

บทที่ 1

1. บทนำรวม

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เกาะสีชังเป็นเกาะขนาดใหญ่ในอ่าวไทยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจแห่งหนึ่งโดยเฉพาะด้านการท่องเที่ยว เนื่องจากมีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ และเป็นที่ตั้งของโบราณสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์สมัยรัตนโกสินทร์ คือ พระจุฑาธุชราชสถาน ซึ่งเป็นพระราชวังฤดูร้อนในพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 5 เกาะสีชังยังเป็นแหล่งตกปลาและแหล่งดำน้ำดูปะการังน้ำตื้นที่มีชื่อเสียงเนื่องจากมีระยะทางไม่ไกลจากกรุงเทพฯ และชลบุรี ภูมิประเทศและที่ตั้งของเกาะสีชังและกลุ่มเกาะบริวารเอื้อต่อการจอดเรือจึงเป็นแหล่งขนถ่ายสินค้าทางทะเลที่สำคัญ โดยเฉพาะการขนถ่ายน้ำมันและสินค้าการเกษตรเช่นแป้งมันสำปะหลังกลางทะเลระหว่างเกาะสีชัง-ศรีราชา กิจกรรมสำคัญที่จะก่อให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมันมากที่สุดคือการขนถ่ายน้ำมันกลางทะเลจากทวนขนถ่ายน้ำมัน นอกจากนี้การพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบนเกาะสีชัง การขยายตัวของการขนส่งทางทะเล และการพัฒนาการท่องเที่ยว ทำให้เกิดปัญหาหลายประการต่อสภาพแวดล้อมของเกาะและบริเวณใกล้เคียง เช่น ปัญหาฝุ่นละอองจากการขนถ่ายแป้งมันสำปะหลังและถ่านหิน ปัญหาจากการทิ้งน้ำเสีย การระบายน้ำทิ้งจากท้องเรือ ตลอดจนการปล่อยทิ้งน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วลงทะเล เป็นต้น ส่งผลให้มีสารพิษประเภทน้ำมันถูกนำสู่ทะเลชายฝั่งมากขึ้น จะเห็นได้จากปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่สะสมในตะกอนดินซึ่งมีปริมาณสูงมากในหลายบริเวณ ถึงแม้ว่าโดยภาพรวมในปัจจุบันปริมาณสารพิษต่างๆยังไม่สูงมากจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลในลักษณะเฉียบพลันที่ทำให้สัตว์ทะเลถึงตาย แต่ในระยะยาวผลกระทบจากความเปื้อนพิษเรื้อรังของน้ำมัน โดยเฉพาะสารกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ยังเป็นปัญหาที่ควรได้รับความสนใจศึกษาให้ทราบรายละเอียดถึงชนิดและปริมาณที่สะสมอยู่ในตะกอนดิน การกระจายตัวและแหล่งกำเนิดของสารกลุ่มนี้ เพื่อหามาตรการในการแก้ไขป้องกันปัญหาในระยะยาว และจากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์จากดินชายฝั่งทะเลเกาะสีชังในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของน้ำมัน พบจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรีย รา และยีสต์ที่ผลิตเอนไซม์ไลเปสที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายไขมันคราบน้ำมันและไฮโดรคาร์บอนมากถึง 80 สายพันธุ์ ซึ่งสามารถนำไปวิจัยและพัฒนาต่อยอดเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาวิธีการกำจัดคราบน้ำมันหรือไฮโดรคาร์บอนโดยวิธีการทางชีวภาพ (bioremediation) ต่อไปได้ จึงเป็นมูลเหตุจูงใจให้ดำเนินการศึกษาต่อในปีที่สองนี้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยต่อยอดในเชิงการหาแหล่งที่มาของสารพิษกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) และการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์เพื่อการจัดการปัญหาภาวะมลพิษในทะเลและฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลในธรรมชาติอย่างมีสมดุล โดยมุ่งเน้นศึกษาสารไฮโดรคาร์บอนชนิดก่อมะเร็งกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เพื่อให้ทราบถึง

รายละเอียดชนิด ปริมาณ และแหล่งที่มาของสารกลุ่ม PAHs ในบริเวณนี้ เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้ต่อระบบนิเวศสัตว์ทะเลหน้าดิน สัตว์ทะเลวัยอ่อน และต่อมนุษย์ต่อไป PAHs เป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มของสารพิษประเภทสารอินทรีย์ที่มีความคงทน (Persistent organic pollutants, POPs) อยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานเนื่องจากสลายตัวช้ามากนับว่าเป็นสารพิษที่มีความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อมมากกลุ่มหนึ่ง เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogenic) ตัวอย่าง เช่น เบนโซ(เอ)แอนทราซีน ไครซีน เบนโซ(บี)ฟลูออแรนทีน เบนโซ(เอเอช)ไพรีน เบนโซ(จีเอชไอ)เพอร์ลีน และเป็นสารก่อการกลายพันธุ์(mutagenic) ด้วย ดังนั้นองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US.EPA) จึงได้กำหนดให้ PAHs จำนวน 16 ชนิดเป็นสารพิษอันตรายที่ควรได้รับความสำคัญในการศึกษาเป็นอันดับต้นๆ เนื่องจากมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำทั่วไปและมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ถ้าบริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนสาร PAHs เป็นระยะเวลายาวนาน เพราะ PAHs สามารถถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารได้

จุลินทรีย์กลุ่มไลโปไลติกยีสต์ซึ่งนอกจากจะสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยน้ำมันและไขมันได้แล้ว ยังสามารถผลิตเอนไซม์แลคเคส (Laccase; EC 1.10.3.2) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่มของออกซิโดรีดักเทส (Oxidoreductase) ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายอะตอมไฮโดรเจน ออกซิเจน หรือ อิเล็กตรอน จากสารประกอบหนึ่งไปยังสารประกอบอื่นได้ โดยในกระบวนการเร่งปฏิกิริยารีดักชันของออกซิเจนของเอนไซม์แลคเคส เอนไซม์แลคเคสจะเข้าไปเป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาและมีความสามารถในการใช้สับสเตรทได้หลากหลายชนิด เช่น polyphenol, aromatic, benzinethiols, anthraquinone, syringalazine, 2,6 dimethoxyphenol, veratryl alcohol, 2,5 xyldiene, ferulic acid รวมทั้งสับสเตรทที่เป็นพวก non-phenolic compounds เช่น HAA, HPI, VLA และ ABTS เป็นต้น ข้อดีของการใช้เอนไซม์แลคเคสเป็นตัวเร่งที่เหนือกว่าตัวเร่งปฏิกิริยานินทรีย์ ได้แก่ ความจำเพาะเจาะจง (Selectivity) และอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูง ไม่เป็นพิษ มีความสามารถในการละลายน้ำ สามารถทำซ้ำ(Repeatability)ได้ ปฏิกิริยาเกิดได้ภายใต้สภาวะการทดลอง เช่น พีเอชของสารละลาย อุณหภูมิ และความดันที่ไม่รุนแรง และสามารถสลายตัวได้ทางชีวภาพ จากโครงสร้างสารดังกล่าวเบื้องต้นที่แลคเคสมิชอบพบในการย่อยสลายพบว่าเป็นกลุ่มสารที่มีโครงสร้างคล้ายกับสารกลุ่มโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน งานวิจัยนี้จึงสนใจนำแลคเคสจากไลโปไลติกยีสต์มาทดลองย่อยสลายสารกลุ่มโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนชายฝั่งที่ปนเปื้อนด้วยน้ำมัน สำหรับดินตะกอนในทะเลบริเวณที่มีออกซิเจนต่ำหรือไร้ออกซิเจนซึ่งยีสต์ที่ผลิตเอนไซม์แลคเคสไม่สามารถย่อยสลายคราบน้ำมันได้ดี พบว่ามีแบคทีเรียกลุ่มดีไนทริไฟเออร์ที่มีความสามารถในการใช้สารประเภทอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเพื่อการเจริญเติบโตได้เช่นกันในสภาวะดังกล่าวได้ งานวิจัยนี้จึงสนใจนำยีสต์และแบคทีเรียมาใช้ประโยชน์ ในการทดสอบความสามารถในการย่อยสลายสารกลุ่มโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนชายฝั่งที่ปนเปื้อนด้วยน้ำมันในสถานการณ์แตกต่างกัน คือในสภาวะที่มีออกซิเจนและในสภาวะเมื่อไร้ออกซิเจน เพื่อช่วยในการลดปัญหาภาวะมลพิษทางทะเลด้านน้ำมัน พื้นฟูสภาพแวดล้อมในทะเลให้ดีขึ้น และอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพบริเวณเกาะสีชังและศรีราชาให้ยั่งยืนสืบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- วิเคราะห์ชนิด ปริมาณ และแหล่งกำเนิดของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอนชายฝั่งระหว่างเกาะสีชังและศรีราชา จ.ชลบุรี
- ทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพการย่อยสลายสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนของแบคทีเรียที่ผลิตได้จากไลโปไลติกยีสต์ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ และในตัวอย่างตะกอนดินจากพื้นที่ศึกษา
- คัดแยกแบคทีเรียดีในทรีไฟแอร์จากตะกอนดิน ศึกษาการเจริญและทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในสภาวะไร้ออกซิเจนในระดับห้องปฏิบัติการ

1.3 รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย

แผนงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาศักยภาพความรู้เพื่อการจัดการปัญหาภาวะมลพิษในทะเลและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพบริเวณหมู่เกาะสีชัง (ปีที่ 2)” ประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อย 3 โครงการ ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดและการกระจายของโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนชายฝั่งบริเวณเกาะสีชังและศรีราชา จ.ชลบุรี
2. การย่อยสลายทางชีวภาพสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนด้วยไลโปไลติกยีสต์
3. การย่อยสลายทางชีวภาพสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนด้วยแบคทีเรียดีในทรีไฟแอร์

แผนงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาวิจัยสองส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาวิจัยด้านการปนเปื้อนของสาร PAHs ในระบบนิเวศทางทะเลบริเวณศรีราชาและเกาะสีชัง จ.ชลบุรี ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้จากการบริโภคอาหารทะเลที่สะสมการปนเปื้อนสาร PAHs เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะการกระจายตัวของสารปนเปื้อนในตะกอนบริเวณพื้นที่ศึกษา และวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดหรือที่มาของสาร PAHs ทั้งนี้การกระจายตัวของ PAHs ในสิ่งแวดล้อมทางทะเลมีแหล่งที่มาที่สำคัญ 2 แหล่งใหญ่ๆดังนี้ (1) การเคลื่อนที่ของ PAHs ที่สามารถละลายในน้ำได้และส่วนประกอบที่อยู่ในรูปของอนุภาค และ (2) การสะสม PAHs จากบรรยากาศทั้งที่เกิดจากการสะสมโดยการตกตะกอนและการตกสะสมแห้งของ PAHs ที่เข้าสู่สิ่งแวดล้อมผ่านทางบรรยากาศ โดยไปเกาะติดอยู่กับผิวของอนุภาค และมีการสะสมตัวของสารส่วนที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ก็จะมี การปล่อยตัวตกลงสู่พื้นดิน PAHs ที่มาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Pyrogenic PAHs) เช่น การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงในการใช้ยานยนต์โดยน้ำมันเบนซินและดีเซล เครื่องจักรต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรม การเผาป่า เผาขยะเป็นต้น รวมทั้งน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว (น้ำมันเครื่องเก่า) เพราะได้เผาไหม้ไปแล้วแต่ไม่หมด PAHs จากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์นี้ปนเปื้อนลงสู่ท้องทะเล ทั้งโดยผ่านมาทั้งทางชั้นบรรยากาศ การชะล้างน้ำมันเครื่องเก่าทั้งหลายมากับน้ำทั้งจากชุมชน อุตสาหกรรม น้ำจากแม่น้ำ และน้ำที่ไหลผ่านเมืองลงสู่ทะเล สำหรับ PAHs ที่มาจากการผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (Petrogenic PAHs) หรือฟองน้ำมัน เป็น PAHs ที่มาจากการเกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์

เชื้อเพลิงฟอสซิลจากธรรมชาติ หรือการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมโดยมนุษย์ รวมทั้งการเกิดอุบัติเหตุ น้ำมันหกรั่วไหล ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากการคมนาคมขนส่งทางเรือ ได้แก่การขนส่งน้ำมัน ขนถ่ายถ่านหิน การเกิดอุบัติเหตุของเรือบรรทุกน้ำมันหรือเรือสินค้าทั่วไป ที่เป็นผลให้น้ำมันรั่วไหลออกสู่ท้องทะเล ตลอดจนการปล่อยน้ำอับเฉาใต้ท้องเรือทิ้งออกมาเป็นดิน รวมทั้งน้ำทิ้งจากชุมชนและอุตสาหกรรม น้ำจากแม่น้ำ และน้ำที่ไหลผ่านตัวเมืองลงสู่ทะเล

ส่วนที่สองเป็นการศึกษาวิจัยด้านการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ในการกำจัดคราบน้ำมันที่ประกอบด้วยสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนโดยวิธีการทางชีวภาพ โดยใช้ยีสต์กลุ่มไลโปไลติกและแบคทีเรียกลุ่มดีไนทริไฟเออร์ ที่สามารถย่อยสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้ประสิทธิภาพสูงสุดในสถานการณ์แตกต่างกันคือมีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน เพื่อให้ครอบคลุมทุกสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในบริเวณศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการบำบัดน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ที่มีการปนเปื้อนของน้ำมัน การฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเล การหามาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหา ตลอดจนการฟื้นฟูสภาพความเสื่อมโทรมของทรัพยากรทางทะเล บริเวณศรีราชาและเกาะสีชังต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- ทราบถึงชนิด ปริมาณการปนเปื้อนและแหล่งกำเนิดของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินชายฝั่งทะเลบริเวณศรีราชาและเกาะสีชัง
- ผลิตเอนไซม์แลคเคสจากยีสต์ที่คัดได้ในโครงการ ซึ่งสามารถย่อยสลายสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้
- ได้สายพันธุ์แบคทีเรียกลุ่มดีไนทริไฟเออร์ที่มีความสามารถในการใช้สารไฮโดรคาร์บอนเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้บำบัดตะกอนดินที่ปนเปื้อนสารสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้
- สามารถนำไปจดสิทธิบัตร และ/หรือเผยแพร่ในวารสารวิจัยระดับนานาชาติ

1.5 ผลผลิต (Output) ที่ได้เมื่อแผนงานเสร็จสิ้นประกอบด้วย

- ผลงานวิชาการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติหรือระดับชาติ และ/หรือการเผยแพร่ผลงานในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติหรือระดับชาติ 9 เรื่อง: โครงการที่ 1 (4 เรื่อง) โครงการที่ 2 (2 เรื่อง) และโครงการที่ 3 (3 เรื่อง)
- เว็บไซต์เกี่ยวกับการปนเปื้อนของสาร PAHs ในตะกอนดินบริเวณทะเลชายฝั่งระหว่างเกาะสีชังและศรีราชา สายพันธุ์แบคทีเรียกลุ่มดีไนทริไฟเออร์ที่มีความสามารถในการใช้สารไฮโดรคาร์บอนเป็นแหล่งคาร์บอน <http://sichang.webatu.com/> ซึ่งเป็นแหล่งให้ความรู้แก่นักศึกษาทั่วไป

- สายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาวะที่มีออกซิเจน และสภาวะไร้ออกซิเจน (โครงการที่ 2 และ 3)
- นักวิจัยรุ่นใหม่ซึ่งเป็นนิสิตระดับปริญญาโท/เอก โดยทำงานเป็นผู้ช่วยนักวิจัยในแต่ละโครงการย่อย ทำให้บัณฑิตได้มีประสบการณ์ในการดำเนินการวิจัยของตนเองต่อไป โดยในแผนงานนี้มีจำนวน 4 คน ดังนี้
 - นางสาวรัตนศิริินทร์ ทรัพย์เจริญ (ปริญญาเอกหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทางทะเล)
 - นายฉัตร บุญเพิ่ม (ปริญญาโทหลักสูตรสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
 - นางสาวพัชรภรณ์ การงาน (ปริญญาโทหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ)
 - นางสาวจิราพร พวงแก้ว (ปริญญาโทหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ)

1.6 ผลลัพธ์ (Outcome) ที่ได้จากแผนงานวิจัยนี้ ได้แก่

- องค์ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและภาวะมลพิษในทะเลบริเวณเกาะสีชังและบริเวณใกล้เคียง ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงสำหรับนิสิต นักศึกษาในสถาบันการศึกษาตั้งแต่ระดับมัธยมถึงระดับอุดมศึกษา
- ทราบถึงปริมาณการปนเปื้อนของมลสาร PAHs ที่สะสมอยู่ในตะกอนดิน และการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพสารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- มีความรู้จากการศึกษาครั้งนี้ไปบูรณาการเพื่อออกมาตรการหรือข้อกำหนดเพื่อลดผลกระทบ หรือป้องกันปัญหาภาวะมลพิษในทะเล
- มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายไขมัน/สารโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.7 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น

1. อำเภอสัตหีบและอำเภอกะสีชัง จังหวัดชลบุรี
2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
3. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
4. กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี กระทรวงคมนาคม
5. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
6. สำนักงานนโยบาย และแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
7. มหาวิทยาลัย
8. ชุมชน เกษตรกร ภาคเอกชนและนิสิตนักศึกษาที่สนใจ