# บทที่ 1

# บทนำ

ช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจนกระทั่งปี พ.ศ. 2540 เป็นช่วงที่ประเทศไทยเร่งพัฒนาเศรษฐกิจอย่างสูง จึงเป็นช่วงที่มีการใช้สภาพแวดล้อมเป็นแหล่งรองรับมลพิษในระดับสูง (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) กิจกรรมการพัฒนาทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่ขาดการจัดการที่ดีได้ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติเป็นอย่างมาก ในขณะที่สารเคมีที่เป็นอันตรายกลับเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะใช้เป็นส่วนประกอบหรือสารปรุงแต่งอาหาร ยารักษาโรค เครื่องสำอาง สารกำจัดศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง และการใช้ในกระบวนการผลิตด้านอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (2546) รายงานว่าปริมาณการนำเข้าสารอันตรายกลุ่มสารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ สารอันตรายทางการเกษตร การผลิตเคมีภัณฑ์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นโดยตลอด และปัญหาที่เกิดจากสารอันตรายก็มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2545 โดยพบว่าปริมาณของเสียอันตรายในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 0.9 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2536 เป็น 1.78 ล้านตันในปี พ.ศ. 2545 ประมาณร้อยละ 78 มาจากภาคอุตสาหกรรม ในขณะที่ปริมาณของเสียอันตรายจากภาคธุรกิจการค้าและการบริการ และภาคเกษตรกรรมมีประมาณร้อยละ 20 และ 2 ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) ระบบกำจัดกากของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรมรองรับได้เพียง 10.5 ล้านตันต่อปี ดังนั้นการจัดการกากของเสียอันตรายจึงควรได้รับความสนใจและลงมือแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพื่อป้องกันผลกระทบอาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต (กรมควบคุมมลพิษ, 2542) ในจำนวนนี้มีของเสียที่จัดเป็นของเสียอันตรายประเภทน้ำมันและปิโตรเลียมรวมอยู่ด้วย โดยของเสียประเภทนี้มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะสารประกอบในกลุ่มพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs)

PAHs เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างของอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจนรวมกันเป็นวงแหวนอะโรมาติกเบนซีน อาจมีการเรียงตัวเชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรง (linear) มุมงอ (angular) หรือเป็นกลุ่ม (cluster) ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป จัดเป็นสารที่ก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิต อาจเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็ง (carcinogen) เป็นสารที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับยีน (mutagen) และอาจทำให้ทารกในครรภ์มีรูปร่างผิดปกติ (teratogen) (Wilson และ Jones, 1993) โดยสารเหล่านี้ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมน้ำมันถ่านหิน กระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงฟอสซิล อีกทั้งสาร PAHs สามารถเกิดขึ้นได้เองตาม

ธรรมชาติ จากการรั่วซึมของน้ำมันตามธรรมชาติ ไฟไหม้ป่า และภูเขาไฟระเบิด (Stringfellow และ Alvarez-Cohen, 1999; Pereina Netto และคณะ, 2001; Forehand และคณะ, 2000)

ไพรีน จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่ม PAHs ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (high molecular weight PAHs) ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อกันของวงเบนซิน 4 วง เข้าสู่ร่างกายได้โดยการหายใจอากาศที่มีสารปนเปื้อนเข้าไปและเคลื่อนที่เข้าสู่ปอด การดื่มหรือรับประทานอาหารที่มี PAHs รวมทั้งการสัมผัสน้ำมันดิบ ถ่านหินหรือครีเอโซทโดยตรง จากการศึกษาในหนูทดลองพบว่าหนูที่ได้รับไพรีนเข้าสู่ร่างกายส่งผลทำให้เกิดความผิดปกติของไต (nephropathy) ทำให้ไตมีขนาดเล็กลงในขณะที่น้ำหนักของตับมีมากขึ้น นอกจากนี้ PAHs บางตัวเป็นสาเหตุเหนี่ยวนำให้เกิดเนื้องอกกับสัตว์ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (ATSDR, 1990)

ในประเทศไทยการบำบัดพื้นที่ที่ปนเปื้อนด้วยสารเคมีอันตรายมีวิธีหลัก 3 วิธี คือการฝังกลบแบบปลอดภัย(secured landfill) การใช้กระบวนการทางกายภาพและเคมี (physical-chemical process) และการเผา (incineration) อย่างไรก็ดีวิธีดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับกรณีที่เกิดการปนเปื้อนสารเคมีอันตรายในพื้นที่ขนาดใหญ่ เนื่องจากต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและบางครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหามลภาวะเพิ่มขึ้น การนำเทคโนโลยีด้านชีวภาพมาใช้บำบัดสารเคมีอันตรายจึงเป็นแนวทางใหม่ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้ทางชีวเคมี จุลชีววิทยา นิเวศวิทยา ปฐพีวิทยา พิษวิทยาและวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกัน วิธีทางชีวภาพมีข้อดีคือต้นทุนในการดำเนินงานต่ำ เป็นกระบวนการธรรมชาติ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยและสามารถใช้บำบัดในพื้นที่ได้โดยตรง ทั้งนี้การบำบัดสารเคมีอันตรายดังกล่าวมีข้อจำกัดคือใช้ระยะเวลาในการบำบัดนาน และจะต้องรักษาสภาพของจุลินทรีย์หรือพืชให้มีชีวิตอยู่รอดในระหว่างการบำบัด ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในกรณีที่มีระยะเวลาการบำบัดค่อนข้างสั้น พื้นที่ปนเปื้อนมีปริมาณสารพิษสูงหรือลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต (เอกวัลย์ ลือพร้อมชัย, 2546)

ปัจจุบันการบำบัดสารพิษโดยวิธีทางชีวภาพ (bioremediation) ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก เนื่องจากปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ (Lee และ Cutright, 1996) และไม่ก่อให้เกิดสารพิษชนิดใหม่ที่มีอันตรายมากกว่าเดิม เนื่องจากจุลินทรีย์ใช้สารพิษเป็นแหล่งพลังงานและคาร์บอน โดยวิธีการอาศัยการกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์บริเวณที่มีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม (biostimulation) หรือการเติมจุลินทรีย์ภายนอกที่สามารถย่อยสลาย PAHs ลงไปในดิน (bioaugmentation) ที่มีการปนเปื้อน PAHs เพื่อส่งเสริมให้เกิดการย่อยสลายได้ดียิ่งขึ้น (Watanabe, 2001)

อย่างไรก็ตามการบำบัด PAHs ที่ปนเปื้อนในดินโดยวิธีทางชีวภาพจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาในการบำบัดสารพิษดังกล่าวให้หมดไป เนื่องจากอัตราการย่อยสลายและการนำ PAHs ไปใช้ในการเจริญของจุลินทรีย์ในดินมีอย่างจำกัด ซึ่งเป็นผลมาจาก PAHs มีสมบัติไฮโดรโฟบิก

และละลายน้ำได้น้อย อีกทั้งยังสามารถจับและแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างภายในอนุภาคดิน (เช่น ดินเหนียว (clay) อินทรีย์สารหรือกรดฮิวมิก เป็นต้น) ได้เป็นอย่างดี แต่มีจุลินทรีย์ในดินไม่มากนักที่สามารถย่อยสลาย PAHs ในรูปของแข็งที่จับอยู่กับดินได้โดยตรง (Verstraete และ Devliegher, 1996) ดังนั้นสมบัติไฮโดรโฟบิกของผิวเซลล์ของแบคทีเรีย จึงมีผลต่อการยึดเกาะระหว่างเซลล์กับ PAHs (van Loosdrech และคณะ, 1987) เนื่องจาก PAHs จะถูกดูดซับที่บริเวณผิวของอนุภาคดินอย่างรวดเร็วและเคลื่อนที่เข้าสู่ภายในอนุภาคดินอย่างช้าๆ ซึ่งเป็นบริเวณที่จุลินทรีย์ในดินโดยทั่วไปเข้าถึงได้ยาก ทำให้ PAHs สะสมอยู่ในดิน (Bastiaens และคณะ, 2000; Weissenfels และคณะ, 1992) ดังนั้นแบคทีเรียย่อยสลาย PAHs ที่มีความสามารถสูงในการยึดเกาะกับ PAHs ภายในอนุภาคดิน จะช่วยให้การสลายตัวของ PAHs ที่ยึดเกาะอยู่นั้นเกิดขึ้นได้ดีกว่าแบคทีเรียทั่วไปที่อยู่ในชั้นน้ำระหว่างช่องว่างของดิน (capillary water) (Wattiau, 2002) ดังนั้นการแยกแบคทีเรียที่มีสมบัติในการเกาะติดและย่อยสลายไพรีนจากดินปราศจากเชื้อที่ทำให้ปนเปื้อนด้วยไพรีนหมักกับใบพืชตระกูลถั่วจากบริเวณที่พบว่าได้ผลดีจากงานวิจัยของสุพินดา ศิริวราศิลป์ (2545) แล้วโดยหมักเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อให้แบคทีเรียที่อยู่ในใบพืชตระกูลถั่วสามารถปรับตัว (acclimatization) เพิ่มจำนวนและสามารถย่อยสลายไพรีนในดินได้ดียิ่งขึ้น การแยกนี้อาศัยแผ่นพอลิเตตระฟลูออโรเอทธิลีน (polytetrafluoroethylene; PTFE) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติไฮโดรโฟบิก (hydrophobic) สูง ในการแยกเชื้อโดยให้แบคทีเรียที่มีสมบัติไฮโดรโฟบิกและมีความสามารถในการเกาะติด เจริญและย่อยสลายผลึกไพรีนซึ่งเคลือบบนแผ่น PTFE ดังนั้นการนำแบคทีเรียที่แยกได้โดยวิธีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดไพรีนที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะพัฒนาประสิทธิภาพในการบำบัดสาร PAHs ที่ปนเปื้อนในดินให้ดียิ่งขึ้น

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

แยกและศึกษาลักษณะสมบัติของแบคทีเรียย่อยสลายไพรีนจากปุ๋ยหมักใบพืชตระกูลถั่วโดยใช้แผ่น PTFE ที่เคลือบด้วยไพรีน ศึกษาสมบัติไฮโดรโฟบิซิตี้ของแบคทีเรีย รวมทั้งศึกษาการเจริญและความสามารถในการย่อยสลายสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นของกลุ่มแบคทีเรียที่แยกได้

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

แยกแบคทีเรียที่มีสมบัติไฮโดรโฟบิกและย่อยสลายไพรีนจากจากปุ๋ยหมักใบพืชตระกูลถั่วได้เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาแบคทีเรียที่มีสมบัติไฮโดรโฟบิกที่แยกได้และเป็นแนวทางในการนำแบคทีเรียไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการบำบัดไพรีนที่ปนเปื้อนในดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดไพรีนในดินโดยวิธีทางชีวภาพต่อไปในอนาคต