

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษขนาดเล็กและขนาดกลางที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก [1] โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางด้านน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ จึงจำเป็นต้องมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษส่วนใหญ่มีการใช้ปริมาณน้ำในกระบวนการผลิตสูง โดยเฉลี่ย 75-225 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ซึ่งในขั้นตอนของการฟอกเยื่อกระดาษใช้น้ำประมาณ 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีค่าซีโอดีของน้ำเสียค่อนข้างสูงโดยเฉลี่ย 1,000-7,000 มิลลิกรัมต่อลิตร กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษประกอบด้วย การเตรียมชิ้นไม้ การต้มเยื่อกระดาษ การล้างเยื่อกระดาษ การฟอกเยื่อกระดาษ และการเคลือบผิวกระดาษ เป็นต้น ทำให้เกิดการปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณมาก โดยมีส่วนประกอบของน้ำเสียที่เป็นพิษ เช่น สารประกอบฟีนอลิก คลอไรด์ ซัลเฟต [2-3] และลิกนิน ซึ่งลิกนินเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียมีความเป็นพิษสูง จึงยากต่อการกำจัด

โดยทั่วไปโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษส่วนใหญ่จะใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ แต่วิธีนี้ไม่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้หมด จึงมีการนำกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย [4] ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ กระบวนการโฟโตคะตะไลติก กระบวนการเฟนตอน กระบวนการโฟโตเฟนตอน [5] และ โอโซน [6] เป็นต้น กระบวนการโฟโตเฟนตอนได้รับความสนใจจากนักวิจัยหลายท่าน กระบวนการดังกล่าวจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดไฮดรอกซิลเรดิคัล โดยใช้  $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  ในระบบ ซึ่งมี  $\text{Fe}^{2+}$  เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์ ทำให้สามารถย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7] โดย Shyh-Fang และคณะรายงานว่า การบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมฟอกเยื่อด้วยกระบวนการโฟโตเฟนตอนบนตัวเร่งปฏิกิริยา  $\text{Fe}^{2+}$  พบว่าการเติมปริมาณเพอร์สไดออกไซด์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีและสีมากขึ้นตามไปด้วย [8] ต่อมา Nora และคณะได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมเครื่องสำอางด้วยวิธีเฟนตอนบนตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์ โดยมีความเข้มข้นของเพอร์สไดออกไซด์ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และเวลา เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยาโฟโตเฟนตอน ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และความเข้มข้นของเพอร์สไดออกไซด์ เท่ากับ 3 และ 0.3 โมลาร์ ตามลำดับ สามารถ

ลดค่าซีโอดีได้ 56.4% [9] แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์ที่ใช้ในกระบวนการโฟโตเฟนตอนจะสามารถบำบัดน้ำเสียได้เป็นอย่างดี แต่ยังมีข้อเสีย คือ ยังคงมีตะกอนของโลหะหนักปนเปื้อนในน้ำ จึงต้องมีการตกตะกอนก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำ ทำให้เพิ่มค่าใช้จ่าย ด้วยเหตุนี้เอง จึงทำให้มีการคิดค้นและพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการโฟโตเฟนตอน ซึ่งทำให้ไม่เกิดตะกอนของโลหะหนักปนเปื้อนในน้ำ ส่งผลให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่ดีและสามารถลดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย โดย Jiyun และคณะ รายงานว่า การนำกระบวนการโฟโตเฟนตอนบนตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นแร่ laponite ซึ่งประกอบด้วยอนุภาค Fe ในระดับนาโน (Fe-Lap-RD) มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย Red HE-3B ที่ pH=3 เวลา 30 นาที สามารถลดค่า TOC ได้ 76% จะเห็นได้ว่า Fe-Lap-RD มีประสิทธิภาพสูงในการเกิดปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติก สามารถลดสี HE-3B และสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นพิษในน้ำ HE-3B ได้ เมื่อทำปฏิกิริยาร่วมกับแสงยูวี (254 นาโนเมตร) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ [10] ในขณะที่ Yu และคณะ ได้ทำการกำจัดสี red X-3B โดยกระบวนการโฟโตเฟนตอนบนตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ (Fe-Ce bimetal) พบว่าสามารถลดสีได้มากกว่าวิธีอื่น ซึ่งตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ Fe-Ce มีคุณสมบัติในการดูดซับมากกว่าอะลูมินาแกมมันต์ K.M. และ คณะ ได้ทำการย่อยสลายสีย้อมชนิด methyl violet (MV) และ malachite green (MG) โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Carbonate intercalated Zn/Fe layered double hydroxides ซึ่งสังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนร่วม บำบัดสีด้วยวิธีโฟโตแคตะไลติก พบว่า สามารถบำบัดสารพิษ ภายใต้แสงช่วง visible ได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ Fe-Ce เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษด้วยปฏิกิริยาโฟโตเฟนตอน โดย Fe-Ce เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อยู่ในรูปโลหะผสมเนื้อเดียวกัน ซึ่งมีกลุ่ม M-OH เป็นพันธะระหว่างโลหะกับ OH ที่พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา มีความเข้มข้นของกลุ่ม M-OH ที่พื้นที่ผิวสูง จึงทำให้เกิดการแตกตัวของไฮดรอกซิลเรดิคัลออกมาได้ และการวิจัยในครั้งนี้มีการใช้แสงร่วมกับปฏิกิริยาเฟนตอน จึงมีแนวคิดในการนำ Zn มาปรับปรุง Fe-Ce เนื่องจาก ตัวเร่งปฏิกิริยา Zn-M มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาดำเนินไปด้วยแสงช่วง visible และมีการกระจายตัวของรูพรุน ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น [11-14] โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการวิจัย เช่น pH ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา เพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 ศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ที่เหมาะสม ในการนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยปฏิกิริยาโฟโตเฟนตอน

- 1.2.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยปฏิกิริยาโฟโตเฟนตอนบนตัวเร่งปฏิกิริยาวีริพันธ์ที่สังเคราะห์ได้

### 1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดของงานวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และค่า pH ที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยา
- 1.3.2 ศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวีริพันธ์ ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาโฟโตเฟนตอนในการบำบัดน้ำเสีย

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ข้อมูลเพื่อเป็นทางเลือกในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ
- 1.4.2 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวีริพันธ์ ในการบำบัดน้ำเสีย