

การกำจัดสีย้อมในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน

สมสุข ไตรศุภกิตติ¹ วัชรยา เสนาจักร² ปานเรขา เศษบุบผา³ เนตรนภา ฝ่ายสิงห์³
Somsuk Trisupakitti¹ Warchara Senajuk² Panrakha Sadbubpha³ Netnapa Faysing³

บทคัดย่อ

วิธีเฟนตันถูกประยุกต์ใช้ในการกำจัดสีออกจากน้ำเสียงานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีย้อมในน้ำเสียสังเคราะห์ อิทธิพลของตัวแปรที่ใช้ศึกษาในระบบ ได้แก่ ความเข้มข้นของเฟอร์รัสไอออน ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ค่าพีเอชของสารละลาย และอุณหภูมิของปฏิกิริยาผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเฟอร์รัสไอออน มีค่าเท่ากับ 100 และ 2 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 4 และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส การทดลองสรุปได้ว่าภายใต้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองนี้ให้ค่าการกำจัดสีย้อมร้อยละ 91.23

คำสำคัญ : น้ำเสียสังเคราะห์ สีย้อม ปฏิกิริยาเฟนตัน

Abstract

The Fenton method was applied to removal of color from wastewater. The purpose of this experiment was to find optimal conditions for removal of color in synthetic wastewater. The effect of different variables namely concentration of ferrous ion, concentration of hydrogen peroxide, pH of solution and reaction temperature were studied. The results showed that the optimum of hydrogen peroxide concentration and concentration of ferrous ion were 100 and 2 mM respectively, pH of solution was 4 and reaction temperature was 30 degree Celsius. It is concluded that under these optimal conditions, the removal of color was 91.23 percent.

Keywords : synthetic waste water, dyes, fenton reaction

บทนำ

ปัญหาเรื่องน้ำเสียมีความเป็นมาคู่กันไปกับความเจริญเติบโตของชุมชน กล่าวคือเมื่อครั้งประชาชนยังมีจำนวนน้อยและอาศัยอยู่แบบกระจัดกระจาย ก็ไม่เป็นปัญหามากนัก ต่อมาเมื่อชุมชนมีความเจริญเติบโตมาก

ขึ้น ปัญหาเรื่องน้ำเสียก็ติดตามเป็นเงาตัว ทั้งนี้เพราะน้ำเสียเป็นผลผลิตอย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวันของคน และนับวันน้ำเสียจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ และสารใหม่ๆแปลกๆของผลิตภัณฑ์สมัยใหม่

¹อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

³นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เจือปนอยู่ด้วย ซึ่งจะทำให้ น้ำเสียเป็นปัญหาที่ยั่งยืนตามลำดับจากแหล่งน้ำนั้นได้อีกต่อไป ทั้งยังอาจส่งกลิ่นเหม็นตลบไปทั่วบริเวณ ทำให้อากาศไม่บริสุทธิ์ อันตรายต่อสุขภาพอนามัยและความเป็นอยู่ของประชากรอย่างร้ายแรง ความเสียหายจะเกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในด้านอนามัยของประชาชนเท่านั้น หากยังกระทบกระเทือนถึงเศรษฐกิจของประเทศด้วย เพราะว่ากิจการที่ต้องใช้น้ำเป็นวัตถุดิบ เช่น การประปา และอุตสาหกรรม ไม่อาจจะใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติเหล่านี้ได้ เป็นเหตุให้ต้นทุนในการผลิตสูงเช่นเดียวกับกับอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งในประเทศไทย มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องทุกปี สามารถสร้างเม็ดเงินให้กับระบบเศรษฐกิจจำนวนมาก แต่น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำเป็นอย่างมากโดยเฉพาะน้ำเสียที่มีสีย้อมผ้าเจือปนเนื่องจากสีย้อมผ้าส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่ผลิตจากน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งย่อยสลายได้ยากทำให้ต้องใช้กระบวนการทางเคมีมาช่วยในการบำบัดซึ่งอาจมีต้นทุนสูง การบำบัดน้ำเสียด้วยปฏิกิริยาเฟนตันก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากมีข้อได้เปรียบ คือมีต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับการบำบัดน้ำเสียทางเคมีวิธีอื่นๆ รีเอเจนท์ของปฏิกิริยาเฟนตันเป็นสารเคมีที่เกิดจากการผสมกันระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) กับเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) ซึ่งทำหน้าที่เป็นคะตะลิสต์แล้วทำให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซิล ($OH^\bullet$) ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาลูกโซ่ที่เกิดขึ้นระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับเฟอร์รัสไอออน อนุมูลไฮดรอกซิลที่เกิดขึ้นนี้ มีความสามารถในการออกซิไดซ์สูงมาก ทำให้รีเอเจนท์ของปฏิกิริยาเฟนตันสามารถออกซิไดซ์สารอินทรีย์ได้หลากหลาย ทั้งสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากและสารอินทรีย์ที่เป็นพิษ จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการบำบัดน้ำเสียกันอย่างกว้างขวาง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีออกจากน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมซึ่งคาดว่าผลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมสิ่งทอต่อไป

วิธีการศึกษา

น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นเองจากสีย้อมผ้าเบสิด 1 สี คือ สีเขียว โดยทำการเตรียมที่ความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม แล้วนำน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมที่เตรียมได้ไปทำการวัดค่าเริ่มต้นของสี ซึ่งจะวัดด้วยเครื่องยูวีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 272 นาโนเมตร และทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์

การทดลอง

ขั้นตอนการทดลองบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการเฟนตัน จะศึกษาการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมโดยใช้รีเอเจนท์ของเฟนตัน โดยจะทำการศึกษา 4 อิทธิพลที่มีผลต่อการกำจัดน้ำเสียดังต่อไปนี้

1. อิทธิพลของความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาหาความเข้มข้นเริ่มต้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อการกำจัดสีในน้ำเสียสีย้อมโดยกำหนดให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนคงที่ที่ 1 มิลลิโมลาร์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสีย้อมเท่ากับ 3 และเวลาทำปฏิกิริยา 10 นาที ความเข้มข้นเริ่มต้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ศึกษาเท่ากับ 40 70 100 และ 125 มิลลิโมลาร์
2. อิทธิพลของความเข้มข้นของเฟอร์รัสไอออน
ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาผลความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียนี้ ทำโดยเลือกใช้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์คงที่เท่ากับ 100 มิลลิโมลาร์ แล้วแปรผันค่าความ

เข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออน 0.80 1.00 2.00 และ 2.50 มิลลิโมลาร์ ใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างในการบำบัดเท่ากับ 3 และเวลาทำปฏิกิริยา 10 นาที

3. อิทธิพลของค่าความเป็นกรด-ด่าง

ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-ด่างต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมนี้ ได้ทำการศึกษาโดยใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเฟอร์รัสไอออนคงที่ เท่ากับ 100 มิลลิโมลาร์ และ 2 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ แล้วแปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียตั้งแต่ 3-12 โดยใช้เวลาทำปฏิกิริยา 10 นาที

4. อิทธิพลของอุณหภูมิ

ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการกำจัดสีในน้ำเสียนี้ ทำโดยเลือกใช้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเฟอร์รัสไอออนคงที่ เท่ากับ 100 และ 2 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ แล้วแปรผันค่าอุณหภูมิจาก 10 ถึง 100 องศาเซลเซียส ใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างในการบำบัดเท่ากับ 2 และเวลาทำปฏิกิริยา 10 นาที

การวิเคราะห์

ผลของการบำบัดน้ำเสียสามารถวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี ก่อนและหลังการบำบัด โดยทำการวัดด้วยเครื่อง UV spectrophotometer และทำการวิเคราะห์การบำบัดน้ำเสียจากสมการ

ร้อยละการกำจัดสี

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นเริ่มต้น} - \text{ความเข้มข้นที่เหลือ}}{\text{ความเข้มข้นเริ่มต้น}} \times 100$$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

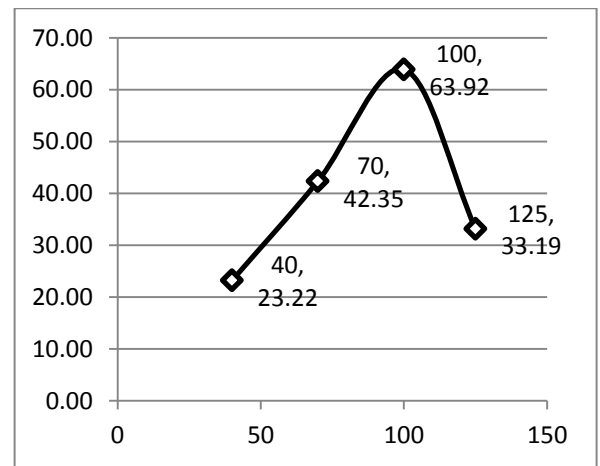
การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมโดย

ใช้รีเอเจนท์ของเฟนทอน โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพการกำจัดสีเป็นดัชนีในการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้

1. ผลความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

จากการศึกษาหาความเข้มข้นเริ่มต้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อการกำจัดสีในน้ำเสียสีย้อม โดยกำหนดให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนคงที่ที่ 1 มิลลิโมลาร์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสีย้อมเท่ากับ 3 ความเข้มข้นเริ่มต้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ศึกษาเท่ากับ 40, 70, 100 และ 125 มิลลิโมลาร์ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นเริ่มต้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีประสิทธิภาพการกำจัดสีเท่ากับ 23.22 42.35 63.92 และ 33.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

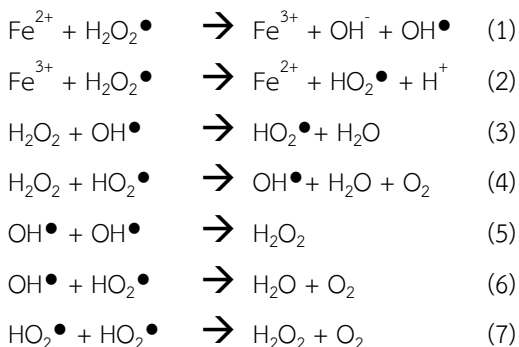
ร้อยละการกำจัดสี



ภาพประกอบ 1 ผลของความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีต่อการกำจัดสีของน้ำเสียสังเคราะห์

จากภาพประกอบ 1 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น จาก 40 ถึง 100 มิลลิโมลาร์ ประสิทธิภาพการกำจัดสีมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลที่เกิดขึ้นตามสมการที่ (1)–(2) (Burbano et al., 2005) แต่เมื่อเพิ่ม

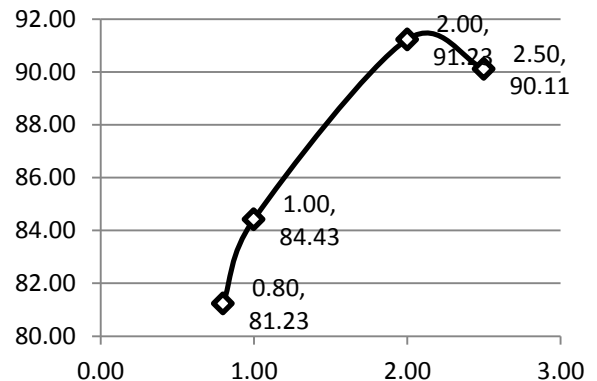
ความเข้มข้นเริ่มต้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากกว่า 100 มิลลิโมลาร์ กลับไม่มีผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีเพิ่มขึ้น เนื่องจากอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลลดลงจากการที่อนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ($\text{OH}^\bullet$) และอนุมูลอิสระไฮโดรเปอร์ดรอกซิล ($\text{HO}_2^\bullet$) เข้าทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ดังสมการที่ (3)–(4) และเกิดการจับตัวกันเองของอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ($\text{OH}^\bullet$) และอนุมูลอิสระไฮโดรเปอร์ดรอกซิล ($\text{HO}_2^\bullet$) ดังสมการที่ (5)–(7) เป็นผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีลดลงไปด้วย (Malik and Saha, 2003; Papadopoulos et al., 2007; Wongniramaikul et al., 2007) ดังนั้นจากผลการทดลอง ความเข้มข้นเริ่มต้นที่เหมาะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์คือ 100 มิลลิโมลาร์



2. ผลความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออน

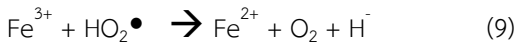
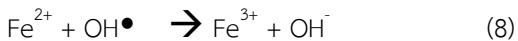
การศึกษาผลความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียนี้ ทำโดยเลือกใช้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์คงที่เท่ากับ 100 มิลลิโมลาร์ แล้วแปรผันค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนจาก 0.8 ถึง 2.5 มิลลิโมลาร์ ใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างในการบำบัดเท่ากับ 3 และเวลาทำปฏิกิริยา 10 นาที ได้ผลการทดลองดังภาพประกอบรูปที่ 2

ร้อยละการกำจัดสี



ภาพประกอบ 2 ผลของความเข้มข้นเฟอร์รัสไอออนที่มีต่อการกำจัดสีของน้ำเสียสังเคราะห์

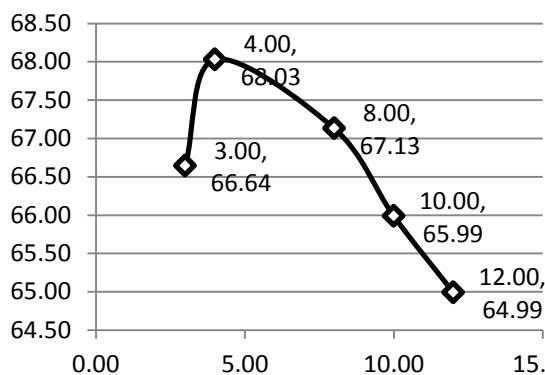
จากผลการทดลองพบว่าค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนที่ศึกษาให้ค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีเท่ากับ 81.23 84.43 91.23 และ 90.11 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนที่ 0.80 1.00 2.00 และ 2.50 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนที่เพิ่มขึ้นจาก 0.80 ถึง 2.00 มิลลิโมลาร์ ทำให้ค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากเฟอร์รัสไอออนเป็นตัวเร่งให้เกิดอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล แต่ความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนที่มากเกินไป (2.50 มิลลิโมลาร์) มีผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีลดลงได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ($\text{OH}^\bullet$) และอนุมูลอิสระไฮโดรเปอร์ดรอกซิล ($\text{HO}_2^\bullet$) ถูกยับยั้งโดยเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) และเฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) (Meric et al., 2004; Wongniramaikul et al., 2007; Xu et al., 2007; Lee and Shoda, 2008) ดังสมการที่ (8)–(10) ดังนั้นความเข้มข้นเริ่มต้นของเฟอร์รัสไอออนที่เหมาะสมในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ 2.00 มิลลิโมลาร์



3. ผลการศึกษาของค่าความเป็นกรด-ด่าง

การศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-ด่างต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมนี้ ได้ทำการศึกษาโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเฟอร์รัสไอออนคงที่ เท่ากับ 100 มิลลิโมลาร์ และ 2 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ แล้วแปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียตั้งแต่ 3-12 โดยใช้เวลาทำปฏิกิริยา 10 นาที ซึ่งได้ผลการทดลองดังภาพประกอบ 3

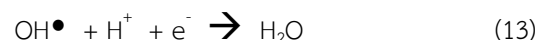
ร้อยละการกำจัดสี



ภาพประกอบ 3 ผลของค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีต่อการกำจัดสีของน้ำเสียสังเคราะห์

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำเสีย โดยให้ค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4 โดยประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 68.03 เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 4 ประสิทธิภาพการกำจัดสีจะลดลง ทั้งนี้เฟอร์รัสไอออนจะมีเสถียรภาพลดลง เมื่อค่าความเป็น

กรด-ด่างสูงกว่า 4 (Kang et al., 2000) โดยจะเปลี่ยนรูปเป็นเฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) ได้ง่ายและมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนรูปเป็นสารประกอบเชิงซ้อนต่อไป สำหรับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นั้น จะมีเสถียรภาพลดลงเช่นกัน เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงขึ้น โดยจะสลายตัวเป็นก๊าซออกซิเจนและน้ำได้ง่าย ดังนั้น เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงกว่า 4 โอกาสที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับเฟอร์รัสไอออนเพื่อให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซิล ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการออกซิไดส์และสารอินทรีย์ในน้ำเสียจึงมีน้อยลง เหล็กเกิดการตกตะกอนและทำให้เหล็กอยู่ในรูปเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) ซึ่งไม่สามารถใช้เป็นตัวเร่งในการเกิดปฏิกิริยาเฟนตันได้ (Faust and Hoigne, 1990; Neamtu et al., 2004; Papadopoulos et al., 2007) นอกจากนี้ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 4 เกิดการรบกวนจากคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) โดยคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตในน้ำสามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ($\text{OH}^\bullet$) เกิดเป็นอนุมูล $\text{CO}_3^{\bullet-}$ ดังสมการที่ (11)–(12) ส่งผลให้ประสิทธิภาพของปฏิกิริยาลดลง (Andreozzi et al., 1999) สำหรับที่ค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 4 ทำให้ประสิทธิภาพของปฏิกิริยาลดลงเช่นเดียวกัน เนื่องจากอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ($\text{OH}^\bullet$) ลดลงจากการทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออน (H^+) ดังสมการที่ (13)

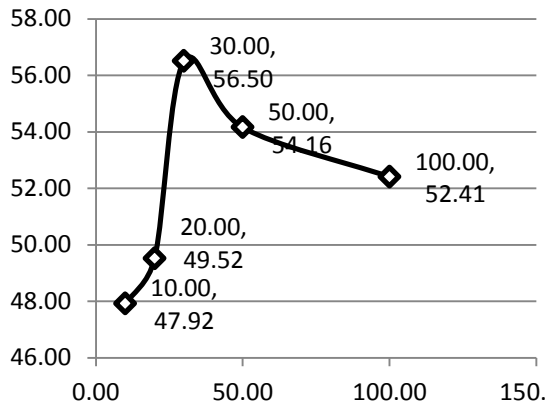


4. ผลการศึกษาของอุณหภูมิ

การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการกำจัดสีในน้ำเสียนี้ ทำโดยเลือกใช้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเฟอร์รัสไอออนคงที่เท่ากับ 100 และ

2 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ แล้วแปรผันค่าอุณหภูมิจาก 10 ถึง 100 องศาเซลเซียส ใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างในการบำบัดเท่ากับ 2 และเวลาทำปฏิกิริยา 10 นาที ได้ผลการทดลองดังภาพประกอบ 4

ร้อยละการกำจัดสี



ภาพประกอบ 4 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อการกำจัดสีของน้ำเสียสังเคราะห์

จากภาพประกอบ 4 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพนตันในการกำจัดสีของน้ำเสียจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 10 องศาเซลเซียส จนถึง 30 องศาเซลเซียส แต่หลังจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพของการกำจัดสีจะลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะค่อยๆ ลดลง เพราะมีการเร่งให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปเป็นออกซิเจนและน้ำ จึงทำให้ความเข้มข้นของอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ($\text{OH}^\bullet$) ที่ได้จากการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลง ในการประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาเพนตันจึงมักจะใช้ที่อุณหภูมิระหว่าง 20-40 องศาเซลเซียส (Malik and Saha, 2003)

สรุปผล

การกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมด้วยปฏิกิริยาเพนตันในงานวิจัยนี้ ชี้ให้เห็นถึงปัจจัยและตัวแปรที่มีผลต่อการกำจัดสี คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นของเฟอร์รัสไอออน ค่าพีเอช และอุณหภูมิ ซึ่งปัจจัยต่างๆ ส่งผลต่อการกำจัดสีได้แตกต่างกัน และยังบอกถึงแนวโน้มในการนำไปประยุกต์กับน้ำเสียในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเป็นการลดความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง โดยจากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีย้อม ที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ ความเข้มข้นของเฟอร์รัสไอออนที่ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 4 และอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองมีข้อสังเกต ซึ่งจะนำมาปรับปรุงในการทดลอง คือ หากจะนำปฏิกิริยาเพนตันไปใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม ควรมีการตกตะกอนหลังจากการทำปฏิกิริยา เพราะนอกจากจะทำการกำจัดสีได้แล้ว ยังสามารถบำบัดค่าบีโอดี ซีโอดี และทีโอดี ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่เอื้ออำนวยความสะดวก เครื่องมือ และสารเคมี ตลอดจนนักศึกษาสาขาวิชาเคมีและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Andreozzi R. et al. 1999. “Advanced oxidation processes for water purification and recovery”. *Catalysis Today*. 53, 51-59.
- Burbano et al. 2005. “Oxidation kinetics and effect of pH on the degradation of MTBE with Fenton reagent”. *Wat Res*. 39, 107-118.
- Faust, B.C. and J. Hoigne. 1990. “Photolysis of Fe(III)-hydroxy complexes as sources of OH radicals in clouds, fog and rain”. *Atmos. Environ*. 24A, 79-89.
- Giovanni Bentivenga.; Carlo Bonini.; Maurizio D’Auria.; Adriano De Bona. 2003. Degradation of steam-exploded lignin from beech by using Fenton’s reagent. *Biomass and Bioenergy*. 24, 233-238.
- Hyunhee Lee.; Makoto Shoda. 2008. “Removal of COD and color from livestock wastewater by the Fenton method”. *Journal of Hazardous Materials*. 153, 1314-1319.
- Malik, P.K.; Saha, S.K. 2003. “Oxidation of direct dyes with hydrogen peroxide using ferrous ion as catalyst”. *Sep and Puri Tech*. 31, 241-250.
- Maric S.; Kaptan D.; Olmez T. 2004. “Color and COD removal from wastewater containing Reactive Black 5 using Fenton oxidation process”. *J. Chemosphere*. 54, 435-441.
- Neamtu, M., Zaharia, C., Catrinescu, C. et al. 2004. “Fe-exchanged Y zeolite as catalyst for wet peroxide oxidation of reactive azo dye procion marine H-EXL”. *Applied Catalysis B-Environmental*. 48(4), 287-294.
- Papadopoulos.A.E.; Fatta.D.; Loizidou.M. 2007. “Development and optimization of dark Fenton oxidation for the treatment of textile waste water with high organic load”. *Journal of Hazardous Materials*. 146, 558-563.
- Shyh-Fang Kang.; Chih-Hsiang Liao.; Shei-Tue Po. 2000. “Decolorization of textile wastewater by photo-fenton oxidation technology”. *Chemosphere*. 41, 1287-1294.
- Su reyya Meric.; Hu seyin Selc-ukb.; Vincenzo Belgiorno. 2005. “Acute toxicity removal in textile finishing wastewater by Fenton’s oxidation, ozone and coagulation-flocculation processes”. *Wat Res*. 39, 1147-1153.
- Roberto Andreozzi.; Antonio D’Apuzzo.; Raffaele Marotta. 2000. “A kinetic model for the degradation of benzothiazole by Fe^{3+} -photo-assisted Fenton process in a completely mixed batch reactor”. *Journal of Hazardous Materials*. B80, 241-257.
- Wongniramaikul, W., Liao, C.H. and Kanatharana, P. 2007. “Diisobutyl phthalate degradation by Fenton treatment”. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 42(5), 567-572.