บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

แบคทีเรียที่แยกมาจากน้ำและตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฟอกย้อมและโรงงานฟอกหนังจำนวนสองสายพันธุ์สามารถใช้พาราไนโตรฟีนอลเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนร่วมกับแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนและสารอาหารอื่น ๆ ที่เป็นส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์ จัดอยู่ในพวก *Pseudomonas* sp. เมื่อทำการทดสอบการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอล พบว่าแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์ต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการปรับตัวเพื่อให้สามารถย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลได้ แต่อย่างไรก็ตาม การปรับตัวจะใช้เวลาสั้นลงเมื่อแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์มีความคุ้นเคยกับสภาพการปนเปื้อนพาราไนโตรฟีนอล ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลาย เป็นเอนไซม์ที่แบคทีเรียสร้างขึ้นมาเพื่อเร่งให้เกิดการย่อยสลายสารนี้โดยเฉพาะ ช่วงความเข้มข้นของพาราไนโตรฟีนอลระหว่าง 0.01 ถึง 0.1 มิลลิโมลาร์ เป็นช่วงที่แบคทีเรียสายพันธุ์ AS217 นำคาร์บอนและไนโตรเจนจากพาราไนโตรฟีนอลไปใช้ได้ดี สำหรับแบคทีเรียสายพันธุ์ AS107 ที่ระดับความเข้มข้นของพาราไนโตรฟีนอลที่สูงกว่า 0.026 มิลลิโมลาร์ จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ผลการทดลองที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการระบายสารปนเปื้อนต่าง ๆ ออกสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งการคาดหมายความรุนแรงของสถานการณ์การตกค้างของพาราไนโตรฟีนอลซึ่งจะกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระดับต่าง ๆ ทั้งนี้ ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการศึกษา ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและการศึกษาในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนจริง ๆ โดยนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน จะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดค่ามาตรฐานในการระบายพาราไนโตรฟีนอลออกสู่สิ่งแวดล้อม ในระดับที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายทางชีวภาพโดยแบคทีเรียในสภาพธรรมชาติ ซึ่งค่ามาตรฐานที่เหมาะสมนั้น ระดับความเข้มข้นของพาราไนโตรฟีนอลต้องอยู่ในช่วงความเข้มข้นที่แบคทีเรียในธรรมชาติจะสามารถย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการปรับตัว จึงไม่มีการตกค้างของพาราไนโตรฟีนอลในสิ่งแวดล้อม

ผลจากการทดลองที่แสดงว่าแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์สามารถเจริญได้ในช่วงความเป็นกรดด่างตั้งแต่ 5 ถึง 7 และอุณหภูมิตั้งแต่20 ถึง 40 องศาเซลเซียส โดยชั่วโมงที่ 48 ของการติดตามการเจริญของแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์ พบว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ AS107และสายพันธุ์ AS217 เจริญได้ดีที่สุดที่ค่าความเป็นกรดด่างที่ 7 และอุณหภูมิ 30 องศาเซเซียส แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์ทนต่อสภาพแวดล้อมที่มีความแปรผัน จึงนับว่าเป็นแบคทีเรียที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์เพื่อนำไปใช้เป็นหัวเชื้อในการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบในการทดลอง คือ

ความสามารถในการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อมีการถ่ายเชื้อสู่อาหารใหม่ ซึ่งสาเหตุของการเสื่อมถอยของความสามารถในการย่อยสลาย อาจจะเนื่องมาจากการสูญเสียพลาสมิตหรือฟีโนไทป์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลในระหว่างการถ่ายเชื้อ (Hanne et al., 1993) ดังนั้น การศึกษาในกระบวนการการทำงานของเอนไซม์ ลักษณะทางพันธุศาสตร์และปัจจัยต่าง ๆ ที่จะสนับสนุนให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งการคงความสามารถของการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลให้คงอยู่ถาวรจึงเป็นสิ่งที่จะต้องมีการศึกษาในลำดับต่อไป นอกจากนี้ ตามที่ Haigler, Pettigrew และ Spain(1992) รายงานว่า แบคทีเรียที่สามารถย่อยสารชนดใดชนิดหนึ่งได้ ก็จะสามารถย่อยสลายสารอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกับสารนั้นได้ด้วยเช่นกัน เช่น *Pseudomonas* sp. ที่สามารถย่อยสลายออโทรไนโตรฟีนอลได้ จะสามารถย่อยเมตาไนโตรฟีนอลได้ด้วยเช่นกัน (Zeyer and Kearney, 1984) ดังนั้น การศึกษาการย่อยสลายสารอื่น ๆ ในกลุ่มไนโตรฟีนอล โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ AS107 และสายพันธุ์ AS217 จึงต้องมีการทดลองในลำดับต่อไปในอนาคต เนื่องจากสารเคมีในกลุ่มดังกล่าวใช้มากในกระบวนการอุตสาหกรรมและบางประเภทจัดอยู่ในกลุ่มของสารพิษ ซึ่งหากแบคทีเรียที่แยกได้จากการทดลองครั้งนี้ สามารถย่อยสลายสารประกอบอื่น ๆ ในกลุ่มไนโตรฟีนอลได้ ก็จะเป็นประโยน์ต่อการพัฒนาด้านการบำบัดสารปนเปื้อนด้วยกระบวนการทางชีวภาพสำหรับสารประกอบในกลุ่มนี้ได้ต่อไป