บทสรุปข้อเสนอโครงการวิจัย
(Executive Summary)

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การทำเกษตรกรรมส่วนใหญ่ในประเทศที่กำลังพัฒนารวมทั้งประเทศไทยนิยมใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต การใช้สารเคมีทางการเกษตรในการควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ล้วนทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในทางการเกษตรทั้งในพืชไร่และพืชสวน ทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีกลุ่มดังกล่าวหลายบริเวณโดยเฉพาะดินและตะกอนบริเวณที่มีการทำเกษตรกรรม สารเคมีในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนที่นิยมใช้และตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ดีดีที เฮปตาคลอร์ เอนโดซัลแฟน คลอเดน อัลดริน และลินเดน เป็นต้น ความกังวลเกี่ยวกับความเป็นพิษรวมถึงความสามารถในการสะสมในสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหารทำให้มนุษย์เร่งหาวิธีในการกำจัดสารเหล่านี้ออกจากสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อน (Kruawal et al., 2005 และ Poolpak et al., 2008 และ Thapinta & Hudak, 2000)

นอกจากนี้การใช้สารเคมีในการทำเกษตรกรรมเป็นเวลานานยังส่งผลให้ดินเสื่อมสภาพจนไม่เหมาะสมต่อการเกษตรกรรม การใช้สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนเป็นสาเหตุให้ดินเกิดการเสื่อมสภาพได้เช่นกัน เรื่องจากเป็นกลุ่มสารที่มีความคงทนในสิ่งแวดล้อม ถูกย่อยสลายได้ยาก ไม่ระเหย ละลายได้ดีในไขมัน และมักไม่ถูกชะลงสู่น้ำใต้ดินจึงตกค้างอยู่ในดินโดยจับกันอย่างแน่นหนากับสารอินทรีย์ในดิน (Hilber et al., 2008) และส่งผลต่อกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน การฟื้นฟูสภาพดินที่เสื่อมโทรมจากการปนเปื้อนสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน โดยกระบวนการทางชีวภาพถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กระบวนการดังกล่าวอาศัยความสามารถของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ จุลินทรีย์หรือพืชในการย่อยสลายสารมลพิษให้หมดไปหรืออาจเปลี่ยนแปลงรูปของสารมลพิษให้มีความเป็นพิษน้อยลงกว่าสารตั้งต้น (วราภรณ์ ฉุยฉาย, 2551) สำหรับกลไกการบำบัดสารมลพิษด้วยพืชมีหลายวิธี เช่น การสกัดสารมลพิษด้วยพืช (phytoextraction หรือ phytoaccumulation) การย่อยสลายด้วยพืช (phytodegradation) การกรองด้วยราก (rhizofiltration) การตรึงด้วยพืช (phytostabilization) การทำให้ระเหยด้วยพืช (phytovolatilization) และการกระตุ้นการย่อยสลายด้วยพืช (phytostimulation) (Macek et al., 2000) โดยกลไกที่มีบทบาทในการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อนสารมลพิษอินทรีย์อย่างเช่นออร์แกนโนคลอรีน ได้แก่ การสะสมสารมลพิษด้วย การย่อยสลายด้วยพืช และการกระตุ้นการย่อยสลายด้วยพืชเท่านั้น

ตัวอย่างการใช้พืชและจุลินทรีย์ฟื้นฟูดินที่ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนที่ประสบความสำเร็จมีรายงานอย่างต่อเนื่อง เช่น การฟื้นฟูสภาพดินที่ปนเปื้อนลินเดนโดยใช้ข้าวโพด (*Zea mays*) ร่วมกับแบคทีเรีย *Streptomyces* sp. M7 (Benimeli et al., 2008) การฟื้นฟูสภาพดินที่ปนเปื้อนเฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ด้วยพืชวงศ์แตง (Campbell et al., 2009) หรือการใช้พืชวงศ์หญ้า (*Zostera marina*) กระตุ้นการย่อยสลายพอลิคลอริเนตไบเฟนิลโดยจุลินทรีย์บริเวณรอบรากพืชได้ (Huesemann et al., 2009) โดยลักษณะของพืชที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อน ได้แก่ ต้องเป็นพืชที่เจริญเร็ว ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมหรือขาดแคลนสารอาหารได้ดี มีระบบรากที่ดี สามารถชอนไชและหยั่งรากลึกเพื่อประโยชน์ในการกำจัดสารมลพิษที่ปนเปื้อนที่ปนเปื้อนในดินที่อยู่ลึกและเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์สามารถอาศัยอยู่ได้ และถือเป็นการ

เพิ่มปริมาณสารที่เป็นประโยชน์ที่หลั่งออกจากรากพืชอีกด้วย โดยพืชที่มีลักษณะดังกล่าวมักเป็นพืชวงศ์หญ้าและวงศ์ถั่ว (ขนิษฐา สมตระกูล, 2554)

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของประสิทธิภาพในการฟื้นฟูสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนในดินด้วยพืชหรือจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความคงตัวของสารในสิ่งแวดล้อมจนยากต่อการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และความเป็นพิษต่อพืชทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง และจำกัดประสิทธิภาพในการฟื้นฟูด้วยพืช การใช้พืชสองชนิดร่วมกันเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าจะมีประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการฟื้นฟูดิน เนื่องจากการปลูกพืชร่วมกันหลายชนิดจะก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างรากพืช ทำให้สรีรวิทยาของรากพืช การเจริญของรากพืช และมีสารที่หลั่งจากรากพืชเพิ่มขึ้น ผลที่เกิดขึ้นอาจกระตุ้นการย่อยสลายสารมลพิษบริเวณรอบรากพืชได้ แต่ก็ยังไม่สามารถระบุกลไกที่แน่ชัดได้ (Cheema et al., 2010) รายงานการวิจัยที่ศึกษาการปลูกพืชสองชนิดร่วมกันในการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อนด้วยสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนยังไม่พบรายงาน แต่พบว่าการปลูกพืชร่วมกัน เช่น พืชวงศ์หญ้าร่วมกัน หรือพืชวงศ์ถั่วร่วมกับพืชวงศ์กะหล่ำให้ผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายสารในกลุ่มพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้ดี โดยกลไกที่พืชสองชนิดช่วยสนับสนุนการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อน ได้แก่ การเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบรากของพืชทั้งสองชนิดช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ ปริมาณสารที่หลั่งออกจากรากพืช และส่งเสริมให้ระบบรากของพืชที่เป็นร่างแหและชอนไชมากขึ้น กลไกดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนการย่อยสลายสารปนเปื้อนได้โดยสารที่หลั่งจากรากพืชอาจทำให้สารมลพิษสามารถละลายน้ำได้มากขึ้นและทำให้จุลินทรีย์และพืชสามารถนำสารนั้นเข้าสู่เซลล์และถูกย่อยสลายภายในเซลล์ต่อไป นอกจากนี้ดินบริเวณที่ปลูกพืชสองชนิดร่วมกันจะมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารมลพิษมากขึ้น เป็นต้น (Sheng-wang et al., 2008 และ Xu et al., 2006)

การศึกษานี้ได้ศึกษาการใช้พืชที่มีความทนทานต่อสารเอนโดซัลแฟนซัลเฟต ได้แก่ ข้าวโพด (*Zea mays*) ถั่วพุ่ม (*Vigna sinensis*) และแตงกวา (*Cucumis sativus*) มาฟื้นฟูสภาพดินที่ปนเปื้อนด้วยเอนโดซัลแฟนซัลเฟต โดยเอนโดซัลแฟนซัลเฟตเป็นสารตัวกลางที่ได้จากการย่อยสลายเอนโดซัลแฟนซึ่งจัดเป็นสารเคมีที่ต้องเฝ้าระวังและยังคงอนุญาตให้ใช้ฆ่าแมลงในพืชไร่ (ศักดา ศรีนิเวศน์, 2551) การที่เอนโดซัลแฟนยังไม่ถูกห้ามใช้ในประเทศไทย ทำให้โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนยังคงมีอยู่ โดยพืชทั้งสามที่เลือกใช้มีความสามารถในการทนทานต่อเอนโดซัลแฟนซัลเฟตได้ดี โดยยอดและรากพืชทั้งสามไม่แสดงอาการผิดปกติภายหลังสัมผัสเอนโดซัลแฟนซัลเฟตเข้มข้นถึง 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งของดิน ถึงแม้ความยาวยอดของแตงกวาจะลดลงเล็กน้อยก็ตาม (ขนิษฐา สมวงศ์, 2553) แต่ก็มีรายงานว่าพืชวงศ์แตงมีประสิทธิภาพในการสะสมสารในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน เช่น ดีดีที ได้ดี (Whitefiled-Åslund et al., 2010) โดยการศึกษานี้ได้วางแผนศึกษาความเป็นพิษของเอนโดซัลแฟนซัลเฟตต่อเนื้อเยื่อที่ระบบรากของพืชทั้งสามชนิด รวมทั้งศึกษาการสะสมเอนโดซัลแฟนซัลเฟตในราก ลำต้น และใบของข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวา นอกจากนี้ยังศึกษาประสิทธิภาพในการกระตุ้นการย่อยสลายเอนโดซัลแฟนซัลเฟตโดยจุลินทรีย์โดยการปลูกพืชแต่ละชนิด และปลูกร่วมกันโดยจับคู่ทีละสองชนิด ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปฟื้นฟูสภาพดินที่ปนเปื้อนด้วยสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อที่ระบบรากของข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวา จากการสัมผัสเอนโดซัลแฟนซัลเฟต

2.2 เพื่อศึกษาการสะสมเอนโดซัลแฟนซัลเฟตในข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวา

2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการปลูกข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวาเพียงชนิดเดียว หรือการปลูกพืชร่วมกันสองชนิดในการกระตุ้นการย่อยสลายเอนโดซัลแฟนซัลเฟตที่ปนเปื้อนในดิน

3. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ระบบรากของข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวาในระยะต้นกล้าภายหลังการสัมผัสกับเอนโดซัลแฟนซัลเฟต รวมถึงศึกษาการสะสมและการเคลื่อนย้ายเอนโดซัลแฟนซัลเฟตจากดินเข้าสู่ราก ลำต้น และใบของพืชทั้งสามชนิด นอกจากนี้ได้ศึกษากิจกรรมการย่อยสลายเอนโดซัลแฟนซัลเฟตโดยจุลินทรีย์โดยอาศัยการกระตุ้นกิจกรรมการย่อยสลายด้วยการปลูกข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวาเพียงชนิดเดียว หรือการปลูกพืชร่วมกันสองชนิด การทดลองเป็นแบบ Pot Experiment โดยใช้ดินซึ่งไม่มีประวัติการปนเปื้อนด้วยสารในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนมาก่อน แล้วจึงเติมสารเอนโดซัลแฟนซัลเฟตที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนลงไปในดิน ซึ่งมีแผนการดำเนินงานภายในระยะเวลา 2 ปี ดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมดิน

เก็บดินที่ไม่ประวัติการปนเปื้อนเอนโดซัลแฟนซัลเฟตมาก่อน หลังจากนั้นนำดินมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ได้แก่ ลักษณะเนื้อดิน ปริมาณสารอินทรีย์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ได้ ความนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง รวมทั้งปริมาณเอนโดซัลแฟนซัลเฟตที่อาจปนเปื้อนอยู่ ผึ่งดินให้แห้งที่อุณหภูมิห้องก่อนใช้งาน (วิเคราะห์คุณภาพดิน ณ บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด สาขาขอนแก่น)

ละลายเอนโดซัลแฟนซัลเฟตในอะซีโตนแล้วเติมลงในดินแห้งที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายในดินเป็น 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งของดิน ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่อยู่ในขอบเขตที่มีรายงานการปนเปื้อนในดินของประเทศไทย หลังจากนั้นผึ่งดินให้ตัวทำละลายระเหยไปในตู้ควันซึ่งใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง การทดลองในชุดควบคุมเตรียมดินเช่นเดียวกันกับในชุดทดลอง แต่เติมอะซีโตนซึ่งเป็นตัวทำละลายลงไปเพียงอย่างเดียวในปริมาตรที่เท่ากัน และทิ้งไว้ในสภาพแวดล้อมเดียวกันเพื่อให้อะซีโตนระเหยไป

3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ระบบรากของพืชหลังสัมผัสเอนโดซัลแฟนซัลเฟต

เพาะเมล็ดข้าวโพด ถั่วพุ่ม และแตงกวาในดินทรายที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเอนโดซัลแฟนซัลเฟต 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งของดิน เป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างรากพืชแล้วคงสภาพด้วยน้ำยา formalin acetic acid alcohol นำตัวอย่างพืชส่งไปทำสไลด์ถาวรด้วยเทคนิคฝังในพาราฟินตัดเนื้อเยื่อทั้งตามขวางและตามยาว ย้อมด้วยสี safranin-fast green แล้วศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง นอกจากนี้ยังเก็บตัวอย่างพืชที่เหลือเพื่อวัดความสูง ชั่งน้ำหนักสด/แห้งของราก ลำต้น และวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

3.3 ศึกษาการสะสมเอนโดซัลแฟนซัลเฟตในข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวา

เพาะเมล็ดข้าวโพด ถั่วพุ่ม และแตงกวาในดินที่ไม่มีประวัติการปนเปื้อนเป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นย้ายต้นกล้าของพืชทั้งสามมาปลูกในกระถางที่บรรจุดิน 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นดินที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเอนโดซัลแฟนซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งของดิน เป็นเวลา 90 วัน รดน้ำทุกวันเพื่อรักษาความชื้นในดิน เก็บตัวอย่างพืชทุก 30 วัน แยกส่วนของใบ ราก และลำต้นมาทำให้

แห้งแล้วบดให้ละเอียด จากนั้นนำตัวอย่าง 1 กรัม มาสกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างเฮกเซนและอะซีโตนด้วยเครื่อง soxhlet apparatus เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างมาระเหยแห้งด้วยเครื่อง rotary vacuum evaporator แล้วละลายตัวอย่างกลับด้วยเฮกเซน จากนั้นจึงวิเคราะห์ปริมาณเอนโดซัลแฟนซัลเฟตที่ถูกสะสมในพืชด้วยเครื่อง gas chromatography-mass spectroscopy

3.4 ศึกษาการกระตุ้นกิจกรรมการย่อยสลายเอนโดซัลแฟนด้วยการปลูกพืชชนิดเดียว

ปลูกข้าวโพดหวาน ถั่วพุ่ม และแตงกวาในดินเช่นเดียวกับข้อ 3.3 จากนั้นเก็บตัวอย่างดินจากบริเวณรอบรากพืช (rhizospheric soils) และดินรอบนอก (bulk soils) ทุก 30 วัน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในดิน (วิเคราะห์ปริมาณ total heterotrhophic aerobic bacteria ด้วยอาหาร tryptic soy agar และปริมาณเชื้อราทั้งหมดด้วยอาหาร sabouraud dextrose agar) และสกัดเอนโดซัลแฟนซัลเฟตที่ตกค้างในดินแล้วจึงตรวจสอบปริมาณด้วยเครื่อง GC-MS ส่วนตัวอย่างพืชนำมาวัดความสูง ชั่งน้ำหนักสด/แห้งของราก ลำต้น ใบ

3.5 ศึกษาการกระตุ้นกิจกรรมการย่อยสลายเอนโดซัลแฟนซัลเฟตด้วยการปลูกพืชสองชนิดร่วมกัน

ปลูกพืชร่วมกันสองชนิดโดยพืชทั้งสามมีการจับคู่กัน ดังนี้ ข้าวโพดร่วมกับถั่วพุ่ม ข้าวโพดร่วมกับแตงกวา และถั่วพุ่มร่วมกับแตงกวาโดยทำการศึกษาและเก็บผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.4

4. แผนการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการในแต่ละช่วง 6 เดือน

4.1 แผนการดำเนินงานวิจัย 1 มิถุนายน 2554 – 30 พฤศจิกายน 2554

กิจกรรม	มิ.ย. 54	ก.ค. 54	ส.ค. 54	ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54
จัดซื้ออุปกรณ์ สารเคมี และเมล็ดพันธุ์	↔	↔				
ศึกษาพิษของเอนโดซัลแฟนซัลเฟตต่อเนื้อเยื่อที่ระบบรากในระยะต้นกล้าของข้าวโพด ถั่วพุ่ม และแตงกวาโดยเพาะต้นกล้าในดินที่ปนเปื้อนแล้วเก็บผลการเจริญทุกรูปแบบในระยะต้นกล้า			↔	↔		
เตรียมสไลด์และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ระบบราก					↔	
วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานความก้าวหน้า						↔

4.2 แผนการดำเนินงานวิจัย 1 ธันวาคม 2554 – 31 พฤษภาคม 2555 (ศึกษาการสะสมสารมลพิษในพืช)

กิจกรรม	ธ.ค. 54	ม.ค. 55	ก.พ. 55	มี.ค. 55	เม.ย. 55	พ.ค. 55
เตรียมดินที่ปนเปื้อนเอนโดซัลแฟนซัลเฟต	↔					
เพาะต้นกล้าข้าวโพด ถั่วพุ่ม แตงกวา	↔					
ย้ายต้นกล้าลงปลูกในดินที่ปนเปื้อนและเก็บส่วนของราก ลำต้น และใบทุก 30 วัน เป็นเวลา 90 วัน เพื่อวิเคราะห์ผล		↔	↔	↔		
สกัดเอนโดซัลแฟนจากส่วนของพืชและวิเคราะห์ด้วย GC-MS					↔	
วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานความก้าวหน้า						↔

4.3 แผนการดำเนินงานวิจัย 1 มิถุนายน 2555 – 30 พฤศจิกายน 2555 (ศึกษาการย่อยสลายบริเวณรากพืช)

กิจกรรม	มิ.ย. 55	ก.ค. 55	ส.ค. 55	ก.ย. 55	ต.ค. 55	พ.ย. 55
เตรียมดินปนเปื้อนเอนโดซัลแฟนซัลเฟตและเพาะต้นกล้า	↔					
ย้ายต้นกล้าลงปลูกในดินที่ปนเปื้อนและเก็บดินทุก 30 วัน เป็นเวลา 90 วันและวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ (ศึกษาพืชชนิดเดียว)		↔	↔	↔		
ย้ายต้นกล้าลงปลูกในดินที่ปนเปื้อนและเก็บดินทุก 30 วัน เป็นเวลา 90 วันและวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ (ศึกษาพืชผสม)			↔	↔	↔	
วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานความก้าวหน้า						↔

4.4 แผนการดำเนินงานวิจัย 1 ธันวาคม 2555 – 31 พฤษภาคม 2556

กิจกรรม	ธ.ค. 55	ม.ค. 56	ก.พ. 56	มี.ค. 56	เม.ย. 56	พ.ค. 56
สกัดเอนโดซัลแฟนซัลเฟตและวิเคราะห์ปริมาณด้วย GC-MS	↔					
วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์		↔				
เตรียมต้นฉบับงานวิจัยสำหรับตีพิมพ์และส่งตีพิมพ์			↔	↔	↔	↔
จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และปิดทุน					↔	↔

5. ผลงาน/หัวข้อเรื่องที่คาดว่าจะตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

5.1 ชื่อเรื่องที่คาดว่าจะตีพิมพ์ Phytoremediation of Endosulfan Sulfate-Contaminated Soils by Mixed Plant Cultivation

ชื่อวารสารที่คาดว่าจะตีพิมพ์ International Journal of Phytoremediation (Impact Factor 1.32 ปี 2009)

5.2 ชื่อเรื่องที่คาดว่าจะตีพิมพ์ Stress Response in Root Tissues of Crops by Endosulfan-Sulfate Exposure

ชื่อวารสารที่คาดว่าจะตีพิมพ์ Environmental Toxicology (Impact Factor 1.73 ปี 2010)

6. งบประมาณโครงการ (ตามระยะเวลาโครงการที่ได้รับการเสนอรับทุน งบประมาณไม่เกิน 240,000 บาท/ปี)

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	รวม
1. หมวดค่าตอบแทน			
- ค่าตอบแทนหัวหน้าโครงการ	120,000.00	120,000.00	240,000.00
2. หมวดค่าวัสดุ			
- สารเอนโดซัลแฟนซัลเฟต	50,000.00	60,000.00	110,000.00
- สารเคมีสำหรับศึกษาเนื้อเยื่อพืช	8,000.00	-	8,000.00
- สารเคมีสำหรับสกัดและวิเคราะห์เอนโดซัลแฟนซัลเฟต	10,000.00	20,000.00	30,000.00
- อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	13,500.00	5,000.00	18,500.00

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	รวม
- ยาปฏิชีวนะ	8,000.00	9,000.00	17,000.00
- กระถางปลูกพืชและถาดเพาะเมล็ด	3,000.00	-	3,000.00
- เมล็ดพันธุ์พืช	1,000.00	2,000.00	3,000.00
- ค่าขวดสำหรับใส่ตัวอย่างวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS	4,000.00	-	4,000.00
- วัสดุสำนักงานสำหรับจัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์	1,000.00	2,000.00	3,000.00
3. หมวดค่าใช้สอย			
- ค่าบริการใช้เครื่องมือ GC-MS	5,000.00	20,000.00	25,000.00
- ค่าบริการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	5,000.00	-	5,000.00
- ค่าบริการเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อพืช	10,000.00	-	10,000.00
4. หมวดค่าจ้าง			
- ค่าจ้างเหมานิสิตช่วยงาน	1,500.00	2,000.00	3,500.00
รวมงบประมาณโครงการ	240,000.00	240,000.00	480,000.00

7. เอกสารอ้างอิง

ขนิษฐา สมวงศ์. 2554. การฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนด้วยพืช. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร. 5(1): 125-129.

ขนิษฐา สมวงศ์. 2553. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การคัดเลือกพืชที่มีความทนทานต่อสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออแกนโนคลอรีนเพื่อนำมาใช้ฟื้นฟูสภาพดิน. งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศักดา ศรีนิเวศน์. สถาบันบริหารศัตรูพืชโดยชีวภาพ. http://www.doae.go.th/report/sukda/hoy_hit.html สืบค้นข้อมูลวันที่ 19 สิงหาคม 2551.

วราภรณ์ ฉุยฉาย. 2551. การฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมด้วยพืช. *วารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก*. 3 (1): 134-145.

Benimeli, C.S., Fuentes, M.S., Abate, C.M., Amoroso, M.J. 2008. Bioremediation of lindane-contaminated soil by *Streptomyces* sp.M7 and its effects on *Zea mays* growth. *International biodeterioration and Biodegradation*. 61: 233-239.

Campbell, S., Arakaki, A.S., Li, Q.X. 2009. Phytoremediation of heptachlor and heptachlor epoxide in soil by Cucurbitaceae. *International Journal of Phytoremediation*. 11: 28-38.

Cheema, S.A., Khan, M.I., Shen, C., Tang, X., Farooq, M., Chen, L., Zhang, C., Chen, Y. 2010. Degradation of phenanthrene and pyrene in spiked soils by single and combined plants cultivation. *Journal of hazardous materials*. 177: 384-389.

Hilber, I., Mäder, P., Schulin, R., Wyss, G.S. 2008. Survey of organochlorine pesticides in horticultural soils and their grown Cucurbitaceae. *Chemosphere*. 73: 954-961.

Huesemann, M.H., Hausmann, T., Fortman, T.J., Thom, R.M., Cullinan, V. 2009. In situ phytoremediation od PAH- and PCB-contaminated marine sediments with eelgrass (*Zostera marina*). *Ecological Engineering*. 35: 1395-1404.

Kruawal K., Sacher F., Werner A., Muller J., Knepper TP. 2005. Chemical water quality in Thailand and its impact on the drinking water production in Thailand. *Science of the Total Environment*. 340: 57-70.

Macek, T., Mackova, M., Kas, J. 2000. Exploitation of plants for the removal of organics in the environmental remediation. *Biotechnology Advances*. 18: 23-34.

Poolpak, T., Pokethitiyook, P., Kruatrachue, M., Arjarasirikoon, U., Thanwaniwat, N. 2008. Residue analysis of organochlorine pesticides in the Mae Klong river of Central Thailand. *Journal of Hazardous Materials*. 156: 230-239.

Sheng-wang P., Shi-qiang, W., Xin, Y., Shen-xian, C. 2008. The removal and remediation of phenanthrene and pyrene in soil by mixed cropping of Alfalfa and Rape. *Agricultural Sciences in China*. 7(11): 1355-1364.

Thapinta, A. and P.F. Hudak. 2000. Pesticides use and residues occurrence in Thailand. *Environmental Monitoring and Assessment*. 60: 103-114.

Whitefield-Åslund, M.L., A.L. Lunney, A. Rutter, B.A. Zeeb. 2010. Effects of amendments on the uptake and distribution of DDT in *Cucurbita pepo* spp. pepo plants. *Environmental Pollut.ion*. 158: 508-513.

Xu, S.Y., Chen, Y.X., Wu, W.X., Wang, K.X., Lin, Q., Kiang, X.Q. 2006. Enhanced dissipation of phenanthrene and pyrene in spiked soils by combined plants cultivation. *Science of the Total Environment*. 363: 206-215.