บทที่ 6
แนวทางการปรับปรุงแก้ไขการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม

จากการที่ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาถึงกระบวนการผลิตภายในโรงงานฟอกย้อมแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีขนาดใหญ่มาก ประกอบด้วยอาคารฟอก,ย้อมและอื่นๆมากกว่า 2 แห่ง แต่ที่ผู้วิจัยเข้าได้ไปศึกษาเพียงอาคารฟอกย้อม 2 แห่งเท่านั้น ซึ่งภายในอาคารทั้งสองจะมีการฟอก,ย้อมและการตกแต่งรวมกัน โดยอาคารเก่าจะมีเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีสมัยเก่า ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องสำหรับเตรียมผ้าก่อนนำมาย้อมและหลังจากย้อมเสร็จแล้ว นอกจากนี้เครื่องย้อมที่ใช้เป็นแบบครั้งคราว(batch หรือ exhaust) และแบบต่อเนื่องซึ่งเป็นเครื่องจักรเก่า ซึ่งส่วนมากจะใช้ย้อมผ้าโพลีเอสเตอร์, ผ้าถัก, ผ้า yarn dry , ผ้าฝ้ายและเส้นด้าย ส่วนอาคารที่ 2 เป็นโรงฟอกย้อมที่ใช้เครื่องจักรใหม่ทั้งหมดและมีเครื่องเตรียมผ้าและเครื่องย้อมแบบต่อเนื่องทั้งหมด ส่วนใหญ่จะย้อมผ้าผืน เช่น ผ้าฝ้าย, ผ้าฝ้ายผสมเรยอน, อื่นๆ ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการผลิตได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 โดยปัญหาหลักของการบำบัดน้ำเสียจากโรงฟอกย้อมก็คือสีย้อม ซึ่งจากข้อแตกต่างของกระบวนการผลิตผ้าแต่ละประเภท ตลอดจนชนิดของสีที่ใช้ในการย้อมผ้าและเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้สามารถแบ่งแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานฟอกย้อมได้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

6.1 การลดปริมาณของเสีย

การวางแผนในการลดปริมาณของเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด ณ แหล่งกำเนิดควรจะทำให้สำเร็จก่อนเพราะนั่นหมายถึงต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบขนถ่ายของเสียและระบบบำบัดของเสีย รวมไปถึงค่าใช้จ่ายดำเนินการและค่าบำรุงรักษาต่อระบบฯที่สร้างขึ้นต้องเหมาะสมและประหยัดที่สุดด้วย

น้ำเสียจากโรงฟอกย้อมก็เช่นกัน ผู้ปฏิบัติการในฝ่ายผลิตต้องมีการจัดระบบการทำงานร่วมกับเครื่องจักรและเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม สามารถสร้างประสิทธิภาพในการย้อมที่เหมาะสมที่สุดที่จะลดปริมาณการใช้สีย้อมที่ปนออกไปกับน้ำเสีย ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและวัตถุดิบลงด้วย เช่น

- การนำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้อีกโดยการเลือกใช้ระบบหล่อเย็นที่ไม่มีการสัมผัสระหว่างเส้นใยและสารเคมีกับน้ำหล่อเย็นโดยตรง สามารถนำน้ำหล่อเย็นไปเข้าคูลลิ่งทาวเออร์แล้วนำกลับมาหล่อเย็นได้หลายๆรอบ

- หลีกเลี่ยงการใช้สีย้อมที่มากเกินพอ

- ควรตรวจและป้องกันไม่ให้เกิดรอยรั่วที่ถังย้อม เส้นท่อ ตลอดจนภาชนะที่บรรจุสีย้อมและสารเคมี

- เพื่อให้เกิดความสะดวกในการบำบัดน้ำเสีย ควรสร้างระบบระบายน้ำแยกในกรณีที่โรงย้อมนั้นมีกระบวนการผลิตอื่นร่วมด้วยในต้นทางหรือปลายทาง ซึ่งอาจเกิดขึ้นในกรณีการย้อมเส้นด้าย ซึ่งเป็นหม้อย้อมถังเดียวแต่มีการทำงานทีละขั้นตอน โดยจะต้องทิ้งน้ำในขั้นตอนแรกก่อนที่จะทำงานในขั้นตอนต่อไปเสมอ พบว่ามีการใช้น้ำประมาณ 10 เที่ยวต่อการย้อมหนึ่งครั้ง ในบางเที่ยวจะเป็นน้ำร้อนที่ไว้สำหรับทำความสะอาดเส้นด้ายเส้นด้าย ซึ่งตรงจุดนี้ผู้วิจัยคิดว่าควรที่จะแยกน้ำส่วนนี้ออกจากระบบบำบัดฯ เพื่อไม่ต้องการให้น้ำส่วนนี้ไปเจือจางปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียซึ่งอาจมีผลต่อการเดินระบบบำบัดฯได้

- จัดแผนงานการผลิตให้เหมาะสมกับเวลาสัมผัส ปริมาณสีย้อม และสารเคมี โดยไม่ให้มีสีย้อมและสารเคมีเหลือ ควรรอให้มีผ้ามากพอสำหรับการย้อมในแต่ละครั้ง

- ควรมีการพัฒนาเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน โดยสามารถใช้ร่วมกับสารเคมีที่ก่อให้เกิดมลพิษน้อยที่สุดหรือเป็นมลพิษที่สามารถกำจัดได้สะดวกและไม่สิ้นเปลือง

6.2 การใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย

หลังจากที่มีการวางแผนสำหรับการลดปริมาณของเสียที่จะเกิดขึ้นแล้ว ต้องมีการสร้างใหม่หรือปรับปรุงแก้ไขระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพการกำจัดสีดีขึ้น ซึ่งในปัจจุบันพบว่าโรงฟอกย้อมส่วนใหญ่จะมีโรงบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเท็ดสลัดจ์เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งสีย้อมบางส่วนเท่านั้นที่ถูกกำจัดออกไป ทำให้น้ำทิ้งออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะยังมีสีปนอยู่ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย สิ่งที่ควรมีการแก้ไขและปรับปรุงสรุปได้ดังนี้คือ

- ควรมีขนาดของโรงบำบัดน้ำเสียให้เพียงพอกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน หรือไม่เช่นนั้นควรมีบ่อพักน้ำเสียที่สามารถเก็บน้ำเสียได้พอสำหรับวันที่มีการผลิตจำนวนมาก

- จากการวิจัยที่ได้นี้พบว่าการมีช่วงแอนนอกซิกและแอนแอโรบิกแล้วตามด้วยช่วงออกซิก จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์และสีดีกว่าระบบแอโรบิกอย่างเดียว จึงควรที่จะเปลี่ยนแปลงระบบบำบัดเดิมที่มีอยู่ให้มีช่วงแอนนอกซิกและแอนแอโรบิก โดยอาจจะแบ่งถังออกเป็นสองหรือสามส่วน และเติมใบกวนในส่วนที่หนึ่งและ/หรือสองเพื่อให้มีการผสมกันอย่างทั่วถึง ซึ่งมีหลายระบบที่ดัดแปลงได้ เช่น ระบบแอนแอโบิก-ออกซิก, แอนแอโรบิก+แอนนอกซิก/ออกซิก เป็นต้น

- การที่ระบบฯจะมีประสิทธิภาพการกำจัดสีดีหรือไม่นั้น ต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น ปริมาณจุลินทรีย์ในระบบฯ, อัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดีของน้ำเสียก่อนเข้าระบบฯ, ประเภทสีย้อมและชนิดสารเคมีที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น

- จากงานวิจัยพบว่าการรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกับน้ำเสียชุมชน(จากโรงอาหารและห้องสุขาในโรงงาน)จะมีประสิทธิภาพการกำจัดสีดีกว่าการบำบัดโดยใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตอย่างเดียว เนื่องจากจะทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ง่ายเพียงพอสำหรับการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบฯ

- จากงานวิจัยทำให้ทราบได้ว่าควรที่จะรวมน้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนการเตรียมผ้ากับน้ำสีที่เกิดจากขั้นตอนการย้อมเข้าด้วยกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียในส่วนแรกมีสารพวกแป้งและพีวีเอ ซึ่งเกิดจากการลอกแป้ง ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ในระบบฯดีกว่าใช้น้ำเสียในส่วนขั้นตอนการย้อมอย่างเดียว

- จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสีย้อมบางชนิดเมื่อถูกย่อยสลายในขั้นตอนแอนแอโรบิกแล้วจะได้สารประกอบชนิดหนึ่งที่เป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (Wuhrmann *et.al.*,1982) ซึ่งเป็นอันตรายมากกว่าตัวสีย้อมเสียอีก แต่หากมีการแก้ไขได้โดยการให้มีขั้นตอนแอโรบิกตามมา ซึ่งในทางปฏิบัติจริงควรที่จะหลีกเลี่ยงการใช้สีย้อมที่ไม่สามารถย่อยสลายได้(เช่น สีย้อมที่มีโครงสร้างหลักที่ไม่ใช่กลุ่มเอโซ)และก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

- ในปัจจุบันการวัดค่าความเป็นพิษของน้ำเสียจะใช้สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ปลาเพื่อทดสอบความเป็นพิษของแหล่งน้ำ และค่า LC_{50} หากว่ามีจำนวนปลาหรือสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งนั้นมีชีวิตอยู่รอดได้ในปริมาณมากแสดงว่าแหล่งน้ำดังกล่าวมีความเป็นพิษในปริมาณต่ำโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสถาบัน NPDES ได้ใช้ Ceriodaphnia dubia เป็นตัวทดสอบที่ค่า LC_{50} โดยกำหนดไว้ว่าค่า LC_{50} ของน้ำทิ้งจะต้องไม่มากกว่าร้อยละ 100 (Boe และคณะ, 1993)

- เลือกใช้สารเคมีหรือสีย้อมที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือง่ายต่อการนำไปบำบัด เช่นใช้สีย้อมหรือสารเคมีที่ไม่เป็นพิษอันส่งผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดฯ

- สำหรับข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัยนี้คือ ในกรณีที่มีความเข้มข้นของสีย้อมสูงมาก เช่นน้ำสีจากเครื่องย้อมแบบต่อเนื่อง ควรมีการแยกน้ำส่วนดังกล่าวไปบำบัดด้วยวิธีอื่น ได้แก่ กระบวนการเติมโอโซน, กระบวนการออสโมซิสผันกลับ(RO) หรือกระบวนการกรองด้วยอุลตราไวโอเลท (UF) เป็นต้น ซึ่งน้ำที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวสามารถนำกลับไปใช้ได้อีก แม้ว่าจะต้องลงทุนสูงก็ตามแต่จะทำให้คุณภาพน้ำทิ้งที่ออกสู่แหล่งน้ำไม่มีผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งที่เจ้าของโรงงานควรคำนึงถึงด้วย