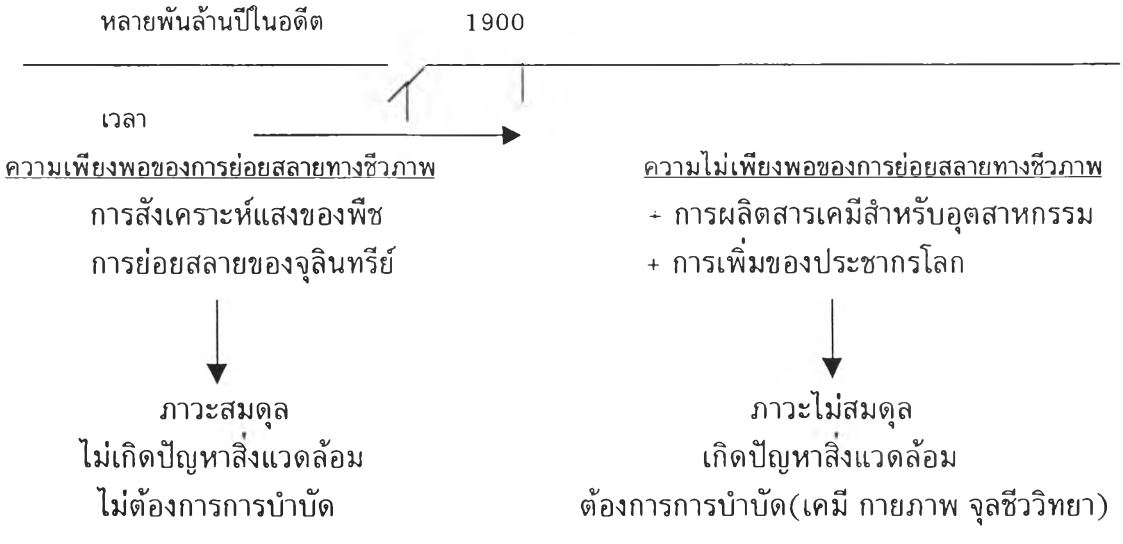
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

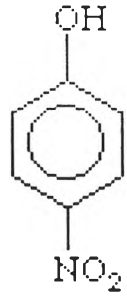
ในระบบนิเวศของชีวภาค(Biosphere)จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สำคัญต่อการรักษาสมดุล โดยมีบทบาทในการย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์และเศษวัสดุต่าง ๆ ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารสำหรับการใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ช่วงก่อนศตวรรษที่ 20 กระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติพอเพียงแล้วสำหรับการหมุนเวียนการใช้ประโยชน์อินทรียสารในระบบนิเวศปัญหาสารเคมีตกค้างในสิ่งแวดล้อมจึงยังไม่ปรากฏ จนกระทั่งหลังศตวรรษที่ 20 ประชากรมนุษย์ที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นเหตุให้มีการพัฒนากระบวนการผลิตทั้งภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วเพื่อรองรับความต้องการของมนุษย์ ซึ่งภายใต้กระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีอันทันสมัยเหล่านี้ส่งผลให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลายเป็นปริมาณมากภายในระยะเวลาอันสั้น และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิต นอกจากจะได้ผลผลิตเพื่อการอุปโภคบริโภคแล้ว ยังก่อให้เกิดของเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตของเสียและสารเคมีตกค้างระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติและพื้นดิน การปนเปื้อนของสารเคมีนอกจากจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลงแล้ว บางส่วนยังเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารและก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ในที่สุด แผนผังวิวัฒนาการของกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพแสดงในรูปที่ 1 (มนัส สุวรรณ, 2530; Medsen, 1998)



รูปที่ 1 วิวัฒนาการของกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบนิเวศของชีวภาค(Biosphere) (Medsen, 1998)

จากสถิติกรมศุลกากร ปี พ.ศ. 2536 รายงานว่าประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมีคิดเป็นมูลค่า 94,309,060,837 บาท โดยสารเคมีประเภทอินทรีย์เคมีมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 50 ของการนำเข้าสารเคมีทั้งหมด (กระทรวงการคลัง, 2537) จึงเห็นได้ว่าประเทศไทยมีความต้องการสารอินทรีย์เคมีอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง โดยสารเคมีดังกล่าวถูกนำไปใช้ในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม ในลักษณะของสารเคมีปราบศัตรูพืชและวัตถุดิบในกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม (มนัส, 2532) ภายใต้สารอินทรีย์เคมีเหล่านั้น ไนโตรฟีนอล (Nitrophenol) ซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรอะโรมาติก (Nitroaromatic Compound) ที่ใช้กันมากในกระบวนการผลิตของภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมโดยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตของสารปราบศัตรูพืช สารตั้งต้นของการผลิตสีย้อมผ้า สารช่วยรักษาคุณภาพหนังสัตว์และใช้เป็นวัตถุดิบของกระบวนการผลิตยางและสี (Spain, 1995) ปัญหาการตกค้างของไนโตรฟีนอลเกิดขึ้นเนื่องจากโครงสร้างทางเคมีซึ่งมีกลุ่มไนโตร (Nitro Group)ที่เชื่อมต่อกับอะโรมาติกริง (Aromatic Ring) ในตำแหน่งต่าง ๆ มีคุณสมบัติในการดึงอิเลกตรอนอย่างแรง (Strongly Electron Attractive) ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพ (Matsui, 1996)

พาราไนโตรฟีนอล (*p*-nitrophenol หรือ 4-nitrophenol) หรือนิฟฟิน (Niphen) เป็นสารประกอบชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของสารประกอบไนโตรฟีนอล มีสูตรเคมีคือ $NO_2C_6H_4OH$ และมีโครงสร้างทางเคมีแสดงในรูปที่ 2 ตามบัญชีแสดงรายการสารพิษของ U.S.Environmental Protection Agency(1996) รายงานว่า พาราไนโตรฟีนอลเป็นสารเคมีที่อยู่ในรูปผลึกสีเหลืองอ่อนคล้ายเม็ดทราย ใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับกระบวนการผลิตสารฆ่าเชื้อรา (Fungicide) สารปราบวัชพืชและการผลิตยา(Heitkamp et al., 1990) สีย้อม สารผลิตวัตถุระเบิด นอกจากนี้พาราไนโตรฟีนอลส่วนหนึ่งยังถูกปลดปล่อยออกมาจากปฏิกิริยาไฮโดรไลสีส (Hydrolysis Reaction) ของสารปราบวัชพืชพวกออแกโนฟอสเฟต เช่น พาราไธออน (Spain et al., 1984) มนุษย์มีโอกาสได้รับพาราไนโตรฟีนอลโดยการสูดดมและการสัมผัส อาจเป็นสาเหตุของการกลายพันธุ์ (Mutations) และเป็นสารก่อมะเร็ง หากได้รับในระดับความเข้มข้นสูงจะมีผลต่อความสามารถของเม็ดเลือดแดงในการจับยึดออกซิเจน ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการมึนเมา อาจมีริมฝีปากและผิวหนังเป็นสีน้ำเงิน ปวดศีรษะ ปวดท้อง อ่อนล้า มีไข้ หัวใจเต้นแรง ระคายเคืองผิวหนังและลำคอ ปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมใดกำหนดเกณฑ์มาตรฐานระดับความเป็นพิษของพาราไนโตรฟีนอลที่ระบายสู่สิ่งแวดล้อม (US.EPA, 1989)



รูปที่ 2 สูตรโครงสร้างของพาราไนโตรฟีนอล

งานวิจัยนี้ดำเนินการขึ้นเพื่อแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอล (4-nitrophenol) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมและโรงงานอุตสาหกรรมฟอกหนัง ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นที่สุดของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540 มีโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 5,248 แห่ง ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ (กรมควบคุมมลพิษ; ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์, 2542) ในจำนวนดังกล่าวประกอบด้วยอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้พาราไนโตรฟีนอลในกระบวนการผลิต ประมาณร้อยละ 25 ประกอบด้วยอุตสาหกรรมฟอกย้อมและสิ่งทอร้อยละ 15 อุตสาหกรรมเคมีและพลาสติกร้อยละ 10 (รูปที่ 3) ปี พ.ศ 2541พบว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งในเขตจังหวัดสมุทรปราการยังไม่ได้มาตรฐาน (รูปที่ 4) มีการลักลอบระบายของเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดหรือบำบัดแล้วแต่ไม่ได้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมออกจากโรงงานอุตสาหกรรม (รูปที่ 5) จึงยิ่งเป็นการเร่งให้ปัญหาสารเคมีปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการทวีความรุนแรงได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามมีรายงานการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์ต่างประเทศหลายท่านระบุว่าพาราไนโตรฟีนอลสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนสารดังกล่าวมาเป็นเวลานาน การย่อยสลายเกิดขึ้นได้ทั้งในดิน (Sudhakar and Sethunathan, 1978; Lokke, 1983; Swindoll et al., 1988; Kadiyala and Spain, 1998) ในตะกอน (Portier et al., 1983; Spain and Veld, 1983; Scow et al., 1986; Van and Alexander, 1988) ในน้ำผิวดิน (Paris et al., 1982; Spain et al., 1984; Heitkamp et al., 1990; Jones and Alexander, 1996) ในน้ำใต้ดิน (Aelion et al., 1987) และในตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Boyd et al., 1990) เห็นได้ว่ามีจุลินทรีย์ในธรรมชาติบางชนิดที่สามารถย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลได้ ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงทำการแยกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยพาราไนโตรฟีนอลในแหล่งที่มีการปนเปื้อนพาราไนโตรฟีนอลซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีในการบำบัดของเสียทางชีวภาพ (Bioremidiation) ให้กับพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของพาราไนโตรฟีนอล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อแยกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลได้จากน้ำและตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปริมาณพาราไนโตรฟีนอล
2. เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้
3. เพื่อจำแนกชนิดพันธุ์ของจุลินทรีย์โดยการศึกษาจากลักษณะสัณฐานวิทยาและปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ที่เลือกได้
4. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลในสภาพธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้

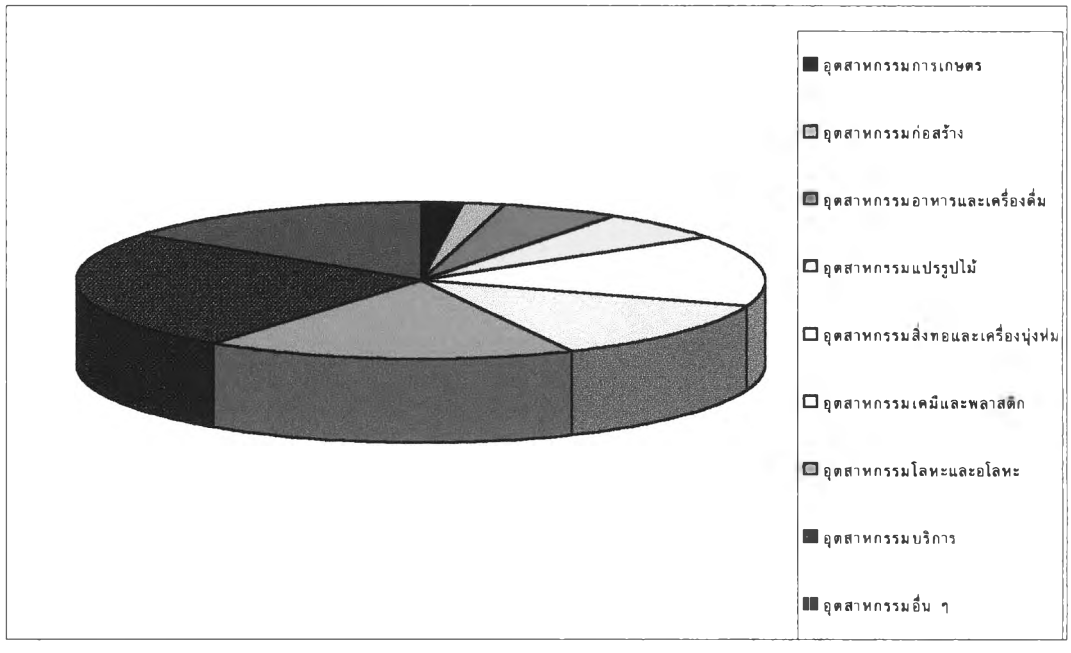
ขอบเขตการวิจัย

1. แยกและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลจากน้ำและตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฟอกย้อมและฟอกหนังพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ
2. ศึกษาการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยจุลินทรีย์ดังกล่าว
3. ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ที่เลือกได้
4. ศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ในสภาพธรรมชาติ โดยตรวจวัดค่าความเป็นกรดด่าง ค่าซีโอดี และพาราไนโตรฟีนอลของน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม ก่อนและหลังกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์

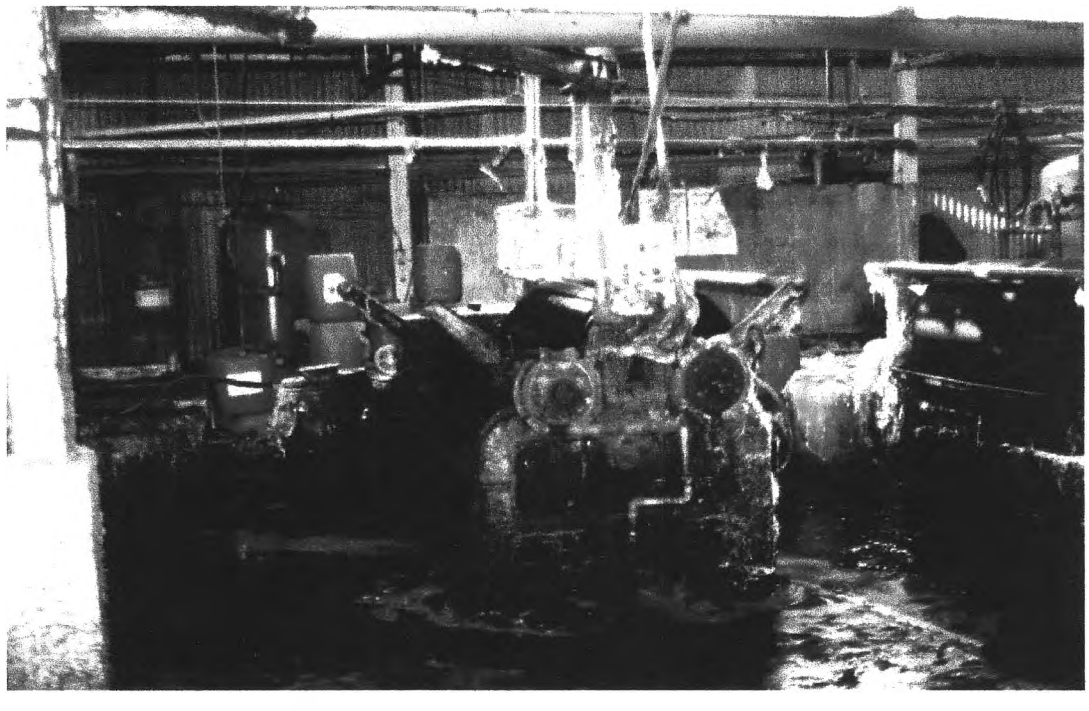
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้จุลินทรีย์สายพันธุ์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายพาราไนโตรฟีนอล
2. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีไนโตรฟีนอลเจือปน
3. ได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในลำดับต่อไปเพื่อการประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3 แผนภูมิกงแสดงประเภทอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ (กรมควบคุมมลพิษ, หน่วยควบคุมมลพิษด้านน้ำเสียจังหวัดสมุทรปราการ, 2540)



รูปที่ 4 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มาตรฐานของโรงงานฟอกย้อมแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ (กรมควบคุมมลพิษ, 2540)

รูปที่ 5 การลักลอบปล่อยน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดออกสู่สิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2540)