บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ทำให้มีอัตราการใช้สารเคมีต่าง ๆ สูงขึ้น ไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นสารเคมีตัวสำคัญที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นมีการใช้ในการกำจัดคราบ ทำความสะอาดส่วนประกอบที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ต่าง ๆ และใช้เป็นตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น หมึกพิมพ์ สี แลกเกอร์ กาว น้ำยาทำความสะอาดพรม น้ำยากำจัดคราบเปื้อน และใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับสกัดคาเฟอีนจากกาแฟ แต่ไม่มีการผลิตไตรคลอโรเอทธิลีนในประเทศไทยดังนั้นจึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ปริมาณการนำเข้าไตรคลอโรเอทธิลีน 6.2 ล้านกิโลกรัมในปี พ.ศ.2544 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

ไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะตัว ไม่ติดไฟ ละลายน้ำได้พอสมควร ไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นสารที่ถูกดูดซึมได้ดีทั้งจากการสูดดม การบริโภค และการซึมผ่านผิวหนัง โดยความเป็นพิษของไตรคลอโรเอทธิลีนมีความรุนแรงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ได้รับสาร อาการเบื้องต้นเมื่อได้รับสารคือปวดศีรษะ ปวดท้อง คลื่นไส้ หายใจติดขัด และมีแนวโน้มก่อให้เกิดโรคมะเร็ง จึงถือว่าไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นสารที่สำคัญซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของมนุษย์

จากการนำไตรคลอโรเอทธิลีนมาใช้อย่างกว้างขวาง ทำให้มีการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้หลายทาง โดยการปนเปื้อนหลักมีสาเหตุมาจากการเก็บที่ไม่ดีพอ การรั่วซึมของถังเก็บไตรคลอโร-เอทธิลีนใต้ดิน การกำจัดกากของเสียที่ไม่ถูกต้อง การรั่วไหลหรือเกิดอุบัติเหตุขณะขนส่ง ทำให้ไตรคลอโรเอทธิลีนรั่วซึมลงชั้นใต้ดิน เนื่องจากไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่หนักกว่าน้ำทำให้ไตรคลอโรเอทธิลีนซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลและดูดซับกับตะกอนใต้น้ำ ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในระยะยาว ไตรคลอโรเอทธิลีนมีความสามารถในการละลายน้ำประมาณ 1 กรัมต่อลิตร ทำให้ไตรคลอโรเอทธิลีนละลายปนเปื้อนในน้ำใต้ดินมากกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2543) ได้กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดินที่เกี่ยวข้องกับสารอินทรีย์ที่ระเหยง่าย โดยอนุญาตให้มีไตรคลอโร-เอทธิลีนในน้ำใต้ดินได้ไม่เกิน 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2543)

วิธีการที่ใช้ในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีนมีหลายวิธีเช่นกระบวนการ Air Stripping การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ กระบวนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยสารเคมี วิธีที่กล่าวมาเป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูง และต้องนำอากาศเสียไปบำบัดก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ ส่วนกากของเสียที่เหลือซึ่งก็คือถ่านกัมมันต์ที่มีการปนเปื้อนก็จะต้องนำไปฝังกลบ อย่างไรก็ตามการกำจัดกากของเสียที่เหลือนั้นเสี่ยงต่อการทำให้เกิดมลพิษอื่น ๆ ที่เป็นอันตรายต่อไปได้อีก ดังนั้นวิธีที่น่าจะเหมาะสมที่สุดคือวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดและไม่ก่อให้เกิดผลผลิตที่เป็นอันตรายเมื่อเปรียบเทียบกับการบำบัดโดยวิธีการอื่น (Gao และ Skeen, 1999) การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการใช้โทลูอีนหรือฟีนอลเป็นซับสเตรตมีประสิทธิภาพในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีนดีมาก (Hopkins และคณะ, 1993a) แต่ทั้งโทลูอีนและฟีนอลเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หากได้รับสารโดยการหายใจ การรับประทานและการซึมผ่านทางผิวหนัง ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาต่อมาโดยนำสารที่ไม่เป็นอันตรายมาเป็นซับสเตรต เช่นกลูโคส (Gao และ Skeen, 1999) สารเทอร์ปีนที่สกัดได้จากน้ำมันหอมระเหยของพืช (Oramas, 2003) และเบนซิลแอลกอฮอล์ (Tejasen, 2003) พบว่าได้ผลดีเช่นเดียวกัน ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาการใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรตบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีนทางชีวภาพแทนโทลูอีนและฟีนอล เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีนด้วยวิธีการทางชีวภาพในกรณีที่มีการปนเปื้อนเกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรตแทนโทลูอีนและฟีนอลในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีน โดยจุลินทรีย์ที่โตบนโทลูอีน

1.2.2 เพื่อศึกษาค่า Transformation Yield (T_y) ในการใช้โทลูอีน ฟีนอลและเบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรตในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีน

1.2.3 เพื่อทำการศึกษาค่าตัวแปรทางคิเนติกส์ของการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทธิลีนเมื่อใช้โทลูอีน ฟีนอลและเบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต โดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ ใช้การทดลองแบบแบตช์ (batch) ตลอดการวิจัย เพื่อศึกษาการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีนทางชีวภาพโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็น

ซับสเตรตแทนโทลูอีนและฟีนอล ดำเนินการที่ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข โดยกำหนดขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.3.1 การวิจัยนี้ใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่โตบนโทลูอีน เลี้ยงโดยนำหัวเชื้อจุลินทรีย์มาจากน้ำเสียในถังเติมอากาศของโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา กรุงเทพมหานคร

1.3.2 ทดสอบความสามารถในการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทธิลีนทางชีวภาพ โดยใช้โทลูอีน ฟีนอลและเบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต

1.3.3 เปรียบเทียบความสามารถในการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทธิลีนทางชีวภาพ โดยเปลี่ยนซับสเตรตจากโทลูอีนหรือฟีนอลเป็นเบนซิลแอลกอฮอล์

1.3.4 ทดสอบหาค่า Transformation Yield ในการใช้โทลูอีน ฟีนอลและเบนซิล-แอลกอฮอล์เป็นซับสเตรตในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีน

1.3.5 ประมาณค่าตัวแปรทางคิเนติกส์ของการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอฯธิลีนได้แก่ ค่าอัตราการย่อยสลายซับสเตรต (k_g) ค่าความเข้มข้นที่อัตราการย่อยสลายซับสเตรตเป็นครึ่งหนึ่ง (K_{sg}) ค่าอัตราการย่อยสลายไตรคลอโรเอทธิลีน (k_c) และค่าความเข้มข้นที่อัตราการย่อยสลาย ไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นครึ่งหนึ่ง (K_{sc}) โดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ AQUASIM2.1b เมื่อใช้โทลูอีน ฟีนอลและเบนซิล-แอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงความสามารถและประสิทธิภาพของการใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรตแทนโทลูอีนและฟีนอลในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีนทางชีวภาพ

1.4.2 สามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานภาคสนาม ในการบำบัดไตรคลอโรเอทธิลีนในภาคสนามในกรณีที่มีการปนเปื้อนเกิดขึ้น โดยสามารถคำนวณปริมาณซับสเตรต เวลาที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายได้