ระดับโครงการ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารธรรมชาติ ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดการใช้สารเคมี

Research and development of finished natural products to be used as pesticides to reduce the chemicals uses

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล

Miss Laksamee Dachanuraknukul

ปี 2564

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปผู้บริหาร

ปัญหาจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากเกินความจำเป็น ใช้อย่างไม่ถูกต้อง เกษตรกรโดยส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีเนื่องจากให้ผลรวดเร็ว ใช้ง่าย สะดวก ก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต สิ่งแวดล้อม เกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภค ทำลายสมดุลของระบบนิเวศน์ ปัจจุบันกระแสการบริโภคที่ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยอาหาร ทำให้ภาคการเกษตรต้องปรับตัวปรับเปลี่ยนระบบการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการเกษตรที่ให้ความสำคัญกับพัฒนาการผลิตสินค้าเกษตรให้เข้าสู่คุณภาพมาตรฐานความปลอดภัย ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย ส่งเสริมการผลิตที่เป็นเกษตรกรรมอย่างยืน เช่น เกษตรผสมผสาน และ เกษตรอินทรีย์ การหันมาเลือกใช้สารสกัดจากพืชที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทดแทนการใช้สารเคมี จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากในอนาคต สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา หางไหล ว่านน้ำ มีสารที่เป็นองค์ประกอบอยู่มากมายที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารสกัดพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกัน ไม่สามารถป้องกันและกำจัดแมลงได้ดีเหมือนกันทุกชนิด สลายตัวได้ง่าย อายุการใช้งานสั้น และขาดเทคนิคที่พัฒนาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสารสำคัญให้มีความเสถียร นอกจากนี้การใช้ชนิดเดียวอาจไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร การนำมาผสมรวมกันเป็นสูตรผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสูตรผสม สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล ให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมมีการผสมปรุงแต่งให้เป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชร่วมกับการนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้อาจทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดข้อด้อยของการใช้พืชชนิดเดียว เป็นการพัฒนาคุณภาพ ความคงตัว เพิ่มการดูดซึม รวมไปถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ของสารให้ได้ผลที่ดียิ่งขึ้น ได้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีความหลากหลาย สะดวกแก่การใช้งาน ดังนั้นการใช้สารสกัดจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชร่วมกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง จึงเป็นอีกทางเลือกของเกษตรกรในการผลิตผลผลิตเกษตรที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารธรรมชาติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อลดการใช้สารเคมี มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิจัยและพัฒนา ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (เมล็ดน้อยหน่า) ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล ด้วยนาโนเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ลดปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตร

โครงการวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี (พ.ศ. 2563-2564) มี 2 กิจกรรม คือ

1. วิจัยพัฒนาประสิทธิภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีและว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยี เพื่อควบคุมศัตรูพืชผัก

เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชรูปแบบใหม่ของผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชจากสารสกัดเมล็ดน้อยหน่าอิมัลชัน Emulsifiable Concentrate (EC) สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน และว่านน้ำ+หางไหลในรูปนาโนอิมัลชัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชสำคัญในพืชตระกูลกะหล่ำ เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดจากธรรมชาติที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพได้คุณภาพมาตรฐาน พร้อมใช้และมีสารออกฤทธิ์ในปริมาณคงที่ เกษตรกรนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น ทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเตรียมอิมัลชัน ได้แก่ ชนิดของสารลดแรงตึงผิว ปริมาณน้ำและสารลดแรงตึงผิว คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ความคงตัวของสารสำคัญและผลิตภัณฑ์ รวมถึงสมบัติของนาโนอิมัลชันในด้านของขนาดอนุภาค การกระจายขนาดอนุภาคและค่าศักย์ไฟฟ้าของนาโนอิมัลชัน ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เพื่อควบคุมหนอนใยผักในคะน้าในระดับห้องปฏิบัติการ และแปลงทดสอบเกษตรกร

ผลการวิจัยของกิจกรรมนี้ ได้ผลผลิตที่เป็นองค์ความรู้ ข้อมูลวิชาการ เพื่อเป็นคำแนะนำการใช้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชรูปแบบใหม่ของผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดจากธรรมชาติที่ปลอดภัย มีความเสถียร

กรมวิชาการเกษตร

และความคงตัวตามมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพสามารถป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดีในพืชตระกูลกะหล่ำ และไม่เกิดความเป็นพิษ (phytotoxicity) แก่พืช จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) ต้นแบบผลิตภัณฑ์สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าสูตร Emulsifiable Concentrate (EC) มีความเสถียรและความคงตัวที่ดีตามมาตรฐาน ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.063 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราแนะนำ 50-70 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดีเฉลี่ย 71.02-79.49 เปอร์เซ็นต์

2) ต้นแบบผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน ขนาดอนุภาคนาโนอิมัลชันเฉลี่ย 79.47 นาโนเมตร และค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเฉลี่ย -35 mV มีคงตัวในด้านขนาดและประจุไฟฟ้าของอนุภาคอิมัลชัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดและประจุไฟฟ้าของอนุภาคอิมัลชัน แสดงถึงความเสถียรและความคงตัวที่ดีของสูตรผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1.64 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราแนะนำ 50-70 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดีเฉลี่ย 51.4 – 77.0 เปอร์เซ็นต์

3) ต้นแบบผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชัน มีขนาดอนุภาคนาโนอิมัลชันเฉลี่ย 17.06 นาโนเมตร และมีค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเฉลี่ยต่ำกว่า -30 mV ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 64.57 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราแนะนำ 35-50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดีเฉลี่ย 49.78-71.90 เปอร์เซ็นต์ สามารถตอบโจทย์ความต้องการของภาคอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชันได้เนื่องจากใช้งานได้ง่าย สะดวก และสามารถเพิ่มความเสถียรของสารสกัดพืชที่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นจึงนับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีสำหรับเป็นข้อมูลองค์ความรู้ต่อยอดงานวิจัยพืชท้องถิ่นไทยชนิดอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติและนำไปทดสอบขยายผลให้แก่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกผักคะน้าและพืชตระกูลกระหล่ำ ตามภูมิภาคต่างๆ เพื่อนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชัน และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยการผลิตทางเลือกในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค ลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตเกษตร

2. การใช้สารสกัดพืช ผลิตภัณฑ์จากพืชร่วมกับวัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร

เป็นการศึกษาวิจัยโดยการนำต้นแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผสมนาโนเทคโนโลยี สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล ผสมผสานร่วมกับการใช้สารเคมี indoxacarb 15% EC ตามอัตราคำแนะนำ ในการกำจัดหนอนใยผักในคะน้า ทำการทดสอบประสิทธิภาพในแปลงเกษตรกร

ผลที่ได้เกิดผลผลิตที่เป็นองค์ความรู้ ข้อมูลวิชาการ และคำแนะนำ เพื่อให้เกษตรกรกใช้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีการเกษตรที่เป็นอันตราย โดยเทคนิคการใช้สารเคมี indoxacarb ผสมผสานร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชสูตรผสม สะเดา+หางไหล นาโนเทคโนโลยี และ ว่านน้ำ+หางไหล นาโนเทคโนโลยี แนะนำให้ใช้สารเคมีพ่นหากมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชอย่างรุนแรงในช่วงเริ่มต้นการปลูก แต่เมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตแนะนำให้ใช้ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดพืช ลดจำนวนการใช้สารเคมี indoxacarb ได้ผลผลิตคะน้าคุณภาพปลอดภัย เนื่องจากสารออกฤทธิ์จากพืชมีข้อดีคือสลายตัวได้ง่าย และปลอดภัยกว่าการใช้สารเคมีทางการเกษตร ลดการสะสมของสารพิษและไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชและปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภค การใช้สารเคมีเท่าที่จำเป็น ใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ลดจำนวนครั้งให้น้อยลงหรือหลีกเลี่ยงในการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีพิษตกค้างนานเกินไปและมีความเป็นพิษสูง

โครงการวิจัยนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและนโยบายรัฐบาล ที่ส่งเสริม สนับสนุนการใช้สารสกัดพืชในการควบคุมศัตรูพืช ปรับเปลี่ยนระบบการผลิตสู่เกษตรปลอดภัยเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลด ละ เลิก การใช้สารเคมีทางการเกษตรที่เป็นอันตราย มีคำแนะนำการใช้สารสกัดพืช เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร ผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน เกษตรกรมีปัจจัยการผลิตทางเลือก

กรมวิชาการเกษตร

จากสารธรรมชาติที่ใช้สะดวก ปลอดภัยแก่เกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช หันมาใช้สารธรรมชาติเป็นสารทางเลือกในการมุ่งไปสู่การผลิตพืชแบบระบบเกษตรปลอดภัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นำไปสู่ระบบการเกษตรแบบยั่งยืน ให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและสังคมส่วนรวม เพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดี ประชาชนมีสุขภาพแข็งแรง

บทคัดย่อ

การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากเกินความจำเป็น ใช้อย่างไม่ถูกต้อง ก่อให้เกิดปัญหาและผลเสียหลายประการ เช่น พบสารพิษตกค้าง ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เกิดอันตรายต่อผู้ใช้และผู้บริโภค รวมทั้งกฎกติกาการค้าระหว่างประเทศและกระแสการบริโภคที่ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยอาหารมากขึ้น ทำให้ภาคเกษตรเริ่มปรับเปลี่ยนระบบการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการหันมาเลือกใช้สารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทดแทนการใช้สารเคมีจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากในอนาคต โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิจัยและพัฒนาสูตรสารสกัดและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (น้อยหน่า) ผลิตภัณฑ์สูตรผสม (สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล) ด้วยนาโนเทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ ได้แก่ หนอนใยผักในพืชตระกูลกะหล่ำและหาวิธีการควบคุมศัตรูพืช โดยการใช้สารเคมีผสมผสานกับผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติสำเร็จรูปที่มีประสิทธิภาพ ดำเนินการ ปี2563 - 2564 เป็นเวลา 2 ปี มีทั้งหมด 2 กิจกรรม 5 การทดลอง กิจกรรมที่1 วิจัยพัฒนาประสิทธิภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหล นาโนเทคโนโลยีและว่านน้ำ+หางไหล นาโนเทคโนโลยี เพื่อควบคุมศัตรูพืชผัก 3 การทดลอง เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชรูปแบบใหม่ของผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชจากสารสกัดพืชในรูปนาโนอิมัลชัน ชนิดน้ำมันในน้ำ (o/w) ผลการวิจัยพัฒนาได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์สารสกัดพืช ที่มีความเสถียรและความคงตัวตามมาตรฐาน จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้ 1) ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าสูตร EC 2) ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน 3) ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชัน และได้ข้อมูลค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) จำนวน 3 ค่า และคำแนะนำอัตราการใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก 3 ข้อมูล กิจกรรมที่ 2 การใช้สารสกัดพืช ผลิตภัณฑ์จากพืชร่วมกับวัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร มี 2 การทดลอง นำต้นแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผสมนาโนเทคโนโลยี สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล จากผลงานวิจัยที่พัฒนาได้มาศึกษาวิจัยต่อยอด ได้ค่าระยะการเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (PHI) ของ indoxacarb 1 ข้อมูล และเทคนิคการใช้สารเคมี indoxacarb ผสมผสานร่วมกับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารสกัดพืช 2 วิธี สำหรับเป็นองค์ความรู้ต่อยอดงานวิจัยพืชท้องถิ่นไทยชนิดอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติและนำไปทดสอบขยายผล เป็นปัจจัยการผลิตทางเลือกในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม ส่งเสริมระบบการปลูกพืชเกษตรปลอดภัย ที่นำไปสู่ระบบการเกษตรแบบยั่งยืน

คำสำคัญ สารสกัดพืช น้อยหน่า สะเดา หางไหล ว่านน้ำ หนอนใยผัก นาโนอิมัลชัน

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Excessive use of pesticides used incorrectly causes many problems and disadvantages, such as toxic residues contaminating the environment and causing harm to users and consumers, including international trade rules and consumption trends that place more emphasis on food safety. This is causing the agricultural sector to begin to change the production system to one that is environmentally friendly. Therefore, the choice of plant extracts that are effective in preventing pesticides instead of using chemicals is likely to increase significantly in the future. This research project aims to research and develop formulas for extracts and finished products (Custard Apples) and mixed formula products (Neem + Derris) with nanotechnology to increase the efficiency of controlling important insect pests, such as webworms in cruciferous plants, and find ways to control pests by using chemicals mixed with natural products that are effective. Activities were implemented in 2020–2021 for 2 years, for a total of 2 activities: Activity 1: Extract efficacy research and development. Annona products, mixed formulas, Neem + Derris, nanotechnology, and Calamus + Derris nanotechnology to control vegetable pests, 3 trials This is the development of a new type of pesticide product to prevent pests from plant extracts in the form of oil-in-water (o/w) nanoemulsions. Research results were developed as a prototype of plant extract products. There are 3 products that are stable and stable according to the standard as follows: 1) Annona seed extract products EC 2) Neem and Derris Nano Emulsion of 3) Calamus + Derris Nano Emulsion. To get toxicity values of diamondback moth (LC_{50} at 96 hours), 3 values and recommendations on the rate of use in the prevention of larvae and recommendations for the rate of use in the prevention of *Plutella xylostella* L. were obtained. Activity 2: Plant extracts are being used. Agricultural toxic substances combined with plant products Two tests employing a prototype of a finished product blended with nanotechnology to reduce the use of agricultural chemicals were conducted: Neem + Derris and Calamus + Derris. Additional research investigations were produced based on the research findings. To get the pre-harvest interval (PHI) of indoxacarb 1, data was obtained and indoxacarb chemical compounding techniques were combined with the finished product from the plant extracts by 2 methods. and the technique of using the chemical indoxacarb in combination with the finished product from plant extracts. There are two approaches. Further knowledge on other types of Thai local plant research that has the potential to be developed as a product to prevent pesticides from natural substances. Then bring it to the test to expand the results. It is an alternative production factor for pest control that is safe for the environment and able to transfer technology to the industrial sector. It promotes a system for growing safe agricultural crops, leading to a sustainable agriculture system.

กรมวิชาการเกษตร

Key words: Botanical insecticide, Sugar apple, Neem, Derris, Calamus, diamondback moth (*Plutella xylostella* L.), nanoemulsion

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารธรรมชาติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดการใช้สารเคมี ได้รับความร่วมมือจากบุคคลหลายท่าน นักวิจัย พนักงานราชการ จากกลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ท่านที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตร รวมทั้งความร่วมมือจากหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรในส่วนภูมิภาค ได้แก่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนๆ รุ่นพี่ รุ่นน้อง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้วิจัย

กุมภาพันธ์ 2565

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
กิตติกรรมประกาศ	5
สารบัญ	6
สารบัญภาพ	7
สารบัญตาราง	8
บทที่ 1 บทนำ	10
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	13
บทที่ 3 ผลการศึกษา	15
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	41
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	49

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดน้อยหน่าบดและเตรียมเป็นสารสกัดน้อยหน่า	15
2	การวิเคราะห์กลุ่ม Acetogenins ในสารสกัดเมล็ดน้อยหน่าเทียบกับสารมาตรฐานด้วยวิธี HPLC	16
	ศึกษาระบบของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่า	16
	สูตร EC และ EW	
4	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตรEC และ EW	17
	ก่อนอบและหลังอบที่ 54 °C 14 วัน	
5	การทดสอบประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักด้วยสารสกัดน้อยหน่าในห้องปฏิบัติการ	17
6	แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC แปลงเกษตรกร	17
	จังหวัดนครปฐม และ จังหวัดกาญจนบุรี	
7	แสดงลักษณะทางกายภาพของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชันหลังเตรียมเสร็จ	20
	และหลังตั้งทิ้งไว้ที่อุณภูมิห้อง 14 วัน	
8	แสดงขนาดอนุภาคและศักย์ไฟฟ้าซีต้าของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน NR3	21
9	แสดงลักษณะทางกายภาพของสะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน เก็บที่ 4 °C 3 เดือน หลังเตรียมเสร็จ	22
	เก็บที่ 25°C 3 เดือน และ หลังอบที่ 54 °C 14 วัน	
10	ทดสอบประสิทธิภาพ สูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก	24
	ในแปลงคะน้า จ.กาญจนบุรี และ จ. นครปฐม	
11	เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของนาโนอิมัลชัน หลังเตรียมเสร็จ เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส	25
	เก็บที่25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน หลังอบที่54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน	
12	แสดงลักษณะทางกายภาพของสูตรนาโนอิมัลชัน หลังเตรียมเสร็จ และหลังเก็บไว้ที่	26
	อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน	
13	แสดงการกระจายตัวของขนาดอนุภาคของสูตร A2	27
14	แสดงค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าของสูตร A2	27

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดหยาบเมล็ดน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่า สูตร EW และสูตร EC ที่ 96 ชั่วโมง 17

2 จำนวนหนอนใยผักในคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม 18

3 จำนวนหนอนใยผักในคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ในแปลงเกษตรกร จังหวัดกาญจนบุรี 18

4 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม และ กาญจนบุรี 19

5 ปริมาณ azadirachtin และ rotenone ในตัวอย่างสะเดาและหางไหล 19

6 ผลทดสอบประสิทธิภาพเของผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชันในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ 20

7 ผลการศึกษาอัตราส่วนของตัวทำละลายและสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม ในการผลิตสูตรผสมสะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน และลักษณะทางกายภาพของสูตรผลิตภัณฑ์ 20

8 แสดงขนาดอนุภาค ศักย์ไฟฟ้าซีต้า และ pH ของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน 21

9 แสดงผลการทดสอบการเกิดฟองของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชันที่เวลาต่างๆ 22

10 แสดงผลการทดสอบการเกิดครีมของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน 22

11 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน ที่เก็บไว้ที่เวลาต่าง ๆ กัน 23

12 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี 23

13 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 23

14 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยี ในแปลงเกษตรกร จังหวัดกาญจนบุรี และนครปฐม 24

15 แสดงขนาดอนุภาคเฉลี่ย การกระจายตัว ศักย์ไฟฟ้าซีต้าและค่า pH ของสูตรผสมว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชัน 26

16 แสดงผลการทดสอบการเกิดฟองของสูตรผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชันที่เวลาต่างๆ 27

17 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณสาระสำคัญในผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโนอิมัลชัน ที่เก็บไว้ที่เวลาต่าง ๆ กัน 28

18 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมว่านน้ำหางไหลนาโนอิมัลชันต่อหนอนใยผักวัย 2 28

กรมวิชาการเกษตร

ที่ความเข้มข้นต่างๆ 5 ระดับ
19 จำนวนหนอนใยผักที่ฉีดพ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี 28
20 จำนวนหนอนใยผักที่ฉีดพ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโนที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 29
21 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโน ในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรีและ อ. เมือง จ. นครปฐม 29
22 ข้อมูลการสลายตัวของสารตกค้างของ indoxacarb ในคะน้า ในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรี และ อ. เมือง จ. นครปฐม 32
23 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 33
24 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี 33
25 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโน ในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรีและ อ. เมือง จ. นครปฐม 34
26 ปริมาณสารตกค้างของ indoxacarb azadirachtin และ rotenone ในการใช้สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb เพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า จังหวัดกาญจนบุรี และ จังหวัดนครปฐม 34
27 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2564 35
28 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ในระหว่างเดือน ตุลาคม-พฤศจิกายน 2564 36
29 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโน ในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรี และ อ. เมือง จ. นครปฐม 36
30 ปริมาณสารตกค้างของ indoxacarb β-asarone และ rotenone ในการใช้สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb เพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า 37

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

<u>วิสัยทัศน์</u>

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
โปรแกรม P7. โจทย์ท้าทายด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อม และการเกษตร	2,139,179

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ปัญหาจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากเกินความจำเป็น ใช้อย่างไม่ถูกต้อง มุ่งเน้นที่จะปกป้องผลผลิตจากการทำลายศัตรูพืชให้หมดไป เพื่อให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ขาดความคำนึงถึงผลกระทบที่ตามมาหลายประการ เช่น พบสารพิษตกค้างใน

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิต ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เกิดอันตรายต่อผู้ใช้และผู้บริโภค ทำลายสมดุลของระบบนิเวศน์ ปัจจุบันผู้คนให้ความสำคัญกับและมีความต้องการบริโภคอาหารที่มีความปลอดภัยมากขึ้น ทำให้การผลิตภาคการเกษตรต้องปรับเปลี่ยนระบบการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนางานวิจัยเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช จึงเป็นปัจจัยการผลิตทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกร เพื่อตอบสนองต่อความต้องการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ นอกจากนี้การใช้สารสกัดพืชเพียงชนิดเดียวอาจไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีสารสำคัญที่มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการกำจัดศัตรูพืชที่แตกต่างกัน ไม่สามารถป้องกันและกำจัดแมลงได้ดีเหมือนกันทุกชนิด บางชนิดได้ผลดีปานกลาง และน้อยหรืออาจไม่ได้ผล บางชนิดมีฤทธิ์ไล่ บางชนิดยับยั้งการกินอาหาร ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืชหลายชนิดร่วมกันจะช่วยให้ประสิทธิภาพของสารผสมสามารถป้องกันหรือมีความเป็นพิษต่อศัตรูพืชเพิ่มขึ้น

พืชท้องถิ่นไทยหลายชนิดที่มีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ชนิดและปริมาณสารสำคัญในพืชจึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาวิจัยเป็นสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืชสำเร็จรูปพร้อมใช้ที่มีคุณภาพมาตรฐานและมีประสิทธิภาพ เช่น น้อยหน่า (*Annona squamosa* Linn.) เมล็ดมีสาร anonaine alkaloid, isocorydine สารกลุ่ม acetogenin ชื่อ annonacin A จากรายงานสารเคมีในผลน้อยหน่าประกอบด้วย diterpenoid compound kaur-16-en-18-oic acid, α-pinene, sabinene และ limonene (Andrade *et al*., 2001) สะเดา (*Azadirachta indica*) มีสารอะซาไดแรคติน (Azadirachtin) เป็นสารออกฤทธิ์สูงสุดในการป้องกันกำจัดแมลง พบปริมาณมากที่ส่วนของเมล็ด สารอะซาดิแรคตินในสะเดามีหลายอนุพันธ์ แต่พบสารอนุพันธ์สารอะซาไดแรคติน เอ มากที่สุด ร้อยละ 85 นอกนั้นยังมีสารอื่นอีกหลายชนิด ได้แก่ เมเลียนทรีโอล (meliantriol) ซาแลนนิน (salannin) นิมบิน (nimbin) นิมโบไลด์ (nimbolide) และ เกดูนิน (gedunin) เป็นต้น สารสกัดสะเดาสามารถใช้ในการควบคุมการระบาดของแมลงหวี่ขาว เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ หนอนชอนใบ (ขวัญชัย,2542; Isman,1997; Klaus,1995) หางไหล (*Derris elliptica* Benth.) ในรากมีสารสำคัญคือ Rotenone มีฤทธิ์ฆ่าแมลง ให้ผลการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักและหนอนใยผักได้ดี และเป็นพิษต่อปลาแต่ไม่มีพิษต่อคน จึงมีการนำมาใช้ในการป้องกันการกำจัดแมลงกันอย่างกว้างขวาง โดยเป็นสารที่ไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ลำต้น เป็นพิษโดยการกินหรือโดยการสัมผัส (Wiwattanapatapee *et al*., 2009, Gupta, 2007) ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ β-asarone มีการทดสอบเบื้องต้นว่ามีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายชนิด

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งในการใช้สารจากพืชนั้น คือความไม่เสถียรต่อปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ สารสลายตัวได้ง่าย อายุการใช้งานสั้น มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก เสียเวลา และไม่เป็นที่นิยมของเกษตรกร เป็นข้อจำกัดในการนำมาใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังขาดเทคนิคที่พัฒนาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสารสำคัญในพืชให้มีความเสถียร ดังนั้นการพัฒนาเป็นสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ร่วมกับนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติ มีข้อดีคือทำให้สารนั้นมีอนุภาคเล็กลง มีความคงตัวสูง ช่วยเพิ่มโอกาสให้สารเคมีไปสัมผัสแมลงได้มากขึ้น นอกจากนี้สารออกฤทธิ์บางชนิดจะอยู่ในรูปของน้ำมัน ไม่สามารถเข้ากับน้ำได้ จึงเป็นข้อจำกัดในการนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นการพัฒนาสารสกัดพืชให้อยู่ในรูปแบบอิมัลชัน นำมาผสมรวมกันเป็นสูตรผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปป้องกันกำจัดศัตรูพืชร่วมกับการนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาคุณภาพ ความคงตัว เพิ่มการดูดซึม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ของสารให้ได้ผลที่ดียิ่งขึ้น ลดข้อด้อยของการใช้พืชชนิดเดียว ได้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความหลากหลายมากขึ้น และสะดวกต่อการใช้งาน รวมถึงการนำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่พัฒนาได้ไปทดสอบประสิทธิภาพระดับห้องปฏิบัติการและแปลงทดสอบที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช เพื่อได้อัตราการใช้ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสม สำหรับเป็นคำแนะนำแก่เกษตรกรและผู้ที่

กรมวิชาการเกษตร

เกี่ยวข้อง เป็นการช่วยแก้ปัญหาและเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกร สามารถนำใช้ทดแทนหรือใช้ผสมผสานร่วมกับสารเคมีในแปลงเกษตรกรได้ ส่งเสริมและสนับสนุนระบบการปลูกพืชเกษตรปลอดภัย อีกทั้งภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจการเกษตรธรรมชาติสามารถนำเทคโนโลยีการพัฒนาประสิทธิภาพสารสกัดพืชเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงด้วยนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยีไปสู่ภาคการผลิต เพื่อสร้างรายได้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงสังคม อันจะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพการแข่งขันและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนของประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

วิจัยและพัฒนา ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (เมล็ดน้อยหน่า) ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล ด้วยนาโนเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ลดปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตร

ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้ครอบคลุมขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การเก็บวัตถุดิบจากแหล่งผลิตของ เมล็ดน้อยหน่า สะเดา ว่านน้ำ และหางไหล การหาวิธีการสกัดสารสำคัญ และสารออกฤทธิ์ในพืชต่างๆเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการตรวจวิเคราะห์สารสำคัญหาปริมาณสารที่ได้จากแหล่งวัตถุดิบ เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืช การสกัดแยกสารสำคัญ ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าผลิตภัณฑ์สูตรผสมด้วยนาโนเทคโนโลยี(สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล) เพื่อควบคุมหนอนใยผักในคะน้าในระดับห้องปฏิบัติการ และแปลงทดสอบ(เกษตรกร) ตรวจสอบสารออกฤทธิ์ ศึกษาวิธีตรวจวิเคราะห์สารสำคัญและสารออกฤทธิ์ด้วยวิธี GC-MS เพื่อเปรียบเทียบกับแมสสเปคตรัมของสารมาตรฐาน และวิธี HPLC การศึกษาสมบัติการละลาย การศึกษาความคงตัวเมื่อเก็บในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ ศึกษาชนิดและอัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิว ศึกษาขนาดอนุภาค และค่าศักย์ไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์สูตรผสมนาโนเทคโนโลยี (สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล) เพื่อการควบคุมหนอนใยผัก ศึกษาการใช้สารสกัดและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผสมนาโนเทคโนโลยี(สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล) ร่วมกับสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนใยผักในคะน้า ศึกษาวิเคราะห์และหาปริมาณสารพิษตกค้าง indoxacarb ในคะน้า เก็บตัวอย่างผลผลิตคะน้าในแปลงทดสอบมาประเมินผลประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง indoxacarb และสารสำคัญ azadirachtinในสะเดา rotenone ในหางไหล และ β-asarone ในว่านน้ำ ด้วยเทคนิค LC-MS/MS HPLC และ GC-MS แต่ละกรรมวิธี เพื่อหาปริมาณสารตกค้างในผลผลิต ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย นำไปสนับสนุนการผลิตแบบเกษตรดีที่เหมาะสม สรุปและรายงานผล ถ่ายทอดองค์ความรู้เทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมให้ลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการป้องกันศัตรูพืชหันมาใช้สารธรรมชาติทดแทนสารเคมี

นิยามศัพท์

ศักย์ซีต้า (zeta potential) หมายถึง ความต่างศักย์ ระหว่างขอบเขตของ ของแข็งและของเหลว เป็นตัววัดประจุไฟฟ้าของอนุภาคที่ถูกแขวนลอยในของเหลว เนื่องจากศักยภาพของ zeta ไม่เท่ากับศักยภาพของพื้นผิวไฟฟ้าในชั้นสองหรือศักยภาพของสเติร์น แต่มักเป็นค่าเดียวที่สามารถใช้เพื่ออธิบายคุณสมบัติของชั้นสองของการกระจายตัวของคอลลอยด์ได้

กรมวิชาการเกษตร

ระดับเศรษฐกิจ (Economic Threshold Level : ET) หมายถึง ระดับความหนาแน่นของแมลงศัตรูพืชที่เกษตรกรจำเป็นต้องทำการป้องกันกำจัด เพื่อไม่ให้ความหนาแน่นของแมลงศัตรูพืชสูงมากขึ้นจนถึงระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ

การจัดการโดยวิธีผสมผสาน หมายถึง การนำวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชวิธีต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 วิธี มาใช้ร่วมกันในการควบคุมศัตรูพืช

ระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre-harvest interval, PHI) หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่พ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชครั้งสุดท้ายจนถึงวันเก็บเกี่ยว ขึ้นอยู่กับประเภทสารเคมีที่ใช้และชนิดของพืช ยกตัวอย่าง เช่น ควรหยุดพ่นสารอินดอกซาคาร์บ ครั้งสุดท้ายก่อนเก็บเกี่ยวคะน้าเป็นเวลา 7 วัน (PHI = 7 วัน)

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 วิจัยพัฒนาประสิทธิภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยี และว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยี เพื่อควบคุมศัตรูพืชผัก (ปีเริ่มต้น 2563–สิ้นสุด 2564) ประกอบด้วย 3 การทดลอง

ทำการพัฒนาการผลิตสารสกัดพืชชนิดต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 1.1 วิจัยพัฒนาประสิทธิภาพสารสกัดและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากน้อยหน่า เพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (ปีเริ่มต้น 2563–สิ้นสุด 2564)

การทดลองที่ 1.2 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพ สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากสะเดา หางไหลด้วยนาโนเทคโนโลยี เพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (ปีเริ่มต้น 2563– สิ้นสุด 2564)

การทดลองที่ 1.3 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพ สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากว่านน้ำ หางไหลด้วยนาโนเทคโนโลยี เพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (ปีเริ่มต้น 2563– สิ้นสุด 2564)

กิจกรรมที่ 2 การใช้สารสกัดพืช ผลิตภัณฑ์จากพืชร่วมกับวัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร (ปีเริ่มต้น 2564–สิ้นสุด 2564) ประกอบด้วย 3 การทดลอง

ทำการทดสอบสารสกัดพืช ผลิตภัณฑ์จากพืชร่วมกับวัตถุมีพิษการเกษตรในแปลงทดลอง

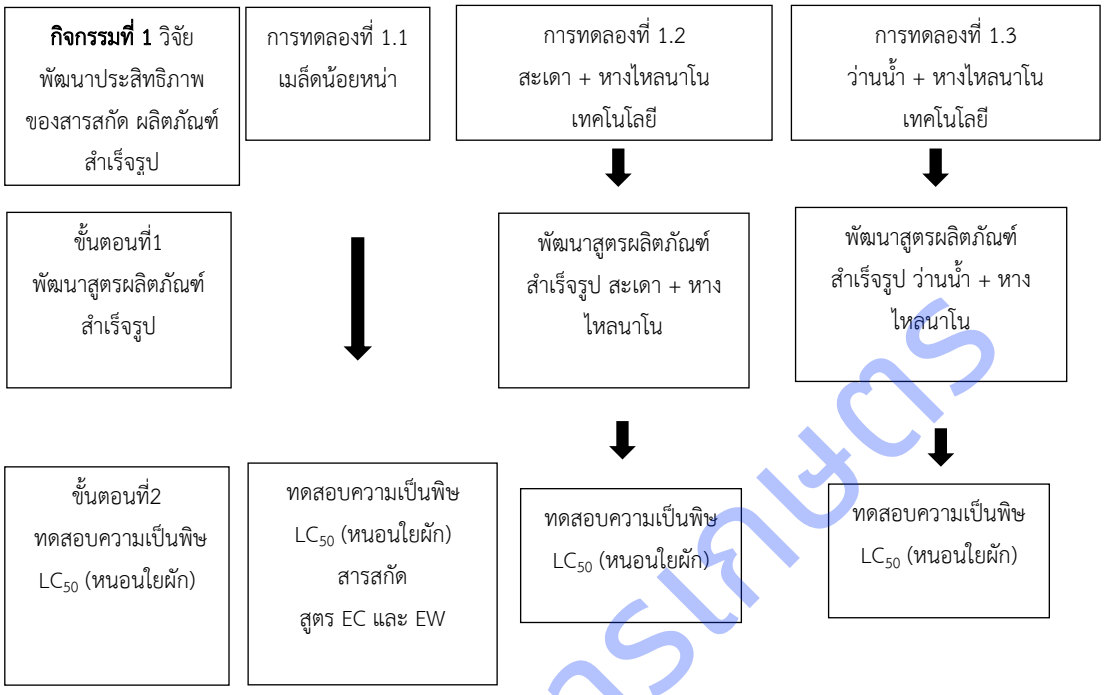
การทดลองที่ 2.1 การใช้สารสกัดและผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหล นาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

การทดลองที่ 2.2 การใช้สารสกัดและผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยี ร่วมกับสาร indoxacarb ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

กรมวิชาการเกษตร

การดำเนินการ

ปี 2563



ปี 2564

กรมวิชาการเกษตร

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

❑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

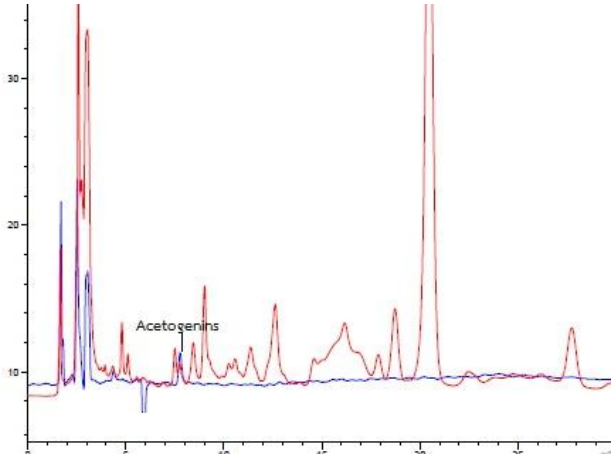
<u>กิจกรรมที่ 1</u> วิจัยพัฒนาประสิทธิภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยี และว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยี เพื่อควบคุมศัตรูพืชผัก (2563–2564) มี 3 การทดลอง

การทดลองที่1.1 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพ สารสกัดและสูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากน้อยหน่า เพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (ธิติยาภรณ์ 2563-2564)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่า เพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ศึกษาการใช้สารผสมระหว่างตัวทำละลาย สารลดแรงตึงผิวหลัก สารลดแรงตึงผิวร่วม และสารสกัดเมล็ดน้อยหน่า เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลักษณะที่ดี มีความคงตัว ได้ผลิตภัณฑ์ 2 สูตร คือ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC และ EW ซึ่งได้สูตรผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีที่ดี มีความคงตัว ไม่ตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ กระจายตัวได้ดีและไม่ตกตะกอนเมื่อนำไปเจือจางด้วยน้ำ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ไปศึกษาหาความคงตัว และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC และ EW พบว่า ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC มีผลทำให้หนอนใยผักตาย อยู่ระหว่าง 27.5-85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EW ที่ทำให้หนอนใยผักตายเพียง 10.5-60 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 1.64 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักในแปลงคะน้าเกษตรกร โดยทำแปลงทดสอบ 2 แปลง 2 สถานที่ พบว่าการพ่นสารผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากการพ่นสารทดลอง *Bacillus thuringiensis* และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผัก พบว่าทั้ง 2 แปลงทดลอง ที่อัตรา 50-70 ม.ล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ 71.02-79.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการใช้สารทดลอง *Bacillus thuringiensis* ที่มีประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ 70.56-79.30 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเทียบผลผลิต พบว่าการให้สารทดลองผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ได้ผลผลิตใกล้เคียงกับสารทดลอง *Bacillus thuringiensis* เช่นเดียวกัน

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดน้อยหน่าบดและเตรียมเป็นสารสกัดน้อยหน่า

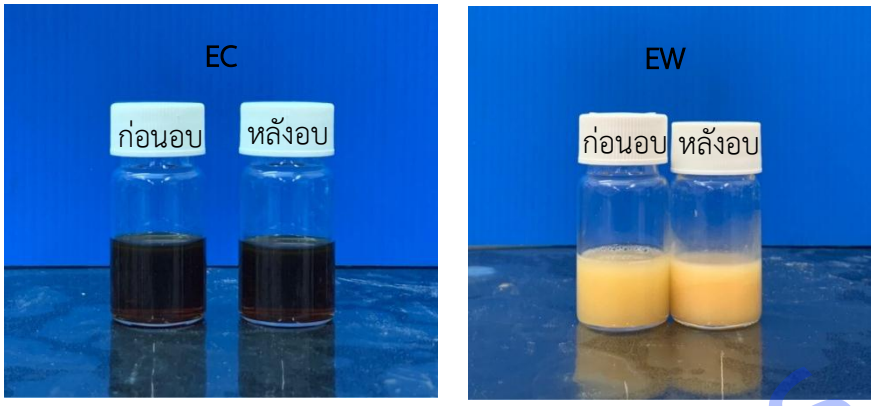
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์กลุ่ม Acetogenins ในสารสกัดเมล็ดน้อยหน่าเทียบกับสารมาตรฐานด้วยวิธี HPLC

ภาพที่ 3 การศึกษาระบบของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตรEC และ EW ก่อนอบและหลังอบที่ 54 °C 14 วัน

ภาพที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักด้วยสารสกัดน้อยหน่าในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 6 แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC แปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม และ จังหวัดกาญจนบุรี

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดหยาบเมล็ดน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EW และสูตร EC ที่ 96 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์	LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง (mg/L)
สารสกัดหยาบเมล็ดน้อยหน่า	1.7
ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	0.063
ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EW	1.07

ตารางที่ 2 จำนวนหนอนใยผักในคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร)	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					เปอร์เซ็นต์การป้องกันกำจัด
		ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
			1	2	3	4	
1. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	25	0.4	0.10 a	0.10 a	0.06 a	0.09a	55
2. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	35	0.36	0.10 a	0.10 a	0.06 a	0.08a	55.56
3. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	50	0.39	0.08 a	0.08 a	0.05 a	0.04a	79.49
4.ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	70	0.36	0.09 a	0.09 a	0.04 a	0.04a	77.78
5. *Bacillus thuringiensis*	80	0.34	0.09 a	0.09 a	0.05 a	0.05a	70.59
6. ไม่พ่นสาร		0.38	0.30 b	0.26 b	0.16 b	0.19b	-
%CV			22.71	39.49	56.12	67.57	
%RE				73.6	58.2	65.8	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 จำนวนหนอนใยผักในคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ในแปลงเกษตรกร จังหวัดกาญจนบุรี

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร)	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					เปอร์เซ็นต์การป้องกันกำจัด
		ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
			1	2	3	4	
1. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	25	0.53	0.08 a	0.13 a	0.26 a	0.38 b	40.63
2. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	35	0.49	0.15 a	0.13 a	0.19 a	0.21 a	64.51
3. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	50	0.46	0.13 a	0.14 a	0.2 a	0.16 a	71.2
4.ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	70	0.4	0.15 a	0.28 b	0.14 a	0.14 a	71.02

กรมวิชาการเกษตร

5. *Bacillus thuringiensis*	80	0.44	0.09 a	0.11 a	0.25 a	0.1 a	79.3
6. ไม่พ่นสาร		0.53	0.36 b	0.44 c	0.51 b	0.64 c	-
%CV		17	63.8	36.9	36.9	25.1	
%RE				93.6	55.7	68	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม และ กาญจนบุรี

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)	ผลผลิตคะน้า (กก./ตารางเมตร)	
		แปลง จ.นครปฐม	แปลง จ.กาญจนบุรี
1. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	25	1.08 b	1.65 a
2. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	35	1.19 ab	1.75 a
3. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	50	1.14 ab	1.70 a
4. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC	70	1.45 a	1.25 ab
5. *Bacillus thuringiensis*	80	1.33 ab	1.35 a
6. ไม่พ่นสาร		1.06 b	0.475 b
%CV		16.20	38.7

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์ DMRT ที่ความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 1.2 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพ สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากสะเดา หางไหล ด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (ลักษมี 2563–2564)

การวิจัยพัฒนาพืชจากสะเดา หางไหลที่มีศักยภาพ เพื่อพัฒนาเป็นสูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูป จากธรรมชาติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรด้วยนาโนเทคโนโลยี ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์นาโนอิมัลชันมีความคงตัวที่ดี อัตราส่วนที่เหมาะสมในการเตรียมนาโนอิมัลชันประกอบด้วยสารสกัดสะเดาผสมหางไหลร้อยละ 60 โดยปริมาตร สารลดแรงตึงผิวผสมร้อยละ 10 โดยปริมาตร และน้ำร้อยละ 30 โดยปริมาตร มีขนาดอนุภาคระดับนาโนเฉลี่ย 79.47 นาโนเมตร ค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเฉลี่ย -35 mV สามารถละลายน้ำได้ดี ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.6 เมื่อทดสอบการคงสภาพโดยใช้ความร้อนเป็นตัวเร่ง ที่ 14 วัน และเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน ผลการศึกษาพบว่ามีความคงสภาพ ไม่เกิดการแยกชั้น และมีคุณสมบัติทางกายภาพตรงตามคุณลักษณะสูตรนาโน emulsifiable concentrate (EC) formulation และพบว่าสารสำคัญสลายตัวตามระยะเวลาเก็บรักษาและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การทดสอบประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการพบว่า ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์นี้มีค่าเท่ากับ 1.64 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถควบคุมหนอนใยผักที่เป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดี เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา + หางไหลนาโนอิมัลชัน ระดับแปลงทดสอบของเกษตรกร เพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า จำนวน 2 แหล่งปลูก ที่จังหวัดนครปฐม และจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ที่อัตรา 35-70 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร มี

กรมวิชาการเกษตร

ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า 51.4 – 77.0% ใกล้เคียงเมื่อเทียบกับ *Bacillus thuringiensis* ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 60.3 – 81.6% และเปรียบเทียบผลผลิตของทั้ง 2 แปลงการทดลอง พบว่าการใช้สารทดลองผลิตภัณฑ์สูตรผสมสะเดา + หางไหลนาโนอิมัลชัน ให้ผลผลิตคะน้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเทียบกับ *Bacillus thuringiensis*

ตารางที่ 5 ปริมาณ azadirachtin และ rotenone ในตัวอย่างสะเดาและหางไหล

ตัวอย่างพืช	สารสำคัญ	% ความเข้มข้น (w/w)
เมล็ดสะเดา	azadirachtin	0.07 - 0.88
หางไหล	rotenone	1.40 - 13.20

ตารางที่ 6 ผลทดสอบประสิทธิภาพเของผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชันในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

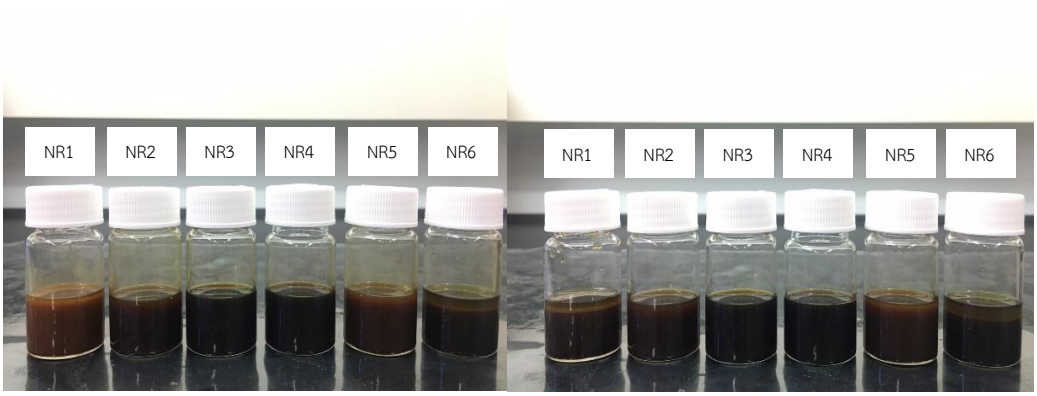
กรรมวิธี	% การตายของหนอนใยผัก (% corrected mortality)
ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลอัตรา 10 มล./น้ำ20ลิตร	33.33 c
ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหล อัตรา 25 มล./น้ำ20ลิตร	33.33 c
ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหล อัตรา 35 มล./น้ำ20ลิตร	66.67 b
ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหล อัตรา 50 มล./น้ำ20ลิตร	69.44 ab
ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหล อัตรา 70 มล./น้ำ20ลิตร	81.94 a
น้ำ (กรรมวิธีควบคุม)	0 d
%CV	14.7

หมายเหตุตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ผลการศึกษาอัตราส่วนของตัวทำละลายและสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมในการผลิตสูตรผสมสะเดาหางไหลนาโนอิมัลชันและลักษณะทางกายภาพของสูตรผลิตภัณฑ์

สูตรผลิตภัณฑ์	ความเข้มข้นในสูตรผลิตภัณฑ์ (%w/v)				ลักษณะทางกายภาพ		การกระจายตัวในน้ำ
	สารสกัดสะเดา+หางไหล	(E1)	(E4)	water	หลังจากเตรียมเสร็จ	อุณหภูมิห้อง 14 วัน	
NR1	60	10	20	10	ขุ่น แยกชั้น	ใสขึ้น แยกชั้น	ดีมาก
NR2	60	20	10	10	ขุ่น แยกชั้น	ขุ่น แยกชั้น	ดี
NR3	60	7	3	30	ใส ไม่แยกชั้น	ใส ไม่แยกชั้น	ดีมาก
NR4	60	3	7	30	ใส ไม่แยกชั้น	ใส แยกชั้นเล็กน้อย	ดีมาก
NR5	60	15	5	20	ขุ่น แยกชั้น	ขุ่น แยกชั้น	ดี
NR6	60	5	15	20	ใส แยกชั้น	ใส แยกชั้น	ดีมาก

กรมวิชาการเกษตร



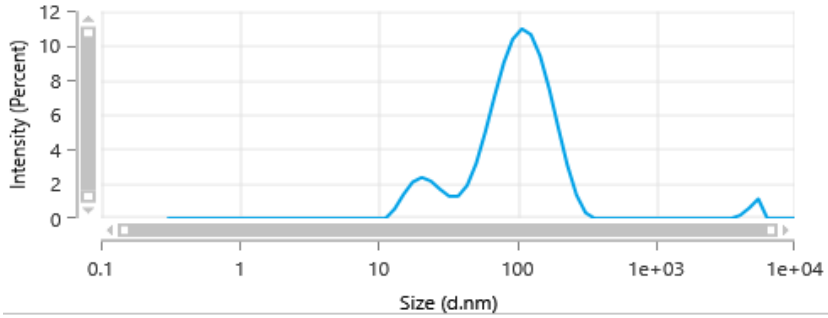
(A) (B)

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะทางกายภาพของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน (A) หลังเตรียมเสร็จ และ (B) หลังตั้งทิ้งไว้ที่อุณภูมิห้อง 14 วัน

ตารางที่ 8 แสดงขนาดอนุภาค ศักย์ไฟฟ้าซีต้า และ pH ของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน

สูตรผลิตภัณฑ์	Size average (nm)	Zeta potential average (mV)	pH
NR1	234.20	-13.88	4.64
NR2	146.70	-24.96	4.62
NR3	79.47	-35.00	4.65
NR4	127.60	-31.48	4.61
NR5	228.00	-26.73	4.64
NR6	748.50	-15.17	4.62

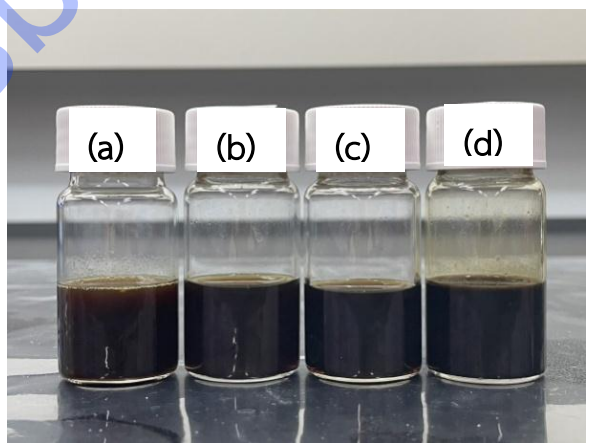
กรมวิชาการเกษตร



Name	Mean	Standard Deviation	RSD	Minimum	Maximum
Z-Average (nm)	79.47	-	-	79.47	79.47
Polydispersity Index (PI)	0.4039	-	-	0.4039	0.4039
Peak One Mean by Intensity (nm)	116.2	-	-	116.2	116.2
Peak One Area by Intensity (%)	86.66	-	-	86.66	86.66
Peak Two Mean by Intensity (nm)	22.01	-	-	22.01	22.01
Peak Two Area by Intensity (%)	11.44	-	-	11.44	11.44

Name	Mean	Standard Deviation	RSD	Minimum	Maximum
Zeta Potential (mV)	-35	1.258	3.595	-35.89	-34.11
Conductivity (mS/cm)	0.03415	0.0006291	1.842	0.03371	0.0346
Wall Zeta Potential (mV)	-14.89	4.166	27.98	-17.83	-11.94
Quality Factor	2.944	0.8056	27.36	2.374	3.514
Zeta Peak One Mean	-54.92	13.38	24.36	-64.38	-45.46
Zeta Peak Two Mean	-40.56	14.89	36.71	-51.09	-30.03

ภาพที่ 8 แสดงขนาดอนุภาคและศักย์ไฟฟ้าซีต้าของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน NR3



ภาพที่ 9 แสดงลักษณะทางกายภาพของสะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน (a) เก็บที่ 4 ℃ 3 เดือน (b) หลังเตรียมเสร็จ (c) เก็บที่ 25℃ 3 เดือนและ(d) หลังอบที่ 54 ℃ 14 วัน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบการเกิดฟองของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชันที่เวลาต่างๆ

เวลา (วินาที)	ปริมาตรฟองเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	
	ก่อนอบที่ 54±2 ℃	หลังอบที่ 54±2 ℃
10	4.67	3.07
60	4.33	3.07
180	4.10	2.73
720	4.03	2.73

ตารางที่ 10 แสดงผลการทดสอบการเกิดครีมของสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน

เวลา (ชั่วโมง)	ตั้งทิ้งไว้ใน water bath 30 องศาเซลเซียส			
	ก่อนอบที่ 54 ℃		หลังอบที่ 54 ℃	
	ครีม	น้ำมัน	ครีม	น้ำมัน
0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0
2	0	0	0	0
24	0	0	0	0
24.5	0	0	0	0

หมายเหตุ 1) 0 ไม่เกิด + เกิดเล็กน้อย ++ เกิดปานกลาง +++ เกิดมาก

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน ที่เก็บไว้ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา	ปริมาณสาร			
	% Azadirachtin	% Remain	% Rotenone	% Remain
0	0.1013	100	0.4162	100
เก็บที่ 4 ℃ 3 เดือน	0.0683	67	0.3961	95
เก็บที่ 25 ℃ 3 เดือน	0.0678	67	0.3477	84
เก็บที่ 54 ℃ 14 วัน	0.0425	42	0.1785	43

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 12 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)	ค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
		ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
			1	2	3	4	
1. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	25	0.50 a	0.4 a	0.23 a	0.34 b	0.36 b	60.25
2. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	35	0.49 a	0.39 a	0.19 a	0.30 b	0.21 ab	76.34
3. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	50	0.54 a	0.49 bc	0.15 a	0.18 a	0.20 ab	79.55
4. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	70	0.48 a	0.55 ab	0.25 a	0.18 a	0.20 ab	77.00
5. *Bacillus thuringiensis*	80	0.45 a	0.44 a	0.29 a	0.16 a	0.15 a	81.60
6. น้ำ (กรรมวิธีควบคุม)	-	0.53 a	0.63 c	0.48 b	0.93 c	0.96 c	0.00
%CV	-	-	14.6	32.4	12.6	35.2	
%RE				65.6	75.7	8.2	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์ DMRT ที่ความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 13 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)	ค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
		ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
			1	2	3	4	
1. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	25	0.53 a	0.35 a	0.29 a	0.35 b	0.34 a	42.98
2. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	35	0.53 a	0.28 a	0.25 a	0.28 ab	0.29 a	51.36
3. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	50	0.58 a	0.35 a	0.23 a	0.24 a	0.26 a	60.15
4. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	70	0.59 a	0.29 a	0.18 a	0.29 ab	0.24 a	63.84
5. *Bacillus thuringiensis*	80	0.56 a	0.21 a	0.18 a	0.30 ab	0.25 a	60.32
6. น้ำ (กรรมวิธีควบคุม)	-	0.56 a	0.55 b	0.59 b	0.61 c	0.63 b	0.00
%CV	-	-	32.5	26.9	18.9	28.2	
%RE				87.3	47.4	43	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์ DMRT ที่ความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยี ในแปลงเกษตรกร จังหวัดกาญจนบุรี และนครปฐม

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)	ค่าเฉลี่ยผลผลิตคะน้า (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	
		แปลง1 กาญจนบุรี	แปลง2 นครปฐม
1. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	25	3.20 bc	1.75 a [2/]
2. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	35	3.05 c	1.71 a
3. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	50	2.7 cd	1.89 a
4. ผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน	70	3.93 ab	1.75 a
5. *Bacillus thuringiensis*	80	4.1 a	1.85 a
6. น้ำ (กรรมวิธีควบคุม)		2.15 d	0.475 b
%CV		16.3	38.7

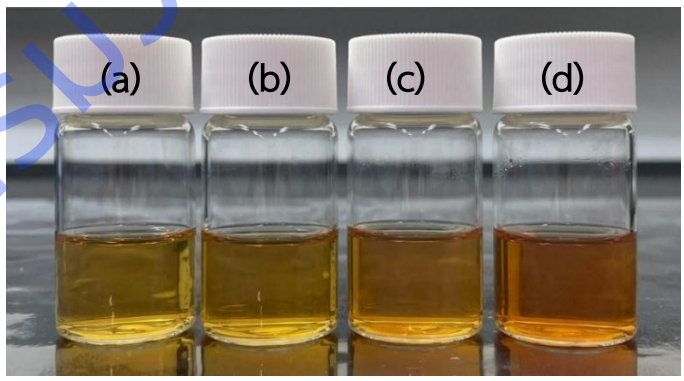
หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์ DMRT ที่ความเชื่อมั่น 95%

ภาพที่ 10 นำสูตรผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในแปลงคะน้า จ.กาญจนบุรี และ จ. นครปฐม

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.3 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพ สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากว่านน้ำ หางไหล ด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (พจนีย์ 2563–2564)

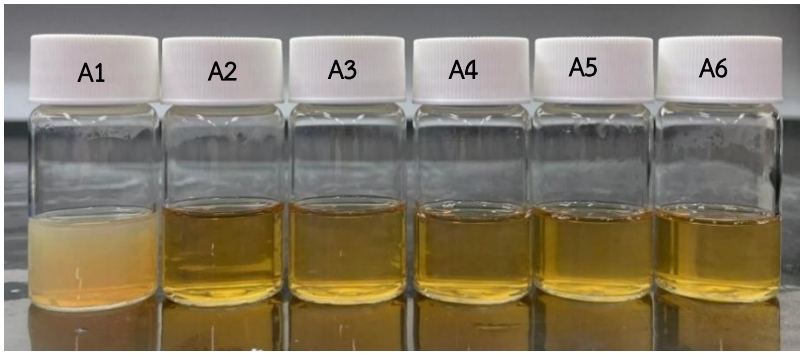
งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชจากสารสกัดว่านน้ำผสมหางไหลในรูปนาโนอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (o/w) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ผลการศึกษาพบว่าระบบที่เหมาะสมในการเตรียมนาโนอิมัลชันที่มีลักษณะโปร่งใสและมีความคงตัวประกอบด้วยระบบที่ใช้สารสกัดว่านน้ำผสมหางไหลเป็นวัฏภาคน้ำมันร้อยละ 10 โดยปริมาตร สารลดแรงตึงผิวผสมร้อยละ 10 โดยปริมาตร และน้ำร้อยละ 80 โดยปริมาตร ซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 17.06 นาโนเมตร และมีค่าประจุที่ผิวต่ำกว่า -30 mV ประเมินความคงสภาพทางเคมีจากการตรวจวัดปริมาณสารสำคัญเบต้าอะซาโรนและโรติโนนในผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่านาโนอิมัลชันมีคุณลักษณะทางกายภาพ ความคงสภาพทางกายภาพและเคมีอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือนโดยไม่เกิดการแยกชั้น และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่อการสลายตัวของสารสำคัญ ศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโนอิมัลชันในการควบคุมหนอนใยผักวัยที่ 2 ในระดับห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการจุ่มใบ พบว่าผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโนอิมัลชันที่อัตรา 35 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีฤทธิ์ทำให้หนอนใยผักตายมากที่สุด 87.5 เปอร์เซนต์ และมีค่า LC_{50} ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 64.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 96 ชั่วโมง การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโนอิมัลชันต่อหนอนใยผักในคะน้า จำนวน 2 แปลง ผลการทดลองพบว่าอัตราแนะนำ 35-50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดีเฉลี่ย 49.78-71.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้ *Bacillus thuringiensis* subsp.*kurstaki* ที่มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 64.87-76.33 เปอร์เซ็นต์ งานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยที่มีประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากเป็นการใช้ประโยชน์จากพืชท้องถิ่นในการลดหรือทดแทนการใช้สารเคมีทางการเกษตร เป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจแก่เกษตรกรในผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม



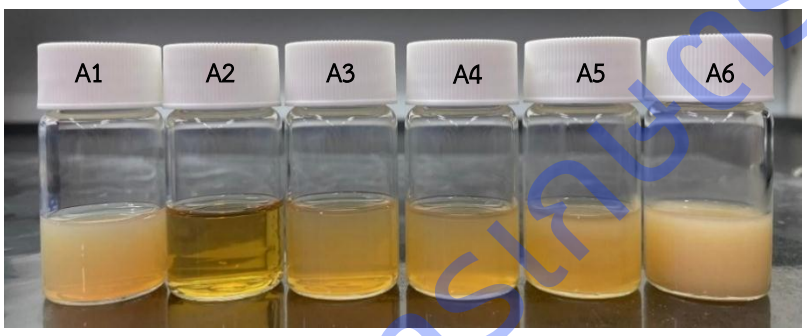
ภาพที่ 11 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของนาโนอิมัลชัน (a) หลังเตรียมเสร็จ (b) เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส (c) เก็บที่25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน (d) หลังอบที่54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

กรมวิชาการเกษตร

(a)



(b)

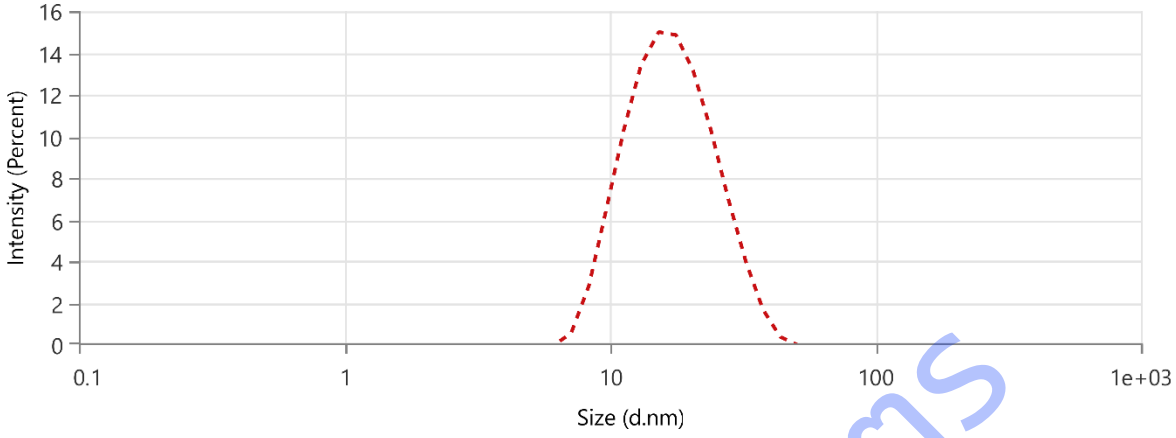


ภาพที่ 12 แสดงลักษณะทางกายภาพของสูตรนาโนอิมัลชัน (a) หลังเตรียมเสร็จ และ (b) หลังเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

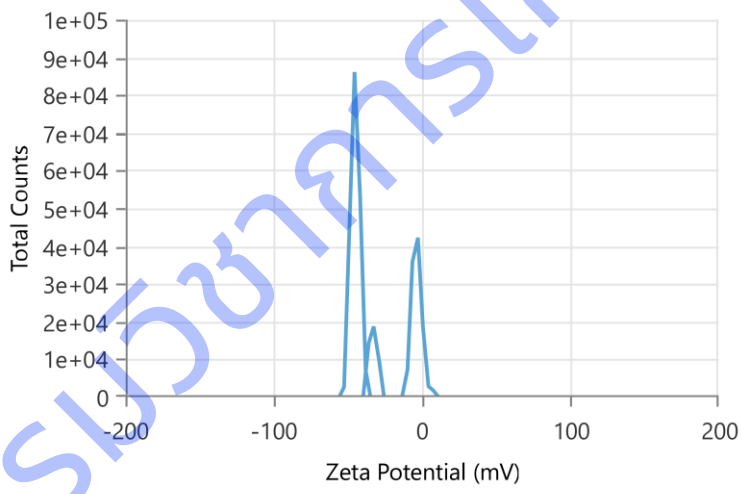
ตารางที่ 15 แสดงขนาดอนุภาคเฉลี่ย การกระจายตัว ศักย์ไฟฟ้าซีต้าและค่า pH ของสูตรผสมว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชัน

สูตร	ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (nm)	ศักย์ไฟฟ้าซีต้าเฉลี่ย (mv)	pH	ลักษณะทางกายภาพ		
				หลังเตรียมเสร็จ	อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง	อุณหภูมิห้อง 14 วัน
A1	93.85	-23.7	7.02	ขุ่น ไม่แยกชั้น	ขุ่นขึ้น ไม่แยกชั้น	ขุ่นขึ้น ไม่แยกชั้น
A2	17.06	-31.59	6.91	ใส ไม่แยกชั้น	ใส ไม่แยกชั้น	ใส ไม่แยกชั้น
A3	15.7	-23.98	6.96	ใส ไม่แยกชั้น	ใส ไม่แยกชั้น	ขุ่น ไม่แยกชั้น
A4	13.79	-18.54	6.73	ใส ไม่แยกชั้น	ขุ่น ไม่แยกชั้น	ขุ่น ไม่แยกชั้น
A5	20.31	-9.01	6.90	ใส ไม่แยกชั้น	ขุ่น ไม่แยกชั้น	ขุ่น เกิดตะกอน
A6	28.59	-9.72	6.57	ใส ไม่แยกชั้น	ขุ่น ไม่แยกชั้น	ขุ่นนม เกิดตะกอน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 13 แสดงการกระจายตัวของขนาดอนุภาคของสูตร A2



ภาพที่ 14 แสดงค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าของสูตร A2

ตารางที่ 16 แสดงผลการทดสอบการเกิดฟองของสูตรผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชันที่เวลาต่างๆ

เวลา (วินาที)	ปริมาตรฟองเฉลี่ย (มิลลิลิตร)
10	4.2
60	4.1
180	3.9
720	3.5

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโนอิมัลชันที่เก็บไว้ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา	ปริมาณสารสำคัญ			
	% β-asarone	% Remain	% Rotenone	% Remain
0	1.99	100	0.47	100
เก็บที่ 4 ℃ 3 เดือน	1.92	96.48	0.45	95.74
เก็บที่ 25 ℃ 3 เดือน	1.80	90.45	0.41	87.23
หลังอบที่ 54 ℃ 14 วัน	1.32	66.33	0.21	44.68

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสมว่านน้ำหางไหลนาโนอิมัลชันต่อหนอนใยผักวัย 2 ที่ความเข้มข้นต่างๆ 5 ระดับ

กรรมวิธี	% ตายเฉลี่ยของหนอนใยผักวัย 2
1. ผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นอัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร	62.50 b
2. ผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นอัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร	67.50 b
3. ผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นอัตรา 35 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร	87.50 a
4. ผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นอัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร	85.00 a
5. ผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นอัตรา 70 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร	85.00 a
6. กรรมวิธีควบคุมน้ำ	5.00 c
CV	15.8

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 19 จำนวนหนอนใยผักที่ฉีดพ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
		ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
			1	2	3	4	
1. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	10	0.56	0.13 ab	0.3 ab	0.46 a	0.54 b	8.71
2. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	25	0.59	0.11 a	0.18 a	0.25 a	0.24 a	61.49
3. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	35	0.65	0.19 ab	0.33 ab	0.35 a	0.28 a	59.22
4. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	50	0.64	0.13 ab	0.1 a	0.51 ab	0.19 a	71.90
5. *Bacillus thuringiensis*	80	0.64	0.23 ab	0.23 a	0.33 a	0.16 a	76.33
6. ไม่พ่นสาร		0.71	0.28 b	0.55 b	0.83 b	0.75 c	
%CV			53.8	68.2	47.2	38.7	
%R.E.				95.7	84.4	75.2	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 20 จำนวนหนอนใยผักที่ฉีดพ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโนที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
		ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
			1	2	3	4	
1. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	10	0.56	0.33 b	0.34 b	0.29 ab	0.31 b	39.61
2. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	25	0.54	0.15 a	0.16 a	0.19 a	0.25 ab	49.49
3. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	35	0.51	0.14 a	0.14 a	0.19 a	0.23 ab	50.80
4. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	50	0.63	0.21 a	0.24 ab	0.33 b	0.29 b	49.78
5. *Bacillus thuringiensis*	80	0.59	0.14 a	0.15 a	0.21 a	0.19 a	64.87
6. ไม่พ่นสาร		0.60	0.53 c	0.59 c	0.6 c	0.55 c	
%CV			23.6	31.8	20.5	19.6	
%R.E.				35.3	52.6	37.2	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรีและ อ. เมือง จ. นครปฐม

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร)	ผลผลิตคะน้า (กก./ตารางเมตร)	
		แปลงคะน้า จ.กาญจนบุรี	แปลงคะน้า จ.นครปฐม
1. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโน	10	1.1 b	1.64 ab
2. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโน	25	2.1 a	1.54 ab
3. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโน	35	1.9 a	1.73 a
4. ผลิตภัณฑ์ว่านน้ำหางไหลนาโน	50	2.2 a	1.61 ab
5. *Bacillus thuringiensis*	80	2.6 a	1.58 ab
6. ไม่พ่นสาร		0.65 b	1.45 b
%CV		27.9	8.6

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>กิจกรรมที่ 2</u> การใช้สารสกัดพืช ผลิตภัณฑ์จากพืชร่วมกับวัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร (ปีเริ่มต้น 2564–สิ้นสุด 2564) ประกอบด้วย 2 การทดลอง

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชสูตรผสมนาโน อัตรา A /น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 พ่น Indoxacarb 15% EC อัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร 6 ครั้งติดต่อกัน ตามด้วย ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชสูตรผสมนาโน อัตรา A/น้ำ 20 ลิตร 1 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 3 พ่น Indoxacarb 15% EC อัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร 5 ครั้งติดต่อกัน ตามด้วย ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชสูตรผสมนาโน อัตรา A/น้ำ 20 ลิตร 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 4 พ่น Indoxacarb 15% EC อัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร 4 ครั้งติดต่อกัน ตามด้วย ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชสูตรผสมนาโน อัตรา A/น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 5 พ่น indoxacarb15% EC อัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 ไม่พ่นสาร

วิธีปฏิบัติการทดลอง แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของสารเคมี Indoxacarb 15% EC อัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตรในคะน้า เพื่อกำหนดค่าระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (PHI)

ทำแปลงทดสอบเพื่อศึกษาหาปริมาณสารพิษตกค้างของสารเคมี Indoxacarb 15% EC ในคะน้า ที่อัตราแนะนำ (60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร) จำนวน 2 แปลงทดสอบ ขนาดแปลงทดสอบ จำนวน 2 แปลงย่อย และ แปลงควบคุม(พ่นด้วยน้ำเปล่า) จำนวน 1 แปลงย่อย โดยมีระยะห่างระหว่างแปลงย่อยไม่น้อยกว่า 2 เมตร พ่นสาร Indoxacarb ทุก 5 วัน รวมทั้งหมด 3 ครั้ง หลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้าย ทำการสุ่มเก็บคะน้าที่ระยะ 0 7 และ 14 วัน ตามลำดับ วิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของ indoxacarb ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre Harvest Interval : PHI)

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของสูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า ในแปลงทดสอบของเกษตรกร

นำผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารสกัดพืชนาโนเทคโนโลยี ที่ผ่านเกณฑ์การทำสูตรผสมสำเร็จรูป และมีประสิทธิภาพดีสุดมาทดสอบประสิทธิภาพในแปลงเกษตรกรร่วมกับการใช้สาร indoxacarb ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า จำนวน 2 แปลง วางแผนการทดลองแบบ RCB เมื่อคะน้าอายุ 20 วัน หรือเมื่อพบการระบาดหนอนใยผักที่ระดับเศรษฐกิจ พ่นสารผสมสำเร็จรูปสารสกัดพืชนาโนเทคโนโลยี 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ผสมผสานกับใช้สารเคมีป้องกันกำจัดหนอนใยผัก Indoxacarb 15% w/v EC อัตราแนะนำ โดยใช้สาร Indoxacarb 15% w/v EC เป็นสารเปรียบเทียบ และพ่นด้วยน้ำ เป็นกรรมวิธีควบคุม พ่นทุก 5 วัน ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง สุ่มตรวจนับจำนวนหนอนใยผักที่เข้าทำลายต้นคะน้า หลังจากพ่นทุกครั้ง เก็บผลผลิตคะน้าหลังจากพ่นครั้งสุดท้าย คัดแยก เกรด ให้อยู่ในสภาพพร้อมส่งตลาด ชั่งผลผลิต บันทึกผล และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้สาร indoxacarb ร่วมกับ ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชสูตรผสมนาโนเทคโนโลยีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง indoxacarb ของสูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารสกัดพืชนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarbในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

สุ่มเก็บคะน้าในแปลงกรรมวิธีที่มีการใช้สาร indoxacarb เพื่อตรวจหาปริมาณสารพิษตกค้าง indoxacarb หลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้าย โดยสุ่มเก็บที่ระยะ 0 7 และ 14 วัน ตามลำดับ เพื่อหาปริมาณการตกค้างของ indoxacarb ในแต่ละกรรมวิธี นำข้อมูลมาเปรียบเทียบ ประเมินผลเพื่อหาระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการใช้สารเคมี indoxacarb ร่วมกับผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารสกัดพืชนาโนเทคโนโลยี สรุปและรายงานผล

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูล จำนวนหนอนใยผัก
2. บันทึกน้ำหนักสดผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพระยะส่งตลาด (marketable yields)
3. บันทึกข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้าง indoxacarb

สถานที่ทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
3. แปลงคะน้า จ. สุพรรณบุรี จ. นครปฐม หรือ จ. กาญจนบุรี (2 แปลงทดลอง)

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด ธันวาคม 2564

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

<u>กิจกรรมที่ 2</u> การใช้สารสกัดพืช ผลิตภัณฑ์จากพืชร่วมกับวัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร (ปีเริ่มต้น 2564–สิ้นสุด 2564) ประกอบด้วย 2 การทดลอง

การทดลองที่ 2.1 การใช้สารสกัดและผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหล นาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า (ลักษมี 2564)

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้สารผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยี (อัตรา 50 ม.ล./น้ำ 20 ลิตร) ร่วมกับสาร indoxacarb (อัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า จากผลการทดลองทั้ง 2 แปลง พบว่า กรรมวิธีที่ใช้สารเคมี indoxacarb เพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักมากที่สุด 77.06-80.65% ให้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ยสูงที่สุด 1.75 – 2.5 กิโลกรัม/ตารางเมตร ใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่2 พ่นสาร indoxacarb 3 ครั้งแรกและพ่นผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน 1 ครั้งก่อนเก็บเกี่ยว มีประสิทธิภาพ 74.29-80.56 % และให้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.74 - 2.15 กิโลกรัม/ตารางเมตร ผลตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารเคมี indoxacarb หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย พบว่ากรรมวิธีที่พ่น indoxacarb เพียงอย่างเดียว ที่ 0 วัน มีปริมาณสาร indoxacarb ตกค้างสูงสุดเกินค่า Maximum Residue Limit (MRL) เฉลี่ย 9.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และที่ 7 วันลดลงเหลือ 0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ที่ใช้สารเคมีพ่นในช่วงแรกร่วมกับพ่นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารสกัดพืชเมื่อใกล้ระยะเก็บเกี่ยว หลังพ่นครั้งสุดท้ายที่ 7 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสารเคมีตกค้าง indoxacarb หรือพบแต่พบในปริมาณ 0.02– 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่า Codex MRL ใน Broccoli ที่กำหนดค่าที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีที่พ่น indoxacarb เพียงอย่างเดียวพบปริมาณ 0.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสูงเกินค่า MRL กรรมวิธี 1-4 ที่มีการพ่นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยี เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 0 วันหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง azadirachtin เฉลี่ยอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.5-0.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจไม่พบ rotenone และที่ 7 วัน ไม่พบปริมาณสารตกค้างทั้ง azadirachtin และ rotenone แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากพืช azadirachtin และ rotenone มีการสลายตัวได้ง่ายและรวดเร็วกว่า เมื่อถูกแสงแดดและสภาพแวดล้อมภูมิอากาศในแปลงปลูก จนตรวจไม่พบการตกค้างในผลผลิตคะน้า เมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นสารเคมีทางการเกษตรหลังพ่นสารที่ระยะ 7 วันยังคงตรวจพบสารเคมีตกค้าง indoxacarb ในคะน้า การใช้สารเคมี indoxacarb สลับกับผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดีเมื่อเทียบกับการใช้สารเคมี indoxacarb เพียงอย่างเดียว และสามารถลดปริมาณสารเคมีตกค้างในผลผลิตได้

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 22 ข้อมูลการสลายตัวของสารตกค้างของ indoxacarb ในคะน้า ในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรี และ อ. เมือง จ. นครปฐม

วัน	ปริมาณสาร indoxacarb ตกค้างเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)										
		แปลงคะน้า จ.นครปฐม					แปลงคะน้า จ.กาญจนบุรี				
		อัตราแนะนำการใช้ (60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร)									
	แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)	R1.1	R1.2	R2.1	R2.2	Ave. (n=4)	R1.1	R1.2	R2.1	R2.2	Ave. (n=4)
0	ND	8.74	8.06	9.34	10.61	9.19	17.57	16.66	17.32	16.72	17.07
7	ND	0.09	0.09	0.13	0.15	0.12	0.08	0.1	0.13	0.12	0.10
14	ND	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01

หมายเหตุ - Limit of quantification (LOQ) = 0.01 mg/kg, Limit of detection (LOD) = 0.005 mg/kg

- ND = Not Detected

- Maximum Residue Limits (MRLs) of Kale or Leafy Vegetables Codex (Broccoli) 0.2 mg/kg

ตารางที่ 23 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)		จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
				หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
	Indoxacarb 15% w/v EC	สะเดา+หางไหลนาโน	ก่อนพ่นสาร	1	2	3	4	
T1 (พ่นสะเดา+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	-	50	0.60 a	0.25 b	0.24 b	0.23 a	0.20 a	72.22
T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	60	50	0.60 a	0.15 a	0.16 ab	0.16 a	0.14 a	80.56
T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	60	50	0.53 a	0.13 a	0.15 ab	0.13 a	0.15 a	76.42
T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	60	50	0.58 a	0.14 a	0.19 ab	0.2 a	0.20 a	71.26
T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)		-	0.56 a	0.16 a	0.11 a	0.15 a	0.13 a	80.65
6. แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)			0.50 a	0.35 c	0.59 c	0.58 b	0.60 b	0.00
%CV			12.90 a	17.4	27.90	35.40	32.40	
%R.E.					34.30	32.20	44.40	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 24 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)		จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
				หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
	Indoxacarb 15% w/v EC	สะเดา+หางไหลนาโน	ก่อนพ่นสาร	1	2	3	4	
T1 (พ่นสะเดา+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	-	50	0.56 a	0.15 a	0.06 a	0.43 a	0.20 a	67.86
T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	60	50	0.49 a	0.23 a	0.13 a	0.4 a	0.14 a	74.29
T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	60	50	0.58 a	0.15 a	0.14 a	0.26 a	0.15 a	76.72
T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	60	50	0.53 a	0.26 a	0.26 a	0.34 a	0.20 a	66.04
T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)		-	0.51 a	0.14 a	0.10 a	0.33 a	0.13 a	77.06
T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)			0.54 a	0.56 b	0.85 b	0.85 b	0.60 b	0.00
%CV			17.6	48	51.10	28.60	32.40	
%R.E.					62.40	39.60	44.40	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรีและ อ. เมือง จ. นครปฐม

กรรมวิธี	ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย (กก./ตารางเมตร)	
	แปลงคะน้า จ.นครปฐม	แปลงคะน้า จ.กาญจนบุรี
1. พ่นผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน 4 ครั้ง	1.85 a	1.2 c
2. พ่น indoxacarb 3 ครั้ง และพ่นผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน 1 ครั้ง	1.74 a	2.15 a
3. พ่น indoxacarb 2 ครั้ง และพ่นผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน 2 ครั้ง	1.71 a	2.3 a
4. พ่น indoxacarb 1 ครั้ง และพ่นผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโน 3 ครั้ง	1.66 a	1.6 b
5. พ่น indoxacarb 4 ครั้ง	1.75 a	2.5 a
6. แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)	1.79 a	0.95 c
%CV	10.2	13.4

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 26 ปริมาณสารตกค้างของ indoxacarb azadirachtin และ rotenone ในการใช้สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb เพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า จังหวัดกาญจนบุรี และ จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการพ่นสาร (วัน)	กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยปริมาณสารตกค้าง indoxacarb (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, mg/kg)		ปริมาณสารตกค้างเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
		แปลง จ. กาญจนบุรี	แปลง จ. นครปฐม	แปลง จ.กาญจนบุรี		แปลง จ.นครปฐม	
				azadirachtin	rotenone	azadirachtin	rotenone
0	T1(พ่นสะเดา+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	ND	ND	0.78	ND	<0.5	ND
	T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	0.07	0.88	0.61	ND	0.96	ND
	T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	0.03	0.11	0.82	ND	0.82	ND
	T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	0.01	0.02	<0.5	ND	<0.5	ND
	T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)	9.51	7.82	ND	ND	ND	ND
	T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	T1 (พ่นสะเดา+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	0.09	0.12	ND	ND	ND	ND
	T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	0.04	0.01	ND	ND	ND	ND
	T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง สะเดา+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)	0.6	0.56	ND	ND	ND	ND
	T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ - indoxacarb : LOQ = 0.01 mg/kg, LOD = 0.005 mg/kg

- azadirachtin: LOQ = 0.5 mg/kg, LOD = 0.05 mg/kg
- rotenone: LOQ = 0.5 mg/kg, LOD = 0.2 mg/kg
- ND = Not Detected
- Maximum Residue Limits (MRLs) of Kale or Leafy Vegetables Codex, Japan (Broccoli) 0.2 mg/kg

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.2 การใช้สารสกัดและผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า (สุทิศา 2564)

จากผลการทดลองทั้ง 2 แปลงพิสูจน์ได้ว่า กรรมวิธีที่ใช้สารเคมี indoxacarb 15% EC (อัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร) เพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ 1.73-2.6 กิโลกรัม/ตารางเมตร และมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักมากที่สุด 76.33-76.77% รองลงมาคือกรรมวิธีการใช้สารกัดพืชผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชัน (อัตรา 50 ม.ล./น้ำ 20 ลิตร) ผสมผสานร่วมกับการใช้สารเคมี indoxacarb จะให้ผลผลิตที่มากกว่าการใช้สารสกัดพืชผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนเพียงอย่างเดียวและไม่ใช้สารพ่นเพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า ใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่2 พ่นสาร indoxacarb 3 ครั้งแรกและพ่นผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหล นาโน 1 ครั้ง ใกล้ระยะเก็บเกี่ยว มีประสิทธิภาพ 61.49-74.18% และให้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.64 - 2.1 กิโลกรัม/ตารางเมตร ผลตรวจสารพิษตกค้างของสารเคมี indoxacarb หลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 0 วัน และระยะเก็บเกี่ยว PHI ที่ 7 วัน กรรมวิธีที่พ่น indoxacarb เพียงอย่างเดียว พบปริมาณสาร indoxacarb ตกค้างสูงเกินค่า MRL ที่ 0 วัน เฉลี่ย 8.98-10.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 7 วัน เฉลี่ย 0.71-0.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ เมื่อเทียบกับค่า Maximum Residue Limits (MRLs) ของ Codex และ Japan ใน Broccoli ที่กำหนดค่าที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่กรรมวิธีพ่นผลิตภัณฑ์ผสมว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชัน เพียงอย่างเดียว จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (PHI) 7 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสารเคมีindoxacarb ตกค้าง แต่ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.1 -1.54 กิโลกรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และให้ผลประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด 8.71-20.54% กรรมวิธีที่พ่นสาร indoxacarb 1 ครั้งผสมผสานร่วมกับพ่นผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนต่ออีก 3 ครั้ง มีประสิทธิภาพ 59.22-69.14% ผลวิเคราะห์หลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ระยะเก็บเกี่ยว PHI ที่ 7 วัน ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง จากผลการศึกษา สรุปได้ว่าการใช้สารเคมี indoxacarb สลับกับผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักดีกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ผลิตภัณฑ์ผสมว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชันเพียงอย่างเดียว และสามารถลดปริมาณสารเคมีตกค้างในผลผลิตได้

ตารางที่ 27 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2564

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)		จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
			ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
	Indoxacarb 15% w/v EC	ว่านน้ำ+หางไหลนาโน		1	2	3	4	
T1 (พ่นว่านน้ำ+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	-	50	0.56a	0.13ab	0.3ab	0.46a	0.54b	8.71
T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	60	50	0.59a	0.11a	0.18a	0.25a	0.24a	61.49
T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	60	50	0.64a	0.13ab	0.1a	0.51ab	0.19a	71.90
T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	60	50	0.65a	0.19ab	0.33ab	0.35a	0.28a	59.22
T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)		-	0.64a	0.23ab	0.23a	0.33a	0.16a	76.33
T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)			0.71a	0.28b	0.55b	0.83b	0.75c	-
%CV			-	53.8	68.2	47.2	38.7	-
%R.E.			-	-	95.7	84.4	75.2	-

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์DMRT ที่ความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 28 จำนวนหนอนใยผักที่พ่นด้วยผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยีที่อัตราความเข้มข้นต่างๆ ในแปลงคะน้าเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ในระหว่างเดือน ตุลาคม-พฤศจิกายน 2564

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร)		จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)					% ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด
				หลังพ่นสารทดลอง (ครั้งที่)				
	Indoxacarb 15% w/v EC	ว่านน้ำ+หางไหลนาโน	ก่อนพ่นสาร	1	2	3	4	
T1 (พ่นว่านน้ำ+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	-	50	0.6a	0.33a	0.54b	0.63b	0.80b	20.54
T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	60	50	0.6a	0.09ab	0.20a	0.25a	0.26a	74.18
T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	60	50	0.55a	0.02a	0.26a	0.34a	0.28a	69.66
T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	60	50	0.56a	0.07ab	0.18a	0.26a	0.29a	69.14
T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)		-	0.59a	0.18b	0.24a	0.30a	0.23a	76.77
T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)			0.59a	0.56d	0.79c	0.84c	0.99b	-
%CV			-	39.5	31.4	19.7	31.1	-
%R.E.			-	-	55.1	88.3	50	-

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์DMRT ที่ความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่29 เปรียบเทียบผลผลิตคะน้าจากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนในแปลงเกษตรกร อ. พนมทวน จ.กาญจนบุรี และ อ. เมือง จ. นครปฐม

กรรมวิธี	ผลผลิตคะน้า (กก./ตารางเมตร)	
	แปลงคะน้า จ.กาญจนบุรี	แปลงคะน้า จ.นครปฐม
T1 (พ่นว่านน้ำ+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	1.1 b	1.54 ab
T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	2.1 a	1.64 ab
T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	2.2 a	1.61 ab
T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	1.9 a	1.58 ab
T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)	2.6 a	1.73 a
T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)	0.65 b	1.45 b
%CV	27.9	14.2

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการวิเคราะห์DMRT ที่ความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 30 ปริมาณสารตกค้างของ indoxacarb β-asarone และ rotenone ในการใช้สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสาร indoxacarb เพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

ระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการพ่นสาร (วัน)	กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยปริมาณสารตกค้าง indoxacarb (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, mg/kg)		ปริมาณสารตกค้างเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
		แปลง จ. กาญจนบุรี	แปลง จ. นครปฐม	แปลง จ.กาญจนบุรี		แปลง จ.นครปฐม	
				β-asarone	rotenone	β-asarone	rotenone
0	T1 (พ่นว่านน้ำ+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	ND	ND	<0.20	ND	0.20	ND
	T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	0.09	0.71	<0.20	ND	<0.20	ND
	T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	0.05	0.09	<0.20	ND	0.27	ND
	T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	0.02	ND	<0.20	ND	0.24	ND
	T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)	10.45	8.98	ND	ND	ND	ND
	T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	T1 (พ่นว่านน้ำ+หางไหลนาโน 4 ครั้ง)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T2 (พ่น indoxacarb 3 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 1 ครั้ง)	0.09	0.13	ND	ND	ND	ND
	T3 (พ่น indoxacarb 2 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 2 ครั้ง)	0.04	0.01	ND	ND	ND	ND
	T4 (พ่น indoxacarb 1 ครั้ง ว่านน้ำ+หางไหลนาโน 3 ครั้ง)	ND	0.01	ND	ND	ND	ND
	T5 (พ่น indoxacarb 4 ครั้ง)	0.74	0.71	ND	ND	ND	ND
	T6 แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ - indoxacarb : LOQ = 0.01 mg/kg, LOD = 0.005 mg/kg

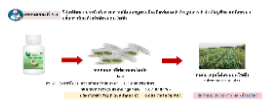
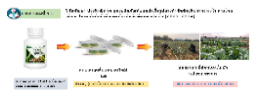
- β-asarone: LOQ = 0.2 mg/kg, LOD = 0.01 mg/kg
- rotenone: LOQ = 0.5 mg/kg, LOD = 0.2 mg/kg
- ND = Not Detected
- Maximum Residue Limits (MRLs) of Kale or Leafy Vegetables Codex, Japan (Broccoli) 0.2 mg/kg

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิต ตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์ความรู้	10	เรื่อง	**1. องค์ความรู้** 1.1) ได้ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์น้อยหน่าสูตร EC และผลิตภัณฑ์น้อยหน่าสูตร EW ผลิตภัณฑ์สูตรผสมด้วยนาโนเทคโนโลยี (สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล) ต่อหนอนใยผักในคะน้า จำนวน 5 ข้อมูล 1.2) ได้อัตราแนะนำการใช้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC ผลิตภัณฑ์สูตรผสม (สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล)ด้วยนาโนเทคโนโลยีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า จำนวน 3 ค่า 1.3) ได้ค่าระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (PHI) ของ indoxacarb ในคะน้า 1 ค่า 1.4) ได้เทคโนโลยีแการใช้ผลิตภัณฑ์สูตรผสม (สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล)นาโนเทคโนโลยี ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าอย่างมีประสิทธิภาพ จำนวน 2 ข้อมูล	11	เรื่อง	1) ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) ของ**สารสกัดน้อยหน่า** = 1.7 มิลลิกรัม/ลิตร 2) ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) **ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EW** = 1.07 มิลลิกรัม/ลิตร 3) ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) **ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC** = 0.063 มิลลิกรัม/ลิตร 4) ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) **ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหล นาโนเทคโนโลยี** = 1.64 มิลลิกรัม/ลิตร 5) ค่าความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก (LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง) **ผลิตภัณฑ์สูตรผสม ว่านน้ำ+หางไหล นาโนเทคโนโลยี** = 64.57มิลลิกรัม/ลิตร 6) อัตราแนะนำการใช้**ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC** 50-70 มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร 7) อัตราแนะนำการใช้**ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหล นาโนเทคโนโลยี** 50-70 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร 8) อัตราแนะนำการใช้**ผลิตภัณฑ์สูตรผสม ว่านน้ำ+หางไหล นาโนเทคโนโลยี** 35-50 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร 9) ค่าระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (PHI) ของ indoxacarb (60 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร) ในคะน้า ที่ 7 วัน	ได้เป็นข้อมูลวิชาการเพื่อเป็นคำแนะนำการใช้สารสกัดน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์น้อยหน่าสูตร EC และผลิตภัณฑ์น้อยหน่าสูตร EW ผลิตภัณฑ์สูตรผสมด้วยนาโนเทคโนโลยี (สะเดา+หางไหล และ ว่านน้ำ+หางไหล) ต่อหนอนใยผักในคะน้า ของ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

						10) เทคนิคการใช้**สารเคมี indoxacarb ผสมผสานร่วมกับผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหล นาโนเทคโนโลยี** ใช้สารเคมีพ่นหากมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชอย่างรุนแรงในช่วงเริ่มต้นการปลูก แต่เมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตแนะนำให้ใช้ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดพืช ลดจำนวนการใช้สารเคมี indoxacarb ได้ผลผลิตคะน้าคุณภาพปลอดภัย 11) เทคนิคการใช้**สารเคมี indoxacarb ผสมผสานร่วมกับผลิตภัณฑ์สูตรผสม ว่านน้ำ+หางไหล นาโนเทคโนโลยี** ใช้สารเคมีพ่นหากมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชอย่างรุนแรงในช่วงเริ่มต้นการปลูก แต่เมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตแนะนำให้ใช้ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดพืช ลดจำนวนการใช้สารเคมี indoxacarb ได้ผลผลิตคะน้าคุณภาพปลอดภัย (เพิ่มเติมข้อมูลเอกสารวิชาการของหน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร) (ภาคผนวก)  

กรมวิชาการเกษตร

ผลงานตีพิมพ์ ระดับชาติ (ระบุฐานข้อมูลที่ตีพิมพ์)	1	เรื่อง	ตีพิมพ์ใน วารสารวิชาการเกษตร หรือ วารสารที่มีอยู่ในฐานข้อมูล TCI	1	เรื่อง	อยู่ระหว่าง ติดต่อเพื่อส่งตีพิมพ์ใน วารสารวิชาการเกษตร หรือ วารสารที่มีอยู่ ในฐานข้อมูล TCI	ได้เป็นข้อมูลวิชาการเพื่อเป็นคำแนะนำการใช้สูตรผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสารสกัดพืช ของกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ 2.1 ระดับภาคสนาม	**3**	ต้นแบบ	**2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์** 2.1 ระดับภาคสนาม 2.1.1.ต้นแบบผลิตภัณฑ์ระดับห้องปฏิบัติการ 3 ต้นแบบ (1) ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากเมล็ดน้อยหน่า สูตร EC (2) ผลิตภัณฑ์สูตรผสม (สะเดา+หางไหล) ด้วยนาโนเทคโนโลยี (3) ผลิตภัณฑ์สูตรผสม (ว่านน้ำ+หางไหล) ด้วยนาโนเทคโนโลยี ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า สะดวกต่อการใช้งาน	3	ต้นแบบ	(1) ต้นแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากเมล็ดน้อยหน่า สูตร EC (2) ต้นแบบผลิตภัณฑ์สูตรผสม (สะเดา+หางไหล) ด้วยนาโนเทคโนโลยี (3) ต้นแบบผลิตภัณฑ์สูตรผสม (ว่านน้ำ+หางไหล) ด้วยนาโนเทคโนโลยี	ต้นแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารสกัดพืชที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า สะดวกต่อการใช้งาน เป็นปัจจัยทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการผลิตพืชแบบระบบเกษตรปลอดภัย
4. กระบวนการใหม่							

กรมวิชาการเกษตร

4.1 ระดับห้องปฏิบัติการ	2	กระบวนการ	ได้วิธีการในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปจากสารธรรมชาติ)ด้วยนาโนเทคโนโลยี สะเดา+หางไหล และ ว่านน้ำ+หางไหล	4	กระบวนการ	(เพิ่มเติมข้อมูลเอกสารวิชาการของหน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร)	ได้วิธีการใหม่ในการพัฒนาสูตรระดับห้องปฏิบัติการ จำนวน 4 กระบวนการ (1) ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากเมล็ดน้อยหน่าสูตร EC (2) ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากเมล็ดน้อยหน่าสูตร EW (3) ผลิตภัณฑ์สูตรผสม (สะเดา+หางไหล) ด้วยนาโนเทคโนโลยี (4) ผลิตภัณฑ์สูตรผสม(ว่านน้ำ+หางไหล) ด้วยนาโนเทคโนโลยี

กรมวิชาการเกษตร

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
แผนการดำเนินการขยายผล ปี 65-69 1. อยู่ระหว่างนำต้นแบบผลิตภัณฑ์ส่งให้เกษตรกร/ผู้สนใจ ในกลุ่มปลูกผักเกษตรปลอดภัยนำไปทดลองใช้สารสกัดจากพืชตามคำแนะนำ เพื่อควบคุมศัตรูพืชทดแทนหรือลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตผักปลอดภัย เพื่อประเมินผลและความพึงพอใจ	2565-66
2. อยู่ระหว่างจัดทำแผ่นพับ เอกสารวิชาการ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อเผยแพร่คำแนะนำ วิธีการใช้ องค์ความรู้ต้นแบบผลิตภัณฑ์	2565-66
3. อยู่ระหว่างวางแผนการดำเนินการเพื่อหางบประมาณ จัดทำแปลงขยายผลในกลุ่มผู้ปลูกผักเพื่อเกษตรปลอดภัย โดยการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามทรัพยากร ในแต่ละพื้นที่	2565-69
4. อยู่ระหว่างติดต่อประสานผู้ประกอบการ/ผู้ที่สนใจ เพื่อรับเทคโนโลยี เพื่อไปพัฒนาและทดลองผลิตขยายผลสู่เชิงพาณิชย์	2565-69

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ :	
ด้านสังคม : ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย เกษตรกร ผู้บริโภค มีความปลอดภัย เพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีประชาชนมีสุขภาพแข็งแรง	2569
ด้านสิ่งแวดล้อม : ลดการตกค้างและการสะสมจากสารเคมีทางการเกษตร เสริมสร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้มีความปลอดภัย	2569

* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

กรมวิชาการเกษตร

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์)

ด้านนโยบาย เป็นการผลักดันตามยุทธศาสตร์ประเทศและนโยบายรัฐบาล ส่งเสริม สนับสนุนการใช้สารสกัดพืชในการควบคุมศัตรูพืช ปรับเปลี่ยนระบบการผลิตสู่เกษตรปลอดภัย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลด ละ เลิก การใช้สารเคมีทางการเกษตรที่เป็นอันตราย มีคำแนะนำการใช้สารสกัดพืช เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร ผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน

ด้านสังคม เกษตรกร มีปัจจัยการผลิตทางเลือกจากสารธรรมชาติที่ใช้สะดวก ปลอดภัยแก่เกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดี ประชาชนมีสุขภาพแข็งแรง

ด้านวิชาการ สำหรับเป็นข้อมูลองค์ความรู้ต่อยอดงานวิจัยพืชท้องถิ่นไทยชนิดอื่นๆ ที่มีศักยภาพ ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติที่หลากหลายรูปแบบการนำไปใช้งานเหมาะสมตามคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์สำคัญในพืชเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยแก่เกษตรกร และผู้สนใจ โดยจัดทำคู่มือแผ่นพับ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ website ของกรมวิชาการเกษตร ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการต่าง ๆ

ด้านเศรษฐกิจ โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

<u>กิจกรรมที่ 1</u> วิจัยพัฒนาประสิทธิภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่า ผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหลนาโนเทคโนโลยีและว่านน้ำ+หางไหลนาโนเทคโนโลยี เพื่อควบคุมศัตรูพืชผัก (2563–2564)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชรูปแบบใหม่ของผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชจากสารสกัดเมล็ดน้อยหน่าอิมัลชัน (EC) สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน และว่านน้ำ+หางไหลในรูปนาโนอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ oil-in-water (o/w) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในพืชตระกูลกะหล่ำ เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดจากธรรมชาติที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพและได้คุณภาพมาตรฐาน พร้อมใช้และมีสารออกฤทธิ์ในปริมาณคงที่ เกษตรกรนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น ทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเตรียมอิมัลชัน ได้แก่ ชนิดของสารลดแรงตึงผิว ปริมาณน้ำและสารลดแรงตึงผิว คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ความคงตัวของสารสำคัญและผลิตภัณฑ์ รวมถึงสมบัติของนาโนอิมัลชันในด้านของขนาดอนุภาค การกระจายขนาดอนุภาคและค่าศักย์ไฟฟ้าของนาโนอิมัลชัน ขนาดอนุภาคนาโนเมตรจะมีค่าอยู่ในช่วง 1-100 nm ส่วนที่มีขนาดเกินกว่า 100 nm จะใช้เป็นหน่วยวัดที่ใหญ่ขึ้น คือไมโครเมตร ซึ่งไมโครเมตรจะมีค่าอยู่ในช่วง 1-100 µm ค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงสูงกว่า +30 mV หรือต่ำกว่า -30 mV (Tadros *et al.*, 2004) ผลการวิจัยพัฒนาได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์สารสกัดพืช ที่มีความเสถียรและความคงตัวตามมาตรฐาน จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าสูตร Emulsifiable Concentrate (EC) มีความเสถียรและความคงตัวที่ดีตามมาตรฐาน ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.063 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราแนะนำ 50-70 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดีเฉลี่ย 71.02-79.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการใช้ *Bacillus thuringiensis* subsp.*kurstaki* ที่มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 70.56-79.30 เปอร์เซ็นต์

2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชัน ขนาดอนุภาคนาโนอิมัลชันเฉลี่ย 79.47 นาโนเมตร และค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเฉลี่ย -35 mV มีคงตัวในด้านขนาดและประจุไฟฟ้าของอนุภาคอิมัลชัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดและประจุไฟฟ้าของอนุภาคอิมัลชัน แสดงถึงความเสถียรและความคงตัวที่ดีของสูตรผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1.64 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราแนะนำ 50-70 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดีเฉลี่ย 51.4 – 77.0 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงเมื่อเทียบ *Bacillus thuringiensis* subsp.*kurstaki* ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 60.3 – 81.6 เปอร์เซ็นต์

3. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ว่านน้ำ+หางไหลนาโนอิมัลชัน มีขนาดอนุภาคนาโนอิมัลชันเฉลี่ย 17.06 นาโนเมตร และมีค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเฉลี่ยต่ำกว่า -30 mV มีความเสถียรและความคงตัวที่ดีของสูตรผลิตภัณฑ์ในด้านขนาดและประจุไฟฟ้าของอนุภาคอิมัลชัน ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 64.57 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราแนะนำ 35-50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ดีเฉลี่ย 49.78-71.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้ *Bacillus thuringiensis* subsp.*kurstaki* ที่มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 64.87-76.33 เปอร์เซ็นต์

กิจกรรมวิจัยนี้สามารถตอบโจทย์ความต้องการของภาคอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชันได้ เนื่องจากใช้งานได้ง่าย สะดวก และสามารถเพิ่มความเสถียรของสารสกัดพืชที่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นจึงนับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีสำหรับเป็นข้อมูลองค์ความรู้ต่อยอดงานวิจัยพืชท้องถิ่นไทยชนิดอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติและนำไปทดสอบขยายผลให้แก่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกผักคะน้าตามภูมิภาคต่างๆ เพื่อนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชัน และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรม เป็นปัจจัยการผลิตทางเลือกในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภค ลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตเกษตร ที่นำไปสู่ระบบการเกษตรแบบยั่งยืน สร้างรายได้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงสังคม อันจะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพการแข่งขันและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนของประเทศไทย

กรมวิชาการเกษตร

<u>กิจกรรมที่ 2</u> การใช้สารสกัดพืช ผลิตภัณฑ์จากพืชร่วมกับวัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร (2564-2564)

ศึกษาวิจัยโดยการนำต้นแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผสมนาโนเทคโนโลยี สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล ผสมผสานร่วมกับการใช้สารเคมี indoxacarb 15% EC ตามอัตราคำแนะนำ ในการกำจัดหนอนใยผักในคะน้า ทำการทดสอบประสิทธิภาพในแปลงเกษตรกร 2 แปลง พบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดี หลังพ่นสารทุกครั้งในทุกกรรมวิธีปริมาณหนอนใยผักต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ (ค่า ET 0.3 ตัว/ต้น) และไม่เกิดความเป็นพิษ (phytotoxicity) แก่ใบคะน้า และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผัก พบว่าทั้ง 2 การทดลอง กรรมวิธีที่พ่นสารเคมี indoxacarb 3 ครั้งแรกและพ่นผลิตภัณฑ์สูตรผสมสารสกัดพืชนาโน 1 ครั้งสุดท้ายก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต มีประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดอยู่ในช่วง 76.33 – 80.65% ให้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.64 - 2.15 กิโลกรัม/ตารางเมตร ใกล้เคียงกับการใช้สารเคมี indoxacarb เพียงอย่างเดียวที่มีประสิทธิภาพ 77.06-80.65% และให้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.73-2.6 กิโลกรัม/ตารางเมตร หลังพ่นสารทุกครั้งในทุกกรรมวิธีปริมาณหนอนใยผักต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ (ค่า ET 0.3 ตัว/ต้น) และไม่เกิดความเป็นพิษ (phytotoxicity) แก่ใบคะน้า

ผลตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารเคมี indoxacarb หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย พบว่ากรรมวิธีที่พ่น indoxacarb เพียงอย่างเดียว ที่ 0 วัน มีปริมาณสาร indoxacarb ตกค้างสูงสุดเกินค่า Maximum Residue Limit (MRL) เฉลี่ย 7.82-10.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และที่ 7 วัน ลดลงเหลือ 0.56-0.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ที่ใช้สารเคมีพ่นในช่วงแรกร่วมกับพ่นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารสกัดพืชเมื่อใกล้ระยะเก็บเกี่ยว หลังพ่นครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว (PHI) 7 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสารเคมีตกค้าง indoxacarb และพบในปริมาณต่ำกว่าค่า MRL 0.01– 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Codex MRL ใน Broccoli 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

กรรมวิธีที่มีการพ่นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผสมนาโนเทคโนโลยี สะเดา+หางไหล และว่านน้ำ+หางไหล เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 0 วัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ตรวจพบ azadirachtin เฉลี่ย น้อยกว่า 0.5-0.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบ β-asarone น้อยกว่า 0.2-0.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่พบ rotenone และที่ 7 วัน ไม่พบปริมาณสารตกค้างของสารสำคัญจากพืช azadirachtin β-asarone และ rotenone ในผลผลิตคะน้า แสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากพืช มีการสลายตัวได้ง่ายและรวดเร็วกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีพ่นสารเคมี indoxacarb ที่ระยะ 7 วันยังคงมีสารตกค้าง indoxacarb ในคะน้า

ผลงานวิจัยนี้เป็นการพิสูจน์ให้เห็นว่า การเลือกใช้สารเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นวิธีการที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย สะดวก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่เมื่อพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นหลายๆด้าน ได้แก่ สารเคมีตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม สัตว์และสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ รวมถึงสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้ เทคนิคการใช้สารเคมีผสมผสานร่วมกับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากสารสกัดพืช จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีการเกษตรที่เป็นอันตราย แนะนำให้ใช้สารเคมีพ่นหากมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชอย่างรุนแรงในช่วงเริ่มต้นการปลูก แต่เมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต แนะนำให้ใช้ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดพืช เนื่องจากสารออกฤทธิ์จากพืชมีข้อดีคือสลายตัวได้ง่าย และปลอดภัยกว่าการใช้สารเคมีทางการเกษตร ลดการสะสมของสารพิษและไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชและปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภค การใช้สารเคมีเท่าที่จำเป็นใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ลดจำนวนครั้งให้น้อยลงหรือหลีกเลี่ยงในการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีพิษตกค้างนานเกินไปและมีความเป็นพิษสูง หันมาใช้สารธรรมชาติเป็นสารทางเลือกในการมุ่งไปสู่การผลิตพืชแบบระบบเกษตรปลอดภัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นำไปสู่ระบบการเกษตรแบบยั่งยืน ให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและสังคมส่วนรวม

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

1. ควรนำไปทดสอบขยายผลให้แก่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกผักคะน้าตามภูมิภาคต่างๆ เพื่อนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชัน

กรมวิชาการเกษตร

2. ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชัน สารสกัดพืชที่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยการผลิตทางเลือกในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภค ลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตเกษตร ที่นำไปสู่ระบบการเกษตรแบบยั่งยืน

2. ควรนำข้อมูลองค์ความรู้ต่อยอดงานวิจัยพืชท้องถิ่นไทยชนิดอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติ

2. ควรทำการศึกษาขยายผลการทดสอบประสิทธิภาพ ต้นแบบผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติ 3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ในแมลงศัตรูพืชที่สำคัญในกลุ่มพืชชนิดอื่นๆ

3. ควรทำการวิจัยปรับปรุง หาเทคนิควิธีการรักษา เช่น การกักเก็บ สารสำคัญในพืชให้มีอายุการออกฤทธิ์และการใช้งานได้นานขึ้น ลดปัญหาการสลายตัวง่าย เมื่อโดนความร้อนและแสงแดด

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1. ปัญหาถูกตัดลดงบประมาณ ในปี 2563 เหลือ 50% ทำให้งบประมาณไม่เพียงพอ ต้องปรับลดขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อลดผลกระทบต่อภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ของโครงการน้อยที่สุด
2. ปัญหางบประมาณส่งมาให้ล่าช้า เริ่มใช้จ่ายงบประมาณเพื่อเริ่มดำเนินงานวิจัยได้ช่วงปลายเดือนมกราคม 2564
3. รวมทั้งสถานการณ์โควิด-19 ที่วิกฤตตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน 2564 - มิถุนายน 2564 มีคำสั่งให้ เจ้าหน้าที่ Work from Home ขั้นสูงสุด ลดกิจกรรมการรวมกลุ่ม และลดการเดินทางข้ามจังหวัด ทำให้ไม่สามารถออกไปปฏิบัติงานทดลองในพื้นที่แปลงทดสอบต่างจังหวัด ตามที่วางแผนไว้ ส่งผลกระทบให้แผนการดำเนินการ
4. ฤดูกาลปลูกไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของคะน้า และการระบาดของหนอนใยผัก
5. ขาดงบประมาณค่าซ่อมแซม บำรุงรักษา เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผัก ไม้ดอก และไม้ประดับ. 2542. แมลงศัตรูผัก. เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 97 หน้า.

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2542. หลักการและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกาจัดแมลงศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการฉบับที่ 1 โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 32 หน้า.

ธิติยาภรณ์ อุดมศิลป์ พรรณีกา อัตตนนท์ ภัควรินทร์ ศานติธีรโรจน์ และเสาวภาค สุขประเสริฐ. 2559. วิจัย ประสิทธิภาพของสารสกัดจากน้อยหน่าในการควบคุมหนอนใยผัก. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2559 กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.กรมวิชาการเกษตร.

วินัย ปิติยนต์ และอารมณ์ แสงวนิชย์. 2540. การศึกษาสารสกัดจากหางไหล เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช. รายงานการประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร 2540 วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2540 ณ โรงแรมเฟลิกซ์ริเวอร์แคว จังหวัดกาญจนบุรี หน้า 84-92.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2555.ประสิทธิภาพแบคทีเรียและสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักหนอนกระทู้ผักและหนอนเจาะยอดกะหล่ำและผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติในพริก. รายงานผลงานวิจัยประจำปี2555.สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.หน้า1069-1079

สมสุข ศรีจักรวาฬ. 2546. “พืชฆ่าแมลง”. ใน: พืชฆ่าแมลง และพืชมีพิษบางชนิดในประเทศไทย.(ไม่ระบุ บรรณาธิการ). สำนักงานเกษตร และสหกรณ์จังหวัดอุบลราชธานี: อุบลราชธานี.

Al-Lawati, H.T., Azam, K.M., and Deadman, M.L. (2002). Insecticidal and repellent properties of subtropical plant extracts against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis*. **Agri Sci.** 7(1):37-45.

Andrade, E.H.A., Zoghbi, M.das G.B., Maia, J.G.S., Fabricius, H., and Marx, F. (2001). Chemical characterization of the fruit of *Annona squamosa* L. occurring in the Amazon**. J. Food Compos. Anal.** 14:227-232.

Bravo-Osuna, I., Schmitz, T., Bernkop-Schnurch, A.Vauthier, C.&Ponchel, G. 2006.Elaboration and characterization of thiolated chitosan-coated acrylic nanoparticles. Internationaljournal of pharmaceutics., 316 ,170-175

Chang. P.R., Jian. R., Yu, J. and Ma, X. 2010. Fabrication and characterization ofchitosan nanoparticles/plasticized-starch composites. Food Chemistry, 120. 736-740.

Epino, P.B. and Chang, F. (1993). Insecticidal activity of *Annona squamosa* (L.) seed extracts against the mediterratnean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedenmann) (Diptera:Tephritidae). Philippine Entomologist, v. 9(2):228-238.

กรมวิชาการเกษตร

Extoxnet. 1996. Rotenone. The Extension Toxicology Network Pesticide Information Profile. http://extoxnet.orst.edu/pips/rotenone.htm. Accessed 20 Sep. 2012.

Galus, S., and Kadzińska, J. 2015. Food applications of emulsion-based edible films andcoatings. Trends in Food Science & Technology. 45(2):273–283.

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

Kandoria, J.L., S. Gurdeep. and S. Labh. 2000. Efficacy of different formulation of *Bacillus thuringiensis* Berliner against diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linn.) under field conditions. Insect Enveronment. 6(2): 84-85.

Khalequzzaman, M and Sultana, S. (2006). Insecticidal activity of *Annona squamosa* L. seed extracts against the red flour beetle, *Tribolium castsnrum* (Herbst). **J Biol-Sci**., 14:107-112.

Klaus, W. 1995.Biologically Active Ingredients.*In*: The Neem Tree Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other

Monnerat, R.G., D. Bordat M.C. Branco and F.H. Franca. 2001. Effect of *Bacillus thuringiensis* Berliner and chemical insecticides on *Plutella xylostella* (L.) and its parasitoids. Review of Agricultural Entomology. 89(10):1181

Perazzo, A., Preziosi, V., and Guido, S. 2015. Phase inversion emulsification: Currentunderstandingand applications. Advances in Colloid and Interface Science.222: 581–599.

Rao, N.S., Sharma, K., and Sharma, R.K. (2005). Anti-feedant and growth inhibitory effects of seed extracts of custard apple, *Annona squamosa* against Khapra beetle, *Trogoderma granarium*. J. Agri.Technol. 1(1):43-54.

Rodríguez, J., Martín, M. J., Ruiz, M. A., and Clares, B. 2016. Current encapsulation strategiesfor bioactive oils: From alimentary to pharmaceutical perspectives. Food ResearchInternational. 83: 41–59.

Wiwattanapatapee, R., A. Sae-Yun, J. Petcharat, C. Ovatlarnporn, and A. Itharat. 2009, Development and Evaluation of Granule and Emulsifiable Concentrate Formulations Containing *Derris elliptica* Extract for Crop Pest Control. *J. Agri. Food Chem.*, 57(23): 11234–11241.

Bravo-Osuna, I., Schmitz, T., Bernkop-Schnurch, A.Vauthier, C.&Ponchel, G. 2006.Elaboration and characterization of thiolated chitosan-coated acrylic nanoparticles. Internationaljournal of pharmaceutics. , 316 ,170-175

Chang. P.R., Jian. R., Yu, J. and Ma, X. 2010. Fabrication and characterization ofchitosan nanoparticles/plasticized-starch composites. Food Chemistry, 120. 736-740.

Epino, P.B. and Chang, F. (1993). Insecticidal activity of *Annona squamosa* (L.) seed extracts against the mediterratnean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedenmann) (Diptera:Tephritidae). Philippine Entomologist, v. 9(2):228-238.

Extoxnet. 1996. Rotenone. The Extension Toxicology Network Pesticide Information Profile. http://extoxnet.orst.edu/pips/rotenone.htm. Accessed 20 Sep. 2012.

Galus, S., and Kadzińska, J. 2015. Food applications of emulsion-based edible films andcoatings. Trends in Food Science & Technology. 45(2):273–283.

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

Kandoria, J.L., S. Gurdeep. and S. Labh. 2000. Efficacy of different formulation of *Bacillus thuringiensis* Berliner against diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linn.) under field conditions. Insect Enveronment. 6(2) : 84-85.

Khalequzzaman, M and Sultana, S. (2006). Insecticidal activity of *Annona squamosa* L. seed extracts against the red flour beetle, *Tribolium castsnrum* (Herbst). **J Biol-Sci**., 14:107-112.

Klaus, W. 1995.Biologically Active Ingredients.*In*: The Neem Tree Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other

Monnerat, R.G., D. Bordat M.C. Branco and F.H. Franca. 2001. Effect of *Bacillus thuringiensis* Berliner and chemical insecticides on *Plutella xylostella* (L.) and its parasitoids. Review of Agricultural Entomology. 89(10):1181

Perazzo, A., Preziosi, V., and Guido, S. 2015. Phase inversion emulsification: Currentunderstandingand applications. Advances in Colloid and Interface Science.222: 581–599.

Rao, N.S., Sharma, K., and Sharma, R.K. (2005). Anti-feedant and growth inhibitory effects of seed extracts of custard apple, *Annona squamosa* against Khapra beetle, *Trogoderma granarium*. J. Agri. Technol. 1(1):43-54.

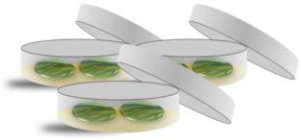
Rodríguez, J., Martín, M. J., Ruiz, M. A., and Clares, B. 2016. Current encapsulation strategiesfor bioactive oils: From alimentary to pharmaceutical perspectives. Food ResearchInternational. 83: 41–59.

Wiwattanapatapee, R., A. Sae-Yun, J. Petcharat, C. Ovatlarnporn, and A. Itharat. 2009, Development and Evaluation of Granule and Emulsifiable Concentrate Formulations Containing *Derris elliptica* Extract for Crop Pest Control. *J. Agri. Food Chem.*, 57(23): 11234–11241.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาคผนวก

การทดลองที่ 1.1 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพสารสกัดและสูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากน้อยหน่า เพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก



ทดสอบฤทธิ์ต่อหนอนใยผัก

Lab

ทดสอบฤทธิ์ต่อหนอนใยผัก

แปลงเกษตรกร 2 แปลง

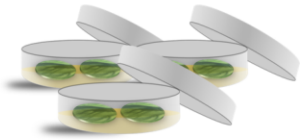
ค่า LC_{50}(96ชั่วโมง) สารสกัดเมล็ดน้อยหน่า = 1.7 มิลลิกรัม/ลิตร

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EW = 1.07 มิลลิกรัม/

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยหน่าสูตร EC = 0.063 มิลลิกรัม/ลิตร

อัตราแนะนำ 50-70 มล./น้ำ20ลิตร

การทดลองที่ 1.2 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพ สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากสะเดา หางไหล ด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (2563-2564)



ทดสอบฤทธิ์ต่อหนอนใยผัก

Lab

ทดสอบฤทธิ์ต่อหนอนใยผัก

แปลงเกษตรกร

ขนาดอนุภาค 79.47 นาโนเมตร

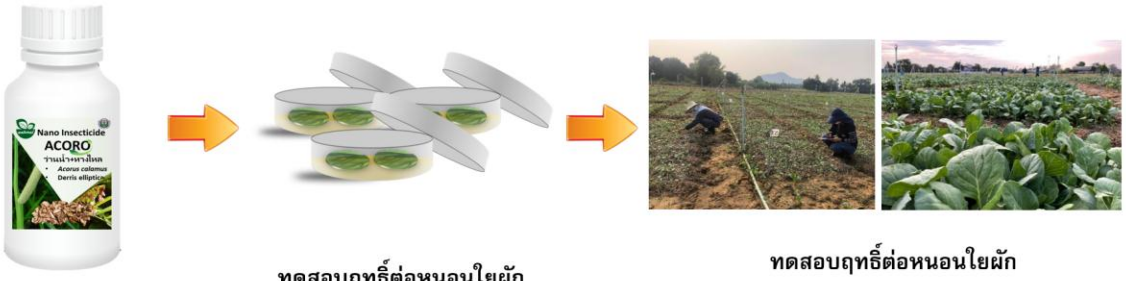
Zeta-Potential -35 mV

ค่า LC_{50}(96ชั่วโมง) = 1.64 มิลลิกรัม/ลิตร

อัตราแนะนำ 50-70 มล./น้ำ20ลิตร

สำนักวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.3 วิจัยพัฒนา ประสิทธิภาพ สูตรผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปสารกำจัดศัตรูพืชจากว่านน้ำ หางไหล ด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (2563-2564)



ขนาดอนุภาค 17.06 นาโนเมตร
Zeta-Potential < -30 mV

ทดสอบฤทธิ์ต่อหนอนใยผัก
Lab

ค่า LC_{50}(96ชั่วโมง) = 64.57 มิลลิกรัม/ลิตร

ทดสอบฤทธิ์ต่อหนอนใยผัก
แปลงเกษตรกร

อัตราแนะนำ 35-50 มล./น้ำ20ลิตร

เพิ่มเติมข้อมูลเอกสารวิชาการของหน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร