บทที่ 1

บทนำ

ทรัพยากรธรรมชาติของโลกซึ่งมีมากมายและหลากหลายได้เอื้ออำนวยประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญของความเจริญรุ่งเรืองทางด้านเศรษฐกิจของประเทศตลอดมา น้ำ ดิน อากาศ ป่าไม้และสัตว์ป่า เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ถ้ามนุษย์ใช้ทรัพยากรอย่างไม่เห็นคุณค่าจะส่งผลให้ปริมาณของทรัพยากรธรรมชาติลดลง และก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมรวมทั้งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ด้วย ดังนั้นมนุษย์จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อใช้และจัดการได้อย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยทั้งในด้านอุตสาหกรรม การคมนาคมและการเกษตรที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ได้อำนวยความสะดวกสบายให้แก่ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์มากยิ่งขึ้น ซึ่งได้ส่งผลกระทบให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็วเช่นกันจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตรวมทั้งต่อมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง เช่น ปัญหาอากาศเป็นพิษ ปัญหาความสกปรก ปัญหาขยะ ปัญหาน้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสีย ปัญหาเสียงอึกทึกครึกโครมและปัญหาจราจรติดขัดเป็นต้น (นิวัติ เรืองพานิช, 2537) สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์นั้นเอง อันได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า การเผาเชื้อเพลิงตามบ้านเรือนและตามโรงงานอุตสาหกรรม การผลิตสารสังเคราะห์บางอย่างที่ไม่สลายตัวและสลายตัวยากมากขึ้น เช่น พลาสติก โฟม จึงทำให้เกิดขยะเหล่านี้มากขึ้น ส่วนสารบางอย่างที่เป็นแก๊ส เช่น ฟรีออน ซึ่งใช้ช่วยในการฉีดสเปรย์ และใช้ในเครื่องทำความเย็นจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ฟุ้งกระจายทั่วไปในอากาศซึ่งจะไปทำลายโอโซนในบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกไว้ และมีผลกระทบทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น (โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2534) นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทไฮโดรคาร์บอน เช่น เบนซีน ซึ่งใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเคมีและอุตสาหกรรมยาง โทลูอีนซึ่งใช้ในยาขัดเงา แลกเกอร์เป็นต้น สารเคมีที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมหลายชนิดเช่น น้ำมัน น้ำมันหล่อลื่น ยางมะตอยและสารกัมมันตรังสีเป็นต้น และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) ดังนั้นจะเห็นว่าปัญหาสารเคมีและของเสียที่เป็นอันตรายได้กลายเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องมีการจัดการควบคุม แก้ปัญหาและการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีและของเสียหลายชนิดสามารถตกค้าง เป็นมลพิษอยู่ในอากาศ ในน้ำและในดิน ทำให้เกิดผลเสียหายต่อพืช

สัตว์และก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

กรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมรายงานว่า ในปี 2543 มีปริมาณของเสียที่เกิดจากภาคอุตสาหกรรมทั้งหมดประมาณ 1.29 ล้านตัน โดยกลุ่มที่ก่อให้เกิดของเสียอันตรายมากที่สุด คืออุตสาหกรรมปิโตรเคมี พลาสติก ชุบโลหะ ถลุงโลหะ และคาดว่าสถานการณ์ในปี 2548 ปริมาณของเสียอันตรายจากชุมชนจะเกิดขึ้นประมาณ 0.4 ล้านตัน ซึ่งพบได้มากในดิน โดยแหล่งกำเนิดที่สำคัญได้แก่ อู่ซ่อมรถ สถานบริการน้ำมันและบ้านเรือนและสำหรับแนวโน้มของเสียอันตรายปี 2549 คาดว่ายังคงมีปริมาณใกล้เคียงกับปี 2548 ซึ่งปิโตรเลียมเป็นหนึ่งในของเสียอันตรายด้วยเช่นกัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) โดยในขั้นตอนการผลิตปิโตรเลียมทำให้เกิดสารพิษ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้น้ำและดินในบริเวณโรงงานมีสารปนเปื้อนน้ำมันสูง นอกจากนี้การรั่วไหลเมื่อมีอุบัติเหตุจากการขนส่งและการจัดเก็บก็เป็นปัญหาสำคัญถึงขั้นวิกฤต โดยส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศและสภาพแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) ปิโตรเลียมมีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์หลายชนิด ที่สำคัญคือสารในกลุ่มพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) จัดเป็นสารพิษที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม พบในน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตโบราณ น้ำมันดำจากถ่านหิน ควันบุหรี่ อาหารปิ้งย่าง การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของถ่านหิน น้ำมัน ไม้และกากของเสียอันตราย เป็นต้น จัดเป็นสารก่อมะเร็ง ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ และทำให้ทารกในครรภ์มีรูปร่างผิดปกติได้ (Wilson และ Jones, 1993) สารประกอบ PAHs ประกอบด้วย วงแหวนเบนซีนตั้งแต่ 2 วงขึ้นไปเชื่อมต่อกัน มีสมบัติละลายน้ำยากและการละลายน้ำของสารกลุ่มนี้จะลดลงเมื่อน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น ทำให้มีความทนทานต่อการย่อยสลาย (Trzesicka-Mlynarz และ Ward, 1996) ตัวอย่างของสารประกอบ PAHs เช่น ไพรีนและฟีแนนทรีน ซึ่งจัดเป็นสารประกอบ PAHs ที่สำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกาให้ความสำคัญเป็นอันดับต้น (ATSDR, 1990; U.S. EPA, 1987) โดยจัดให้อยู่ในกลุ่มของสารก่อมลพิษที่ต้องกำจัดออกจากสิ่งแวดล้อมอย่างเร่งด่วน (Cerniglia, 1992)

เนื่องจากสารประกอบ PAHs จัดเป็นสารที่มีอันตรายสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดเพื่อลดการปนเปื้อนของสารดังกล่าวในสิ่งแวดล้อม การบำบัดทำได้หลายวิธีได้แก่ วิธีทางกายภาพ วิธีทางเคมีและวิธีทางชีวภาพ วิธีการบำบัดทางชีวภาพ (Bioremediation) เป็นการใช้จุลินทรีย์หรือกลุ่มจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ รา มาย่อยสลายสารประกอบ PAHs ให้หมดไปหรือเปลี่ยนโครงสร้างของสารให้มีความเป็นพิษน้อยลง โดยจุลินทรีย์จะใช้สารประกอบ PAHs เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานเพื่อการเจริญและดำรงชีวิต (Dua และคณะ, 2002) ปัจจุบันการบำบัดสารประกอบ PAHs โดยวิธีทางชีวภาพเริ่มมีบทบาทสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นวิธีที่ประหยัด

สามารถกำจัดสารประกอบ PAHs ได้ค่อนข้างสมบูรณ์ ไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีการบำบัดอื่นๆ (Korda และคณะ, 1997) การบำบัดทางชีวภาพทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งคือเป็นการเติมสารอาหารหรือปัจจัยต่างๆที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ลงไปในบริเวณที่มีการปนเปื้อนเพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ประจำถิ่น (indigenous microorganisms) ให้มีการเพิ่มจำนวนและมีกิจกรรมในการย่อยสลายสารพิษได้ดีขึ้นเรียกว่า biostimulation และอีกวิธีหนึ่งคือ bioaugmentation เป็นการเติมจุลินทรีย์ที่ทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารพิษลงไปในบริเวณที่มีการปนเปื้อน วิธีนี้มักไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากจุลินทรีย์จะตายหรือสูญเสียความสามารถในการย่อยสลายสารปนเปื้อนเพราะต้องแข่งขันกับจุลินทรีย์ประจำถิ่นในบริเวณที่ปนเปื้อนเพื่อแย่งสารอาหารที่มีอยู่อย่างจำกัด หรืออาจจะถูกฆ่าได้โดยโปรโตซัวและแบคทีริโอฝาจ รวมไปถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่เติมลงไปด้วยเช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำ ความเป็นกรดด่าง สารอาหาร ตลอดจนปริมาณของสารพิษที่มีอยู่ ณ บริเวณที่ปนเปื้อน (Van Veen และคณะ, 1997)

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามหาวิธีที่จะทำให้จุลินทรีย์ที่จะเติมลงดินมีชีวิตรอดและยังมีความสามารถในการบำบัดสารพิษ วิธีหนึ่งคือการตรึงจุลินทรีย์บนวัสดุต่างๆ ดังนั้นจึงมีการนำวัสดุทางการเกษตรมาผสมกับจุลินทรีย์ที่มีความสามารถย่อยสลายสารพิษ จะทำให้จุลินทรีย์นั้นสามารถใช้สารอินทรีย์ในวัสดุทางการเกษตรเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในการเจริญและเพิ่มจำนวน (Van Veen และคณะ, 1997) และจุลินทรีย์ยังคงมีความสามารถในการย่อยสลายสารพิษอยู่ (Rhee และคณะ, 1996) นอกจากนี้วัสดุทางการเกษตรยังเป็นแหล่งอาหารสำคัญ เป็นแหล่งของจุลินทรีย์อื่นๆจำนวนมากที่สามารถเสริมการย่อยสลายสารพิษได้ จึงทำให้การย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้น วัสดุทางการเกษตรจะช่วยให้จุลินทรีย์อยู่ในภาวะการเจริญที่เหมาะสมเมื่อนำไปบำบัดสารพิษในดินและช่วยป้องกันแบคทีเรียจากการถูกจับกินของโปรโตซัวที่มีอยู่ในดิน วัสดุที่ใช้ในการตรึงเซลล์จุลินทรีย์อาจเป็นวัสดุสังเคราะห์ได้เช่น ดังรายงานของ Cunningham และคณะ (2004) มีการตรึงจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารไฮโดรคาร์บอนเพื่อกำจัดน้ำมันดีเซลที่ปนเปื้อนในดินโดยใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) เป็นวัสดุพาหะจับจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารไฮโดรคาร์บอน พบว่าเมื่อเติมวัสดุพาหะลงไปในดินที่ปนเปื้อน การย่อยสลายจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเติมจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายน้ำมันดีเซลโดยตรง

Diaz และคณะ (2002) ทำการตรึงกลุ่มแบคทีเรีย MPD-M ที่แยกมาจากดินตะกอนในแม่น้ำไว้กับเส้นใยพอลิโพรไพลีน จะมีอัตราการย่อยสลายน้ำมันได้มากกว่าเซลล์ที่ไม่ได้ถูกตรึง

Pattanasupong และคณะ (2004a) ศึกษากลุ่มแบคทีเรียที่แยกมาจากดิน สามารถย่อยสลายยาฆ่าแมลง carbendazim และ 2,4-dichlorophenoxyacetic acid พบว่าเมื่อตรึงเซลล์ไว้กับเส้นใยพอลิเอสเตอร์ กลุ่มแบคทีเรียจะมีความสามารถในการย่อยสลายได้เพิ่มขึ้น

แต่การใช้วัสดุสังเคราะห์มีข้อเสียก็คือ มีราคาแพง ไม่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ และการตรึงจุลินทรีย์บนวัสดุทางการเกษตรได้แก่ ฟางข้าว เปลือกถั่ว รำข้าว ใยบวบ เป็นต้น จึงเป็นทางเลือกซึ่งจะมีราคาถูก ไม่เป็นพิษต่อเซลล์และมีวิธีการตรึงเซลล์ที่ง่าย (Ogbonna และคณะ, 1994) ดังเช่น Pattanasupong และคณะ (2004b) ได้คัดแยกกลุ่มแบคทีเรียจากน้ำในนาข้าวและมีการใช้ใยบวบหรือ loofa *(Luffa cylindrica)* มาช่วยในการค้ำจุนการเจริญของกลุ่มแบคทีเรียที่คัดแยกได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายยาฆ่าแมลงที่ปนเปื้อนในนาข้าว

กลุ่มแบคทีเรีย RRM-V3 เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายไพรีนและฟีแนนทรีน การเติมกลุ่มแบคทีเรีย RRM-V3 ลงในดินที่ปนเปื้อนสารประกอบ PAHs ทำให้กลุ่มแบคทีเรีย RRM-V3 ตายหรือสูญเสียความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบ PAHs ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้วัสดุทางการเกษตรได้แก่ฟางข้าว ใยบวบและนมผักกระเฉดซึ่งหาได้ง่ายในประเทศไทยในการเตรียมกลุ่มแบคทีเรีย RRM-V3 สำหรับใช้ในการย่อยสลายไพรีนและฟีแนนทรีนที่ปนเปื้อนในดิน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาวัสดุทางการเกษตรที่เหมาะสมในการช่วยการย่อยสลายไพรีนและฟีแนนทรีนโดยกลุ่มแบคทีเรีย RRM-V3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบชนิดของวัสดุทางการเกษตรที่เหมาะสมเพื่อช่วยกลุ่มแบคทีเรีย RRM-V3 ในการย่อยสลายไพรีนและฟีแนนทรีน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนด้วยไพรีนและฟีแนนทรีน