บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันในประเทศไทยมีโรงงานเกี่ยวกับสุราอยู่ 71 โรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 1 มกราคม 2545) และมีหนาแน่นในเขตลุ่มน้ำภาคกลางตอนล่าง โดยเฉพาะในลุ่มแม่น้ำท่าจีน และเจ้าพระยาตอนล่าง ปัญหาหลักของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมสุรา ก็คือ น้ำกากส่า และของเหลือจากกระบวนการต้ม กลั่น หมัก ตลอดจนน้ำล้างต่างๆ

จากการศึกษาวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนหลักของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในการลดปัญหามลพิษทางน้ำจากภาคอุตสาหกรรม เมื่อ ธันวาคม 2543 พบว่า โรงงานสุราในจังหวัดปทุมธานีซึ่งมีจำนวน 2 โรงงาน มีปริมาณบีโอดีในกระแสออก 592.20 กก.บีโอดี/วัน คิดเป็นร้อยละ 5.91 ของสัดส่วนของบีโอดีที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในเขตจังหวัด ซึ่งเป็นอันดับ 4 ของโรงงานทุกประเภท และเมื่อคิดปริมาณบีโอดีในกระแสออกต่อโรงงาน พบว่าโรงงานสุรามีค่า บีโอดี ในกระแสออกต่อโรงงานสูงที่สุด ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ถ้าปล่อยให้มีการเพิ่มโรงงานสุราตามนโยบายรัฐบาล โดยไม่มีมาตรการป้องกันมลภาวะที่มีประสิทธิภาพแล้ว จะทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

น้ำกากส่า (Distillery Slop) เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากหอกลั่นประเภท mash column ในการกลั่นสุราโดยวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักสุรา ได้แก่ กากน้ำตาล (Sugar cane molasses) จากการศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นสูงทั้งสารอินทรีย์ และ อนินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเกิดจากสารคาราเมล (Caramel) ในน้ำกากส่า สารคาราเมลนี้เกิดจากปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชั่น (Polymerization) ในกระบวนการผลิตน้ำตาล ดังนั้นสารคาราเมลจึงมีน้ำหนักโมเลกุลสูงแต่ไม่ทราบโครงสร้างที่แน่นอน โดยทั่วไปเรียกสารประกอบพวกนี้ว่า เมลานอยดินสีน้ำตาล (brown melanoidin) สารเมลานอยดินจะอยู่ในสภาพคอลลอยด์และมีประจุลบ (Kato และ Tsuchida, 1981)

การบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำกากส่าในปัจจุบัน จะใช้กระบวนบำบัดแบบกระบวนการเคมีกายภาพ (Physicochemical process) เช่น การดูดติดผิว กระบวนการโคแอกกูเลชั่น – ฟลอกกูเลชั่น เป็นต้น ซึ่งกระบวนการต่างๆ เหล่านี้ไม่สามารถแก้ปัญหาน้ำเสียที่มีน้ำกากส่าเจือปนได้เพียงพอ และมีค่าใช้จ่ายสูง (Reife และ Freeman, 1996; Shah, 1997) นอกจากนี้ยังมีการเริ่มนำกระบวนการทางชีวภาพมาใช้ เช่น ระบบโปรยกรอง ระบบตะกอนเร่ง เป็นต้น และเริ่มเป็นที่นิยมเพราะสามารถรับภาระได้สูง สามารถปรับเปลี่ยนภาระได้ดี และสามารถลดขนาดของถังปฏิกรณ์ลงได้ แต่ก็ยังมีข้อเสียคือแบคทีเรียยังไม่สามารถกำจัดสีของน้ำกากส่าบางชนิดได้เพียงพอ ทำให้ยังหลงเหลือสีของน้ำกากส่าในน้ำทิ้ง จุดนี้เป็นจุดที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำมาเป็นปัญหา เพื่อหาวิธีการแก้ไข โดยจะนำกระบวนการเมมเบรนแบบไมโครฟิลเตรชันมาปรับใช้

กระบวนการเมมเบรน เป็นวิธีการที่ประสบความสำเร็จมาแล้ว ในการผลิตน้ำประปาและการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยสามารถให้คุณภาพของน้ำหลังผ่านระบบบำบัดที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ การนำกระบวนการเมมเบรนมาใช้ร่วมกับระบบบำบัดทางชีวภาพ ยังมีข้อดีหลายประการ เช่น มีการทิ้งสลัดจ์น้อยที่สุด โดยจะสามารถรักษาค่า อัตราส่วนอาหารต่อมวลชีวภาพ (F/M ratio) ให้อยู่ในระดับต่ำ และสามารถลดขนาดของโรงบำบัดน้ำเสียโดยรักษาความเข้มข้นของชีวมวล (Biomass) ในระบบได้สูงกว่า

แต่อย่างไรก็ตามการใช้เมมเบรนในถังปฏิกรณ์ชีวภาพนี้ ยังไม่มีการนำมาใช้กับน้ำเสียจากโรงงานสุรา โดยทั่วไปในปัจจุบันนี้ โรงงานส่วนใหญ่จะใช้การบำบัดน้ำเสียเชิงชีวภาพ เช่น ระบบการบำบัดโดยวิธีไร้อากาศ และใช้อากาศ โดยระบบดังกล่าวเป็นเพียงการลดระดับของซีโอดี และบีโอดี ให้ต่ำลงอยู่ในระดับที่ไม่เป็นปัญหามลภาวะทางน้ำเท่านั้น แต่ไม่สามารถลดความเข้มสีของน้ำกากส่าได้ (Aoshima และคณะ, 1985 อ้างใน อานนท์, 2537) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้นำแนวคิดและเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงฟอกย้อม ที่ระบบเมมเบรนในถังตกตะกอนชีวภาพสามารถกำจัดสีย้อมได้สำเร็จมาแล้ว (Buckley, 1992) มาปรับปรุงและประยุกต์ใช้กับการบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำกากส่าจากโรงงานสุรา

งานวิจัยนี้เป็นการนำเมมเบรนแบบไมโครฟิลเตรชันแบบจมตัวในถังปฏิกรณ์ชีวภาพของระบบตะกอนเร่ง เป็นระบบบำบัดขั้นที่สองในการบำบัดน้ำเสีย ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับที่กฎหมายกำหนด และไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม เพื่อนำมาใช้เป็นระบบบำบัดสำหรับโรงงานสุราในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสี และมลสารอื่นๆ ในน้ำเสียจากโรงงานสุรา ด้วยระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ที่มีไมโครฟิลเตรชันเมมเบรนแบบจมตัว ร่วมกับวิธีการเติมอากาศเป็นช่วงๆ

1.2.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าการไหล (Flux) ในการกรองผ่านไมโครฟิลเตรชันเมมเบรน ได้แก่ แรงดันผ่านเมมเบรน (Transmembrane Pressure) การอุดตัน (Clogging) ภาระทางอินทรีย์ (บีโอดี loading) และรอบการเติมอากาศ

1.2.3 ศึกษาลักษณะสมบัติน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดให้อยู่ในมาตรฐานน้ำทิ้งของ กรมโรงงานอุตสาหกรรม

1.2.4 ศึกษาค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียต่อหน่วยปริมาตรน้ำจากชุดทดลองของ ระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ที่มีไมโครฟิลเตรชันเมมเบรนแบบจมตัว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ ไมโครฟิลเตรชันเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง (Hollow fiber) ซึ่งมีขนาดรูพรุน 0.1 ไมโครเมตร ติดตั้งจมตัวในถังปฏิกรณ์ชีวภาพของกระบวนการเอเอส

1.3.2 การวิจัยครั้งนี้ใช้น้ำเสียจริงจากบ่อพักน้ำของโรงงานสุราแสงโสม จ.นครปฐม โดยค่าแน่นอนของพารามิเตอร์ต่างๆ ตามแผนการทดลอง จะทำการตรวจวัดทันที ภายหลังจากการเก็บน้ำเสีย

1.3.3 ระบบทดลองในการทดลองนี้ ติดตั้งระบบที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม 2546 จนถึง วันที่ 1 มิถุนายน 2547 และติดตั้งที่ชั้น 1 ตึกเคมี 3 ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2547 จนถึง 4 กุมภาพันธ์ 2548

1.3.4 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบ จากการแปรผันค่าการไหล อัตราการเก็บกักเริ่มต้นในถังปฏิกรณ์ ช่วงเวลาในการเติมอากาศเป็นช่วงๆ

1.3.5 ความคงตัวของระบบ ศึกษาจากการวัดค่าแรงดันผ่านเมมเบรน และรอบระยะเวลาในการทำความสะอาดเมมเบรน

1.3.6 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในงานวิจัย เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย จะศึกษาเพียงพารามิเตอร์ที่อยู่ในขอบเขตความสามารถของระบบ ที่จะบำบัดได้

1.3.7 การประเมินต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย ต่อหน่วยปริมาตร จะพิจารณาจากค่าวัสดุอุปกรณ์ตลอดอายุการใช้งาน ค่าใช้จ่ายในการประกอบและติดตั้ง อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของระบบ ค่าใช้จ่ายในการควบคุมการทำงาน และการซ่อมบำรุง โดยใช้ข้อมูลจากชุดทดลอง

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัยนี้

- น้ำกากส่า คือ น้ำทิ้งที่ออกจากหอกลั่นประเภท mash column ในการกลั่นสุราโดยวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักสุรา
- กระบวนการเอเอส คือ กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้อากาศ อาศัยการให้ออกซิเจนแก่น้ำเสีย อายุสลัดจ์ กวนสัมผัส การตกตะกอน และการหมุนเวียนตะกอน
- กระบวนการเมมเบรน คือ กระบวนการที่ใช้เยื่อแผ่นเพื่อแยกสาร หรือเพิ่มความเข้มข้น หรือทำสารให้บริสุทธิ์ขึ้น สำหรับสารละลายหรือก๊าซผสม
- ไมโครฟิลเตรชันเมมเบรน คือ เป็นเมมเบรนที่อาศัยแรงขับดัน เพื่อแยกอนุภาคขนาดไมครอน หรือเล็กกว่าไมครอน โดยมีขนาดช่องว่าง (pore size) ประมาณ 0.03 – 10 ไมครอน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้

การวิจัยและพัฒนากระบวนการเมมเบรนในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ สำหรับกำจัดน้ำเสียจากโรงงานสุราในครั้งนี้ คาดหวังให้เป็นแนวทาง และเป็นทางเลือกที่เพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสุราให้ดีขึ้น เพื่อลดสารปนเปื้อนที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อได้เปรียบของระบบเมมเบรนในถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่ทำให้ระบบนี้น่าสนใจ และผลการวิจัยในครั้งนี้ น่าจะทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานสุรามีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเป็นที่น่าสนใจ ดังเช่น

1) การกำจัดสารอินทรีย์ และอนุภาคแขวนลอยน่าจะมีประสิทธิภาพสูง จนคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัด สามารถควบคุมให้อยู่ภายใต้มาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้

2) สามารถกำจัดสารที่บำบัดได้ยากเช่น น้ำกากส่า ได้มากขึ้น และทำให้มลสารที่ปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมมีน้อยลง

3) ค่าใช้จ่ายอาจจะมากกว่าระบบบำบัดแบบอื่นๆ แต่ถ้าเทียบถึงประสิทธิภาพที่สามารถบำบัดน้ำเสียได้สูงกว่า อาจเป็นทางเลือกสำคัญต่อไปในอนาคต เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี