บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการศึกษาการปนเปื้อนของคลอแรมเฟนิคอลในดินจากบ่อเลี้ยงกุ้ง มีดังนี้

1. ผลของสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในดิน โดยศึกษาค่าความยาวคลื่นที่คลอแรมเฟนิคอลสามารถดูดกลืนแสงอุลตร้าไวโอเลตได้สูงสุด โดยใช้เครื่อง UV-visible spectrophotometer ตั้งแต่ความยาวคลื่น 200 – 800 นาโนเมตร ผลที่ได้ คือ ความยาวคลื่น 278 นาโนเมตร และนำความยาวคลื่นที่ได้มาศึกษาสภาวะของโมบายล์เฟสที่เหมาะสม โดยใช้คอลัมน์ Nucleosil C18 พบว่า โมบายล์เฟสที่เหมาะสม คือ Methanol : H_2O (30:70) และนำมาศึกษาต่อโดยใช้คอลัมน์ Hypersil BDS C18 เนื่องจากคอลัมน์ Nucleosil C18 ให้ Peak ไม่สมมาตร ซึ่งอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้ และการใช้คอลัมน์ที่มีความยาวมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการแยกสารดีขึ้น ดังนั้นจึงมีการใช้คอลัมน์ Hypersil BDS C18 แทน ซึ่งคอลัมน์ทั้งสองมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน สามารถใช้แทนกันได้ โดยเมื่อใช้คอลัมน์ Hypersil BDS C18 ในการศึกษาสภาวะของโมบายล์เฟสที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในดิน พบว่า โมบายล์เฟสที่เหมาะสม คือ Methanol : H_2O (50:50)

2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการตรวจวัดคลอแรมเฟนิคอลด้วย HPLC โดยศึกษาดังนี้

- Calibration range เป็นการหาช่วงความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลที่สามารถตรวจวัดได้โดยใช้ HPLC พบว่า HPLC สามารถให้ช่วงการวิเคราะห์ที่กว้างจาก 0.001-10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยช่วงที่เหมาะสม คือ 0.001-1 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ให้ค่า $R^2 = 0.9999$
- Limit of detection (LOD) เป็นการหาความสามารถของเครื่องที่จะตรวจวัดสัญญาณจากโมบายล์เฟสที่ Retention time เดียวกับคลอแรมเฟนิคอลด้วย HPLC พบว่า

LOD สำหรับสารละลาย มีค่า 2 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร คิดเป็น 0.7 นาโนกรัมต่อกรัม (เมื่อคิดจากดิน 3 กรัม)

- Limit of quantity (LOQ) เป็นการศึกษาวิธีการตรวจวัดปริมาณของคลอแรมเฟนิคอลที่ต่ำสุดที่สามารถวัดได้ด้วย HPLC พบว่า LOQ สำหรับสารละลาย มีค่า 5 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร คิดเป็น 1.7 นาโนกรัมต่อกรัม (เมื่อคิดจากดิน 3 กรัม)

- ค่าความแม่นยำในรูปของส่วนเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ เพื่อหาค่าความแม่นยำของการสกัดคลอแรมเฟนิคอลในดิน พบว่า มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ 4.18%

- ค่า Recovery ของการวิเคราะห์ เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีที่ใช้สกัดคลอแรมเฟนิคอลในดิน พบว่า ค่า Recovery มีค่า 73.6 $\pm$ 2.64%

3. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนของคลอแรมเฟนิคอลในดิน โดยเก็บตัวอย่างดินจากสถานีควบคุมบริเวณบ้านพักอาศัยและในคลองชลประทาน บ่อเลี้ยงกุ้ง และบ่อน้ำทิ้งจากบ่ออนุบาลลูกกุ้ง พบว่า ในสถานีควบคุมบริเวณบ้านพักอาศัย (สถานี A และ B) มีปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในดิน 0.18 $\pm$ 0.02 นาโนกรัมต่อกรัม แต่สถานีควบคุมจากคลองชลประทาน (สถานี C) พบว่ามีการปนเปื้อนของคลอแรมเฟนิคอลในดินที่ระดับความลึก 0–2 เซนติเมตรจากผิวดิน มีค่า 5.93 $\pm$ 0.43 นาโนกรัมต่อกรัม ซึ่งการปนเปื้อนนี้อาจเนื่องมาจากการปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และสามารถตรวจพบปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งบริเวณกลางบ่อ และบ่อน้ำทิ้ง และมีปริมาณคลอแรมเฟนิคอลสูงที่สุดในดินที่ระดับความลึก 0–2 เซนติเมตรจากผิวดินตะกอน และจะมีปริมาณลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น โดยจะพบมากในบ่อที่กำลังเลี้ยงกุ้ง (สถานี H) และบ่อน้ำทิ้ง (สถานี E) ที่ระดับความลึก 0–2 เซนติเมตรจากผิวดินตะกอน มีปริมาณ 11.79 $\pm$ 0.49 และ 12.33 $\pm$ 0.44 นาโนกรัมต่อกรัม ตามลำดับ โดยคลอแรมเฟนิคอลสามารถปนเปื้อนในดินในระดับความลึกไม่เกิน 10 เซนติเมตร ดังนั้นหากต้องการลดปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในดิน จึงควรมีการขุดลอกดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ซึ่งคาดว่าเป็นดินที่สะสมจากอาหารกุ้ง ของเสียจากกุ้ง หรือสารปฏิชีวนะต่างๆ ที่เติมลงไป ส่วนในชั้นดินแข็งสามารถตรวจพบปริมาณคลอแรมเฟนิคอลได้น้อย หรือไม่มีเลย และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลอแรมเฟนิคอลในดินต่อระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลมีความสัมพันธ์กับระดับความลึก และรูปแบบของความสัมพันธ์แบบ Cubic จะมีความสัมพันธ์ใกล้เคียง

กับปริมาณของคลอแรมเฟนิคอลในดิน โดยความสัมพันธ์ที่พบจะมีลักษณะเมื่อระดับความลึกมีค่าสูงขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลจะลดต่ำลง

4. ผลการเปรียบเทียบปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในดิน พบว่า ในสถานีควบคุมบริเวณบ้านพักอาศัย มีปริมาณคลอแรมเฟนิคอลใกล้เคียงกันทุกระดับความลึก แต่ในสถานีควบคุมจากคลองชลประทาน บ่อน้ำทิ้ง และบ่อเลี้ยงกุ้ง พบว่า ที่ระดับความลึก 0-2 เซนติเมตรจากผิวดินจะมีปริมาณคลอแรมเฟนิคอลสูงที่สุด ในขณะที่สถานีควบคุมบริเวณบ้านพักอาศัย จะมีปริมาณคลอแรมเฟนิคอลน้อยที่สุด ประมาณ 0.2 นาโนกรัมต่อกรัม และบ่อน้ำทิ้งจากบ่ออนุบาลลูกกุ้ง และ บ่อกุ้งกำลังเลี้ยง จะมีปริมาณคลอแรมเฟนิคอลมากที่สุด ประมาณ 12 นาโนกรัมต่อกรัม

5. ผลการศึกษาการสลายตัวของคลอแรมเฟนิคอลในดินที่สภาวะต่างๆ กัน และการชะละลายจากดินที่ปนเปื้อนคลอแรมเฟนิคอล ปรากฏว่า การสลายตัวของคลอแรมเฟนิคอลในดินโดยการแช่แข็งที่ - 20 $^{\circ}$ซ พบว่า การสลายตัวภายใน 60 วันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเมื่อดินที่มีคลอแรมเฟนิคอล พบว่า คลอแรมเฟนิคอลมีการสลายตัวอย่างรวดเร็ว ภายใน 1 วัน รวมทั้งเมื่อตากดินที่มีคลอแรมเฟนิคอล พบว่า คลอแรมเฟนิคอลในดินจะมีการสลายตัวอย่างช้าๆ และความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลจะลดลงครึ่งหนึ่งเมื่อตากแดดประมาณ 7 วัน และผลการชะละลาย เมื่อค่าพีเอชสูงขึ้น จะมีการชะละลายเพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการพบคลอแรมเฟนิคอลในดินจากคลองชลประทาน ทำให้ทราบว่ามีการปนเปื้อนของคลอแรมเฟนิคอลลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งควรจะมีการศึกษาปริมาณปนเปื้อนของคลอแรมเฟนิคอลในแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัยต่อไป

2. ควรมีการศึกษาการปนเปื้อนของสารปฏิชีวนะชนิดอื่นที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย พร้อมทั้งศึกษาการสลายตัวของสารปฏิชีวนะดังกล่าว

3. ควรมีการศึกษาการดูดซับของคลอแรมเฟนิคอลด้วยดินชนิดต่างๆ

4. ควรมีการศึกษาการปนเปื้อนของคลอแรมเฟนิคอลในดินที่เกิดจากธรรมชาติ

5. ควรมีการพัฒนาชุดตรวจสอบคลอแรมเฟนิคอลสำหรับงานภาคสนาม เพื่อตรวจสอบในแหล่งธรรมชาติ เช่น ดิน น้ำ และสิ่งมีชีวิต ให้ได้ในระดับ ppb

6. ควรมีการศึกษาการส่งผ่านของคลอแรมเฟนิคอลในห่วงโซ่อาหารของกุ้ง และการตกค้างของคลอแรมเฟนิคอลในอวัยวะต่างๆ ในกุ้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย