รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช

Research and Development on Utilization of Medicinal Plants as Natural

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางพรรณีกา อัตตนนท์
Ms. Panneeka Attanon

ปี พ.ศ. ๒๕๕๘

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช

Research and Development on Utilization of Medicinal Plants as Natural

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางพรรณีกา อัตตนนท์
Ms. Panneeka Attanon

ปี พ.ศ. ๒๕๕๘

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
คณะผู้วิจัย	2
บทนำ	3
บทคัดย่อ	6
กิจกรรม การวิจัยและพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช	7
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	44

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านอธิบดีกรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการบริหารงานวิจัยและพัฒนากรม คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการกรม และคณะที่ปรึกษาด้านวิชาการของกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ที่ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาด้านวิชาการ กำกับดูแลแผนงานและโครงการของหน่วยงานให้เป็นไปตามตัวชี้วัดและวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ กองแผนงาน ในการอำนวยความสะดวกและประสานงานระหว่างกลุ่มวิชาการ/ส่วนบริหารโครงการ

โครงการนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากความร่วมมือร่วมใจของนักวิจัย และผู้ร่วมงานทุกท่านจากหน่วยงานต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตร จึงต้องขอขอบคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้วิจัย

นางพรรณีกา อัตตนนท์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางธนิตา ค่ำอำนวย กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวภัควรินทร์ ศานติธีรโรจน์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวศิริพร สอนท่าโก กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวรัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางธิติยาภรณ์ อุดมศิลป์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวปิยวดี พิศาลรัตนคุณ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและมีรายได้หลักจากการส่งออกสินค้าเกษตรเป็นหนึ่งในผู้ผลิตสินค้าการเกษตรที่สำคัญของโลก ทำให้มีการเร่งการผลิตโดยการขยายพื้นที่การเกษตรรวมทั้งการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่สูงขึ้น ในปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณนำเข้า 79,578.39 ตัน และในปี พ.ศ. 2551 มีปริมาณนำเข้า 109,907.78 ตัน (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร ปี 2551) การใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากและใช้อย่างไม่ถูกต้อง จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องประสบปัญหาผลกระทบจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศ รวมทั้งสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค ทุกครั้งที่ใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สารดังกล่าวไม่ได้ถูกใช้ไปหมด บางส่วนมีการระเหยไปในอากาศ บางส่วนตกค้างในร่างกายของเกษตรกรผู้ฉีดพ่น ในผัก /ผลไม้ที่เกษตรกรฉีดพ่น บางส่วนมีการตกค้างในดินหรือถูกชะล้างลงไปสะสมในดินตะกอนและน้ำโดยน้ำฝน ทำให้เกิดอันตรายต่อกุ้ง ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ ซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์ นอกจากนี้เมื่อมีการใช้บ่อยขึ้นทำให้แมลงศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ (Ankersmit, 1953) ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการใช้หรือใช้สารนั้นบ่อยขึ้น

การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่รวมถึงการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมคือ การผลิตสารธรรมชาติ โดยการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นทางเลือกในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพปลอดภัยต่อการบริโภคและสิ่งแวดล้อม และเป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรใช้เป็นทางเลือกที่ดีและปลอดภัย นอกจากนี้ภาครัฐได้ส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาทำเกษตรอินทรีย์ หลังจากที่กลุ่มประเทศผู้นำเข้าสินค้าเกษตรของไทยเริ่มตรวจสอบคุณภาพสินค้าอย่างเข้มงวด เนื่องจากพบว่ามีสารเคมีปนเปื้อนซึ่งสร้างความเสียหายให้กับภาคเกษตรอย่างมาก ภาครัฐและเอกชนจึงเริ่มตื่นตัวที่จะพัฒนาสินค้าเกษตรของไทยให้มีคุณภาพและปราศจากสารพิษตกค้าง การทำเกษตรอินทรีย์จึงปฏิเสธการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี การใช้สารสกัดจากพืชจึงมีความสำคัญในการทำเกษตรอินทรีย์ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องวิจัยหาสารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยให้มีการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อลดการใช้สารเคมีในการผลิตผลผลิตจากพืชและเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์ ซึ่งการวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติเพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเป็นโครงการหนึ่งในแผนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนและป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อความยั่งยืนต่อไป

สารสกัดพืช ส่วนมากจะนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรโดยมุ่งเน้นการใช้สารสกัดจากพืชชนิดเดียว ซึ่งบางครั้งใช้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรเพราะสารสกัดพืชส่วนใหญ่เป็น Soft insecticide มีทั้งจุดเด่นจุดด้อย และที่สำคัญคือไม่สามารถป้องกันและกำจัดแมลงได้ดีเหมือนกันทุกชนิด โดยบางชนิดออกฤทธิ์ไล่แมลง บางชนิดยับยั้งการกินอาหารของแมลง เช่น สะเดา ใช้ป้องกันกำจัดแมลง บางชนิดได้ผลดีปานกลางและน้อยหรือไม่ได้ผล สารสกัดธรรมชาติจากพืชส่วนใหญ่ไม่มีฤทธิ์ Knock down ที่จะทำให้แมลงตายทันที

จึงไม่สามารถลดความเสียหายได้ ในช่วงที่แมลงเกิดการระบาดมาก นอกจากปัญหาเรื่องการออกฤทธิ์ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น วัตถุดิบก็เป็นอีกปัญหาหนึ่ง โดยมากจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศที่ปัจจุบันมีความแปรปรวนมาก อันเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อนทำให้ได้วัตถุดิบในแต่ละปีไม่แน่นอน เช่น สะเดา ซึ่งเป็นพืชที่มีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นทะเบียนแล้วแต่ก็ยังมีปัญหาเรื่องราคาที่สูง ผลสะเดาซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ออกผลปีละครั้งเท่านั้นมีผลทำให้การผลิตไม่แน่นอนในแต่ละปี ต้นทุนสูงควบคุมยาก และมีปัญหาเรื่องปริมาณสารสำคัญอะซาดิแรคติน ที่มีปริมาณโดยเฉลี่ยคือ 2.4-4.6 มก./กรัม เมื่อเทียบกับสายพันธุ์อินเดียที่มีสารสูงสุดคือ เฉลี่ย 7.7 มก./กรัม นอกจากนี้สะเดาไทยจะให้ผลเพียงปีละ 1 ครั้งเท่านั้น และเป็นสะเดาที่เกิดเองตามธรรมชาติหรือเป็นสะเดาปลูกตามถนนหลวงบางส่วนของประเทศ ซึ่งไม่เพียงพออย่างแน่นอนทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณสำหรับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการค้า รากหางไหลก็เช่นกัน อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตเป็นสารฆ่าแมลงคือประมาณ 2 ปี (สมสุขและคณะ, 2531 ; Moore, 1943; White, 1954) การเก็บเกี่ยวรากต้องใช้แรงงานมากทำให้รากหางไหลมีราคาแพง สำหรับว่านน้ำนั้นเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย สามารถขุดเหง้านำมาใช้ได้ตลอดปี ไม่มีปัญหาเรื่องวัตถุดิบ และเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพในการไล่ผีเสื้อและหมัด มีพิษต่อแมลงวัน (Anonymous, 1975) มีพิษต่อเพลี้ยอ่อนสูง ต่อหนอนกระทู้ปานกลาง (อำนวย, 2535) และปลูกง่ายสามารถนำเหง้ามาใช้ได้ตลอดทั้งปี จึงเป็นพืชที่เหมาะสมในการนำมาใช้ผสมเพิ่มประสิทธิภาพพืชสมุนไพรของไทยอื่นๆ ที่มีศักยภาพเป็นสารกำจัดศัตรูพืช เช่น สะเดา หางไหล ซึ่งนักวิจัยสาขาเกษตรและสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ทำการทดลองค้นคว้าหาสารทดแทนสารเคมีการเกษตรและพบว่า สะเดา (ขวัญชัย, 2542 ; Isman, 1997; Klaus, 1995) โล่ติ๊นหรือหางไหล (วินัย, 2540 ; Trease and evan, 1985) หนอนตายหยาก (วีรพลและคณะ, 2536; Areekul et al., 2531; เทพ, 2520) สาบเสือ (มารศรี, 1986) สามารถนำเอาส่วนที่สำคัญต่างๆ เช่น ต้น ราก ใบ ดอก และผล มาสกัดเพื่อให้ได้สารสำคัญจากพืชนั้นๆ มาใช้ควบคุมศัตรูพืชแทนสารเคมีได้ดีโดยไม่มีพิษตกค้าง เนื่องจากสารธรรมชาติส่วนใหญ่จะสลายตัวได้เร็ว

การนำจุดเด่นและจุดด้อยของพืชแต่ละชนิดมาผสมรวมกันให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม มีการผสมปรุงแต่งให้เป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช อาจทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และ/หรือลดข้อด้อยของการใช้พืชชนิดเดี่ยวของพืชแต่ละชนิด หรือทำให้สามารถลดต้นทุนเมื่อมีการผสมรวมกัน ได้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่หลากหลายมากชนิด ทำให้ง่ายแก่การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติซึ่งควบคุมไม่ได้ให้ควบคุมได้ในระดับหนึ่ง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความหลากหลายมากชนิดขึ้น พร้อมทั้งสามารถควบคุมคุณภาพได้ เพื่อให้เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรที่ปลูกพืชปลอดสารเคมีหรือเกษตรอินทรีย์ เป็นการช่วยแก้ปัญหาและเป็นทางเลือกให้แก่ภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจการเกษตรธรรมชาติ ดังนั้น การศึกษาวิจัยสูตรผสมรวมพืชระหว่างว่านน้ำ และพืชอื่นที่มีศักยภาพในการการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นสิ่งจำเป็นและควรได้รับการสนันสนุนอย่างเร่งด่วน เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติป้องกันกำจัดศัตรูพืช

วัตถุประสงค์

1 . เพื่อวิจัยและพัฒนาสารสกัดจากพืช (ว่านน้ำ) ที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อทดแทนหรือลดปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตร

2. เพื่อวิจัยและพัฒนาการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือลดต้นทุนและได้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่หลากหลายมากชนิด และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีการวิจัย

1. วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ

2. วิจัยการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.1. ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช

2.2 วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.3 วิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลใน การป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.4 ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

โครงการวิจัยและพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการใช้และการผลิตสารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีขอบเขตการวิจัยคือวิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ และศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหล วิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช และศึกษาความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์ สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล ผลการวิจัยมีดังนี้ การวิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดว่านน้ำพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันว่านน้ำเป็นส่วนประกอบมีประสิทธิภาพทำให้หนอนใยผักวัยสองตายมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารสกัดหยาบเป็นส่วนประกอบ การวิจัยทำสูตรผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล เพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ผลวิจัยได้ส่วนผสมระหว่างพืชที่เหมาะสมในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ผสมกำจัดศัตรูพืช ได้สูตรผสมรวมพืช 3 สูตร ได้ข้อมูลคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ พร้อมค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของสูตรผลิตภัณฑ์ต่อลูกปลานิล

Research and Development on Utilization of Medicinal Plants as Natural

Abstract

The Aim of Project is to do research on botanical pesticide formulation from sweet flag (*Acorus calamus* L.), mixed formulation from sweet flag, Neem and Derris for plant protection. Study on quality efficacy and acute toxicity in Nile Tilapia of the mixed plant formulation. The results showed that the formulation of volatile oil from sweet flag had good efficacy for controlling *Plutella xylostella*. The mixed plant formulation were developed into 3 formulations which showed good efficacy to control *Plutella xylostella* in laboratory test, the *Derris elliptiea*/sweet flag 60/40 (HV), Neem/*Derris elliptiea* 20/80 (NH), and Neem/Sweet flag 80/20 (NV) showed the average mortality of 2nd instar larvae of *Plutella xylostella* at 100.0%, 99.34% and 60.1% respectively. Batch of Production showed no significantly different on the efficacy test. For acute toxicity test of the mixed plant formulation on Nile Tilapia showed 96h-LC_{50} of 3 formulation NV, HV and NH were 983, 0.5815 and 0.6681 mg/l.

กิจกรรม การวิจัยและพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช
Research and Development on Utilization of Medicinal Plants as Natural

พรรณีกา อัตตนนท์[1] ธนิตา ค่ำอำนวย[1] ภัควรินทร์ ศานติธีรโรจน์[1] ศิริพร สอนท่าโก[1]
รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา[1] ธิติยาภรณ์ อุดมศิลป์[1] ปิยวดี พิศาลรัตนคุณ[1]

คำสำคัญ (Key words) สารสำคัญศัตรูพืชจากธรรมชาติ (natural pesticides), สะเดา *(Azadirachta indica),* ว่านน้ำ *(Acolus calamus)*, หางไหล , อะซาดิแรคติน (azadirachtin), อาซาโรน (asarone), ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืช (botanical pesticide formulations), สารผสม , สูตรผสม , Sweet flag, rotenone formulation, neem, derris, สารสกัดพืช, ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช, หนอนใยผัก, ความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50})

บทคัดย่อ

งาน วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ ศึกษาว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) ซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช น้ำมันหอมระเหยในเหง้าว่านน้ำประกอบด้วยสารเบต้า-อาซาโรน (beta-Asarone) เป็นสารประกอบหลัก สารประกอบอื่นๆ ได้แก่ อัลฟา-อาซาโรน (alpha-Asrone), เมทิลไอ-โซยูจินอล (methyl isoeugenol) และฟาร์นีซีน (farnesene) เป็นต้น สกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี hydrodistillation จากเหง้าว่านน้ำสดอายุ 6, 9 และ 12 เดือน พบว่ามีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ย 0.35, 0.35 และ 0.61% เหง้าว่านน้ำอบแห้งให้น้ำมัน 1.59, 1.65 และ 1.92% ใบว่านน้ำสดมีปริมาณน้ำมันหอมระเหย 0.04, 0.04 และ 0.06% ตามลำดับ เหง้าแห้งสกัดด้วยเมท ธานอลและเอท ธานอลได้สารสกัดหยาบ 21.15% และ 12.62% (12 เดือน) 17.18 และ 7.05% (9 เดือน) 18.33 และ 7.88% (6 เดือน) น้ำมันว่านน้ำมีสารสำคัญเบต้า-อาซาโรน 74.30% อัลฟา-อาซาโรน 14.75% สารสกัดหยาบเมท ธานอลและเอท ธานอลจากเหง้าว่านน้ำมีเบต้า-อาซาโรน 8.43% และ 22.86% ในใบมีเบต้า-อาซาโรน 1.52% และ 4.68% ตามลำดับ น้ำมันว่านน้ำ 1.0% และสารสกัดหยาบจากเอท ธานอล 2.5% ทำให้หนอนใยผักวัยสองตาย 100% ใน 48 ชั่วโมง เตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากน้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบ ได้แก่ น้ำมันว่านน้ำใน mineral oil และเอท ธานอล น้ำมันว่านน้ำผสมสารสกัดหยาบ และสารสกัดหยาบผสมเอท ธานอลและโปรไพลีนกลัยคอล (propylene glycol) ทดสอบความคงสภาพผลิตภัณฑ์ที่ 54 $\pm 2^{\circ}C$ และนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนใยผักวัยสอง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันว่านน้ำเป็นส่วนประกอบมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักวัยสองสูงกว่าสูตรที่มี propylene glycol เป็นส่วนประกอบ

งานวิจัยการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดศัตรูพืชประกอบด้วย 4 การทดลอง คือ ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช สกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสารสกัดพืช เหง้าว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี เมล็ดสะเดาแห้งจากจังหวัดสุพรรณบุรี และรากหางไหลจากจังหวัดชลบุรี ได้ค่าเฉลี่ยสารสำคัญ เบต้า-อาซาโรน 57.87% ในสารสกัดน้ำมันว่านน้ำ สารอาซาไดแรคติน 1.47% ในสารสกัดสะเดา และสารโรติโนนในสารสกัดหางไหล 10.02% ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบของส่วนผสมรวมพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัด

---

[1] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

หนอนใยผักเพื่อให้ได้อัตราส่วนของแต่ละคู่ที่ดีที่สุด แล้วนำมาทดสอบเปรียบเทียบคู่ที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ ผลการทดสอบพบว่า ส่วนผสมพืชหางไหล/ว่านน้ำ อัตรา 80/20, 60/40, 40/60 และหางไหล /สะเดา ที่อัตรา 80/20 ทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตายสูงไม่ต่างกันที่ 82.5, 90.0, 92.5% และ 90.0% ตามลำดับ และเมื่อทดสอบกับหนอนวัยที่ 3 พบว่า หางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตรา 80/20, 60/40 และหางไหล/สะเดา อัตรา 80/20 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตายสูงไม่ต่างกันที่ 72.5, 82.5% และ 67.50% ตามลำดับ สรุปได้ว่า ส่วนผสมระหว่างหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตรา 80/20, 60/40 และ 40/60 และส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดา ที่อัตรา 80/20 รวม 4 อัตราส่วน มีแนวโน้มในการควบคุมหนอนใยผักทั้งวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ดี เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผสมเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

งานวิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลใน การป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นงานวิจัยต่อจากการศึกษาประสิทธิภาพส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อเป็นการนำพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหล มาผสมปรุงแต่งให้เป็นสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืช แล้วนำมาศึกษาประสิทธิภาพของปริมาณสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชทั้งก่อนและหลังการใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำการศึกษาทดลองวางแผนแบบ CRD 5 ซ้ำ 3 กรรมวิธี มีสูตรเป็นกรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธี A0, A0.45 และ A1 จากผลการศึกษาทดลองได้สูตรผสมรวมพืชจำนวน 3 สูตร ดังนี้ สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 จำนวน 1 สูตร สูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 จำนวน 1 สูตร และสูตรสะเดา/หางไหล ที่อัตราส่วน 20/80 จำนวน 1 สูตร เมื่อนำแต่ละสูตรผสมรวมพืชมาทดสอบโดยใช้ความร้อนเป็นตัวเร่ง พบว่าปริมาณสารสำคัญ rotenone ในหางไหลแต่ละสูตรแต่ละกรรมวิธีมีปริมาณสารลดลงและตรวจไม่พบสารสำคัญ azadirachtin ในสะเดา ส่วนสารสำคัญ β-asarone และ α-asarone เป็นสารสำคัญในว่านน้ำ ซึ่งในแต่ละสูตรแต่ละกรรมวิธี พบว่ามีปริมาณสาร α-asarone สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 และสูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 มีปริมาณสารสำคัญมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนสาร β-asarone ในสูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 มีปริมาณสารไม่คงที่ แต่ในสูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 มีปริมาณลดลง และหลังจากใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งในทุกสูตร ทุกกรรมวิธีมีค่า pH ลดลง แต่อย่างไรก็ตามสูตรผสมรวมพืชแต่ละสูตรยังคงมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น หนอนใยผักวัย 2 ได้

การวิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นการนำสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืช 3 สูตร ได้แก่ หางไหล/ว่านน้ำ (60/40) สะเดา/ว่านน้ำ (80/20) และสะเดา/หางไหล (20/80) มาศึกษาคุณภาพ โดยวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC และ GC-MS จากการเก็บตัวอย่างพืช 5 รุ่น พบ azadirachtin ในสารสกัดหยาบสะเดา 1.434-

1.580%, rotenone ในสารสกัดหยาบหางไหล 9.876-14.670% และ β-asarone ในน้ำมันว่านน้ำ 37.275-57.161% เมื่อนำสารสกัดแต่ละรุ่นเตรียมเป็นสูตรหางไหล/ว่านน้ำ (60/40) พบ rotenone 0.578-0.834% และ β-asarone 4.825-7.362% สูตรสะเดา/ว่านน้ำ (80/20) พบ azadirachtin 0.092-0.110% และ β-asarone 1.433-3.031% และสูตรสะเดา/หางไหล (20/80) พบ azadirachtin 0.021-0.030% และ rotenone 0.396-0.506% สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชทั้ง 3 สูตรต่อหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ โดยวิธี leaf dipping method แต่ละสูตรวางแผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ โดยมี 5 รุ่นการผลิตเป็นกรรมวิธีผลการทดสอบทั้ง 3 สูตรผลิตภัณฑ์ พบว่า รุ่นการผลิตให้ผลทำให้หนอนใยผักวัย 2 ตายไม่แตกต่างกัน โดยสูตรผลิตภัณฑ์หางไหล/ว่านน้ำ (60/40) , สูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/หางไหล (20/80) และสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/ว่านน้ำ (80/20) ทำให้หนอนใยผักวัย 2 ตายเฉลี่ย 100.0% , 99.34% และ 60.1% ตามลำดับ

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช ต่อลูกปลานิล สูตรสะเดา /ว่านน้ำ 80/20 (NV), สูตรหางไหล /ว่านน้ำ 60 /40 (HV) และสูตรสะเดา /หางไหล 20 /80 (NH) โดย ทำการเตรียมตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ สูตร ตรวจวิเคราะห์ ปริมาณ สารสำคัญ และ ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันด้วยวิธีชีว-วิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static technique) เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสูตรผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ลูกปลานิลตายครึ่งหนึ่งในเวลา 96 ชั่วโมง (96 h-LC_{50}) ให้ผลดังนี้ สูตรผสมสะเดา /ว่านน้ำ 80/20 มีปริมาณ อะซาดิแรคติน 0.10 % /เบต้า- อะซาโรน 2.28% มีค่า 96 h-LC_{50} เท่ากับ 983 มิลลิกรัมต่อลิตร สูตรผสมหางไหล /ว่านน้ำ 60/40 มีปริมาณโรติโนน 0.64%/ เบต้า-อะซาโรน 4.26% มีค่า 96 h-LC_{50} เท่ากับ 0.5815 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรผสมสะเดา /หางไหล 20 /80 มีปริมาณ อะซาดิแรคติน 0.078 % /โรติโนน 0.20 % มีค่า 96 h-LC_{50} เท่ากับ 0.6681 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ จากค่า 96h-LC_{50} ของทั้ง 3 สูตร จะเห็นว่าสูตรผสมสะเดา /ว่านน้ำ (80/20) มีความเป็นพิษน้อยที่สุด สูตรผสมหางไหล /ว่านน้ำ (60 /40) และสูตรผสมสะเดา /หางไหล (20 /80) มีความเป็นพิษใกล้เคียงกัน และทั้ง 2 สูตร มีความเป็นพิษต่อลูกปลานิลสูง ดังนั้น การใช้ผลิตภัณฑ์สูตรผสมหางไหล/ว่านน้ำ (60/40) และสูตรผสมสะเดา/หางไหล (20/80) จึงต้องมีความระมัดระวังในการใช้ ไม่ควรใช้ใกล้แหล่งน้ำ

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและมีรายได้หลักจากการส่งออกสินค้าเกษตรเป็นหนึ่งในผู้ผลิตสินค้าการเกษตรที่สำคัญของโลก ทำให้มีการเร่งการผลิตโดยการขยายพื้นที่การเกษตรรวมทั้งการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่สูงขึ้น ในปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณนำเข้า 79,578.39 ตัน และในปี พ.ศ. 2551 มีปริมาณนำเข้า 109,907.78 ตัน (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร ปี 2551) การใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากและใช้อย่างไม่ถูกต้อง จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องประสบปัญหาผลกระทบจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศ รวมทั้งสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค ทุกครั้งที่ใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สารดังกล่าวไม่ได้ถูกใช้ไปหมด บางส่วนมีการระเหยไปในอากาศ บางส่วนตกค้างในร่างกายของเกษตรกรผู้ฉีดพ่น ในผัก/ผลไม้ที่เกษตรกรฉีดพ่น บางส่วนมี

การตกค้างในดินหรือถูกชะล้างลงไปสะสมในดินตะกอนและน้ำโดยน้ำฝน ทำให้เกิดอันตรายต่อกุ้ง ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ ซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์ นอกจากนี้เมื่อมีการใช้บ่อยขึ้นทำให้แมลงศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ (Ankersmit, 1953) ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการใช้หรือใช้สารนั้นบ่อยขึ้น

การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่รวมถึงการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมคือ การผลิตสารธรรมชาติ โดยการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นทางเลือกในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพปลอดภัยต่อการบริโภคและสิ่งแวดล้อม และเป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรใช้เป็นทางเลือกที่ดีและปลอดภัย นอกจากนี้ภาครัฐได้ส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาทำเกษตรอินทรีย์ หลังจากที่กลุ่มประเทศผู้นำเข้าสินค้าเกษตรของไทยเริ่มตรวจสอบคุณภาพสินค้าอย่างเข้มงวด เนื่องจากพบว่ามีสารเคมีปนเปื้อนซึ่งสร้างความเสียหายให้กับภาคเกษตรอย่างมาก ภาครัฐและเอกชนจึงเริ่มตื่นตัวที่จะพัฒนาสินค้าเกษตรของไทยให้มีคุณภาพและปราศจากสารพิษตกค้าง การทำเกษตรอินทรีย์จึงปฏิเสธการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี การใช้สารสกัดจากพืชจึงมีความสำคัญในการทำเกษตรอินทรีย์ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องวิจัยหาสารสกัดจากพืชเพื่อทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยให้มีการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อลดการใช้สารเคมีในการผลิตผลผลิตจากพืชและเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์ ซึ่งการวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติเพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเป็นโครงการหนึ่งในแผนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนและป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อความยั่งยืนต่อไป

สารสกัดพืช ส่วนมากจะนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรโดยมุ่งเน้นการใช้สารสกัดจากพืชชนิดเดียว ซึ่งบางครั้งใช้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรเพราะสารสกัดพืชส่วนใหญ่เป็น Soft insecticide มีทั้งจุดเด่นจุดด้อย และที่สำคัญคือไม่สามารถป้องกันและกำจัดแมลงได้ดีเหมือนกันทุกชนิด โดยบางชนิดออกฤทธิ์ไล่แมลง บางชนิดยับยั้งการกินอาหารของแมลง เช่น สะเดา ใช้ป้องกันกำจัดแมลง บางชนิดได้ผลดีปานกลางและน้อยหรือไม่ได้ผล สารสกัดธรรมชาติจากพืชส่วนใหญ่ไม่มีฤทธิ์ Knock down ที่จะทำให้แมลงตายทันที จึงไม่สามารถลดความเสียหายได้ ในช่วงที่แมลงเกิดการระบาดมาก นอกจากปัญหาเรื่องการออกฤทธิ์ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น วัตถุดิบก็เป็นอีกปัญหาหนึ่ง โดยมากจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศที่ปัจจุบันมีความแปรปรวนมากอันเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อนทำให้ได้วัตถุดิบในแต่ละปีไม่แน่นอน เช่น สะเดา ซึ่งเป็นพืชที่มีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นทะเบียนแล้วแต่ก็ยังมีปัญหาเรื่องราคาที่สูง ผลสะเดาซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ออกผลปีละครั้งเท่านั้นมีผลทำให้การผลิตไม่แน่นอนในแต่ละปี ต้นทุนสูงควบคุมยาก และมีปัญหาเรื่องปริมาณสารสำคัญอะซาดิแรคติน ที่มีปริมาณโดยเฉลี่ยคือ 2.4-4.6 มก./กรัม เมื่อเทียบกับสายพันธุ์อินเดียที่มีสารสูงสุดคือ เฉลี่ย 7.7 มก./กรัม นอกจากนี้สะเดาไทยจะให้ผลเพียงปีละ 1 ครั้งเท่านั้น และเป็นสะเดาที่เกิดเองตามธรรมชาติหรือเป็นสะเดาปลูกตามถนนหลวงบางส่วนของประเทศ ซึ่งไม่เพียงพออย่างแน่นอนทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณสำหรับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการค้า รากหางไหลก็เช่นกัน อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตเป็นสารฆ่าแมลงคือประมาณ 2 ปี (สมสุขและคณะ, 2531; Moore, 1943; White, 1954) การเก็บเกี่ยวรากต้องใช้แรงงานมากทำให้รากหางไหลมีราคาแพง สำหรับว่านน้ำนั้นเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย สามารถขุดเหง้านำมาใช้ได้ตลอดปี ไม่มีปัญหาเรื่องวัตถุดิบ และเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพในการไล่ผีเสื้อและหมัด มีพิษต่อแมลงวัน (Anonymous, 1975) มีพิษต่อเพลี้ยอ่อนสูง ต่อหนอนกระทู้ปานกลาง (อำนวย, 2535) และปลูกง่ายสามารถนำเหง้ามาใช้ได้ตลอดทั้งปี จึงเป็นพืชที่เหมาะสมในการนำมาใช้ผสมเพิ่มประสิทธิภาพพืชสมุนไพรของไทยอื่นๆ ที่มีศักยภาพเป็นสารกำจัดศัตรูพืช เช่น สะเดา หางไหล ซึ่งนักวิจัยสาขาเกษตรและสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ทำการทดลองค้นคว้าหาสารทดแทนสารเคมีการเกษตรและพบว่า สะเดา (ขวัญชัย, 2542; Isman, 1997; Klaus,

1995) โล่ติ๊นหรือหางไหล (วินัย, 2540; Trease and Evan, 1985) หนอนตายหยาก (วีรพลและคณะ, 2536; Areekul et al., 2531; เทพ, 2520) สาบเสือ (มารศรี, 1986) สามารถนำเอาส่วนที่สำคัญต่างๆ เช่น ต้น ราก ใบ ดอก และผล มาสกัดเพื่อให้ได้สารสำคัญจากพืชนั้นๆ มาใช้ควบคุมศัตรูพืชแทนสารเคมีได้ดีโดยไม่มีพิษตกค้าง เนื่องจากสารธรรมชาติส่วนใหญ่จะสลายตัวได้เร็ว

การนำจุดเด่นและจุดด้อยของพืชแต่ละชนิดมาผสมรวมกันให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม มีการผสมปรุงแต่งให้เป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช อาจทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และ/หรือลดข้อด้อยของการใช้พืชชนิดเดี่ยวของพืชแต่ละชนิด หรือทำให้สามารถลดต้นทุนเมื่อมีการผสมรวมกัน ได้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่หลากหลายมากชนิด ทำให้ง่ายแก่การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติซึ่งควบคุมไม่ได้ให้ควบคุมได้ในระดับหนึ่ง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความหลากหลายมากชนิดขึ้น พร้อมทั้งสามารถควบคุมคุณภาพได้ เพื่อให้เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรที่ปลูกพืชปลอดสารเคมีหรือเกษตรอินทรีย์ เป็นการช่วยแก้ปัญหาและเป็นทางเลือกให้แก่ภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจการเกษตรธรรมชาติ ดังนั้น การศึกษาวิจัยสูตรผสมรวมพืชระหว่างว่านน้ำ และพืชอื่นที่มีศักยภาพในการการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นสิ่งจำเป็นและควรได้รับการสนันสนุนอย่างเร่งด่วน เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาการใช้และการผลิตสารสกัดจากพืช

ประเทศไทยมีพืชหลายชนิดที่มีศักยภาพเป็นสารกำจัดศัตรูพืช เช่น สะเดา (ขวัญชัย , 2542; Isman, 1997; Klaus, 1995) โล่ติ๊น (วินัย, 2540; Trease and Evan, 1985) ตะไคร้หอม (Isman, 1999) หนอนตาย-หยาก (วีระพลและคณะ , 2536; Areekul et al., 2531; เทพ, 2520) สาบเสือ (มารศรี, 1986) ว่านน้ำ (มงคล, 2547) และพืชอื่นๆ (ธาวดี, 2524)

ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.)

ว่านน้ำเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Araceae มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย เป็นพืชที่ขึ้นอยู่กับโคลน เลน หรือริมบ่อ หนอง บึง มีชื่ออื่นๆ ได้แก่ คาเจียงจี้ ทิสีปุตอ ผมผา ส้มชื่น ฮางคาวน้ำ ฮาง - คาวบ้าน ฮางคาวผา Calamus flargoot, Myrtle grass, Sweet flag, Sweet sedge ว่านน้ำเป็นไม้ล้มลุกเนื้ออ่อน สูง 1–2 เมตร จะมีลักษณะเหง้าอยู่ใต้ดิน เป็นรูปทรงกระบอกที่ค่อนข้างแบน ภายนอกจะมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอม ใบรูปยาวเรียงคล้ายใบดาบฝรั่ง จะเรียงสลับซ้ายขวาทะแยงกัน มีการนำว่านน้ำมาใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ต้น ค.ศ. 1600 ในประเทศแถบทวีปยุโรป นำมาใช้เป็นสารไล่แมลงซึ่งมีการใช้มาก่อนที่จะใช้หางไหล (Thacker, 2009)

มงคล แก้วเทพ (2547) ได้รายงานวิจัยที่ระบุถึงฤทธิ์ในการกำจัดแมลงของว่านน้ำว่ามีผลต่อระบบสืบพันธุ์ การวางไข่ และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลง สารสกัดเมทธานอลของว่านน้ำทำให้ด้วงข้าว *Sitophilus oryzae* (L.) และด้วงถั่วเหลือง *Callosobruchus chinensis* ที่โตเต็มวัยตายมากกว่า 90% หลังจากการสัมผัสสารสกัดโดยตรง 3–4 วัน น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านน้ำพบสาร β-asarone (2,4,5-trimethoxypropenylbenzenes), acorangermacrone และ asarylaldehyde ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่มีผลต่อแมลงวันผลไม้ 3 ชนิด คือ *Ceratitis capitata*, *Dacus cucurbita* และ *D. dorsalis* เมื่อนำว่านน้ำ สะเดา และโล่ติ๊นมาผสมในอัตราส่วน 1:1:1 พบว่ามีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการกินอาหารของตัวอ่อนผีเสื้อกลางคืน *Earias vittella* (Fab) นอกจากนี้ว่านน้ำยังสามารถใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ (Kim et al., 2003) เมื่อนำข้าวสาลีไปคลุกกับน้ำมันว่านน้ำที่ความเข้มข้น 100, 500 และ 1,000 ppm

สามารถป้องกันมอดแป้ง *Tribolium castaneum* ได้ และเมื่อมอดแป้งถูกสารสกัดที่มีความเข้มข้น 200 ppm พบว่าทำให้การเจริญเติบโตของตัวอ่อนและตัวโตเต็มวัยลดลง และสาร asarones ซึ่งสกัดแยกมาจากน้ำมันหอมระเหยจากรากว่านน้ำมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการกินอาหารของผีเสื้อกลางคืนชนิด *Peridrama saucia* Nawamaki and Kuroyanagi (1996) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากว่านน้ำในการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหอม

ประเทศอินเดียมีการนำว่านน้ำมาใช้เป็นยารักษาโรคในปลาที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *(Aeromonas hydrophila)* (Bhuvaneswari and Balasundaram, 2009) ในประเทศจีนมีการนำว่านน้ำมาใช้ป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยและแมลง โดยพบว่าในว่านน้ำมีสาร Phenylpropanoids α และ β-asarone เป็นสารออกฤทธิ์ (Perrett and Whitfield, 2006) ในประเทศไทยใช้ว่านน้ำในการป้องกันกำจัดลูกน้ำยุงก้นปล่อง *(Aedes aegypti)* มีค่า LC_{50} 16.0-48.2 mg/l (Narumon et al, 2006) น้ำมันจากว่านน้ำ (Calamus oils) ทำให้ผิวหนังและตาเกิดการระคายเคืองเมื่อสัมผัสโดยตรง เมื่อหายใจเข้าไปเกิดระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ สามารถตกค้างอยู่ได้ในผิวดินและผิวน้ำในระบบนิเวศน์หลังการใช้ ควรหลีกเลี่ยงการบรรจุในภาชนะที่มีสารที่เป็นกรด ด่าง หรือ oxidizing agents Calamus oils มีค่า LD_{50} (oral, rat) 777 mg/kg ค่า LD_{50} (dermal, rabbit) >5,000 mg/kg มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (aquatic organisms) อาจเกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในน้ำในระยะยาว มีความเป็นพิษถ้ากลืนกินเข้าไป (Lluch, 2009)

สะเดา

สะเดามีสารสำคัญ Azadirachtin มีผลต่อ titers hormone ซึ่งจะไปรบกวนกับการเจริญเติบโตของตัวหนอน ทำให้รูปร่างผิดปกติไปและลอกคราบยาก ไประงับการเจริญเติบโตของ moth และทำให้เกิดการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยยาก ในตัวแก่ของแมลงไประงับการวางไข่ และพบว่า Azadirachtin ทำให้แมลงเป็นหมัน (Arnason et al., 1989) สารที่สกัดได้จากเนื้อในเมล็ดสะเดาออกฤทธิ์เป็นสารไล่ และยับยั้งการกินอาหารของแมลงของหนอนผีเสื้อยาสูบ หนอนใยผัก และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล สารออกฤทธิ์ในเมล็ดสะเดาไม่ได้ฆ่าแมลงให้ตายในทันที แต่มีผลทำให้แมลงมีการเจริญเติบโตผิดปกติและมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง มีผลในการยับยั้งการกินอาหาร ไล่แมลง (Barnby et al., 1990) สารสกัดสะเดาสามารถใช้ในการควบคุมการระบาดของแมลงหวี่ขาว เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ หนอนชอนใบ (Annonymous, 1999a)

หางไหลหรือโล่ติ๊น

โล่ติ้นจัดว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพชนิดหนึ่งในการนำมาใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีสารโรติ - โนน มีฤทธิ์สามารถกำจัดแมลงและเบื่อปลาได้ แต่ไม่มีอันตรายกับคน วินัยและอารมย์ (2540) ได้รายงานการศึกษาสารสกัดจากหางไหล (โล่ติ๊น) เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยการใช้ตัวทำละลายอะซิโตนหรือแอลกอฮอล์ในการสกัดและมีการนำไปหาองค์ประกอบและทดสอบฤทธิ์ต่อแมลง ซึ่งผลการทดลองพบว่าสารสกัดในระดับ 25 พีพีเอ็ม สามารถฆ่าหนอนตาย 50% ใน 2 วัน และองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ที่พบเป็นสารโรติโนนและอนุพันธ์ จากรายงานของอารมย์ แสงวนิชย์ และคณะ (2537) พบว่า โล่ติ๊นสามารถใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น แมลงวัน ไร และหนอนบางชนิด ในแปลงผักและไม้ดอก และตั๊กแตน เป็นต้น

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผสมของสารธรรมชาติ

อัญชลีและคณะ (2539) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพน้ำมันสะเดาอัดเม็ดในการออกฤทธิ์ป้องกันและกำจัดด้วงงวงข้าวสารพบว่า การใช้น้ำมันสะเดาผสมน้ำมันอบเชย น้ำมันตระไคร้หอม และเมนทอล

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ของน้ำมันสะเดาที่มีต่อด้วงงวงข้าวสาร โดยมีผลทำให้แมลงทำลายพืชอาหารได้น้อยลง

จรรยา (2545) ได้พัฒนาสูตรผสมสารสกัดข่า ว่านน้ำ และทองพันชั่ง เพื่อควบคุมโรคแอนแทรค - โนสของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวพบว่า สารสกัดว่านน้ำและข่ามีฤทธิ์ควบคุมเชื้อราได้ดี

เสริมและคณะ (2547) ศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์หางไหลแล ะยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วฝักยาว พบว่าหางไหลเข้มข้น .005%-.001%สามารถใช้ป้องกันหนอนเจาะฝักถั่วเขียว (2548) วิจัยการใช้หางไหลและน้ำมันปิโตรเลียมในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในพริกพบว่า หางไหลความเข้มข้น 0.019% โรติโนน มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ 50.45% เล็กน้อย

มัณฑนาและคณะ (2548) ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหางไหลในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในกล้วยมีพบว่า การเติมน้ำมันสะเดาลงไปในสารสกัดหยาบหางไหลมีประสิทธิภาพในการควบคุมตัวอ่อนเพลี้ยไฟดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อวิจัยและพัฒนาสารสกัดจากพืช (ว่านน้ำ) ที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อทดแทนหรือลดปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตร

2. เพื่อวิจัยและพัฒนาการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงขึ้นหรือลดต้นทุน และ ได้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่หลากหลายมากชนิด และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ระเบียบการวิจัย

1. วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ (Research on Botanical Pesticide Formulations from Sweet flag (*Acorus calamus* L.))

อุปกรณ์

1. ถังสเตนเลสขนาด 20 ลิตร สำหรับแช่/หมักเหง้าว่านน้ำ
2. เครื่องชั่งหยาบ (2 ตำแหน่ง) และละเอียด (4 ตำแหน่ง)
3. เครื่องบดตัวอย่าง ตู้อบตัวอย่าง เครื่องกวนตัวอย่าง
4. เครื่องระเหยสารแบบลดความดัน (Rotary evaporator)
5. ขวดก้นกลมขนาดต่างๆ กรวยกรอง กรวยแยก บีกเกอร์
6. เอทธานอล 95% และ absolute, เมทธานอล, mineral oil, propylene glycol
7. เครื่องแก้วและสารเคมีอื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง
8. เครื่อง Gas chromatography-Mass spectrometer (GC-MS)
9. ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย
10. กล่องพลาสติกและอุปกรณ์สำหรับเลี้ยงหนอนใยผัก, หนอนใยผัก
11. ว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี มาล้างด้วยน้ำจนสะอาด แยกเหง้าและใบ เป็นตัวอย่างทดสอบสดและแห้ง ส่วนที่ทดสอบแบบใช้ตัวอย่างแห้ง ให้นำเหง้าว่านน้ำมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปอบในตู้อบที่ 50°C จนแห้ง บดด้วยเครื่องบด เก็บตัวอย่างในถุงพลาสติก ปิดไม่ให้อากาศเข้า

กลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี hydrodistillation ด้วยชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย โดยใช้เหง้า/ใบสด 500 กรัม เหง้า/ใบ อบแห้ง 100 กรัม ต่อน้ำ 350 ml กลั่นเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เก็บน้ำมันที่ได้

สกัดตัวอย่างอบแห้งด้วยเอทธานอลและเมทธานอล โดยใช้เหง้าว่านน้ำบดที่เตรียมไว้ 10 กรัมต่อตัวทำละลาย 300 ml แช่ค้างคืน แล้วนำมากวนด้วยเครื่องกวน 1 ชั่วโมง กรอง นำ filtrate ที่ได้ไประเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator จนแห้ง จดน้ำหนักที่ได้

2. เตรียมสารสกัดหยาบเพื่อใช้เตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

สกัดเหง้าว่านน้ำอบแห้งด้วยเอท ธานอล 95% อัตราส่วน 1:3 โดยแช่สารสกัดในถังหมัก 20 ลิตร เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมากวนด้วยเครื่องกวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรอง เก็บ filtrate นำกากหลังกรองมาสกัดซ้ำด้วย เอทธานอล โดยกวน 4 ชั่วโมง กรอง เก็บ filtrate ที่ได้รวมกับครั้งแรก แล้วนำไประเหยเอท ธานอลออกด้วยเครื่องระเหยสารแบบลดความดัน จะได้สารสกัดหยาบของเหง้าว่านน้ำ

3. ตรวจหาปริมาณเบต้าอาซาโรนโดย GC-MS

ดูดน้ำมันว่านน้ำมา 2 ul ละลายใน abs. ethanol 10 ml กรองผ่าน filter Nylon 66 ใส่ขวดฉีดตัวอย่างสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC-MS สารสกัดหยาบจากเมท ธานอลและเอท ธานอล ทำเช่นเดียวกันโดยใช้

สารสกัด 50 mg ละลายใน abs. ethanol 25 ml กรองผ่าน filter Nylon 66 ฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง GC-MS เพื่อแยกและวัดปริมาณสารเบต้า-อาซาโรนโดยใช้ operating condition ดังนี้

Column: RTx-5 W/Integra-Guard capillary column (Restek) 30 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 um

Temperature: Injector 200°C Mass transfer line 280°C

Column oven: Initial 50°C initial time 1 min rate 5°C/min final temp 230°C final time 10 min

Solvent delay	4 min
Energy ion source	70eV, EI mode
Mass range	40-500 amu
Injection volume	1 ul
Carrier gas	Helium 1 ml/min

4. การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเหง้าว่านน้ำกับหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) วัยสองในระดับห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Leaf Disc Feeding Test โดยแต่ละ treatment มี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอน 10 ตัว ตรวจสอบการตายของหนอนใยผักภายใน 72 ชั่วโมง

เตรียมน้ำมันหอมระเหยว่านน้ำที่ความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2.5% ใน ethanol และสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้นเดียวกันใน ethanol เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น

5. การผสมปรุงแต่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

เตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากน้ำมันหอมระเหยว่านน้ำ สารสกัดหยาบ และน้ำมันว่านน้ำผสมสารสกัดหยาบ จำนวน 5 สูตร ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 1 ความเข้มข้น 70% ของน้ำมันว่านน้ำใน mineral oil โดยใช้น้ำมันจากเหง้าว่านน้ำที่กลั่นโดยวิธี hydrodistillation 70 ml ผสม mineral oil 30 ml

2. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 2 ความเข้มข้น 70% ของน้ำมันว่านน้ำใน abs. ethanol โดยใช้น้ำมันจากเหง้าว่านน้ำ 70 ml ผสม abs. ethanol 30 ml

3. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 3 ประกอบด้วยสารสกัดหยาบว่านน้ำ 120 กรัม abs. ethanol 480 ml และ propylene glycol 20 ml

4. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 4 ประกอบด้วยสารสกัดหยาบว่านน้ำ 120 กรัม น้ำมันว่านน้ำ 25 ml propylene glycol 25 ml และ abs. ethanol 150 ml

5. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 5 ประกอบด้วยสารสกัดหยาบ 125 กรัม น้ำมันว่านน้ำ 50 ml abs. ethanol 100 ml

นำแต่ละผลิตภัณฑ์ไปหาปริมาณอาซาโรนด้วยวิธี GC-MS ทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนใยผักวัยสองในระดับห้องปฏิบัติการ และทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 54±2°C เป็นเวลา 14 วัน

6. การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมา 25 ml ใส่ในขวดแก้วสีชาขนาด 50 ml ปิดฝา นำไปใส่ตู้อบควบคุมอุณหภูมิที่ 54±2°C เป็นเวลา 14 วัน แต่ละสูตรทำ 5 ซ้ำ เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นที่

อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบสภาพทางกายภาพทั่วไปของแต่ละสูตรผลิตภัณฑ์ และนำไปตรวจหาปริมาณอาซาโรนด้วย GC-MS

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2555

กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2. วิจัยการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ประกอบด้วย 4 การทดลอง ดังนี้

2.1 ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช

อุปกรณ์

1. สารเคมีเครื่องแก้ว และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1.1) เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น volumetric flask, pipette, flat bottom flask, glass cylinder เป็นต้น

1.2) สารเคมีชนิดต่างๆ เช่น sodium sulfate (anhydrous granular) sodium chloride (AR grade) gxHO9ho

1.3) สารทำละลายชนิดต่างๆ เช่น dichloromethane (AR grade), hexane (AR grade และ PR.grade), acetonitrile (LC grade), methanol (LC grade),

1.4) สารมาตรฐาน ได้แก่ azadirachtin, rotenone, β-asarone

1.5) อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น Homogenizer, เครื่องปั่นย่อยขนาดตัวอย่าง food processor, column พร้อม container และ tube ขนาด 15 มล. สำหรับการ Cleanup เป็นต้น

1.6) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4.5 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง

1.7) เครื่องลดปริมาตร Rotary Evaporator

1.8) เครื่อง HPLC-DAD (High performance liquid chromatography with diode array detector)

1.9) เครื่อง GC-MS (Gas chromatography – mass spectrometry)

2. สิ่งทดลอง

2.1) หนอนใยผัก จากแหล่งจังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดกาญจนบุรี

2.2) ว่านน้ำ จากจังหวัดราชบุรี

2.3) สะเดา จากจังหวัดสุพรรณบุรี

2.4) หางไหล จากจังหวัดชลบุรี

วิธีการ

มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. การเก็บและเตรียมสารสกัดพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล

1.1) การเตรียมน้ำมันว่านน้ำ

นำตัวอย่างเหง้าว่านน้ำ อายุ 7 เดือน จากจังหวัดราชบุรี แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไป

กลั่นสด ส่วนที่สองนำไปตากแห้งโดยการผึ่งลมเพื่อลดความชื้น นำเหง้าสดและเหง้าแห้งไปกลั่นด้วยวิธี hydro distillation วัดความชื้นก่อนกลั่น ชั่งจำนวน 500 กรัม ใส่ลงในขวดกลั่นขนาด 6 ลิตร กลั่นเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำน้ำมันที่กลั่นได้ให้บริสุทธิ์ โดยการละลายด้วย petroleum ether และกรองผ่าน Anhydrous Sodium sulfate ล้างด้วย petroleum ether ให้หมดจด แล้วนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสาร (evaporator) จะได้น้ำมันว่านน้ำ

1.2) การเตรียมสารสกัดหยาบสะเดา

นำตัวอย่างเนื้อในเมล็ดสะเดาแห้งจากจังหวัดสุพรรณบุรี มาบดละเอียด สกัดด้วยเฮกเซนในอัตราส่วน 1:8 โดยการแช่เป็นเวลา 5 ชั่วโมง กวนเป็นระยะๆ ทุก 1 ชั่วโมง กวน 1-2 ครั้ง กรองเก็บส่วนกากและผึ่งให้แห้ง นำมาสกัดด้วยสารละลายเมทธานอล จำนวน 3 ครั้ง รวมสารสกัดที่ได้ไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง evaporator จนแห้ง จะได้สารสกัดหยาบสะเดา

1.3) การเตรียมสารสกัดหยาบหางไหล

นำตัวอย่างรากหางไหลสด (หลังเก็บเกี่ยว เกษตรกรรักษาความชื้นโดยเก็บในที่เย็นและพรมน้ำทุกวัน) จาก อ.เกาะกิ่งจันทร์ จ.ชลบุรี มาสับและบดละเอียด จำนวน 500 กรัม แล้วนำไปตากแห้งและอบที่ 55°C เป็นระยะเวลา 30 นาที เพื่อให้ความชื้นต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10% (พรรณีกา, 2549) จากนั้นนำผงบดแห้งรากหางไหลไปสกัดด้วยเมทธานอล จำนวน 3 ครั้ง รวมสารสกัดที่ได้ไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง evaporator จนแห้ง จะได้สารสกัดหยาบหางไหล

2. วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสารสกัดพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล

2.1) วิเคราะห์ปริมาณ สารเบต้า-อาซาโรน (β-asarone) ในน้ำมันว่านน้ำ โดยการเตรียมตัวอย่างน้ำมันว่านน้ำที่ได้จากข้อ 1.1) จำนวน 0.02 กรัม ใน volumetric flask ขนาด 5 ml ปรับปริมาตรด้วย hexane (PR. Grade) เป็น 5 มล. ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ตรวจวิเคราะห์สารสำคัญเบต้า-อาซาโรน ด้วยเครื่อง GC-MS

2.2) วิเคราะห์ปริมาณ สารอาซาไดแรคติน (Azadirachtin A) ในสารสกัดหยาบสะเดาที่ได้จากข้อ 2.2) น้ำ โดยการเตรียมตัวอย่างสารสกัดหยาบที่ได้จากข้อ 1.2) จำนวน 1 กรัม ใน volumetric flask ขนาด 10 ml ปรับปริมาตรด้วยเมทธานอล (LC grade) เป็น 10 มล. ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ตรวจวิเคราะห์สารอาซาไดแรคติน ด้วยเครื่อง HPLC-DAD ความยาวคลื่น 214 นาโนเมตร

2.3) การวิเคราะห์ปริมาณ สารโรติโนน (Rotenone) ในสารสกัดหยาบหางไหลที่ได้จากข้อ 2.3) น้ำ โดยการเตรียมตัวอย่างสารสกัดหยาบที่ได้จากข้อ 1.2) จำนวน 0.1 กรัมใน ใส่ vial สีชาขนาด 3 ml สกัดด้วย dioxane จำนวน 2 มล. ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสมด้วย 70% methanol/น้ำ ตรวจวิเคราะห์สารโรติโนน ด้วยเครื่อง HPLC-DAD ความยาวคลื่น 290 นาโนเมตร

3. ทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมรวมพืชของพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

- เตรียมสารสกัดหยาบของพืช 3 ชนิด และวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ
- ทำการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบของส่วนผสมรวมพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก เพื่อให้ได้อัตราส่วนของแต่ละคู่ที่ดีที่สุด แล้วนำมาทดสอบเปรียบเทียบคู่ที่ดีที่สุด เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการดังนี้

3.1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพพืชทั้ง 3 ชนิด ที่อัตราส่วน 1:1 ของพืชทั้ง 3 ชนิด

วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี และกลุ่มควบคุม 2 กรรมวิธี ดังนี้ โดยมีอัตราส่วนต่างๆ ของสารสกัดเป็นกรรมวิธี ดังนี้ ว่านน้ำ 100%, หางไหล 100%, สะเดา 100%, ว่านน้ำ : หาง-ไหล (1:1), ว่านน้ำ : สะเดา (1:1), สะเดา : หางไหล (1:1), ว่านน้ำ : สะเดา : หางไหล (1:1:1), เมทธานอล และน้ำเป็นกลุ่มควบคุม

3.2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพ อัตราส่วนต่างๆ ของพืชเป็นคู่ๆ ดังนี้

3.2.1) น้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบหางไหล ที่อัตราส่วน ว่านน้ำ:หางไหล 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100%

3.2.2) น้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบสะเดา ที่อัตราส่วน ว่านน้ำ:สะเดา 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100%

3.2.3) สารสกัดหยาบสะเดาและสารสกัดหยาบหางไหล ที่อัตราส่วน สะเดา:หางไหล 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100%

ทุกการทดลองวางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี และกลุ่มควบคุม 2 กรรมวิธี โดยมีอัตราส่วนต่างๆ ของสารสกัดเป็นกรรมวิธี เมทธานอลและน้ำเป็นกลุ่มควบคุม

3.3) ทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมที่ดีที่สุดในการควบคุมหนอนใยผักที่ได้จากการทดสอบข้อ 3.1) และ 3.2) วางแผนการทดลอง แบบ CRD 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี และกลุ่มควบคุม 2 กรรมวิธี ดังนี้ หางไหล/ว่านน้ำ อัตราส่วน 80/20, หางไหล/ว่านน้ำ อัตราส่วน 60/40 , หางไหล/ว่านน้ำ อัตราส่วน 40/60 , หางไหล/สะเดา อัตราส่วน 80/20, หางไหล/สะเดา อัตราส่วน 20/80, ว่านน้ำ/สะเดา อัตราส่วน 80/20 และหางไหล/ว่านน้ำ/สะเดา อัตราส่วน 1/1/1 โดยมีเมทธานอลและน้ำเป็นกลุ่มควบคุม

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2555

กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2.2 วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

อุปกรณ์

1. สารเคมี เครื่องแก้ว และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1.1) เครื่องแก้ว ได้แก่ volumetric flask, pipette, flat bottom flask, glass cylinder และ beaker เป็นต้น

1.2) สารเคมี ได้แก่ acetonitrile (LC grade), methanol (LC grade), dichromethane (AR grade), hexane (AR grade), Ethano l(AR grade), petroleum ether (AR grade), anhydrous sodium sulfate

1.3) สารมาตรฐาน ได้แก่ azadirachtin, rotenone, β-asarone และ α-asarone

1.4) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Ultrasonic bath, เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 และ 2 ตำแหน่ง, เครื่องลดปริมาตร Rotary Evaporator เป็นต้น

1.5) เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

1.6) เครื่อง gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) เป็นต้น

1.7) เครื่องวัด pH

2. สิ่งทดลอง

2.1) หนอนใยผัก

2.2) พืชว่านน้ำ จากจังหวัดราชบุรี

2.3) พืชสะเดา จากจังหวัดสุพรรณบุรี

2.4) พืชหางไหล จากจังหวัดชลบุรี

วิธีการ

1. การเก็บและการเตรียมสารสกัดของพืช 3 ชนิด สะเดา หางไหล และว่านน้ำ

เก็บตัวอย่างพืชว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี นำส่วนเหง้ามาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (Stream Distillation) ทำให้บริสุทธิ์ เก็บตัวอย่างพืชหางไหลจากจังหวัดชลบุรี โดยใช้ส่วนรากนำมาสับและบดละเอียด นำมาสกัดด้วยสารละลายเมท ธานอล โดยวิธี Solid-Liquid Extraction และเก็บตัวอย่างเมล็ดสะเดาจากจังหวัดสุพรรณบุรี นำมาสกัดด้วยสารละลายเมท ธานอล โดยวิธี Solid-Liquid Extraction (พรรณีกา, 2556)

2. การศึกษาการเตรียมสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสม

จากการการศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช (พรรณีกา, 2556) นำสารสกัดหยาบว่านน้ำ สะเดา และหางไหล มาทำการเตรียมสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชในอัตราส่วน ดังนี้ หางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 และ 80/20 สะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 และสะเดา/หางไหล ที่อัตรา 20/80 ทำการผสมปรุงแต่งสารทำละลาย emulsifier ในสูตรผสม สังเกตการละลายและบันทึกผล นำสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสมมาวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญเบต้าอาซาโรน (β-asarone) ด้วยเครื่อง gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) วิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ อะซาดิแรคติน (azadiratchtin) และโรติโนน (Rotenone) ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

3. การศึกษาความคงสภาพเบื้องต้นของสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสม

ศึกษาความคงสภาพของสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสม ได้แก่ สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 และ 80/20 สูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 และสูตรสะเดา/หางไหล ที่อัตรา 20/80 ทำการทดสอบโดยใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือก่อนอบและหลังอบ จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ และศึกษาประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสมในการควบคุมศัตรูพืชในหนอนใยผักวัยที่ 2 บันทึกผล

4. การศึกษาความคงสภาพและวางแผนการทดลอง

คัดเลือกสูตรของสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสมที่เหมาะสม ได้แก่ สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 สูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 และสูตรสะเดา/หางไหล ที่อัตรา 20/80 นำสูตรมาพัฒนาโดยการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ทำการทดสอบโดยใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ 3 กรรมวิธี และใช้น้ำเป็นตัวควบคุม ดังนี้ สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 แบบอบและไม่อบ มีกรรมวิธี A0, A0.45 และ A1 สูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 แบบอบและไม่อบ ที่กรรมวิธี A0, A0.45 และ A1 และสูตรสะเดา/หางไหล ที่อัตรา 20/80 แบบอบและไม่อบ กรรมวิธี A0, A0.45 และ A1

เวลและสถานที่

ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2557

กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2.3 วิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

อุปกรณ์

1. สารเคมี เครื่องแก้ว และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1.1) เครื่องแก้ว ได้แก่ volumetric flask, pipette, round bottom flask, cylinder, beaker, Vial เป็นต้น

1.2) สารเคมี ได้แก่ acetonitrile, methanol, dichloromethane, hexane, ethanol, petroleum ether, sodium sulfate anhydrous เป็นต้น

1.3) สารมาตรฐาน ได้แก่ azadirachtin, rotenone, β-asarone เป็นต้น

1.4) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ultrasonic bath, manifold vacuum เป็นต้น

1.5) เครื่อง High performance liquid chromatography (HPLC)

1.6) เครื่อง Gas chromatograph-mass spectrometry (GC-MS)

1.7) เครื่องระเหยแบบลดความดัน (rotary evaporator)

1.8) เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง

1.9) เครื่องวัด pH

2. สิ่งทดลอง

2.1) หนอนใยผัก จาก จ.นครราชสีมา และ จ.กาญจนบุรี

2.2) พืชว่านน้ำ จาก จ.ราชบุรี

2.3) พืชสะเดา จาก จ.สุพรรณบุรี

2.4) พืชหางไหล จาก จ.ชลบุรี

วิธีการ

1. เก็บและเตรียมสารสกัดของพืช สะเดา หางไหล และว่านน้ำ จากแหล่งต่างๆ

เก็บตัวอย่างพืชว่านน้ำจาก จ.ราชบุรี นำส่วนเหง้ามาสกัดน้ำมันโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ Hydro stream distillation) ทำให้บริสุทธิ์ โดยการแยกน้ำที่เจือปน จะได้น้ำมันว่านน้ำที่มี β-asarone เป็นสารสำคัญ

เก็บตัวอย่างพืชหางไหลจาก จ.ชลบุรี นำมาสกัดด้วยเมท ธานอล โดยวิธี solid-liquid extraction ระเหยเมทธานอลออกโดยใช้เครื่องระเหยแบบลดความดัน (rotary evaporator) จะได้สารสกัดหยาบหางไหลที่มี rotenone เป็นสารสำคัญ

เก็บตัวอย่างเมล็ดสะเดาจาก จ.สุพรรณบุรี นำมาสกัดด้วยเมทธานอล โดยวิธี solid-liquid extraction ระเหยเมทธานอลออกโดยใช้เครื่องระเหยแบบลดความดัน (rotary evaporator) จะได้สารสกัดหยาบสะเดาที่มี azadirachtin เป็นสารสำคัญ

2. เตรียมหนอนใยผักสำหรับทดสอบประสิทธิภาพ

สำรวจพื้นที่และเก็บหนอนใยผักจากแปลงเกษตรกร จ.นครราชสีมา และ จ.กาญจนบุรี แล้ วนำ มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

3. วิเคราะห์คุณภาพของสารสกัดหยาบ และสูตรผลิตภัณฑ์

นำสารสกัดหยาบสะเดา สารสกัดหยาบหางไหล และน้ำมันว่านน้ำ เตรียมเป็นสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชทั้ง 3 สูตร ได้แก่ สูตรหางไหล /ว่านน้ำ (60/40), สูตรสะเดา/ว่านน้ำ (80/20) และสูตรสะเดา/หางไหล (20/80) ศึกษาคุณภาพเบื้องต้นโดยการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ azadirachtin, rotenone และ β-asarone แล้ววัดค่า pH ของทั้ง 3 สูตรผลิตภัณฑ์

เตรียมสารสกัดหยาบสะเดา หางไหล และน้ำมันว่านน้ำ จากการเก็บตัวอย่างพืชละ 5 รุ่น แล้ววิเคราะห์ปริมาณ azadirachtin ในสารสกัดหยาบสะเดา, rotenone ในสารสกัดหยาบหางไหล และ β-asarone ในน้ำมันว่านน้ำ

เตรียมผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช 3 สูตร สูตรละ 5 รุ่นการผลิต โดยเตรียมจากการสกัดหยาบและน้ำมันว่านน้ำที่เก็บแต่ละรุ่น วัดความหนาแน่น และวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ azadirachtin, rotenone และ β-asarone ในสูตรผลิตภัณฑ์

4. ทดสอบประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์

ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชทั้ง 3 สูตร ต่อหนอนใยผักวัย 2 โดยวิธี leaf dipping method วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยมี 5 ความเข้มข้น คือ 2%, 4%, 6%, 8% และ 10% ของทั้ง 3 สูตรผลิตภัณฑ์เป็นกรรมวิธี เพื่อกำหนดอัตราการทดสอบที่เหมาะสม

ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต่อหนอนใยผักวัย 2 โดยวิธี leaf dipping method วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยมี 3 สูตรผสมรวมพืช สูตรละ 5 รุ่นการผลิตเป็นกรรมวิธี บันทึกข้อมูลการตายของหนอนใยผัก ที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง หลังการทดลอง

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2558

กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2.4 ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดวัดปริมาตร ปิเปต เป็นต้น
3. เครื่อง Gas chromatograph/Mass spectrometry (GC-MS)
4. เครื่อง High Performance Liquid Chromatograph (HPLC)
5. เครื่องระเหยแบบลดความดัน (Rotary evaporator)
6. เครื่องกลั่น Hydro-Distillation
7. อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงปลานิล ได้แก่
   - โหลแก้วกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว สูง 14 นิ้ว ความจุ 12 ลิตร
   - อ่างเลี้ยงปลาขนาดความกว้าง 10 นิ้ว ความยาว 10 นิ้ว และสูง 10 นิ้ว
   - อ่างสำหรับพักปลา ขนาดความกว้าง 34 นิ้ว ความยาว 53 นิ้ว และสูง 16 นิ้ว และขนาดความกว้าง 20 นิ้ว ความยาว 42 นิ้ว และสูง 20 นิ้ว
   - ชุดอุปกรณ์สำหรับให้ออกซิเจนในน้ำขณะทำการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย เครื่องอัดอากาศ ท่อยางและลูกหินอากาศ

- ชุดอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย เครื่องดูดน้ำและสายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว
- สวิงตักปลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3, 5 และ 12 นิ้ว

8. อุปกรณ์สำหรับวัดคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำในอ่างเลี้ยงปลา ได้แก่
   - กระดาษวัด pH, Cl_2, NO_2^-, NO_3^-
   - เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
9. ไม้บรรทัดและเวอร์เนีย สำหรับวัดขนาดตัวปลา
10. สารมาตรฐานอะซาดิแรคติน, สารมาตรฐานเบต้า-อะซาโรน, สารมาตรฐานโรติโนน
11. ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เมทธานอล เอทธานอล เป็นต้น
12. อาหารอัดเม็ดแห้งสำหรับเลี้ยงปลา

วิธีการ

1. เตรียมผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช และวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ ดังนี้

1.1 ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช ว่านน้ำ/สะเดา จากน้ำมันว่านน้ำ และสารสกัดหยาบจากสะเดา และทำการผสมปรุงแต่งสารทำละลาย, emulsifier แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้า-อะซาโรน ด้วย GC-MS และอะซาดิแรคตินด้วย HPLC ในสูตรผสมที่เตรียม

1.2 ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช ว่านน้ำ/หางไหล จากน้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบจากหางไหล ทำการผสมปรุงแต่งสารทำละลาย, emulsifier แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้า-อะซาโรน ด้วย GC-MS และโรติโนนด้วย HPLC ในสูตรผสมที่เตรียม

1.3 ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช หางไหล/สะเดา จากสารสกัดหยาบจากหางไหลและสารสกัดหยาบจากสะเดา ทำการผสมปรุงแต่งสารทำละลาย, emulsifier แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารโรติโนน และอะซาดิแรคตินด้วย HPLC ในสูตรผสมที่เตรียม

2. ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

แผนการทดลองแบบ CRD

2.1 การเตรียมปลาทดลอง

นำลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) อายุประมาณ 3 สัปดาห์ มาอนุบาลในอ่างสำหรับเลี้ยงปลา ขนาดกว้าง 34 นิ้ว ยาว 53 นิ้ว และสูง 16 นิ้ว ให้อาหารอัดเม็ดแห้ง เลี้ยงเพื่อให้ปรับสภาพประมาณ 1 สัปดาห์ จากนั้นทำการคัดเลือกปลานิลที่มีลักษณะสมบูรณ์ แข็งแรง ขนาดใกล้เคียงกัน ลูกปลานิลที่ทำการทดลองมีอายุ 4-6 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของลูกปลานิลที่ใช้ทดสอบ และงดให้อาหารก่อนการทดลอง 24 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ทำการทดลองปราศจากคลอรีน

2.2 ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

ทำการทดสอบหาระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ สูตรผสมรวมพืชที่ทำให้ปลานิลตายครึ่งหนึ่ง (50%) ด้วยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) ในห้องปฏิบัติการ ภายในเวลา 96 ชั่วโมง โดยทำการทดลองในตู้เลี้ยงปลาขนาดเล็กหรือโหลแก้วทรงกลม เติมน้ำสำหรับกลุ่มควบคุม หรือผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชสำหรับกลุ่มทดลองตามความเข้มข้นที่ต้องการ ให้ได้ปริมาตร 10 ลิตร จากนั้นจึงนำลูกปลานิลอายุ 1 เดือน ที่ทำการคัดเลือกไว้มาทำ Range finding test และ Definitive test ดังต่อไปนี้

- การทดลองขั้นต้น (range finding test) เพื่อหาระดับความเข้มข้นช่วงกว้างๆ คือ ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ปลานิลตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ปลานิลมีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ และนำค่าความเข้มข้นที่ได้ไปจัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียดต่อไป

- การทดลองอย่างละเอียด (definitive test) เพื่อหาระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ สูตรผสมรวมพืช ที่ทำให้ปลานิลตายครึ่งหนึ่ง (50 %) โดยการนำผลจากการทดลองขั้นต้นมาจัดระดับความเข้มข้นออกเป็น 6 ระดับ แต่ละระดับทำ 3 ซ้ำ โดยตลอดการทดลองจะให้อากาศเพื่อป้องกันการขาดออกซิเจน สังเกตลักษณะอาการและ นับจำนวนปลาที่ตาย และบันทึกผลการทดลองทุกๆ 24 ชั่วโมง จนครบ 96 ชั่วโมง จึงนำข้อมูลที่ได้มาหาค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมงโดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971) ต่อไป

เวลาและสถานที่

1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558
กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและอภิปราย

1. วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ (Research on Botanical Pesticide Formulations from Sweet flag (*Acorus calamus* L.))

น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านน้ำที่สกัดด้วยวิธี hydrodistillation ที่อายุ 6, 9 และ 12 เดือน พบว่าเหง้าสดมีน้ำมันหอมระเหย 0.35, 0.35 และ 0.61% เหง้าอบแห้ง 1.59, 1.65 และ 1.92% ตามลำดับ ใบสดมีน้ำมันหอมระเหย 0.04, 0.04 และ 0.06% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อสกัดเหง้าอบแห้งด้วยเมท ธานอลได้สารสกัดหยาบ 18.33, 17.18 และ 21.15% ตามลำดับ สกัดด้วยเอทธานอลได้สารสกัดหยาบ 7.88, 7.05 และ 12.62% ตามลำดับ ใบ (12 เดือน) อบแห้งสกัดด้วยเมท ธานอลและเอท ธานอลพบว่าได้สารสกัดหยาบ 16.75 และ 6.03% (ตารางที่ 2) จะเห็นว่าการสกัดด้วยเมท ธานอลให้ปริมาณสารสกัดหยาบสูงกว่าการสกัดด้วยเอท - ธานอล เนื่องจากเมทธานอลมีความเป็นขั้ว (polarity) สูงกว่าเอทธานอล จึงสามารถสกัดเอาสารที่มีความเป็นขั้วออกมาได้ดีกว่า เหง้าว่านน้ำที่มีอายุ 12 เดือน ให้ปริมาณน้ำมันและสารสกัดหยาบสูงกว่าเหง้าอายุ 9 และ 6 เดือน น้ำมันจากเหง้าว่านน้ำมีปริมาณเบต้า -อาซาโรน เฉลี่ย 74.30% และเอลฟา-อาซาโรน 14.75% สารสกัดหยาบจากเหง้าว่านน้ำสกัดด้วยเมท ธานอลและเอท ธานอลมีปริมาณเบต้า-อาซาโรน 8.43% และ 22.86% สารสกัดหยาบจากใบมี 1.52 และ 4.68% ไม่พบเอลฟา-อาซาโรนในสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทธานอลและเมท ธานอล แม้ว่าปริมาณสารสกัดหยาบเหง้าว่านน้ำสกัดด้วยเมท ธานอลสูงกว่า แต่ปริมาณสารสำคัญเบต้า-อาซาโรนน้อยกว่าในสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทธานอล

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำมันจากเหง้าและใบว่านน้ำ อายุ 6, 9 และ 12 เดือน

ส่วนของพืช	ปริมาณน้ำมัน (% V/W)		
	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
เหง้า สด	0.35	0.35	0.61
เหง้า อบแห้ง	1.59	1.65	1.92
ใบ สด	0.04	0.04	0.06

ตารางที่ 2 ปริมาณสารสกัดหยาบจากเหง้าและใบว่านน้ำอายุ 6, 9 และ 12 เดือน สกัดด้วยเอทธานอล และเมทธานอล

ส่วนของพืช/ตัวทำละลาย	ปริมาณสารสกัดหยาบ (% W/W)		
	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
เหง้า / เมทธานอล	18.33	17.18	21.15
เหง้า/ เอทธานอล	7.88	7.05	12.62
ใบ/ เมทธานอล	*	11.33	16.75
ใบ/ เอทธานอล	2.38	9.59	6.03

*ไม่ได้ทำการทดสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเบื้องต้นของน้ำมันว่านน้ำและสารสกัดหยาบจากเอทธานอลที่มีต่อหนอนใยผักวัยสองภายใน 72 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันว่านน้ำ 1.0% และสารสกัดหยาบจากเอทธานอล 2.5% มีประสิทธิภาพทำให้หนอนใยผักวัยสองตาย 100% ใน 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์เบต้า-อาซาโรน และการตายของหนอนใยผักวัยสอง ของน้ำมันและสารสกัดหยาบเหง้าว่านน้ำ

ความเข้มข้น (%)	% การตายของหนอนใยผัก		% เบต้า-อาซาโรน	
	น้ำมันว่านน้ำ	สารสกัดหยาบ	น้ำมันว่านน้ำ	สารสกัดหยาบ
0.25	63.3	30	0.205	0.050
0.50	86.7	60	0.411	0.101
1.0	100*	86.7	0.821	0.201
2.5	100*	100*	2.054	0.504

*ที่ 48 ชั่วโมง

การเตรียมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพบว่า ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรที่ 1 ผสมแล้วมีสีขาวขุ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้จะแยกเป็นสองชั้น เมื่อจะใช้ต้องเขย่าให้เข้ากันก่อน จากการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิ 54$\pm$2°C เป็นเวลา 14 วัน ไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สี และลักษณะที่ปรากฏ ยกเว้นสูตรผลิตภัณฑ์ที่ 5 มีลักษณะข้นเหนียวมีตะกอน การทดสอบประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์พบว่า สูตรผลิตภัณฑ์สูตรที่ 3 และ 4 ที่มี propylene glycol เป็นส่วนประกอบทำให้หนอนใยผักวัยสองตาย 0 และ 45% ใน 72 ชั่วโมง หลังจากอบที่อุณหภูมิ 54$\pm$2°C พบว่าทุกผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพลดลง ยกเว้นผลิตภัณฑ์สูตรที่ 5 (ตารางที่ 3) สูตรที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนสูงและยังคงมีประสิทธิภาพหลังจากอบที่ 54$\pm$2°C เป็นเวลา 14 วัน สูตรที่มี propylene glycol เป็นส่วนประกอบ ลดหรือไม่ทำให้หนอนตายถึงแม้ว่าใน

ผลิตภัณฑ์ยังคงมีปริมาณเบต้า-อาซาโรนอยู่ (ตารางที่ 4) การตรวจสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์ที่ 0 วัน และหลังจากเก็บไว้ 14 วัน ที่ 54$\pm$2°C ตรวจพบเบต้า-อาซาโรนในทุกสูตรลดลง ไม่พบเอฟาอาซาโรนในสูตรที่ 3

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักวัยสอง (*Plutella xylostella*) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ

สูตรผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	% การตายของหนอนใยผักวัยสอง	
	ก่อนการทดสอบความคงตัว	หลังการทดสอบความคงตัว
สูตรที่ 1 (F1)	95	90
สูตรที่ 2 (F2)	72.5	52.5
สูตรที่ 3 (F3)	0	0
สูตรที่ 4 (F4)	45	22.5
สูตรที่ 5 (F5)	95	95

F1 = 70% น้ำมันว่านน้ำใน mineral oil F2 = 70% น้ำมันว่านน้ำใน ethanol

F3 = crude extract + ethanol + propylene glycol

F4 = crude extract + oil + propylene glycol

F5 = crude extract + oil + ethanol

ตารางที่ 5 ปริมาณอาซาโรนในสูตรผลิตภัณฑ์ที่ 0 วันและหลังจากเก็บไว้ 14 วัน ที่ 54$\pm$2°C

สูตรผลิตภัณฑ์	ปริมาณอาซาโรน ที่ 0 วัน (%)		ปริมาณอาซาโรน ที่ 14 วัน	
	เบต้า-อาซาโรน	เอลฟา-อาซาโรน	เบต้า-อาซาโรน	เอลฟา-อาซาโรน
F1	46.18	7.75	36.86	5.50
F2	44.39	8.73	33.24	7.16
F3	4.55	-	3.10	-
F4	19.64	2.34	9.89	1.62
F5	35.42	9.30	33.78	8.22

2. วิจัยการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.1 ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช

1. การเตรียมสารสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล

จากการเก็บและเตรียมสารสกัดพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล และตรวจสารสำคัญในสารสกัด เพื่อนำสารสกัดไปทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมพบว่า เหง้าว่านน้ำที่นำมาสกัดโดยการกลั่น ส่วนสดวั ดความชื้นได้ 57.77% ก่อนกลั่น เหง้าว่านน้ำส่วนที่ทำให้แห้งโดยการผึ่ง และตากแห้งวัดความชื้นได้ 14.21% ก่อนกลั่น (ตารางที่ 6) แสดงค่าปริมาณน้ำมันและสารเบต้า-อาซาโรน ที่กลั่นจากว่านน้ำสดและแห้ง น้ำมันที่กลั่นได้จากว่านน้ำเหง้าแห้งจะมีปริมาณ 1.3% และที่กลั่นจากเหง้าสดได้ปริมาณน้ำมัน 0.39% สำหรับปริมาณสารสำคัญ เบต้า-อาซาโรนในน้ำมันที่กลั่นได้จากเหง้าสดกับแห้งมีปริมาณสารเบต้า-อาซาโรน ระหว่าง 52.55-57.79%

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบ % น้ำมัน จากการกลั่นว่านน้ำสด (ความชื้นเฉลี่ย 57.77%) และว่านน้ำแห้ง (ความชื้นเฉลี่ย 14.21%) โดยวิธี Hydro distillation เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

	น้ำมัน g		% น้ำมันในว่านน้ำ		% β-asarone (เบต้า-อาซาโรน) ในน้ำมัน		% β-asarone (เบต้า-อาซาโรน) ในว่านน้ำ	
	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง
ค่าเฉลี่ย	1.94	6.51	0.39	1.30	52.55	57.79	0.21	0.75
SD	0.24	0.29	0.05	0.06	3.83	8.16	0.02	0.07
CV (%)	12.26	4.42	12.82	4.62	7.29	14.12	9.52	9.33

สกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในพืช เหง้าว่านน้ำจากจังหวัดราชบุรี เมล็ดสะเดาแห้งจากจังหวัดสุพรรณบุรี และรากหางไหลจากจังหวัดชลบุรี (ตารางที่ 7) ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณสารสำคัญในสารสกัดว่านน้ำ สะเดาและหางไหลคือ สารสำคัญเบต้า-อาซาโรน 57.87% ในสารสกัดน้ำมันว่านน้ำ สารอาซาไดแรคติน 1.47% ในสารสกัดสะเดา และสารโรติโนนในสารสกัดหางไหล 10.02%

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารสำคัญในสารสกัดว่านน้ำ สะเดา และหางไหล

	% β-asarone ในน้ำมันว่านน้ำ	% azadirachtin ในสารสกัดหยาบสะเดา	% rotenone ในสารสกัดหยาบหางไหล
ค่าเฉลี่ย	51.87	1.47	10.02
SD	5.39	0.09	0.51
CV (%)	10.39	6.26	5.09

2. ประสิทธิภาพส่วนผสมรวมพืชของพืช 3 ชนิด ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบพืชทั้ง 3 ชนิด ที่อัตราส่วน 1/1/1 ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (ตารางที่ 8) พบว่าการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพพืชทั้ง 3 ชนิด ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล พบว่าอัตราส่วนผสมของพืช 3 ชนิด ว่านน้ำ:สะเดา:หางไหล อัตรา 1:1:1 ทำให้หนอนใยผักวัย 2 ตายสูงสุด คือ 90%

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักวัยที่ 2 ต่อสารผสมพืช 3 ชนิด ที่อัตราส่วนต่างๆ

	ว่านน้ำ หางไหล และสะเดา
อัตราส่วน	**% Mortality**
ว่านน้ำ 100%	17.51 b

หางไหล 100%	65.00 a
สะเดา 100%	25.00 b
ว่านน้ำ : หางไหล (1:1)	80.00 a
ว่านน้ำ : สะเดา (1:1)	65.00 a
สะเดา : หางไหล (1:1)	85.00 a
ว่านน้ำ : สะเดา: หางไหล (1:1:1)	90.00 a
เมทธานอล	15.00 b
น้ำ	10.00 b

CV =37.1%

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของพืชแต่ละคู่ คือ ว่านน้ำ/หางไหล, ว่านน้ำ/สะเดา และ สะเดา/หางไหล ในอัตราส่วนต่างๆ (ตารางที่ 9) พบว่า ว่านน้ำ/หางไหล อัตรา 20/80, ว่านน้ำ/สะเดา อัตรา 80/20 และ สะเดา/หางไหล อัตรา 20/80 ทำให้หนอนใยผักตายสูงสุด 95%, 35% และ 87.50% ตามลำดับ

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักวัยที่ 2 ต่อพืชผสมแต่ละคู่ที่อัตราต่างๆ

ว่านน้ำ : หางไหล		**ว่านน้ำ : สะเดา**		**สะเดา : หางไหล**	
อัตราส่วน	**% Mortality**	**อัตราส่วน**	**% Mortality**	**อัตราส่วน**	**% Mortality**
0:100	97.50 a	0:100	10.00 ab	0:100	95.00 a
20:80	95.00 ab	20:80	12.50 ab	20:80	87.50 ab
40:60	82.50 abc	40:60	15.01 ab	40:60	62.50 ab
60:40	77.50 bc	60:40	25.00 ab	60:40	60.00 b
80:20	75.00 c	80:20	35.00 a	80:20	65.00 ab
100:0	52.50 d	100:0	30.00 a	100:0	57.50 b
เมทธานอล	0.00 e	เมทธานอล	0.00 b	เมทธานอล	12.50 c
น้ำ	2.51 e	น้ำ	0.00 b	น้ำ	5.01 c
CV (%)	19.1	**% CV**	97.2	**% CV**	38.5

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.3 ทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมที่ดีที่สุดจากผลข้อที่ 1, 2 ได้ส่วนผสมชนิดพืชที่มี

ประสิทธิภาพนำมาเปรียบเทียบกันจำนวน 7 ส่วนผสมในการควบคุมหนอนใยวัยที่ 2 และวัยที่ 3

2.3.1) ผลวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสารที่สกัดได้จากทั้งพืช 3 ชนิด ที่นำไปทดสอบประสิทธิภาพพบว่า สารสกัดหยาบหางไหลมีปริมาณโรติโนน 17.79% (วิธี HPLC) สารสกัดหยาบสะเดามีปริมาณอาซาไดแรคติน 1.26% (วิธี HPLC) น้ำมันว่านน้ำมีปริมาณ เบต้า-อาซาโรน 63.84% (วิธี GC-MS))

2.3.2) ผลทดสอบประสิทธิภาพส่วนผสมที่ดีที่สุด (ตารางที่ 10) พบว่า

- ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ทั้ง 3 อัตรา คือ 80/20, 60/40 และ 40/60 ทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตายสูงสุด 82.5-92.5% ไม่แตกต่างกัน สำหรับการทดสอบกับหนอนวัยที่ 3 พบว่า หางไหล/ว่านน้ำ 2 อัตรา คือ 80/20 และ 60/40 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตายสูงสุด 72.5-82.5% ไม่ต่างกัน

- ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดา ที่อัตรา 80/20 พบว่าทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตาย 90.0% ไม่ต่างกันกับส่วนผสมพืช หางไหล/ว่านน้ำ ทั้ง 3 อัตรา คือ 80/20, 60/40 และ 40/60 สำหรับการทดสอบกับหนอนวัยที่ 3 พบว่า หางไหล/สะเดา ที่อัตรา 80/20 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตาย 67.5% ไม่ต่างกันกับหางไหล/ว่านน้ำ 2 อัตรา คือ 80/20 และ 60/40 ทำให้หนอนวัยที่ 3 ตาย 72.5-82.5%

- ส่วนผสมว่านน้ำ/สะเดา ที่อัตรา 80/20 ทำให้หนอนวัยที่ 2 ตาย 62.5% และวัยที่ 3 ตาย 45.0% มีประสิทธิภาพรองจากหางไหล/ว่านน้ำ และ หางไหล/สะเดา

- ส่วนผสม 3 พืช ว่านน้ำ:สะเดา:หางไหล อัตรา 1:1:1 พบว่ามีผลทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ตายต่ำสุดคือ 47.5 และ 42.5% ตามลำดับ

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ต่อสารผสมระหว่างพืช 3 ชนิดที่อัตราส่วนต่างๆ

กรรมวิธี		**ค่าเฉลี่ย % การตายของหนอนใยผัก**	
ชนิดพืช	**อัตราส่วน**	**วัยที่ 2**	**วัยที่ 3**
หางไหล/ว่านน้ำ	80/20	82.50 ab	72.50ab
หางไหล/ว่านน้ำ	60/40	90.00 ab	82.50a
หางไหล/ว่านน้ำ	40/60	92.50 a	52.50bc
หางไหล/สะเดา	80/20	90.00 ab	67.50abc
หางไหล/สะเดา	20/80	72.50 bc	42.50c
ว่านน้ำ/สะเดา	80/20	62.50 bc	45.00bc
หางไหล/ว่านน้ำ/สะเดา	1/1/1	47.50 d	42.50c
เมทธานอล	-	5.00 e	10.00d
น้ำ	-	12.50 e	0d
CV (%)		19.1	6.18

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้สรุปได้ว่า ส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตายสูงสุด 92.5% วัยที่ 3 ตาย 82.5% สำหรับส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดา ทำให้หนอนใยผักวัยที่ 2 ตายสูงสุด 90.0% วัยที่ 3 ตาย 67.5%

2.2 วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

1. การศึกษาการเตรียมสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสม

ผลการศึกษาการเตรียมสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสมได้สูตรผสม ดังนี้ สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 และ 80/20 สะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 และสะเดา/หางไหล ที่อัตรา ส่วน 20/80 พิจารณาจากตารางที่ 11 สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 มีความเป็นเนื้อเดียวของสูตรปานกลาง การกระจายตัวในน้ำปานกลาง การละลายในน้ำพอใช้ สูตร หางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 มีความเป็นเนื้อเดียวของสูตร การกระจายตัวในน้ำ การละลายในน้ำปานกลาง สูตร สะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 ความเป็นเนื้อเดียวของสูตรปานกลาง การกระจายตัวในน้ำ และการละลายในน้ำได้ดี และสูตร สะเดา/หางไหล ที่อัตราส่วน 20/80 ความเป็นเนื้อเดียวของสูตร พอใช้ การกระจายตัวในน้ำ ปานกลาง การละลายในน้ำปานกลาง

ตารางที่ 11 แสดงผลการสังเกตลักษณะความเป็นเนื้อเดียวกัน การกระจายตัวในน้ำ การละลายในน้ำ ของสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืช

		ลักษณะที่สังเกต		
สูตร	**อัตราส่วน**	**ความเป็นเนื้อเดียวของสูตร**	**การกระจายตัวในน้ำ**	**การละลายในน้ำ**
HV I	หางไหล/ว่านน้ำ : (60/40)	++	+	+
HV II	หางไหล/ว่านน้ำ : (60/40)	++	++	+
HV III	หางไหล/ว่านน้ำ : (80/20)	++	++	++
HV IV	หางไหล/ว่านน้ำ : (80/20)	++	+++	++
NV III	สะเดา/ว่านน้ำ : (80/20)	++	+++	+++
NV IV	สะเดา/ว่านน้ำ : (80/20)	+	+++	+++
NH I	สะเดา/หางไหล : (20/80)	+	++	++

(+) คือ พอใช้, (++) คือ ปานกลาง, (+++) คือ ดี

2. การศึกษาความคงสภาพเบื้องต้นของสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสม

จากตารางที่ 13 ในการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นต่อหนอนใยผักในวัยที่ 2 พบว่าทุกสูตรมีผลทำให้หนอนใยผักตายสูง ก่อนอบ 76.7-100.0% และหลังใช้ความร้อนเป็นตัวเร่ง 86.7-100.0 % หากพิจารณารวมกับข้อมูลปริมาณสารสำคัญจากตารางที่ 12 ดังนี้ สูตร HV I กับ HV II ในอัตราส่วนหางไหล/ว่านน้ำ 60:40 สูตร HV I มีปริมาณสารสำคัญ β-asarone และ rotenone ก่อนอบ 5.37, 1.58 %w/w หลังอบ 3.65, 0.18 %w/w ตามลำดับ สูตร HV II มีปริมาณสารสำคัญ β-asarone และ rotenone ก่อนอบ 5.60, 1.66 %w/w หลังอบ 3.96, 1.33 %w/w ตามลำดับ เห็นได้ว่าสูตร HV I และ HV II ในอัตราส่วนเดียวกัน สูตร HV II มีปริมาณสารสำคัญทั้งก่อนและหลังอบสูงกว่า HV III ส่วนสูตร HV III กับ HV IV ในอัตราส่วนหางไหล/

ว่านน้ำ 80:20 สูตร HV III มีปริมาณสารสำคัญ β-asarone และ rotenone ก่อนอบ 2.78, 2.30 %w/w หลังอบ 1.80, 1.94 %w/w ตามลำดับ สูตร HV IV มีปริมาณสารสำคัญ β-asarone และ rotenone ก่อนอบ 2.53, 1.94 %w/w หลังอบ 1.69, 1.37 %w/w ตามลำดับ เห็นได้ว่าสูตร HV III และ HV IV ในอัตราส่วนเดียวกัน สูตร HV III มีปริมาณสาระสำคัญทั้งก่อนและหลังอบสูงกว่า HV IV ส่วนสูตร NV III กับ NV IV ในอัตราส่วน สะเดา/ว่านน้ำ 80:20 สูตร NV III มีปริมาณสารสำคัญ β-asarone และ azadirachtin ก่อนอบ 1.82, 0.22 %w/w หลังอบ 0.83, 0.006 %w/w ตามลำดับ NV IV มีปริมาณสารสำคัญ β-asarone และ azadirachtin ก่อนอบ 1.96, 0.17 %w/w หลังอบ 0.72, 0.007 %w/w ตามลำดับ เห็นได้ว่าสูตร NV III และ NV IV ในอัตราส่วนเดียวกัน หากพิจารณาแล้ว สูตร NV III มีปริมาณสารสำคัญลดลงน้อยเมื่อเทียบกับก่อนอบและหลังอบดีกว่า NV IV และสูตร NH I ในอัตราส่วนสะเดา/หางไหล 20:80 มีปริมาณสารสำคัญ rotenone และ azadirachtin ก่อนอบ 2.04, 0.034 %w/w หลังอบ 0.42, 0.004 %w/w ตามลำดับ แต่ยังคงมีประสิทธิภาพต่อการตายของหนอนใยผักวัย 2

ตารางที่ 12 แสดงผลทดสอบการคงสภาพเบื้องต้นของปริมาณสารสำคัญแต่ละสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชก่อนและหลังอบ

อัตราส่วน	สูตร	ปริมาณสารสำคัญ (%w/w)					
		β-asarone		rotenone		azadirachtin	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
หางไหล/ว่านน้ำ : (60/40)	HV I	5.37	3.65	1.58	0.18	-	-
หางไหล/ว่านน้ำ : (60/40)	HV II	5.60	3.96	1.66	1.33	-	-
หางไหล/ว่านน้ำ : (80/20)	HV III	2.78	1.80	2.30	1.94	-	-
หางไหล/ว่านน้ำ : (80/20)	HV IV	2.53	1.69	1.94	1.37	-	-
สะเดา/ว่านน้ำ : (80/20)	NV III	1.82	0.83	-	-	0.22	0.006
สะเดา/ว่านน้ำ : (80/20)	NV IV	1.96	0.72	-	-	0.17	0.007
สะเดา/หางไหล : (20/80)	NH I	-	-	2.04	0.42	0.034	0.004

ตารางที่ 13 แสดงผลการตายของหนอนใยผักวัยที่ 2 ของสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืช

กรรมวิธี	อัตราส่วนสูตร	อัตราการผสมน้ำใช้ทดสอบ	ร้อยละการตายของหนอนใยผัก	
			ก่อนอบ	หลังอบ
Tr1	HV I : หางไหล/ว่านน้ำ : (60/40)	1:20	76.7a	100.0a
Tr2	HV II : หางไหล/ว่านน้ำ : (60/40)	1:20	86.7a	86.7a

Tr3	HV III : หางไหล/ว่านน้ำ : (80/20)	1:20	100.0a	96.7a
Tr4	HV IV : หางไหล/ว่านน้ำ : (80/20)	1:20	96.7a	100.0a
Tr5	NV III : สะเดา/ว่านน้ำ : (80/20)	1:20	90.0a	86.7a
Tr6	NV IV : สะเดา/ว่านน้ำ : (80/20)	1:20	83.3a	86.7a
Tr7	NH I : สะเดา/หางไหล : (20/80)	1:20	83.3a	100.0a
Tr8	น้ำ	1:20	3.3b	6.7b

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3. การศึกษาความคงสภาพและวางแผนการทดลองสูตรผลิตภัณฑ์พืชผสม

จากการทดลองสอบความคงสภาพเบื้องต้น คัดเลือกเลือกสูตรที่เหมาะสมได้ 3 สูตร คือ สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 สูตร สะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 และ สูตร สะเดา/หางไหล ที่อัตราส่วน 20/80 นำแต่ละ สูตรมาพัฒนาโดยทำการทดสอบโดยใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ 3 กรรมวิธี โดยสูตร A0, A0.45 และ A1 เป็นกรรมวิธี

สูตรหางไหล/ว่านน้ำ จากตารางที่ 14 ที่อัตราส่วน 60/40 โดยกรรมวิธี A0, A0.45 และ A1 ก่อนทำการอบวัดค่า pH ได้ 7.67, 5.91, 4.02 ตามลำดับ หลังจากอบวัดค่า pH ได้ 5.92, 4.74, 3.64 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่า pH หลังอบที่กรรมวิธีต่างๆ มีค่า pH ลดลงหรือมีความเป็นกรดมากขึ้นนั่นเอง ในด้านปริมาณสารสำคัญ Rotenone ก่อนอบมีปริมาณสารแตกต่างกันแต่ละกรรมวิธี และมีปริมาณสารลดลงหลังจากอบโดยก่อนอบกรรมวิธี A1 ให้ค่าสูงสุด 2.8356 %w/w ส่วนหลังอบไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี ซึ่งกรรมวิธี A0 ให้ค่าสูงสุด 0.2604 %w/w ส่วนปริมาณสารสำคัญ β-asarone แต่ละระดับการเติมกรดทั้งก่อนและหลังอบมีปริมาณสารใกล้เคียงกัน โดยกรรมวิธี A0 ให้ปริมาณสารสูงสุดทั้งก่อนและหลังอบคือ 6.6808 และ 7.1118 %w/w ตามลำดับ และส่วนปริมาณสารสำคัญ α-asarone แต่ละกรรมวิธีทั้งก่อนและหลังอบมีปริมาณสารใกล้เคียงกัน ที่กรรมวิธี A0.45 ให้ปริมาณสารสูงสุดทั้งก่อนและหลังอบคือ 2.1468 และ 2.5726 %w/w ตามลำดับ

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในสูตรผสมรวมพืชระหว่าง หางไหล:ว่านน้ำ ก่อนและหลังอบ เพื่อทดสอบการคงสภาพของผลิตภัณฑ์สูตร

สูตร(HV) หางไหล/ว่านน้ำ : (60/40)	**pH ที่วัดได้**		**ปริมาณสารสำคัญ (%w/w)**					
			rotenone		**asarone**			
					β- asarone		**α-asarone**	
กรรมวิธี	**ก่อนอบ**	**หลังอบ**	**ก่อนอบ**	**หลังอบ**	**ก่อนอบ**	**หลังอบ**	**ก่อนอบ**	**หลังอบ**
A0	7.67	5.92	2.5282c	0.2604a	6.6808a	7.1118a	2.1314a	2.4570a
A0.45	5.91	4.74	2.6098b	0.0688a	6.5304a	6.8346a	2.1468a	2.5726a
A1	4.02	3.64	2.8356a	0.2216a	6.1264a	5.8194a	2.0660a	2.1626a

CV (%)		1.7	197.9	7.4	15.6	8.8	12.3

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

สูตรสะเดา/ว่านน้ำ จากตารางที่ 15 อัตราส่วน 80/20 โดยกรรมวิธี A0, A0.45 และ A1 ก่อนทำการอบวัดค่า pH ได้ 6.33, 5.80, 5.24 ตามลำดับ หลังจากอบวัดค่า pH ได้ 6.06, 5.57, 5.01 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่า pH หลังอบที่กรรมวิธีต่างๆ มีค่า pH ลดลงเล็กน้อย ในด้านปริมาณสารสำคัญ Azadirachtin ก่อนอบมีปริมาณสารแตกต่างกันแต่ละกรรมวิธี โดยก่อนอบกรรมวิธี A0.45 ให้ค่าสูงสุด 0.0792 %w/w และหลังจากอบตรวจไม่พบสาร Azadirachtin ส่วนปริมาณสารสำคัญ β-asarone ก่อนอบมีปริมาณสารแตกต่างกันแต่ละกรรมวิธี และมีปริมาณสารลดลงหลังจากอบ โดยก่อนอบกรรมวิธี A1 ให้ค่าสูงสุด 1.6342 %w/w หลังจากอบปริมาณสารที่กรรมวิธี A0 ให้ค่าสูงสุด 0.4786 %w/w และส่วนปริมาณสารสำคัญ α-asarone แต่ละระดับการเติมกรดทั้งก่อนและหลังอบมีปริมาณสารไม่แตกต่าง เห็นได้หลังอบมีปริมาณสารเพิ่มขึ้นจากก่อนอบ

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในสูตรผสมรวมพืชระหว่าง สะเดา : ว่านน้ำ ก่อนและหลังอบ เพื่อทดสอบการคงสภาพของผลิตภัณฑ์สูตร

สูตร(NV) สะเดา/ว่านน้ำ : (80/20)	**pH ที่วัดได้**		**ปริมาณสารสำคัญ (%w/w)**					
			azadirachtin		**asarone**			
					β- asarone		**α-asarone**	
กรรมวิธี	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
A0	6.33	6.06	0.0772b	ND	1.4112b	0.4786 a	2.2378a	3.6244a
A0.45	5.80	5.57	0.0792a	ND	1.5074ab	0.3390 a	2.2144a	3.8012a
A1	5.24	5.01	0.0782ab	ND	1.6342a	0.2168 a	2.1742a	3.7538a
CV (%)			1.4		7.1	64.9	11.0	11.3

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ND คือตรวจไม่พบ

สูตรสะเดา/หางไหล จากตารางที่ 16 อัตราส่วน 20/80 โดยกรรมวิธี A0, A0.45 และ A1 ก่อนทำการอบวัดค่า pH ได้ 6.31, 5.51, 4.51 ตามลำดับ หลังจากอบวัดค่า pH ได้ 6.07, 5.13, 3.95 ตามลำดับ หลังจากอบค่ามี pH หลังอบที่กรรมวิธีต่างๆ ลดลงเล็กน้อย ในด้านปริมาณสารสำคัญ Rotenone ก่อนอบและหลังอบมีปริมาณสารไม่แตกต่างกันที่แต่ละกรรมวิธี โดยก่อนอบกรรมวิธี A1 ให้ปริมาณสูงสุด 2.7156 %w/w หลังอบมีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี ซึ่งกรรมวิธี A0 ให้ค่าสูงสุด 1.7084 %w/w ส่วนปริมาณสารสำคัญ

Azadirachtin ก่อนอบมีปริมาณสารแตกต่างกันแต่ละกรรมวิธี โดยก่อนอบกรรมวิธี A0 ให้ค่าสูงสุด 0.00518 %w/w และหลังจากอบตรวจไม่พบสาร Azadirachtin

ตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสูตรผสมรวมพืชระหว่าง สะเดา:หางไหล ก่อนและหลังอบเพื่อทดสอบการคงสภาพของผลิตภัณฑ์สูตร

สูตร(NH) สะเดา/หางไหล : (20/80)	pH ที่วัดได้		ปริมาณสารสำคัญ (%w/w)			
			rotenone		azadirachtin	
กรรมวิธี	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
A0	6.31	6.07	2.5682a	1.7084a	0.00518a	ND
A0.45	5.51	5.13	2.5612a	1.3246b	0.00498a	ND
A1	4.15	3.95	2.7156a	1.2662b	0.00422b	ND
CV (%)			1.4	10.1	4.8	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ND คือตรวจไม่พบ

จากตารางที่ 17 ในการทดสอบความคงสภาพของสูตรผลิตภัณฑ์ผสม รวมพืชหลังอบ 54 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน กับหนอนใยผักวัย 2 ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวควบคุม สูตรผสมรวมพืชระหว่างหางไหล/ว่านน้ำ อัตราส่วน 60/40 มีสูตร HV II-a0, HV II-A0.45 และ HV II-A1 มีอัตราการตายของหนอนร้อยละ 76.7 , 83.3, 96.7% ตามลำดับ เห็นได้ว่า HV II-A1 มีผลการตายของหนอนวัย 2 สูงที่สุด สูตรผสมรวมพืชระหว่างสะเดา/ว่านน้ำ อัตราส่วน 80/20 ที่มีสูตร NV III-a0,NV III-A0.45 และ NV III-A1 มีอัตราการตายของหนอน 46.7, 60.0, 73.3% ตามลำดับ เห็นได้ว่า NV III-A1 มีผลการตายของหนอนวัย 2 สูงที่สุด และสูตรผสมรวมพืชระหว่างสะเดา/หางไหล อัตราส่วน 20/80 ที่ที่มีสูตร NH I-a0,NH I-A0.45 และ NH I-A1 มีอัตราการตายของหนอน 96.7, 96.7, 66.7% ตามลำดับ เห็นได้ว่าอัตราการตายของหนอนวัย 2 ของ NH I-A1 น้อยสุด

ตารางที่ 17 แสดงผลการตายของหนอนใยผักวัยที่ 2 หลังการทดสอบความคงสภาพของสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชที่อุณหภูมิ 54°C, 14 วัน

กรรมวิธี	สูตร	อัตราการผสมน้ำใช้ทดสอบ	ร้อยละการตายของหนอนใยผัก (หลังอบ)
Tr1	HV II-a0	1:20	76.7ab
Tr2	HV II-a0.45	1:20	83.3ab
Tr3	HV II-a1	1:20	96.7a
Tr4	NV III-a0	1:20	46.7c
Tr5	NV III-a0.45	1:20	60.0bc
Tr6	NV III-a1	1:20	73.3ab

Tr7	NH I-a0	1:20	96.7a
Tr8	NH I-a0.45	1:20	96.7a
Tr9	NH I-a1	1:20	66.7bc
Tr10	น้ำ	1:20	0.0d

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.3 วิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของสารสกัดหยาบ และสูตรผลิตภัณฑ์

จากการเตรียมสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืช 3 สูตร ได้แก่ หางไหล/ว่านน้ำ (60/40) สะเดา/ว่านน้ำ (80/20) สะเดา/หางไหล (20/80) สามารถวัดค่า pH ได้ 7.67, 6.33 และ 6.31 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สารสำคัญในสูตร หางไหล/ว่านน้ำ (60/40) พบปริมาณ rotenone 0.256% และ β-asarone 7.039% สูตรสะเดา/ว่านน้ำ (80/20) พบปริมาณ azadirachtin 0.079% และ β-asarone 1.403% และสูตรสะเดา/หางไหล (20/80) พบปริมาณ azadirachtin 0.079% และ rotenone 0.251% (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ค่า pH และผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์สูตรต่างๆ

สูตร		**pH**	**azadirachtin (%)**	**rotenone (%)**	**β-asarone (%)**
หางไหล/ว่านน้ำ	(60/40)	7.67	-	0.256	7.039
สะเดา/ว่านน้ำ	(80/20)	6.33	0.079	-	1.403
สะเดา/หางไหล	(20/80)	6.31	0.079	0.251	-

จากการเก็บและเตรียมสารสกัดหยาบสะเดาสารสกัดหยาบหางไหล และน้ำมันว่านน้ำจากแหล่งต่างๆ ของพืชทั้ง 5 รุ่น วิเคราะห์ปริมาณสารสกัดหยาบสะเดาพบ azadirachtin 1.434-1.580%, สารสกัดหยาบหางไหล พบ rotenone 9.876-14.670% และน้ำมันว่านน้ำพบ β-asarone 37.275-57.161% (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 ผลวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสะเดา หางไหล และว่านน้ำ จากการเก็บตัวอย่าง 5 รุ่น

น้ำมันว่านน้ำ			**สารสกัดหยาบสะเดา**		**สารสกัดหยาบหางไหล**	
	β-asarone(%)	**α-asarone(%)**		**azadirachtin(%)**		**rotenone(%)**
รุ่น 1	42.016	21.927	รุ่น 1	1.531	รุ่น 1	9.876
รุ่น 2	37.275	33.416	รุ่น 2	1.557	รุ่น 2	13.189

รุ่น 3	54.167	12.602	รุ่น 3	1.434	รุ่น 3	14.670
รุ่น 4	57.161	8.798	รุ่น4	1.580	รุ่น 4	13.128
รุ่น 5	55.914	9.447	รุ่น 5	1.428	รุ่น 5	14.281
CV (%)	18.33	60.64	CV (%)	4.69	CV (%)	14.48

จากการเตรียมผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช 3 สูตร สูตรละ 5 รุ่นการผลิต วัดความหนาแน่นได้ในช่วง 0.91090-0.96040 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในแต่ละสูตรพบว่า สูตรหางไหล/ว่านน้ำ (60/40) พบ rotenone 0.578-0.834% และ β-asarone 4.825-7.362% สูตรสะเดา/ว่านน้ำ (80/20) พบ azadirachtin 0.092-0.110% และ β-asarone 1.433-3.031% และสูตรสะเดา/หางไหล (20/80) พบ azadirachtin 0.021-0.030% และ rotenone 0.396-0.506% (ตารางที่ 20-22)

ตารางที่ 20 ข้อมูลคุณภาพและประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์หางไหล/ว่านน้ำ (60/40)

รุ่นการผลิตที่	**ความหนาแน่น (mg/ml)**	**ปริมาณสารสำคัญ**		**เปอร์เซ็นการตายของหนอนใยผัก**	
		rotenone	**β-asarone**	**72 ชม.**	**96 ชม.**
1	0.93210	0.578	5.396	96.7	100.0
2	0.93456	0.750	4.825	100.0	100.0
3	0.93389	0.554	6.741	100.0	100.0
4	0.93388	0.671	7.362	100.0	100.0
5	0.93139	0.834	6.964	100.0	100.0
กรรมวิธีควบคุม	-	-	-	0.0	3.3
CV (%)	0.14	17.30	17.41	1.49	0.00

ตารางที่ 21 ข้อมูลคุณภาพและประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/ว่านน้ำ (80/20)

รุ่นการผลิตที่	**ความหนาแน่น (mg/ml)**	**ปริมาณสารสำคัญ**		**เปอร์เซ็นการตายของหนอนใย**	
		azadirachtin	**β-asarone**	**72 ชม.**	**96 ชม.**
1	0.91090	0.092	1.495	53.3	63.3
2	0.91552	0.103	1.433	46.7	60.0
3	0.91409	0.113	2.122	60.0	66.7
4	0.93107	0.106	2.930	43.3	50.0
5	0.94071	0.110	3.031	50.0	60.0
กรรมวิธีควบคุม	-	-	-	0.0	0.0
CV (%)	1.39	7.73	34.54	12.66	10.40

ตารางที่ 22 ข้อมูลคุณภาพและประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/หางไหล (20/80)

รุ่นการผลิตที่	ความหนาแน่น (mg/ml)	ปริมาณสารสำคัญ		เปอร์เซ็นการตายของหนอนใยผัก	
		azadirachtin	rotenone	72 ชม.	96 ชม.
1	0.94928	0.024	0.396	96.7	96.7
2	0.94843	0.021	0.484	100.0	100.0
3	0.94707	0.026	0.422	96.7	100.0
4	0.96040	0.029	0.477	100.0	100.0
5	0.95887	0.030	0.506	100.0	100.0
กรรมวิธีควบคุม	-	-	-	3.3	6.7
CV (%)	0.66	14.13	10.07	1.83	1.49

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์

จากการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชทั้ง 3 สูตร ต่อหนอนใยผักวัย 2 พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 6%-10% v/v มีแนวโน้มการตายใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 10%v/v ทำให้หนอนใยผักตายสูงสุด จึงกำหนดเป็นความเข้มข้นในการทดสอบหนอนใยผัก

การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต่อหนอนใยผักวัย 2 โดยวิธี leaf dipping method วางแผนการทดลองแบบ CRD ที่ระดับความเข้มข้น 10%v/v จำนวน 3 ซ้ำ โดยมี 3 สูตรผสมรวมพืช สูตรละ 5 รุ่นการผลิต เป็นกรรมวิธีผลการทดสอบทั้ง 3 สูตรผลิตภัณฑ์ พบว่า แต่ละรุ่นการผลิตให้ผลทำให้หนอนใยผักวัย 2 ตายไม่แตกต่างกัน โดยสูตรผลิตภัณฑ์หางไหล/ว่านน้ำ (60/40), สูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/หางไหล (20/80) และสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/ว่านน้ำ (80/20) โดยทำให้หนอนใยผักวัย 2 ตายเฉลี่ย 100.0% , 99.34% และ 60.1% ตามลำดับ (ตารางที่ 20-22)

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า สูตรผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักทั้ง 2 สูตร มีส่วนผสมของสารสกัดหางไหลซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยพรรณีกา (2556) ทดสอบส่วนผสมพืชพบว่า ส่วนผสมสารสกัดหางไหล/ว่านน้ำ (60/40) และสะเดา/หางไหล (20/80) มีแนวโน้มในการควบคุมหนอนใยผักได้ดี และงานวิจัยพรรณีกา (2557) วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืช พบว่าสูตรผลิตภัณฑ์หางไหล/ว่านน้ำ (60/40) และสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/หางไหล (20/80) ให้เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักวัย 2 สูงกว่าสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/ว่านน้ำ (80/20)

2.4 ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

1. เตรียมผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช และวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ

ได้ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช 3 สูตร ดังนี้ สูตรสะเดา/ว่านน้ำ 80/20 (NV), สูตรหางไหล/ว่านน้ำ 60/40 (HV) และสูตรสะเดา/หางไหล 20/80 (NH) ได้ข้อมูลปริมาณสารสำคัญในแต่ละสูตรผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 23) ดังนี้

ตารางที่ 23 สูตรผลิตภัณฑ์ และปริมาณสารสำคัญ

สูตรผลิตภัณฑ์	**ปริมาณสารสำคัญ**		
	β-asarone (%)	**Azadirachtin**	**Rotenone(%)**

		(%)	
สะเดา/ว่านน้ำ 80/20 (NV)	2.28	0.10	-
หางไหล/ว่านน้ำ 60/40 (HV)	4.26	-	0.64
สะเดา/หางไหล 20/80 (NH)	-	0.078	0.20

2. ทดสอบความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

2.1 ลูกปลานิลที่ใช้ทดสอบจากบ่อปลา อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา อายุ 4 สัปดาห์ มีขนาดเฉลี่ย 3.86 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 0.72 กรัม

2.2 ความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

จากการศึกษาความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีชีว-วิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) ในห้องปฏิบัติการ ภายในเวลา 96 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองขั้นต้น (range finding test) ในแต่ละสูตรผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช สะเดา/ว่านน้ำ 80/20 (NV) 517-1,143 มิลลิกรัมต่อลิตร, ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชหางไหล /ว่านน้ำ 60 /40 (HV) 0.1871-1.1226 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชสะเดา /หางไหล 20 /80 (NH) 0.4605-2.7632 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำมาจัดระดับความเข้มข้นเพื่อใช้ในการทดลองขั้นละเอียดของแต่ละสูตรผลิตภัณฑ์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ 96 ชั่วโมง โดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971) ในแต่ละสูตรผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชสะเดา /ว่านน้ำ 80 /20 (NV) มีค่า LC_{50} เป็น 983 มิลลิกรัมต่อลิตร , สูตรผสมรวมพืช หางไหล /ว่านน้ำ 60/40 (HV) มีค่า LC_{50} เป็น 0.5815 มิลลิกรัมต่อลิตร , ผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชสะเดา/หางไหล 20/80 (NH) มีค่า LC_{50} เป็น 0.6681 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกปลานิล (LC_{50}) ที่ 96 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืช

สูตรผลิตภัณฑ์รวมพืช	**ค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) mg/l (ที่ 96 ชั่วโมง)**
สะเดา/ว่านน้ำ 80/20 (NV)	983
หางไหล/ว่านน้ำ 60/40 (HV)	0.5815
สะเดา/หางไหล 20/80 (NH)	0.6681

จากผลการทดลองค่า LC_{50} ของทั้ง 3 สูตร จะเห็นว่าสูตรผสมสะเดา /ว่านน้ำ (80/20) มีความเป็นพิษน้อยที่สุด (LC_{50} 983 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนสูตรผสมหางไหล /ว่านน้ำ (60/40) และสูตรผสมสะเดา /หางไหล (20/80) มีความเป็นพิษสูงใกล้เคียงกัน (LC_{50} 0.5815 และ 0.6681 มิลลิกรัมต่อลิตร) และทั้ง 2 สูตรมีความเป็นพิษสูงกว่าสูตรผสมสะเดา /ว่านน้ำ (80/20) มาก เพราะในสูตรผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของสารสกัดจากหางไหลซึ่งมีสารโรติโนนที่มีความเป็นพิษสูงกับสัตว์เลือดเย็น สอดคล้องกับณัฐพรและคณะ (2557) ที่ศึกษาพิษเฉียบพลันของสารสกัดหยาบจากรากหางไหลขาวต่อสัตว์น้ำ 4 ชนิด พบว่าค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบหางไหลขาวต่อลูกปลานิลที่เวลา 96 ชั่วโมง คือ 0.685 มิลลิกรัม/ลิตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ (Research on Botanical Pesticide Formulations from Sweet flag (*Acorus calamus* L.))

สรุปผลการวิจัย

เหง้าว่านน้ำมีสารสำคัญคือ เบต้า-อาซาโรน เหง้าว่านน้ำอายุ 12 เดือน ให้ปริมาณน้ำมันและสารสกัดหยาบมากกว่าเหง้าอายุ 9 และ 6 เดือน ปริมาณอาซาโรนในน้ำมันจากเหง้าว่านน้ำมีสูงกว่าในสารสกัดหยาบ น้ำมันว่านน้ำมีประสิทธิภาพในการทำให้หนอนใยผักวัยสองตายดีกว่าสารสกัดหยาบ ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำสำเร็จรูปที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนใยผักในระดับห้องปฏิบัติการ และมีความคงสภาพที่อุณหภูมิ $54\pm2^{\circ}C$ เป็นเวลา 14 วัน ดีกว่าสูตรที่มีเฉพาะสารสกัดหยาบเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากไม่มีการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิห้องเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 1 ปี เพราะเวลาการทดลองจำกัด ดังนั้น จึงควรทำการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิห้องของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ และนำไปทดสอบประสิทธิภาพในไร่นาก่อนที่จะมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้ให้แก่เกษตรกร

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำไปใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยเฉพาะในการปลูกพืชอินทรีย์ เป็นการลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ลดต้นทุนการผลิต เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตสารธรรมชาติจากพืชเพื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรม

2. วิจัยการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.1 ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช พบว่าส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตรา 80/20 , 60/40 และ 40/60 และส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดา ที่อัตรา 80/20 รวม 4 อัตราส่วน มีแนวโน้มในการควบคุม หนอนใยผักทั้งวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ดี

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การศึกษานี้ทำให้ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมของพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น หนอนใยผัก ทั้งวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ และสามารถนำมาพัฒนาผสมปรุงแต่งต่อเป็นผลิตภัณฑ์พืชผสมที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อไป

2.2 วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้สูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืช 3 สูตร คือ สูตรผสมรวมพืช ระหว่างสูตรหางไหล/ว่านน้ำ จำนวน 1 สูตร ที่อัตราส่วน

60/40 สูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 จำนวน 1 สูตร และสูตรสะเดา/หางไหล ที่อัตรา 20/80 จำนวน 1 สูตร หลังการใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่าปริมาณสารสำคัญ rotenone ในหางไหลแต่ละสูตรแต่ละกรรมวิธีมีปริมาณสารลดลง และตรวจไม่พบสารสำคัญ azadirachtin ในสะเดา ส่วนสารสำคัญ β-asarone และ α-asarone เป็นสารสำคัญในว่านน้ำ ซึ่งในแต่ละสูตรแต่ละกรรมวิธี พบว่ามีปริมาณสาร α -asarone สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 และสูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 มีปริมาณสารสำคัญมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วน สาร β-asarone ในสูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 มีปริมาณสารไม่คงที่ แต่ในสูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 มีปริมาณลดลง และหลังจากใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งในทุกสูตรทุกกรรมวิธี มีค่า pH ลดลง แต่อย่างไรก็ตามสูตรผสมรวมพืชแต่ละสูตรยังคงมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเช่นหนอนใยผักวัย 2 ได้ ทั้งนี้เนื่องจากสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชยังมีสารสำคัญตัวอื่นที่มีฤทธิ์ในการกำจัดศัตรูพืชด้วยเช่นกัน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษานี้ทำให้ทราบสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่อัตราส่วนเหมาะสม และความคงสภาพของปริมาณสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์เบื้องต้น เมื่อใช้ความร้อนเป็นตัวเร่ง สามารถนำไปศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของสูตรต่อไป

2.3 วิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในป้องกันกำจัดศัตรูพืชพบว่า สูตรผลิตภัณฑ์หางไหล/ว่านน้ำในอัตรา 60/40 และ สูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/หางไหล 20/80 มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดี แต่ไม่เหมาะกับพื้นที่การเกษตรใกล้แหล่งน้ำ เนื่องจากหางไหลมีความเป็นพิษต่อปลา ในขณะที่สูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/ว่านน้ำ (80/20) มีผลประสิทธิภาพน้อยกว่า จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้สูตรผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษานี้ ทำให้ทราบถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมสูตรผลิตภัณฑ์ ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในอัตราส่วนต่างๆ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจ ใช้เป็นทางเลือกให้ในการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการทำเกษตรอินทรีย์

2.4 ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชทั้ง 3 สูตร ให้ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สูตร ดังนี้ ผลิตภัณฑ์สูตรสะเดา/ว่านน้ำ (80/20) มี LC_{50} (96 ชั่วโมง) 983 มิลลิกรัมต่อลิตร, ผลิตภัณฑ์สูตรหางไหล/ว่านน้ำ (60/40) มี LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.5815 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลิตภัณฑ์สูตรสะเดา/หางไหล (20/80) มี LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.6681 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สูตรผสมที่มีความเป็นพิษสูงต่อปลา การใช้จะต้องมีต้องมีความระมัดระวัง และไม่ใช้ในพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสูตรผลิตภัณฑ์ที่วิจัยในโครงการนี้ สำหรับเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งทางด้านพิษวิทยาของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชที่ดี มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยทั้งต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2542. หลักการและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฉบับที่ 1 หน้า 32.

จรรยา จริยานุสรณ์. 2545. พัฒนาสูตรผสมสารสกัดข่า ว่านน้ำ และทองพันช่างเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: 207 หน้า

เทพ เชียงทอง และวิจิตรา ภัคเกษม. 2520. สารประกอบเคมีบางอย่างที่มีในรากหนอนตายหยาก. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 31 เล่มที่ 11 หน้า 33-34.

ธาวดี ผ่องลักษณ์. 2524. พืชที่ใช้ฆ่าแมลงและไล่แมลง. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 35 (8): 559-569.

มงคล แก้วเทพ. 2547. ว่านน้ำสมุนไพรฆ่าแมลง. จุลสารข้อมูลสมุนไพร ปีที่ 21 ฉบับที่ 4 หน้า 8-11.

มารศรี อุดมโชค และอารมณ์ แสงวนิชย์. 1986. การใช้สารสกัดสาบเสือในแปลงปลูกผักคะน้า . รายงานประจำปีกรมวิชาการเกษตร. 8 หน้า.

มัณฑนา มิลน์ สุรพล วิเศษสรรค์ สมรวย อภิธรรมรวมกุล และเสริม สีมา. 2548. การใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหางไหลในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในกล้วย . รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2548. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 221-232.

วินัย ปิติยนต์ และอารมย์ แสงวนิชย์. 2540. การศึกษาสารสกัดจากหางไหล เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช. ในรายงานการประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร 2540 วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2540 ณ โรงแรมเฟสิกซ์เวอร์แคว จังหวัดกาญจนบุรี หน้า 84-92.

วีระพล จันทร์สวรรค์ สถาพร จิตตปาลพงค์ และนงนุช จันทรราช. 2536 . ประสิทธิภาพของสารสกัดจากหนอนตายหยากต่อเห็บโค. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย์) 27:336-340.

สมสุข ศรีจักรวาฬ อรนุช เกษประเสริฐ ปราโมทย์ เกิดศิริ และนพรัตน์ หยีดจันทร์. 2531.การเจริญเติบโตและสารพิษในต้นหางไหล(โล่ติ้น) เมื่ออายุต่างๆกัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 21(3):166-175.

เสริม สีมา ถวิล จอมเมือง และสมบัติ แผนดี. 2547. ประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์หางไหลแล ะยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วฝักยาว . รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2547. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 98-108.

เสริม สีมา ถวิล จอมเมือง และสมบัติ แผนดี. 2548. การใช้หางไหลและน้ำมันปิโตรเลียมในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในพริก . รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2548. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 211-220.

อารมย์ แสงวนิชย์ ชัยพัฒน์ จิระธรรมจารี เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ และทวีพงษ์ สุวรรณ. 2537. สมุนไพรพื้นบ้านเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 16-17.

อัญชลี สงวนพงษ์ งามผ่อง คงคาทิพย์ และขวัญชัย สมบัติศิริ. 2539. ศึกษาการใช้น้ำมันสะเดาอัดเม็ดในการควบคุมประชากรของด้วงงวงข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 29 ฉบับที่ 1-3 หน้า 6-15.

Ankersmit, G.W. 1953. DDT resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) in *Java. Bull. Ent. Res*., 44:421-426

Areekul,S., P. Sinchaisri, and S. Tigvatananon. 2531. Effect of Thai Plant Extracts on Oriental Fruit Fly II Repellency Test *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 22: 56-61.

Bhuvaneswari, R. and C. Balasundaram. 2009. "Anti-bacterial activity of *Acorus calamus* and some of its derivatives against fish pathogen (*Aeromous hydrophila*)" J. of Medicinal Plants Research, v.3 (7), p.538-547.

Isman, M.B. 1997 Bioinsecticides *Pesticides Outlook* Vol. 8(5): 32-38.

Isman, M.B. 1999. Essential Oils: Pesticides Based on Plant Essential Oils *Pesticides Outlook* Vol 10(2): 68-72.

Kim, S., C. Park, and M. Ohh. 2003a. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasiderma serricorne Journal of Stored Products Research* 39:11-19.

Kim, S., J. Roh, D. Kim, H. Lee, and Y. Ahn. 2003b. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Stiophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis Journal of Stored Products Research* 39: 293-303.

Klaus, W. 1995. Biologically Active Ingredients *In* The Neem Tree Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes: Schmutterer,H.,Ed., VCH Verlaggesellschaft mbH, Weinheim, Germany, pp. 372-373.

Lluche, 2009. "Calamus Oils" Material Safety Data Sheet, available on http: //www. Lluche. com/eng/pdf/00408QQQL IN.pdf. (2009)

Moore, R.H. 1943. *derris* culture in Puerto Rico. *Puerto Rico (Mayaguez) Agr.Expt.sta. Cir*.24:17.

Narumon, K., T. Yuwadee, R. Yupha, and A. Chamnan. 2006. "Screening for Larvicidal Activity in some Thai Plants against four Mosquito Vector Species" Southeast Asian, J. Trop. Med. Public Health, v. 36(6):1412-1422.

Nawamaki, K. and M. Kuroyanagi. 1996. Sesquiterpenods from *Acorus calamus* as Ggermination Inhibitors *Phytochemistry* 43(6) :1175-1182

Perrett, S. and P.J. Whitfield. 2006. "Anthelmintic and Pesticidal activity of *Acorus gramineus* (Araceae) is associated with Phenylpropanoids Asarone" Phytotherapy Research, v.9 (6), p.405-409.

Promsattha, R. 2003. Production and Application of Bio-botanical Neem Based Pesticides in Thailand. *In* Country paper of Workshop on Production and Application of Bio-botanical Neem Based Pesticides. November 10-14, 2003, Maruay Garden Hotel, Bangkok, Thailand. 4p.

Thacker, J.R.M. 2009. "An Introduction to Arthropod Pest Control" Dept. of Biological Science, University of Paisley, UK, available on http://assets.cambridge.org/97805215/61068/ sample/978052156068

Trease G.E. and W.C. Evan. 1985. Pesticides of Natural Origin and Antibiotics. *In* Pharmarcognosy. The Alder press. Oxford, Great Britain, pp. 679-711.

White, D.G. 1945. Propagating *Derris* by cuttings. *Agr. In the Americas* 5:154-156.

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ (Research on Botanical Pesticide Formulations from Sweet flag (*Acorus calamus* L.))

สรุปผลการวิจัย

เหง้าว่านน้ำมีสารสำคัญคือ เบต้า-อาซาโรน เหง้าว่านน้ำอายุ 12 เดือน ให้ปริมาณน้ำมันและสารสกัดหยาบมากกว่าเหง้าอายุ 9 และ 6 เดือน ปริมาณอาซาโรนในน้ำมันจากเหง้าว่านน้ำมีสูงกว่าในสารสกัดหยาบ น้ำมันว่านน้ำมีประสิทธิภาพในการทำให้หนอนใยผักวัยสองตายดีกว่าสารสกัดหยาบ ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำสำเร็จรูปที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนใยผักในระดับห้องปฏิบัติการ และมีความคงสภาพที่อุณหภูมิ 54$\pm$2°C เป็นเวลา 14 วัน ดีกว่าสูตรที่มีเฉพาะสารสกัดหยาบเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากไม่มีการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิห้องเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 1 ปี เพราะเวลาการทดลองจำกัด ดังนั้น จึงควรทำการทดสอบความคงตัวที่อุณหภูมิห้องของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ และนำไปทดสอบประสิทธิภาพในไร่นาก่อนที่จะมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้ให้แก่เกษตรกร

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำไปใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยเฉพาะในการปลูกพืชอินทรีย์ เป็นการลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ลดต้นทุนการผลิต เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตสารธรรมชาติจากพืชเพื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรม

2. วิจัยการใช้ว่านน้ำทำสูตรผสมกับพืชอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.1 ศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของส่วนผสมรวมพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกำจัดศัตรูพืช พบว่าส่วนผสมระหว่าง หางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตรา 80/20 , 60/40 และ 40/60 และส่วนผสมระหว่าง หางไหล/สะเดา ที่อัตรา 80/20 รวม 4 อัตราส่วน มีแนวโน้มในการควบคุม หนอนใยผักทั้งวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ดี

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การศึกษานี้ทำให้ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมของพืช ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น หนอนใยผัก ทั้งวัยที่ 2 และวัยที่ 3 ได้ และสามารถนำมาพัฒนาผสมปรุงแต่งต่อเป็นผลิตภัณฑ์พืชผสมที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อไป

2.2 วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้สูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืช 3 สูตร คือ สูตรผสมรวมพืช ระหว่างสูตรหางไหล/ว่านน้ำ จำนวน 1 สูตร ที่อัตราส่วน 60/40 สูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 จำนวน 1 สูตร และสูตรสะเดา/หางไหล ที่อัตรา 20/80 จำนวน 1 สูตร หลังการใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่าปริมาณสารสำคัญ rotenone ในหางไหลแต่ละสูตรแต่ละกรรมวิธีมีปริมาณสารลดลง และตรวจไม่พบสารสำคัญ azadirachtin ในสะเดา ส่วนสารสำคัญ β-asarone และ α-asarone เป็นสารสำคัญในว่านน้ำ ซึ่งในแต่ละสูตรแต่ละกรรมวิธี พบว่ามีปริมาณสาร α -asarone สูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 และสูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 มีปริมาณสารสำคัญมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วน สาร β-asarone ในสูตรหางไหล/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 60/40 มีปริมาณสารไม่คงที่ แต่ในสูตรสะเดา/ว่านน้ำ ที่อัตราส่วน 80/20 มีปริมาณลดลง และหลังจากใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งในทุกสูตรทุกกรรมวิธี มีค่า pH ลดลง แต่อย่างไรก็ตามสูตรผสมรวมพืชแต่ละสูตรยังคงมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเช่นหนอนใยผักวัย 2 ได้ ทั้งนี้เนื่องจากสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชยังมีสารสำคัญตัวอื่นที่มีฤทธิ์ในการกำจัดศัตรูพืชด้วยเช่นกัน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษานี้ทำให้ทราบสูตรผลิตภัณฑ์ผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่อัตราส่วนเหมาะสม และความคงสภาพของปริมาณสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์เบื้องต้น เมื่อใช้ความร้อนเป็นตัวเร่ง สามารถนำไปศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของสูตรต่อไป

2.3 วิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชว่านน้ำ สะเดา และหางไหลในป้องกันกำจัดศัตรูพืชพบว่า สูตรผลิตภัณฑ์หางไหล/ว่านน้ำในอัตรา 60/40 และ สูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/หางไหล 20/80 มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดี แต่ไม่เหมาะกับพื้นที่การเกษตรใกล้แหล่งน้ำ เนื่องจากหางไหลมี ความเป็นพิษต่อปลา ในขณะที่สูตรผลิตภัณฑ์สะเดา/ว่านน้ำ (80/20) มีผลประสิทธิภาพน้อยกว่าจึงควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้สูตรผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษานี้ ทำให้ทราบถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมสูตรผลิตภัณฑ์ ว่านน้ำ สะเดา และหางไหล ในอัตราส่วนต่างๆ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจ ใช้เป็นทางเลือกให้ในการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการทำเกษตรอินทรีย์

2.4 ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชทั้ง 3 สูตร ให้ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สูตร ดังนี้ ผลิตภัณฑ์สูตรสะเดา/ว่านน้ำ (80/20) มี LC_{50} (96 ชั่วโมง) 983 มิลลิกรัมต่อลิตร, ผลิตภัณฑ์สูตรหางไหล/ว่านน้ำ (60/40) มี LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.5815 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลิตภัณฑ์

สูตรสะเดา/หางไหล (20/80) มี LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.6681 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สูตรผสมที่มีความเป็นพิษสูงต่อปลา การใช้จะต้องมีต้องมีความระมัดระวัง และไม่ใช้ในพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสูตรผลิตภัณฑ์ที่วิจัยในโครงการนี้ สำหรับเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งทางด้านพิษวิทยาของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชที่ดี มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยทั้งต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2542. หลักการและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฉบับที่ 1 หน้า 32.

จรรยา จริยานุสรณ์. 2545. พัฒนาสูตรผสมสารสกัดข่า ว่านน้ำ และทองพันช่างเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: 207 หน้า.

เทพ เชียงทอง และวิจิตรา ภัคเกษม. 2520. สารประกอบเคมีบางอย่างที่มีในรากหนอนตายหยาก. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 31 เล่มที่ 11 หน้า 33-34.

ธาวดี ผ่องลักษณ์. 2524. พืชที่ใช้ฆ่าแมลงและไล่แมลง. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 35 (8): 559-569.

มงคล แก้วเทพ. 2547. ว่านน้ำสมุนไพรฆ่าแมลง. จุลสารข้อมูลสมุนไพร ปีที่ 21 ฉบับที่ 4 หน้า 8-11.

มารศรี อุดมโชค และอารมณ์ แสงวนิชย์. 1986. การใช้สารสกัดสาบเสือในแปลงปลูกผักคะน้า . รายงานประจำปี กรมวิชาการเกษตร. 8 หน้า.

มัณฑนา มิลน์ สุรพล วิเศษสรรค์ สมรวย อภิธรรมรวมกุล และเสริม สีมา. 2548. การใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหางไหลในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในกล้วย . รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2548. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 221-232.

วินัย ปิติยนต์ และอารมย์ แสงวนิชย์. 2540. การศึกษาสารสกัดจากหางไหล เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช. ในรายงานการประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร 2540 วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2540 ณ โรงแรม เฟสิกซ์เวอร์แคว จังหวัดกาญจนบุรี หน้า 84-92.

วีระพล จันทร์สวรรค์ สถาพร จิตตปาลพงค์ และนงนุช จันทรราช. 2536 . ประสิทธิภาพของสารสกัดจากหนอนตายหยากต่อเห็บโค. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย์) 27:336-340.

สมสุข ศรีจักรวาฬ อรนุช เกษประเสริฐ ปราโมทย์ เกิดศิริ และนพรัตน์ หยีดจันทร์. 2531. การเจริญเติบโตและสารพิษในต้นหางไหล(โล่ติ๊น) เมื่ออายุต่างๆกัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 21(3):166-175.

เสริม สีมา ถวิล จอมเมือง และสมบัติ แผนดี. 2547. ประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์หางไหลแล ะยาฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วฝักยาว . รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2547. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 98-108.

เสริม สีมา ถวิล จอมเมือง และสมบัติ แผนดี. 2548. การใช้หางไหลและน้ำมันปิโตรเลียมในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในพริก . รายงานผลปฏิบัติงานประจำปีงประมาณ 2548. เล่ม1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางหารเกษตร. กรมวิชาการเกษตร : 211-220.

อารมย์ แสงวนิชย์ ชัยพัฒน์ จิระธรรมจารี เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ และทวีพงษ์ สุวรรณ. 2537. สมุนไพรพื้นบ้านเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 16-17.

อัญชลี สงวนพงษ์ งามผ่อง คงคาทิพย์ และขวัญชัย สมบัติศิริ. 2539. ศึกษาการใช้น้ำมันสะเดาอัดเม็ดในการควบคุมประชากรของด้วงงวงข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 29 ฉบับที่ 1-3 หน้า 6-15.

Ankersmit, G.W. 1953. DDT resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) in *Java. Bull. Ent. Res*., 44:421-426

Areekul,S., P. Sinchaisri, and S. Tigvatananon. 2531. Effect of Thai Plant Extracts on Oriental Fruit Fly II Repellency Test *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 22: 56-61.

Bhuvaneswari, R. and C. Balasundaram. 2009. "Anti-bacterial activity of *Acorus calamus* and some of its derivatives against fish pathogen (*Aeromous hydrophila*)" J. of Medicinal Plants Research, v.3 (7), p.538-547.

Isman, M.B. 1997 Bioinsecticides *Pesticides Outlook* Vol. 8(5): 32-38.

Isman, M.B. 1999. Essential Oils: Pesticides Based on Plant Essential Oils *Pesticides Outlook* Vol 10(2): 68-72.

Kim, S., C. Park, and M. Ohh. 2003a. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasiderma serricorne Journal of Stored Products Research* 39:11-19.

Kim, S., J. Roh, D. Kim, H. Lee, and Y. Ahn. 2003b. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Stiophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis Journal of Stored Products Research* 39: 293-303.

Klaus, W. 1995. Biologically Active Ingredients *In* The Neem Tree Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes: Schmutterer,H.,Ed., VCH Verlaggesellschaft mbH, Weinheim, Germany, pp. 372-373.

Lluche, 2009. "Calamus Oils" Material Safety Data Sheet, available on http: //www. Lluche. com/eng/pdf/00408QQQL IN.pdf. (2009)

Moore, R.H. 1943. *derris* culture in Puerto Rico. *Puerto Rico (Mayaguez) Agr.Expt.sta. Cir*.24:17.

Narumon, K., T. Yuwadee, R. Yupha, and A. Chamnan. 2006. "Screening for Larvicidal Activity in some Thai Plants against four Mosquito Vector Species" Southeast Asian, J. Trop. Med. Public Health, v. 36(6):1412-1422.

Nawamaki, K. and M. Kuroyanagi. 1996. Sesquiterpenods from *Acorus calamus* as Ggermination Inhibitors *Phytochemistry* 43(6) :1175-1182

Perrett, S. and P.J. Whitfield. 2006. "Anthelmintic and Pesticidal activity of *Acorus gramineus* (Araceae) is associated with Phenylpropanoids Asarone" Phytotherapy Research, v.9 (6), p.405-409.

Promsattha, R. 2003. Production and Application of Bio-botanical Neem Based Pesticides in Thailand. *In* Country paper of Workshop on Production and Application of Bio-

botanical Neem Based Pesticides. November 10-14, 2003, Maruay Garden Hotel, Bangkok, Thailand. 4p.

Thacker, J.R.M. 2009. “An Introduction to Arthropod Pest Control” Dept. of Biological Science, University of Paisley, UK, available on http://assets.cambridge.org/97805215/61068/sample/978052156068

Trease G.E. and W.C. Evan. 1985. Pesticides of Natural Origin and Antibiotics. *In* Pharmarcognosy. The Alder press. Oxford, Great Britain, pp. 679-711.

White, D.G. 1945. Propagating *Derris* by cuttings. *Agr. In the Americas* 5:154-156.