หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

การพัฒนาทางอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบันก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสภาพแวดล้อมทั่วโลก เช่น ความเจริญก้าวหน้าทางอุตสาหกรรม มีการใช้สารเคมีต่างๆ ทั้งชนิดและปริมาณมากเป็นผลให้เกิดพิษต่างๆ ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม การรับเอาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอันล้ำหน้าจากต่างประเทศเข้ามาอย่างรวดเร็วแต่ขาดการจัดการที่ถูกต้อง เมื่อผลผลิตจากเทคโนโลยีเหล่านั้นถูกใช้จนหมดคุณค่า มักถูกทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการสะสมของเสียจากแหล่งต่างๆ ข้างต้นในสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์และมนุษย์ จากการศึกษาปริมาณกากของเสียอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมและทุกกิจกรรมทั่วประเทศ พบว่ากากของเสียอันตรายที่เป็นปัญหาคือกากของเสียจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม โดยของเสียประเภทนี้จะประกอบด้วยสารอินทรีย์หลายชนิดและสารอันตรายที่เป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งคือ สารประกอบกลุ่มพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAH) ที่พบว่าเป็นส่วนประกอบของเชื้อเพลิงฟอสซิล (Wang และคณะ, 2000) ส่วนใหญ่สารนี้มักเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันปิโตรเลียม (Cerniglia,1992) อาจเกิดได้เองโดยธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ป่า หรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การปรุงอาหารโดยการทอด ปิ้ง ย่างโดยใช้ความร้อนสูง เป็นต้น

การที่ PAHs เป็นสารที่มีพิษ จึงเป็นที่สนใจของนักวิจัยในการคิดค้นหาวิธีการกำจัดสารเหล่านี้ โดยวิธีที่เป็นที่นิยมวิธีหนึ่งก็คือ การย่อยสลาย PAHs ทางชีวภาพ ซึ่งเป็นวิธีลดความเป็นพิษของ PAHs โดยอาศัยบทบาทของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่ใช้ย่อยสลาย PAHs ที่นิยมมากคือ จุลินทรีย์ การบำบัดสารพิษด้วยวิธีนี้มีข้อได้เปรียบกว่าวิธีอื่น เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดสามารถใช้สารพิษเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้ ทำให้เกิดการย่อยสลายสารดังกล่าวอย่างสมบูรณ์จนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (mineralization) (Wilson และ Jones, 1993) จึงไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม

ส่วนใหญ่แล้วจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลาย PAHs คือ แอโรบิกแบคทีเรียและรา บางชนิด ที่รู้จักกันดี ได้แก่ white rot fungi จุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถย่อยสลายสาร PAHs ได้ด้วยกลไกที่ต่างกัน โดยส่วนใหญ่พบว่าแบคทีเรียจะใช้ปฏิกิริยาเริ่มต้นในการย่อยสลายเกี่ยวข้องกับการเติมออกซิเจนเข้าไปในโครงสร้างที่เป็นวง ส่วนพวก white rot fungi พบว่าส่วนใหญ่ไม่สามารถย่อยสลาย PAHs ได้อย่างสมบูรณ์ แต่คาดว่าการย่อยสลายสารดังกล่าวในระบบนิเวศน์ตามธรรมชาติอาจเกิดขึ้นโดยอาศัยด้วยกระบวนการโคเมแทบอลิซึม (co-metabolism) (Shiaris และ Cooney, 1983) ซึ่งเป็นกระบวนการออกซิไดส์สารที่ไม่สามารถใช้ในการเจริญเหมือนแบคทีเรียบางชนิดบนสารที่สามารถใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้ (Horvath, 1972) กระบวนการโคเมแทบอลิซึมเป็นกระบวนการที่มักพบอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในดินซึ่งมีสารเคมีหลายชนิดผสมกันอยู่ Broadbent และ Norman (1946) กล่าวว่าวัตถุอินทรีย์ในดินเป็นสารอาหารที่ดีสำหรับประชากรจุลินทรีย์ในดิน เมื่อเติมวัตถุอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายลงไปพบว่าจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การบำบัด PAHs ที่ปนเปื้อนในดินโดยวิธีทางชีวภาพนั้นต้องอาศัยระยะเวลา เนื่องจากอัตราการย่อยสลายและการนำ PAHs ไปใช้ในการเจริญของจุลินทรีย์ในดินมีอย่างจำกัด ซึ่งเป็นผลมาจาก PAHs มีสมบัติไฮโดรโฟบิกทำให้การละลายน้ำต่ำ รวมทั้งสามารถจับและแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างภายในอนุภาคดินได้เป็นอย่างดี แต่มีจุลินทรีย์ในดินไม่มากนักที่สามารถย่อยสลาย PAHs ในรูปผลึกที่จับอยู่กับดินได้โดยตรง (Verstraete และ Devliegher ,1996) ดังนั้นสมบัติไฮโดรโฟบิกของผิวเซลล์ของแบคทีเรียจึงมีบทบาทในการยึดเกาะระหว่างเซลล์กับผลึก PAHs (van Loosdrecht และคณะ ,1987)

วิธีการที่จะทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสาร PAHs อย่างมีประสิทธิภาพ อาจทำได้โดยการกระตุ้นให้จุลินทรีย์ท้องถิ่นในบริเวณที่มีการปนเปื้อนด้วยสาร PAHs นั้น มีการเพิ่มกิจกรรมในการย่อยสลายสารพิษบริเวณนั้นมากขึ้น (biostimulation) โดยการเติมสารอาหารลงในดินเพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์บริเวณนั้นนำไปใช้ในการเจริญและย่อยสลายสารพิษ เนื่องจากดินเป็นแหล่งรองรับสิ่งปฏิกูลและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นผลให้ดินดูดซับและสะสมสารต่างๆ รวมทั้ง PAHs ทำให้มลพิษที่สะสมในอนุภาคดินซึ่งสามารถกระจายไปสู่แหล่งน้ำและอากาศได้ อีกทั้งยังสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ในที่สุด (Verstraete และ Devliegher ,1996)

ทิมากร แสงดำ (2547) ได้คัดแยกกลุ่มแบคทีเรียที่มีสมบัติไฮโดรโฟบิกสูงจากใบมะขาม โดยใช้สารประกอบไพรีนเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานพบว่ามีประสิทธิภาพสูงมากในการย่อยสลายไพรีน ในการที่จะนำกลุ่มแบคทีเรียนี้ไปใช้บำบัดไพรีนที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องศึกษา เพื่อที่จะสามารถทราบถึงชนิดลักษณะสมบัติทางเคมี และความเป็นพิษของสารที่ถูกสร้างขึ้นหรือสารมัธยันตร์ที่เกิดจากการย่อยสลายไพรีนโดยกลุ่มแบคทีเรียนี้

Kästner และคณะ (1999) กล่าวว่าสารมัธยันตร์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการบำบัด PAHs ทางชีวภาพ บางครั้งสารมัธยันตร์ที่เกิดขึ้นนี้อาจมีความเป็นพิษมากกว่าสารตั้งต้น หรืออาจเกิดการยึดติดกับสารอินทรีย์ในดิน เกิดเป็น bound residues ซึ่งเป็นพิษและตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้

จากรายงานที่กล่าวข้างต้น การย่อยสลายไพรีนโดยจุลินทรีย์ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์จากการย่อยสลาย ซึ่งสารมัธยันตร์ที่เกิดขึ้นอาจมีความเป็นพิษยิ่งขึ้นกว่าสารเดิมหรือไม่มีก็ได้ ดังนั้นการศึกษาและพิสูจน์ให้เห็นว่าสารมัธยันตร์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายเป็นสารที่ไม่มีพิษและไม่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าว จึงมีความจำเป็นในการที่จะนำจุลินทรีย์ไปใช้บำบัดสารพิษอันตรายในสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของสารมัธยันตร์ที่เกิดจากการย่อยสลายไพรีนโดยกลุ่มแบคทีเรียที่แยกจากใบมะขาม *Tamarindus india* Linn. รวมทั้งพิสูจน์เอกลักษณะของสารดังกล่าวด้วยเพื่อเป็นข้อมูลในการนำกลุ่มแบคทีเรียไปใช้ในการบำบัดในพื้นที่ที่ปนเปื้อนด้วยไพรีน และนำกลุ่มเชื้อดังกล่าวไปบำบัดในดินที่ปนเปื้อนด้วยไพรีน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการย่อยสลายไพรีนโดยกลุ่มแบคทีเรีย STK และสมบัติของสารมัธยันตร์ เพื่อเป็นแนวทางการเตรียมจุลินทรีย์ให้พร้อมสำหรับการนำไปใช้บำบัดในสิ่งแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนจริง ทั้งในแง่ของการเพิ่มจำนวนแบคทีเรีย และแสดงถึงการอยู่รอดและประสิทธิภาพการย่อยสลาย PAHs ของแบคทีเรียเมื่ออยู่ในแหล่งดินที่ปนเปื้อน