บทที่ 1

บทนำ

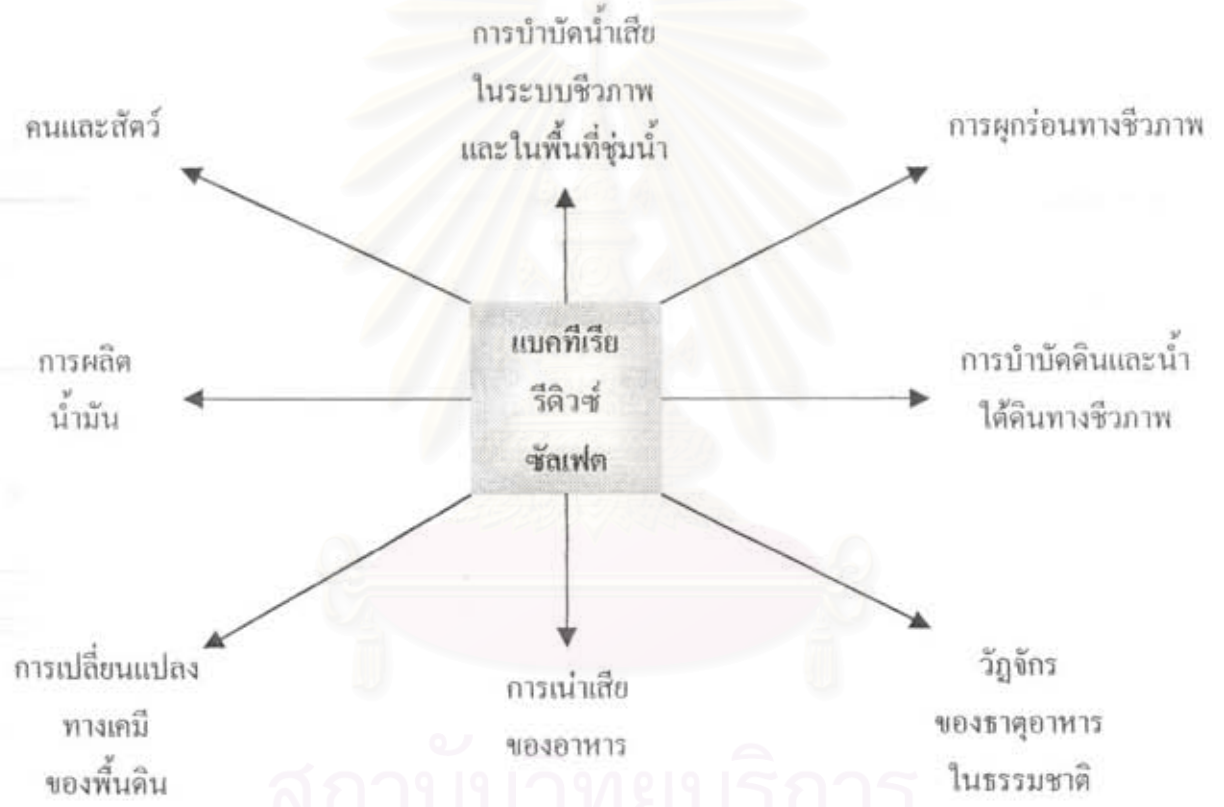
1.1 ความเป็นมา

ความเจริญก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมควรจะต้องควบคู่กันไปกับการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อรักษาคุณภาพชีวิตของผู้คนในสังคม การระวังรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะโดยการควบคุมการระบายน้ำเสียจากแหล่งกำเนิด โดยเฉพาะจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นมาตรการที่มีความสำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากโรงงานอุตสาหกรรมด้วยการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างประหยัดและบำบัดให้ได้มาตรฐานก่อนทิ้ง มลพิษที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจากโรงงงานอุตสาหกรรมต่างๆ อาจอยู่ในรูปความร้อน, สารอินทรีย์, สารแขวนลอย รวมทั้งอิออนของโลหะหนัก โดยน้ำเสียแต่ละประเภทจะมีลักษณะเฉพาะตัวและต้องการเทคนิคในการบำบัดที่แตกต่างกัน สำหรับน้ำเสียที่มีอิออนของโลหะหนักปนเปื้อน เทคนิคในการบำบัดที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่คือ การบำบัดด้วยระบบเคมี โดยอาศัยการตกตะกอนผลึกของโลหะหนักไฮดรอกไซด์หรือโลหะหนักซัลไฟด์ซึ่งต้องอาศัยการเติมสารเคมี และต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่งในการกวนผสม ทำให้มีแนวคิดที่จะทดลองใช้ระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพแบบไร้ออกซิเจนสำหรับบำบัดน้ำเสียที่ถูกปนเปื้อนด้วยอิออนของโลหะหนัก โดยอาศัยบทบาทของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต ซึ่งอาจทำให้ได้ระบบแบบใหม่ที่ใช้พลังงานและสารเคมีน้อยกว่าระบบบำบัดเคมี และสอดคล้องกับแนวคิด clean technology สำหรับการบำบัดน้ำเสีย โดยมีสาระสำคัญคือการประหยัดพลังงาน ใช้สารเคมีน้อยที่สุด และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมโดย

แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต มีลักษณะสมบัติที่เด่นชัด คือความสามารถในการใช้ซัลเฟตเป็นสารรับอิเลคตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการหายใจ ความสนใจของนักวิจัยและนักวิชาการในสาขาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแบคทีเรียชนิดนี้ได้เพิ่มสูงขึ้นมากในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา โดยพบว่าแบคทีเรียชนิดนี้สามารถพบได้โดยทั่วไปในธรรมชาติ และมีบทบาทอย่างหลากหลายทั้งในกระบวนการทางธรรมชาติและกระบวนการทางอุตสาหกรรม (Barton และ Tomei, 1995) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ตัวอย่างเช่น

- <u>คนและสัตว์ (Animal Associations)</u> ภายในลำไส้ของคนและสัตว์หลายชนิดสามารถพบแบคทีเรียผลิดมีเทนและแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งศึกษาจากชนิดจุลินทรีย์ที่พบในอุจจาระโดยจะพบแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตมากกว่า ถ้าอาหารที่บริโภคเข้าไปมีซัลเฟตเป็นองค์ประกอบสูง นอกจากนั้น มีรายงานที่แสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีสุขภาพระบบทางเดินอาหารทำงานเป็นปกติ ปริมาณของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ผลิตขึ้นจะมีน้อยกว่า

- การผลิตน้ำมัน (Fuel Production) เช่น ในการขุดเจาะน้ำมันมีเทคนิคพิเศษเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณน้ำมันดิบจากหลุมเจาะด้วยการอัดแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตเข้าสู่หลุมเจาะ เนื่องจากแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตบางสายพันธุ์สามารถเร่งการปลดปล่อยน้ำมันออกจากชั้นทรายใต้ดินที่มีน้ำมันสะสมตัวอยู่(oil-ontaining sand)



รูปที่ 1.1 บทบาทอันหลากหลายของ แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต ในธรรมชาติและอุตสาหกรรม

(Barton และ Tomei, 1995)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- การบำบัดน้ำเสียในระบบชีวภาพ และในพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland & Wastewater Treatment) ลักษณะสมบัติของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยใช้ซัลเฟตเป็นสารรับอิเล็คตรอน และให้ซัลไฟด์ออกมา ทำให้มันมีบทบาทในการบำบัดน้ำเสียทั้งในระบบไร้อากาศโดยตรงและในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ(Wetland) สำหรับบทบาทในระบบไร้อากาศ เกิดจากน้ำเสียจากอุตสาหกรรม หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงกลั่นสุรา,โรงผลิตยา,โรงงานปลากระป๋อง เป็นต้น มีซัลเฟตค่อนข้างสูง ซึ่งเหมาะสมต่อการดำรงชีพของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต โดยข้อดีอย่างหนึ่งของระบบที่มีแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตสูง คือ ตะกอนที่ต้องทิ้งสามารถรีดน้ำออกได้ง่าย ในส่วนของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่รับน้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนัก ซัลไฟด์ที่เกิดจากแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตที่เจริญเติบโตในส่วนที่เกิดสภาวะไร้อากาศของพื้นที่ชุ่มน้ำจะช่วยในการตกตะกอนผลึกโลหะหนักที่ปนเปื้อนออกจากน้ำเสีย

- การผุกร่อนทางชีวภาพของวัสดุ (Biocorrosion) วัสดุก่อสร้างหลายชนิด เช่น เหล็ก โลหะผสม หรือคอนกรีต จะเกิดการผุกร่อนได้จากกรดซัลฟุริกที่เกิดขึ้นจากผลรวมการออกซิไดซ์ซาตุซัลเฟอร์และไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นลำดับขั้น โดยแบคทีเรียออกซิไดซ์ซัลเฟอร์และแบคทีเรียออกซิไดซ์ซัลไฟด์ตามลำดับ โดยได้ไฮโดรเจนซัลไฟด์จากการรีดิวซ์ซัลเฟตของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตเป็นจุดเริ่ม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การผุกร่อนแบบ crown corrosion ของท่อรวบรวมน้ำเสียคอนกรีต

- การบำบัดดินและน้ำใต้ดินทางชีวภาพ (Bioremediation) คือการใช้ปฏิกิริยาซัลเฟตรีดักชันในการกำจัดซัลเฟตและโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดิน หรือในน้ำใต้ดิน

- วัฏจักรของธาตุอาหารในธรรมชาติ (Environmental Nutrient Cycles)โดยเฉพาะวัฏจักรซัลเฟอร์ เนื่องจากแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตมีบทบาทสำคัญ ในการเปลี่ยนรูปซัลเฟตให้เป็นรูปซัลไฟด์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของวงจรของวัฏจักรซัลเฟอร์ทางชีววิทยา

- การเน่าเสียของอาหาร (Food Spoilage) โดยเฉพาะอาหารกระป๋อง เช่น ข้าวโพดกระป๋อง , ผักกระป๋อง เป็นต้น เนื่องจากแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพไร้ออกซิเจน ดังนั้นจึงเจริญเติบโตได้ในอาหารที่บรรจุภายในกระป๋องโลหะ และทำให้อาหารภายในกระป๋องเน่าเสียจากของเสียที่ขับออกภายนอกเซลในการย่อยสลายสารอาหารโดยแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต

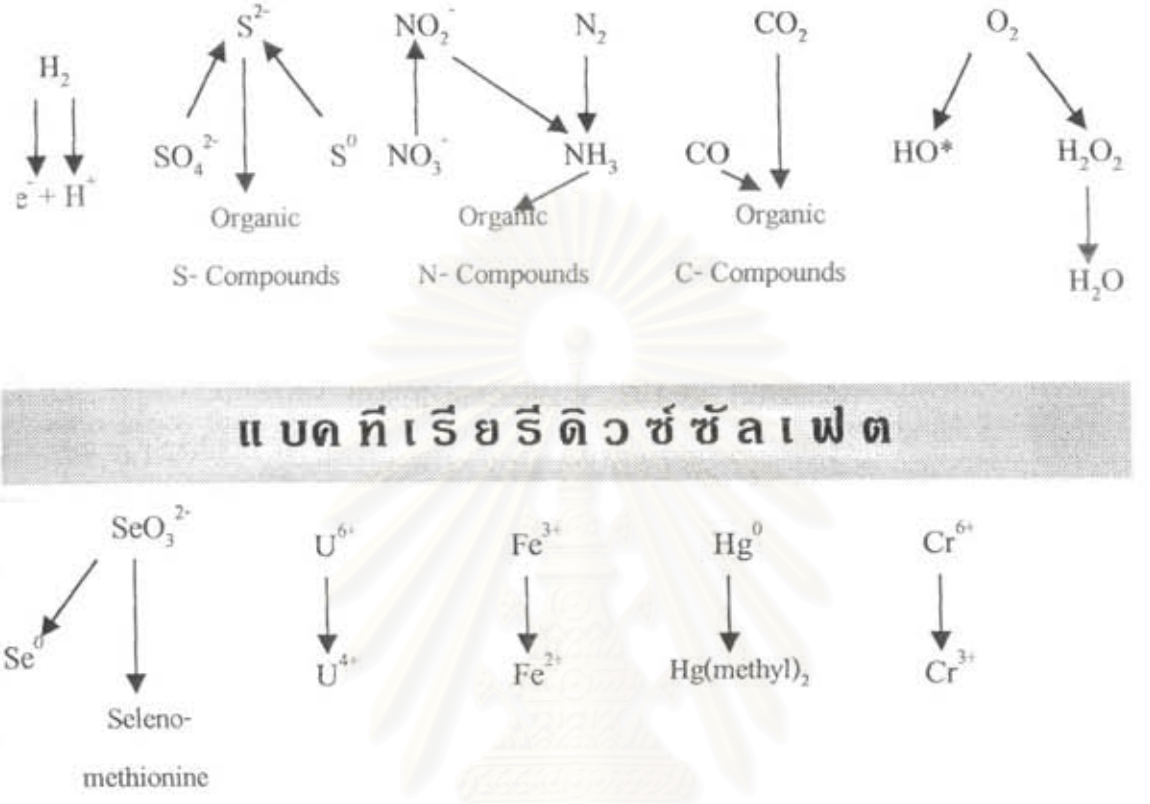
- การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของพื้นดิน (Geochemical Transformations) เช่น แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตบางสายพันธุ์มีความสามารถในการรีดิวซ์เหล็กเฟอร์ริก(Fe^{3+})ให้เปลี่ยนเป็นmagnetite(Fe_3O_4) หรือ Sidirite ($FeCO_3$) รวมทั้งการรีดิวซ์ยูเรเนียม(U^{6+}) ให้เปลี่ยนเป็นUraninite (UO_2) เป็นต้น

นอกจากบทบาทของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตในภาพกว้างข้างต้น การศึกษาทางด้านจุลชีววิทยาและชีวเคมีของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตในด้านลึกทำให้พบว่า แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตในสายพันธุ์ต่างๆ มีความสามารถพิเศษเฉพาะตัวทางชีวเคมีในการปรับตัวที่แตกต่างกันเมื่อต้องอาศัยอยู่ในสภาวะผิดปกติ เช่น แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตบางสายพันธุ์สามารถใช้ไนเตรตและไนไตรต์ เป็นสารรับอิเล็คตรอนและเปลี่ยนให้เป็นก๊าซไนโตรเจนและแอมโมเนียได้ รวมทั้งในบางครั้งยังสามารถดึงก๊าซไนโตรเจนมาใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตของเซล หรือแม้แต่ความสามารถในการรีดิวซ์ออกซิเจนให้ไปอยู่ในรูปน้ำของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตบางสายพันธุ์ที่มีเอนไซม์ในการจัดการกับออกซิเจน ขณะที่ความสามารถในการรีดิวซ์ซัลเฟตและซัลเฟอร์ให้เปลี่ยนเป็นซัลไฟด์เป็นลักษณะสมบัติเฉพาะตัวที่โดดเด่นของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตอยู่แล้ว

นอกเหนือจากชนิดของสารรับอิเล็คตรอนที่เป็นอิออนลบโดยทั่วไป แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตยังสามารถรีดิวซ์ครอบคลุมไปถึงอิออนบวกของโลหะหนักหลายชนิด เช่น การรีดิวซ์เหล็กเฟอร์ริก(Fe^{3+})เป็นเหล็กเฟอร์รัส(Fe^{2+}), การรีดิวซ์ selenite เป็นธาตุ selenium และการรีดิวซ์ selenate เป็น hydrogen selenide ขณะที่จะไม่เกิดการรีดิวซ์ธาตุselenium ให้เป็น hydrogen selenide เป็นต้น รวมทั้งยังมีความสามารถในการแปลงรูปธาตุปรอท(Hg^0)ให้เปลี่ยนเป็น methylmercury $Hg(methyl)_2$ โดยเรียกว่าปฏิกิริยา methylation ด้วยกลไกการเจริญเติบโตแบบ fermentative growth ซึ่งมีผลดีต่อการดำรงชีพของตัวมันเอง เนื่องจาก methylmercury มีความเป็นพิษต่อแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตน้อยกว่า ขณะที่เมื่อแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตเติบโตด้วยกลไก sulfate respiration อัตรา methylation จะอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนั้นการรีดิวซ์โลหะบางชนิดทางอ้อมด้วยซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจากการเกิดซัลเฟตรีดักชันตามปกติ เช่น การรีดิวซ์ Cr^{+6} หรือ selenite ด้วยซัลไฟด์ให้เปลี่ยนเป็น Cr^{+3} หรือ ธาตุ selenium ก็สามารถเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน และรูปที่ 1.2 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสารต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกิดจากความสามารถพิเศษเฉพาะตัวทางชีวเคมีของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.2 ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงสารต่างๆทางเคมีของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต

(Barton และ Tomei, 1995)

ในมุมมองทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมด้านการบำบัดน้ำเสีย บทบาทของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตในอดีต จะอยู่ในขอบเขตของการบำบัดแบบไร้อากาศ ซึ่งถูกมองว่ามีผลยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียผลิตมีเทน, ทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นลดลง, ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นของก๊าซไข่เน่า และการผุกร่อนแบบ crown corrosion ของท่อรวบรวมน้ำเสียคอนกรีต อย่างไรก็ตามสำหรับแนวคิดใหม่เกี่ยวกับบทบาทของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยโลหะหนักนั้น จะเป็นการประยุกต์บทบาทของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต โดยมองถึงประโยชน์ของซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นดังกล่าวเป็นอิออนประจุลบที่มีความสามารถสูงในการจับกับอิออนบวกของโลหะหนักเกิดเป็นตะกอนผลึกโลหะหนักซัลไฟด์ และมีงานวิจัยหลายชิ้นได้ทำขึ้นเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของแนวคิดดังกล่าว ตัวอย่างเช่น

Wijaya S. , Henderson W.D. , Bewtran J.K. และ Biswas N. (1993) ได้ทำการวิจัยโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบถังกรองไร้อากาศขนาดห้องปฏิบัติการ ในการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตเพื่อการบำบัดโลหะหนักโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแลคเตตเป็นแหล่งคาร์บอนพบว่าระบบมีความสามารถบำบัดโลหะหนักละลายได้อย่างน่าพอใจ โดยมีประสิทธิภาพในการลด Cr , Pb , Cu และ Cd ได้ถึง 80% , >90%,>90% และ 99% ตามลำดับ โดยความเข้มข้นสูงสุดของแต่ละชนิดโลหะหนักเท่ากับ 45 มก./ล. Cr, > 18 มก./ล. Pb ,400มก. /ล. Cu และ 550 มก. /ล. Cd

Gundry M.J. , Henry J.G. และ Prasad D. (1990) ได้ทดลองป้อนน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะซึ่งมี Ni ปนเปื้อนเข้มข้น 80 มก./ล. และ ซัลเฟต 210 มก./ล. ผสมน้ำเสียชุมชนซึ่งมีค่าซีโอดีประมาณ 700 มก./ล. เข้าสู่ถังปฏิกรณ์แบบถังกรองไร้อากาศโดยความเข้มข้นของ Ni ในน้ำเสียที่ผสมแล้วมีความเข้มข้นเท่ากับ 47 มก./ล. และเมื่อผ่านระบบมีค่าลดลงเหลือ 0.36 มก./ล.

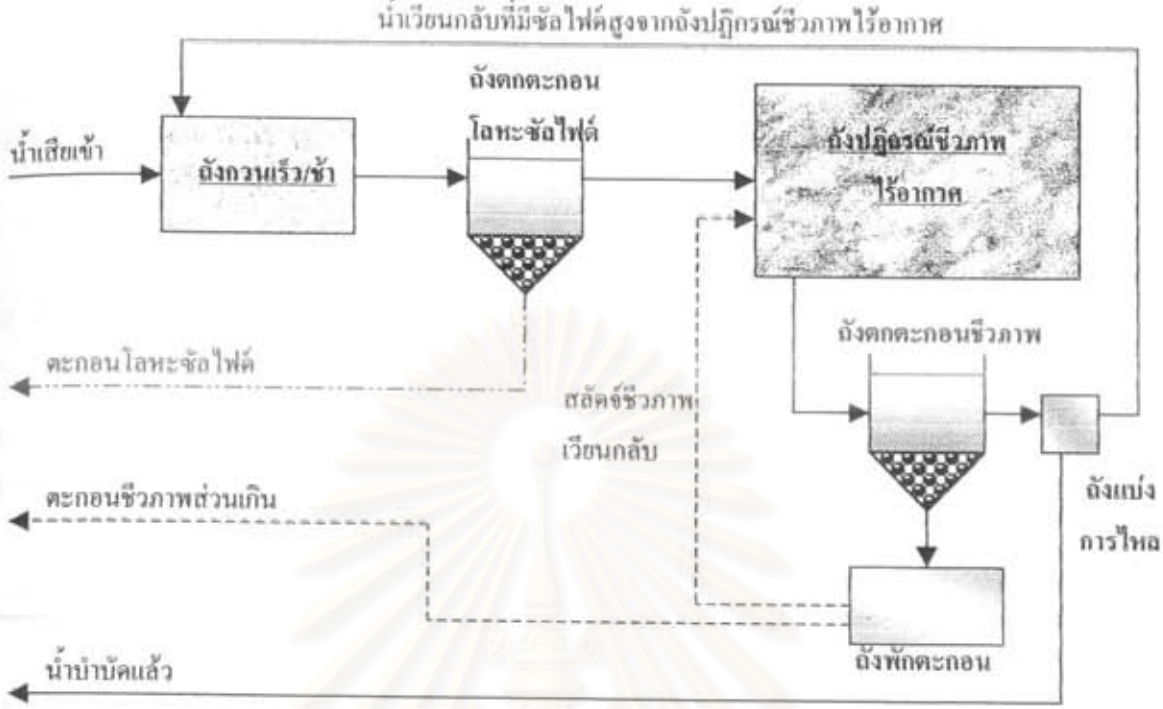
Dvorak D.H. , Hedin R.S., Edenborn H.M. และ McIntire P.E. (1992) ได้ทดลองใช้ถังปฏิกรณ์ไร้ออกซิเจนแบบถังกรองไร้อากาศบำบัดน้ำที่ถูกปนเปื้อนด้วยโลหะหนักจากเหมืองถ่านหิน พบว่าความเข้มข้น Al , Cd ,Fe, Mn, Ni, และ Zn ลดลงกว่า 95% โดย Cd , Fe , Ni และบางส่วนของ Zn จับตัวกับซัลไฟด์อยู่ในรูปของโลหะซัลไฟด์ในรูปที่ไม่ละลายน้ำโดยได้ซัลไฟด์มาจากแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต ขณะที่ Al,Mn และบางส่วนของ Zn จะอยู่ในรูปของโลหะไฮดรอกไซด์หรือคาร์บอนเนตโดยน้ำออกจากถังปฏิกรณ์มีค่าพีเอชเป็นกลางและมีค่าความเป็นด่างสูงขึ้น

สิ่งที่น่าสนใจนอกเหนือจากประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักที่ดีเลิศ จากตัวอย่างงานวิจัยที่ได้อ้างถึงนั้นคือลักษณะร่วมของรูปแบบระบบของถังปฏิกรณ์ที่มีการป้อนน้ำเสียที่ปนเปื้อนโลหะหนักเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ที่มีเชื้อแบคทีเรียโดยตรงดังแสดงในรูป 1.3 โดยรูปแบบของการป้อนน้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนักเข้าถังปฏิกรณ์ดังกล่าวจะทำให้ตะกอนผลึกโลหะหนักซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นสัมผัสกับเชื้อแบคทีเรียได้โดยตรงและจะเป็นปัญหาต่อการแยกดึงตะกอนผลึกโลหะหนักซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นแล้วออกจากระบบ จนอาจส่งผลยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและทำให้ระบบล้มเหลวได้ โดยมีรายงานวิจัยของ Liu Y. และ Fang H.H.P. (1998) ซึ่งได้ทำการศึกษาโครงสร้างเชื้อตะกอนแบคทีเรียไร้อากาศ (anaerobic granules) ที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟตในระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าในโครงสร้างของเม็ดตะกอนแบคทีเรียไร้อากาศจากถังปฏิกรณ์ที่มีผลการทำงานล้มเหลว มีตะกอนผลึกจำนวนมากอยู่ที่ผิวของแบคทีเรียซึ่งประกอบไปด้วยส่วนประกอบของธาตุซัลเฟอร์, คอปเปอร์, เหล็ก และนิกเกิล และได้ตั้งสมมติฐานว่าตะกอนผลึกดังกล่าวอาจอยู่ในรูปของตะกอนผลึกโลหะหนักซัลไฟด์ ดังนั้น รูปแบบของถังปฏิกรณ์ที่ตะกอนผลึกโลหะ

หนักซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นสามารถสัมผัสได้โดยตรงกับเชื้อแบคทีเรียอาจขาดความเหมาะสมในเชิงความยั่งยืนของระบบ

รูปที่ 1.3 รูปแบบถังปฏิกรณ์ที่ป้อนน้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนักเข้าถังปฏิกรณ์ที่มีเชื้อแบคทีเรียโดยตรง

ในมุมมองดังกล่าวมีรายงานวิจัยที่ได้เสนอรูปแบบของระบบถังปฏิกรณ์ที่จัดให้มีการแยกส่วนของการผลิตซัลไฟด์ของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต และการเกิดปฏิกิริยาการตกตะกอนผลึกโลหะหนักซัลไฟด์ ดังแสดงในรูปที่ 1.4 (Hass C.N. และ Polprasert C., 1993) และจากผลการทดลองจากรูปแบบระบบดังกล่าวที่แสดงในรายงานผลการวิจัย ได้แสดงแนวโน้มของศักยภาพของระบบที่ดี ทั้งในเชิงความเป็นไปได้ของการดึงตะกอนผลึกที่เกิดขึ้นออกจากระบบและในเชิงของค่าซีโอดีในน้ำออกจากระบบซึ่งได้ค่าต่ำอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 1.4 รูปแบบระบบถังปฏิกรณ์ที่มีการแยกส่วนการผลิตซัลไฟด์และการเกิดตะกอนผลึกโลหะหนัก-ซัลไฟด์ (Hass C.N. และ Polprasert C.,1993)

จากรูปแบบของระบบถังปฏิกรณ์ที่เสนอขึ้นดังกล่าว แสดงถึงความเป็นไปได้ในการนำแนวคิดการบำบัดน้ำเสียโลหะหนักด้วยบทบาทของแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการดึงตะกอนผลึกโลหะหนักซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นออกจากระบบได้ อย่างไรก็ตามยังมีคำถามพื้นฐานที่สำคัญอื่นๆ ซึ่งจะต้องตรวจสอบให้ชัดเจน ก่อนนำระบบมาใช้จริง เช่น

- จะสามารถควบคุมให้มีปริมาณซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นตามที่ต้องการได้อย่างไร ?
- จะสามารถจัดการเกี่ยวกับความเป็นพิษ และการกัดกร่อนจากการเกิดขึ้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นอย่างไร ?
- ซัลไฟด์ละลายน้ำที่เหลือจะจัดการอย่างไรต่อไป ?
- ประหยัดสารเคมีจริงหรือไม่ ?
- ประหยัดพลังงานจริงหรือไม่ ?

สำหรับงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับหนทางการควบคุมปริมาณซัลไฟด์ให้เกิดขึ้นตามที่ต้องการ โดยมุ่งศึกษาผลของความเข้มข้นซีโอดีและซัลเฟตต่อระดับการเกิดซัลเฟตรีดักชัน และศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นกับตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งเป็นการตอบคำถามเบื้องต้นสำหรับแนวคิดการประยุกต์ใช้กระบวนการระบบบำบัดชีวภาพไร้อากาศเพื่อการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยอิออนของโลหะหนัก

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับความเข้มข้นซีโอดี และซัลเฟตที่มีต่อระดับการเกิดซัลเฟตรีดัคชัน
2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นกับตัวแปรที่เหมาะสม ในการประเมินความเข้มข้นซัลไฟด์จากระบบไร้อากาศ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยทำที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้สภาวะไร้อากาศ และใช้ถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบีระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 3 ถังที่เหมือนกัน ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลทรายเป็นแหล่งคาร์บอน และทำการทดลองที่อัตราส่วนซีโอดีต่อซัลเฟต 2 ค่า คือ 2 และ 4 โดยแต่ละอัตราส่วนแปรค่าความเข้มข้นซีโอดี 5 ค่า คือ 400, 600, 800, 1,000 และ 1,200 มก./ล. แปรค่าความเข้มข้นซัลเฟตตามอัตราส่วนซีโอดีต่อซัลเฟต ทำการป้อนน้ำเสียสังเคราะห์เข้าสู่ถังปฏิกรณ์ด้วยเครื่องสูบน้ำ โดยใช้อัตราสูบเท่ากับ 8 ลิตร/วัน เท่ากันทุกๆการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องด้วยการวัดพารามิเตอร์ต่างๆที่จำเป็นของน้ำเข้าและออกจากระบบ จนระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวของแต่ละการทดลอง และเก็บผลการทดลองที่สภาวะคงตัวเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ผลและคำนวณค่าต่างๆเพื่อสรุปตอบคำถามของวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่กำหนดขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย