลใกล้เคียงกับของอุดมพร² ที่ใช้สารสกัดสะเดาด้วยแอลกอฮอล์ (methanolic extracts) ฉีดบนต้นพืชแล้วนำไปตากแดดในสภาพแปลงทดลอง ปรากฏว่าสารสกัดมีประสิทธิภาพสูงพอที่จะใช้ป้องกันและกำจัดแมลงได้อย่างน้อย 3 วัน

5. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดาเมื่อผสมสาร synergist (piperonyl butoxide)

ผลการทดลองปรากฏว่า เมื่อนำน้ำมันสะเดา 5% ผสมกับสาร synergist คือ piperonyl butoxide 0.1% ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยจักจั่นวัยที่ 3 มีค่าเป็น 77.5% การใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 5% ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงเป็น 35.0% ในขณะที่กลุ่มควบคุมคือ น้ำ เฮกเซน และ piperonyl butoxide 0.1% ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมีค่าเป็น 2.5, 2.5 และ 7.5% ตามลำดับ (รูปที่ 5) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าการใช้ น้ำมันสะเดา 5% ผสมกับสาร piperonyl butoxide 0.1% ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม และการใช้น้ำมันสะเดา 5% เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 12 และรูปที่ 5)

นอกจากนี้ยังมีรายงานผลการทดลองใช้ piperonyl butoxide ในการเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาจากการใช้ตัวทำลายต่าง ๆ กัน เช่น MTB/H20-VR, AZT-VR-K และ MeOH-NR

พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 5 เท่า โดยทดสอบกับหนอนใยผัก (*P. zylotella*) วัยที่ 1⁷ จะเห็นได้ว่า การผสมสาร piperonyl butoxide กับสารสกัดสะเดาจะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดได้มากและเมื่อนำมาผสมกับน้ำมันสะเดา 5% จะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียววัยที่ 3 เพิ่มขึ้นอีก 42.5% อุดมพร² ได้ทดลองผสมสาร synergist (piprotal) กับสารสกัดสะเดาที่มีต่อหนอนกระทู้ผัก (*S. litura* F.) พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 30% โดยวิธีการทดสอบแบบ feeding ส่วนวิธี body dipping ไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

สรุป

ผลการศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันสะเดาความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าน้ำมันสะเดาทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติในการเป็นสารไล่แมลง และความสามารถดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำมันสะเดา

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาชนิดต่าง ๆ กับเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมียพบว่า การใช้น้ำมันสะเดาตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 25% ขึ้นไป จึงจะให้ผลดีและมีประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลง แต่ในขณะเดียวกันความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะทำให้ปลายใบเกิดอาการไหม้ได้ง่ายเมื่อถูกแสงแดด ส่วนการใช้สารสกัดสะเดาโดยวิธีการกลั่นพบว่า มีประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลงดีกว่าเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันสะเดาที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน และสารสกัดสะเดาโดยวิธีการกลั่นความเข้มข้น 20% ขึ้นไปให้ผลแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้น้ำ และเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงจะมากขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดสะเดาที่ได้จากการใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ กัน พบว่า สารสกัด N1 มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาคือ N1M, N2 และสารสกัดด้วยน้ำตามลำดับ โดยจะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงที่ระดับความเข้มข้น 3.33% มีค่าเป็น 65, 55, 50 และ 42.5% ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า สารสกัด N1 ให้ผลเหมือนกับสารสกัด N1M ในขณะที่สารสกัด N1M ให้ผลเหมือนกับสารสกัด N2 และสารสกัด N2 ให้ผลเหมือนกับสารสกัดด้วยน้ำ แสดงให้เห็นว่าสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อการสกัดเอาสารที่เป็นพิษต่อแมลงออกจากเมล็ดสะเดาแตกต่างกันด้วย

นอกจากนี้เมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดสะเดาชนิดต่าง ๆ มาทดสอบกับเพลี้ยจักจั่นสีเขียววัยที่ 3 พบว่า การใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 7% ขึ้นไป จึงจะให้ผลในการควบคุมปริมาณประชากรของแมลงให้ต่ำกว่า 50% และเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงจะมากขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ส่วนการใช้สารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ กันที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันปรากฏว่าสาร N1M ความเข้มข้น 0.99% มีประสิทธิภาพสูงกว่า N1 และสารสกัดด้วยน้ำ คือทำให้ตัวอ่อนวัยที่ 3 ตาย 60, 55 และ 47.5% ตามลำดับ

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาชนิดต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการผลิตตัวอ่อนพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันสะเดาให้สูงขึ้นจะทำให้จำนวนตัวอ่อนน้อยลงตามลำดับ ถึงแม้จะใช้น้ำมันสะเดาในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมาก เพียง 3% ก็ทำให้อัตราการผลิตตัวอ่อนลดลงอย่างมาก ก็มีตัวอ่อนเกิดขึ้นเพียง 284 ตัว ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีจำนวนตัวอ่อนถึง 365 ตัว ส่วนการใช้สารสกัดสะเดาโดยวิธีกลั่น พบว่าประสิทธิภาพต่อการผลิตตัวอ่อนต่ำกว่าน้ำมันสะเดา และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้นจะทำให้อัตราการผลิตตัวอ่อนลดลงตามลำดับ ส่วนการใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดาจากการใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ กันในระดับความเข้มข้น 3.33% พบว่า สารสกัด N1 มีประสิทธิภาพดีที่สุด พบตัวอ่อนเพียง 37.5 ตัว รองลงมาคือ N1M พบตัวอ่อน 41.5 ตัว สารสกัดด้วยน้ำ พบตัวอ่อน 84.75 ตัว สารสกัด N2 พบตัวอ่อน 106.5 ตัว ในขณะที่ตัวอ่อนในกลุ่มควบคุมมีปริมาณถึง 250.75 ตัว

ผลการหาระยะเวลาการฉีดพ่นที่เหมาะสมพบว่า การใช้น้ำมันสะเดาความเข้มข้น 25% และสารสกัด N1 ความเข้มข้น 1.67% ภายหลังจากการฉีดพ่นสารทดสอบแล้วเกิน 4 วัน จะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยจักจั่นต่ำกว่า 50% เช่นเดียวกัน

นอกจากนี้เมื่อนำสาร synergist คือ piperonyl butoxide 0.1% มาผสมกับน้ำมันสะเดา 5% จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดา โดยทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยจักจั่นวัยที่ 3 เพิ่มขึ้น 42.5%

คำขอขอบคุณ

ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณ กรรมการมูลนิธิพระปฐมบรมราชานุสรณ์ พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวและสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี ที่ได้สนับสนุนในด้านทุนทรัพย์ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชัย สมบัติศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จริยา จันทรีไพแสง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรควุฒิ ทศน์สองชั้น และ ดร.จรรย์ พณิชยกุล ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะแนวทางการวิจัยและตรวจแก้ไขรายงานวิจัย ตลอดจนผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศรี กันตรัตนากุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภารัตน์ หอมจันทร์ ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และอุปกรณ์ นอกจากนี้ ใคร่ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ยืน ภู่วรรณ อาจารย์สุรศักดิ์ สงวนพงษ์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารอ้างอิง

1. พิมพ์สมาน, สุภาณี. การทดสอบประสิทธิภาพของยาฆ่าแมลงประเภทดูดซึมบางชนิดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นสีเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2516.
2. แพ่งนคร, อุดมพร. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาที่มีต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) และหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2528.
3. Heyde, J.V.D., Saxena, R.C. and Schmutterer, H. Neem Oil and Neem Extracts as Potential Insecticides for Control of Hemipterous Rice Pests. *Int. Neem Conf. Giessen Univ.*, Germany, 1983, 27.
4. Islam, B.N. Pesticidal Action of Neem and Certain Indigenous Plants and Weeds of Bangladesh. Proceedings of the Second International Neem Conference, Rauschholzhausen, Federal Republic of Germany, 25-28 May, 1983, 263-269.
5. Jacobson, M., Reed, D.K., Crystal, N.M. and Morneo, D.S. Chemistry and Biological Activity of Insects Feeding Deterrents from Certain Weed and Crop Plants. *Entomol. Exp. Appl.*, 1978, **24**, 448-457.
6. Jotwani, M.G. and Sircar, P. Neem Seed as a Protectant against Stored Grain Pest Infesting Wheat Seed. *Indian J. Entomol.*, 1965, **27** (2), 160-164.
7. Lange, W. Piperonyl butoxide : Synergistic Effects of Different Neem Seed Extracts and Influence on Degradation of an Enriched Extract by Ultraviolet Light. Proceedings of Second International Neem Conference, Rauschholzhausen, Federal Republic of Germany, 25-28 May, 1983, 129-140.
8. Mc. Millian, W.W., Bowman, M.C., Burton, R.L. Starka, K.J. and Wiseman, B.R. Extracts of Chinaberry Leaf as a Feeding Deterrent and Growth Retardant for Larvae of the Corn Earworm and Fall Armyworm. *J. Econ. Entomol.*, 1969, **62** (3), 708-710.
9. Saxena, K.N. and Rembold, H. Orientation and Ovipositional Response of *Heliothis armigera* to Certain Neem Constituents. Proceedings of the Second International Neem Conference Rauschholzhausen, Federal Republic of Germany, 25-28 May, 1983, 199-210.
10. Saxena, R.C., Liquido, N.J. and Justo, H.D. Neem Seed Oil, a Potential Antifeedant for the Control of the Rice Brown Planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal). Proceedings of the First International Neem Conference, Rottach-Egern, Federal Republic of Germany, 16-18 June, 1980, 171-188.

ตารางที่ 1. ค่าการเป็นสารไล่แมลง (repellent) ของน้ำมันสะเดาความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อเพลี้ยจักจั่น สีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมีย ในช่วงเวลาที่ 7 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 25 °ซ., อุณหภูมิ 35.3 °ซ., ความชื้นสัมพัทธ์ 79%)

ชนิดและความเข้มข้นของสาร (%)		จำนวนแมลงที่เกาะบนต้นพืช* (ตัว)
น้ำมันสะเดา	10	42.1 ab**
	25	39.8 ab
	50	37.5 b
	100	36.8 b
น้ำ		50.0 a
เฮกเซน	10	50.0 a

*ค่าได้มาจากการคำนวณ $(100A)/(A+B)$ เมื่อ A = จำนวนแมลงที่เกาะบนต้นพืชในแต่ละชุดการทดลอง, B = จำนวนแมลงที่เกาะบนต้นพืชกลุ่มควบคุม ค่าที่น้อยกว่า 50 แสดงว่ามีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลง

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.01

ตารางที่ 2. ประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดา ที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมียในวันที่ 7 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 29.5 °ซ., อุณหภูมิสูงสุด 35.8 °ซ., ความชื้นสัมพัทธ์ 62.87-98.12%)

ชนิดและความเข้มข้นของสาร (%)		เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย *	เปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (Abbott's formula)
น้ำมันสะเดา	10	13.33 b**	7.14
	25	43.33 a	36.14
	50	46.66 a	42.85
	100	50.00 a	46.43
น้ำ		6.66 b	0.00
เฮกเซน	10	10.00 b	3.57

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

** ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 3. ประสิทธิภาพของสารสกัดโดยการกลั่นที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมียในวันที่ 10 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 22.82°ซ., อุณหภูมิสูงสุด 32.32°ซ., ความชื้นสัมพัทธ์ 62.63-92.81%)

ชนิดและความเข้มข้นของสาร (%)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย*	เปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (Abbott's formula)
สารสกัดสะเดา 20	45.0 a**	35.29
โดยวิธีกลั่น 30	52.53 a	44.12
50	57.56 a	50.00
100	60.00 a	52.94
น้ำ	15.0 b	0.00

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 4. ประสิทธิภาพของสารสกัด N1, N2, N1M และสารสกัดด้วยน้ำที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมียในวันที่ 10 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 22.82°ซ., อุณหภูมิสูงสุด 32.32°ซ., ความชื้นสัมพัทธ์ 62.63-92.81%)

ชนิดของสารสกัด	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยจากความเข้มข้นของสาร (%)*		
	0	1.67	3.33
N1	15.0 a	65.0 a	65.0 a**
N2	15.0 a	25.0 c	50.0 bc
สารสกัดด้วยน้ำ	15.0 a	35.0 bc	42.5 c
N1M	17.5 a	50.0 b	55.0 ab

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 5. ประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดาที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียววัยที่ 3 ในวันที่ 9 หลังจากรีดพันธุ์สารทดสอบ (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 26.7°ซ., อุณหภูมิสูงสุด 33.7°ซ., ความชื้นสัมพัทธ์ 62.43 - 96.06%)

ชนิดและความเข้มข้นของสาร (%)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย*	เปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (Abbott's formula)
น้ำมันสะเดา 4	26.66 de**	21.42
6	36.66 cd	32.14
32.14		
7	53.33 bc	50.00
8	60.00 ab	57.14
9	76.66 a	74.99
น้ำ	6.6 e	74.99
เฮกเซน 10	6.66 e	0.00

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 6. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาจากการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียววัยที่ 3 ในวันที่ 9 หลังจากรีดพันธุ์สารทดสอบ (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 24.6°ซ., อุณหภูมิสูงสุด 30.34°ซ., ความชื้นสัมพัทธ์ 60.66 - 88.38%)

ชนิดของสารสกัด	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยจากความเข้มข้นของสาร (%)			
	0%	0.33%	0.66%	0.99%
N1	7.5 a	35 a	45 ab	55 ab**
สารสกัดด้วยน้ำ	7.5 a	15 b	37.5 b	47.5 b
N1M	7.5 a	42.5 a	55 a	60 a

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 7. ประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดา ที่มีต่ออัตราการผลิตตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 24.6°C., อุณหภูมิสูงสุด 30.34°C., ความชื้นสัมพัทธ์ 60.66 - 88.38%)

ชนิดและความเข้มข้นของสาร (%)	จำนวนตัวอ่อนที่พบในวันที่ 10* หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ
น้ำมันสะเดา 3	284.00 b**
6	163.75 c
12	15.75 d
15	13.25 d
น้ำ	365.00 a
เฮกเซน 10	351.00 a

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว (ตัวผู้ 5 ตัว/ตัวเมีย 5 ตัว)

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 8. ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาจากการกลั่นที่มีผลต่อการผลิตตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 24.62°C., อุณหภูมิสูงสุด 30.34°C., ความชื้นสัมพัทธ์ 60.66 - 88.38%)

ชนิดและความเข้มข้นของสาร (%)	จำนวนตัวอ่อนที่พบในวันที่ 18 หลังการฉีดพ่นสารทดสอบ (ตัว)*
สารสกัดโดยการกลั่น 20	236.50 b**
30	156.50 c
50	134.50 c
100	111.25 d
น้ำ	273.75 a

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว (ตัวผู้ 5 ตัว/ตัวเมีย 5 ตัว)

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 9. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการผลิตตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 24.62°C., อุณหภูมิสูงสุด 30.34°C., ความชื้นสัมพัทธ์ 60.66 - 88.38%)

ชนิดของสารสกัด	จำนวนตัวอ่อนที่พบในวันที่ 18* หลังการฉีดพ่นสารความเข้มข้นต่าง ๆ		
	0%	1.67%	3.33%
N1	250.75 a	53.00 c	37.50 b**
N2	250.75 a	151.50 a	106.50 a
สารสกัดด้วยน้ำ	273.75 a	161.50 b	84.75 a
N1M	252.75 a	82.50 c	41.50 b

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว (ตัวผู้ 5 ตัว/ตัวเมีย 5 ตัว)

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.05

ตารางที่ 10. ผลของระยะเวลาฉีดพ่นน้ำมันสะเดา 25% ที่มีต่ออัตราการตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมีย (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 24.62°C., อุณหภูมิสูงสุด 30.34°C., ความชื้นสัมพัทธ์ 60.66 - 88.38%)

ระยะเวลาหลังจากการฉีดพ่นสาร (วัน)	เปอร์เซ็นต์การตาย*
1	67.5 a**
2	57.5 a
4	57.5 a
6	30.0 b
8	22.5 b

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.01

ตารางที่ 11. ผลของระยะเวลาฉีดพ่นสารสกัด N1 ความเข้มข้น 1.67% ที่มีต่ออัตราการตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมีย (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 24.62°C., อุณหภูมิสูงสุด 30.34°C., ความชื้นสัมพัทธ์ 60.66 - 88.38%)

ระยะเวลาหลังการฉีดพ่นสาร (วัน)	เปอร์เซ็นต์การตายของแมลง*
1	65.0 a**
2	60.0 a
4	55.0 a
6	35.0 b
8	27.5 b

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.01

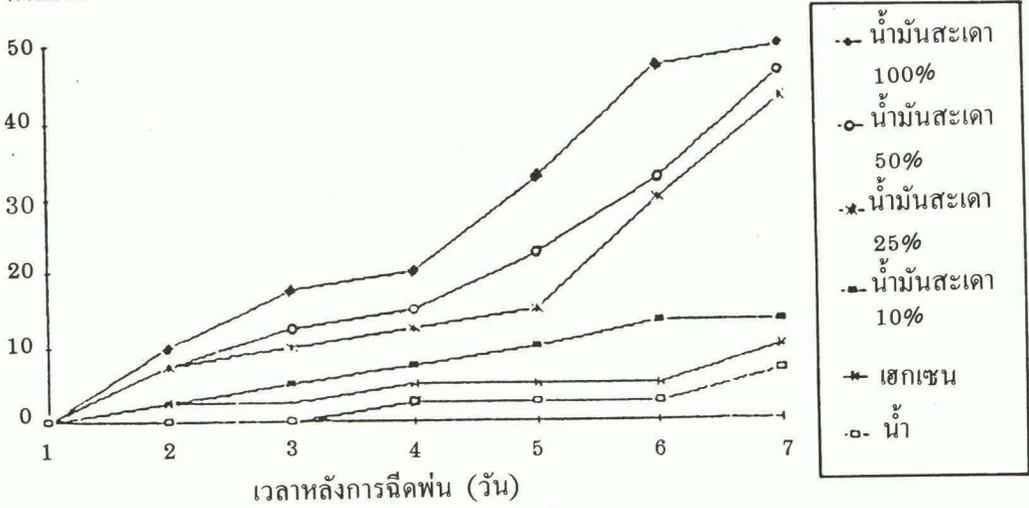
ตารางที่ 12. ผลของสาร synergist (piperonyl butoxide 0.1%) ที่มีต่อประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดา (สภาพการทดลอง : อุณหภูมิต่ำสุด 22.32°C., อุณหภูมิสูงสุด 30.32°C., ความชื้นสัมพัทธ์ 60.66-88.38%)

ชนิดและความเข้มข้นของสาร (%)	เปอร์เซ็นต์การตายในวันที่ 9*	เปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (Abbott's formula)
น้ำมันสะเดา 5% + piperonyl butoxide 0.1%	77.50 a**	76.92
น้ำมันสะเดา 5% piperonyl butoxide 0.1%	35.00 b	33.33
เฮกเซน 10% น้ำ	7.50 c	5.12
	2.50 c	0.00
	2.50 c	0.00

*คิดเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

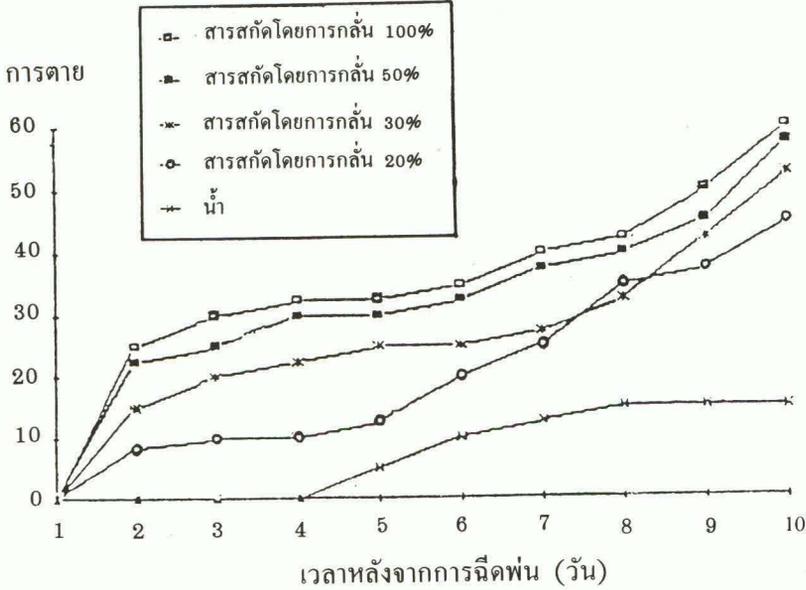
**ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test α 0.01

% การตาย

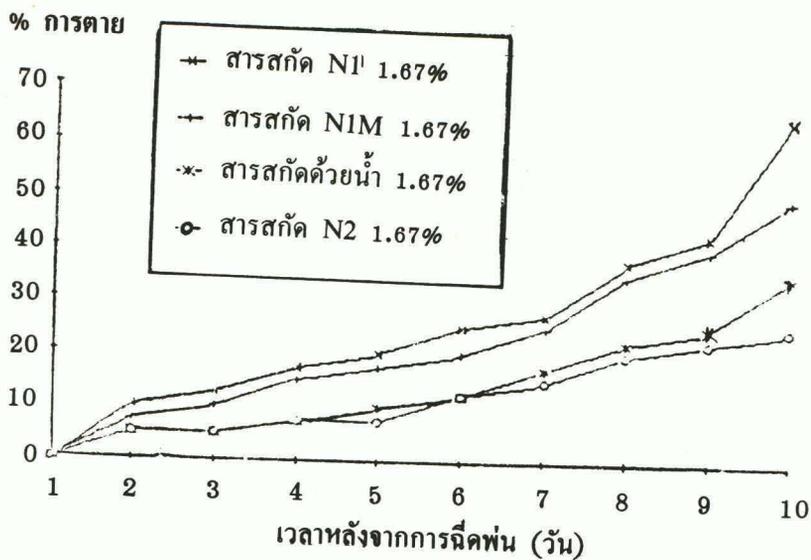


รูปที่ 1. เปอร์เซนต์การตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมีย เมื่อได้รับการฉีดพ่นน้ำมันสะเดาระดับความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละวัน

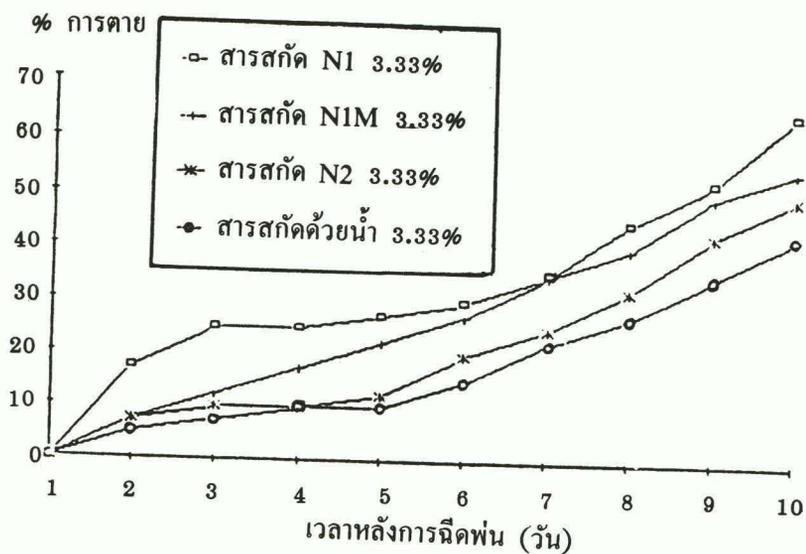
% การตาย



รูปที่ 2. เปอร์เซนต์การตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเพศเมีย เมื่อได้รับการฉีดพ่นสารสกัดด้วยวิธีกลั่นระดับความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละวัน



ก.

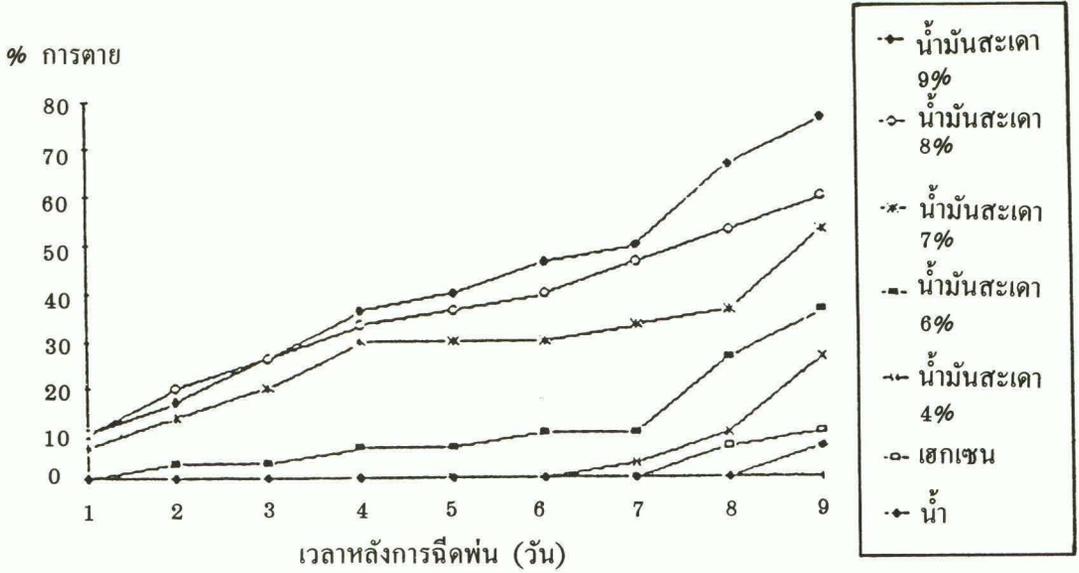


ข.

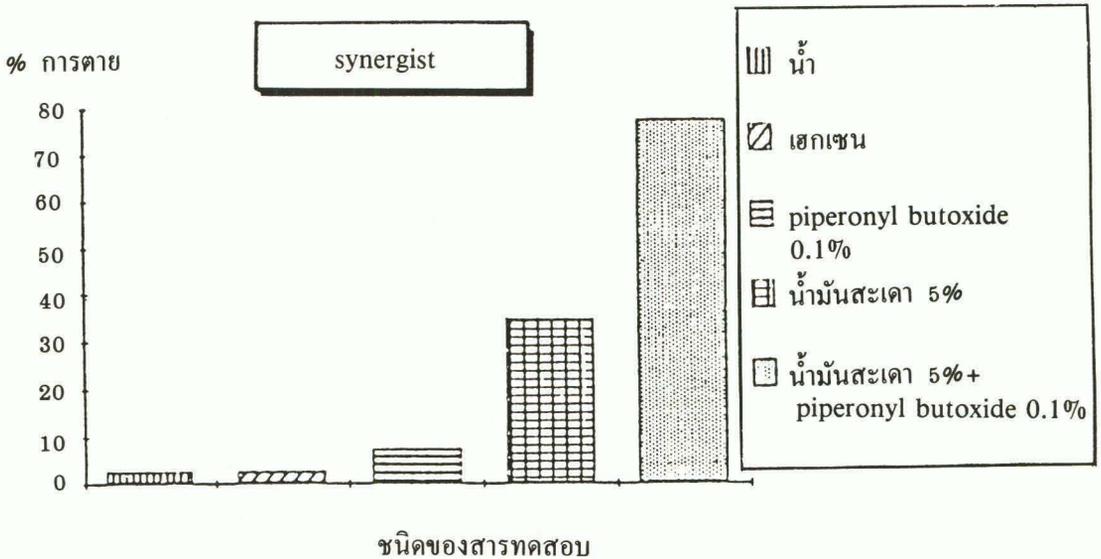
รูปที่ 3. เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยเทศเมียบ เมื่อได้รับการฉีดพ่นสารสกัดสะเดาชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้นต่าง ๆ ในแต่ละวัน

ก. ความเข้มข้น 1.67%

ข. ความเข้มข้น 3.33%



รูปที่ 4 เปอร์เซนต์การตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียววัยที่ 3 ภายหลังจากการฉีดพ่นน้ำมันสะเดาความเข้มข้นต่าง ๆ ในแต่ละวัน



รูปที่ 5. ผลของสาร synergist ที่มีต่อเปอร์เซนต์การตายของเพลี้ยจักจั่นสีเขียววัยที่ 3 ภายหลังจากการฉีดพ่นสารทดสอบชนิดต่างๆ 10 วัน