

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กมลรัตน์ ศีประเสริฐวงศ์. 2540. การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแยกทิวเค็ดสลัดจ์ในการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมด้วยการเติมผงถ่านกัมมันต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษณา ชูติมา. 2532. หลักเคมีทั่วไป เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ .
- นวลละออ เนียมสะอิ่ง. 2525. การกำจัดสารอินทรีย์และสีพร้อมกันโดยใช้ระบบพีเอช-แยกทิวเค็ดสลัดจ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน คัญกุลเวศม์. 2537. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน คัญกุลเวศม์. 2537. วิศวกรรมการประปา เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน คัญกุลเวศม์ . 2537. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพมหานคร: บ. แชน อี แลป จำกัด.
- มันสิน คัญกุลเวศม์. 2539. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกึ่งเท(SBR). เอกสารประกอบวิชา Industrial Wastewater Treatment. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัจฉราพร ไสละสูตร. 2537. คู่มือการข้อมสี. พิมพ์ครั้งที่ 2.
- อัชรา ขนิษฐบุตร. 2538. การบำบัดน้ำเสียจากโรงชุบโลหะด้วยไฟฟ้าตามหลักสูตร 213009. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- อรทัย ขวาลภาฤทธิ์ . เคมีของน้ำเสีย . คู่มือปฏิบัติการวิชา 167-213. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- त्मคิต วงศ์ไชยสุวรรณ. 2525. การกำจัดสีของน้ำเสียจากการฟอกย้อมผ้าโดยให้แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮดรอกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อติชาติ ปานเจริญ. 2527.การสำรวจสารลดสีที่มีศักยภาพสำหรับน้ำเสียจากโรงฟอกย้อม, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

### ภาษาอังกฤษ

- Alan Johnson .1989.Reactive Dye-Febre System.Theory of Coloration of Textiles.
- Bill T.Ray .1995.Environmental Engineers .Southern Illinois University.Carbonable Boston.
- Bogle M.1977.Textile Dyes and theTheory of Dyes.Textile Dyes:Finishes and Auxiliaries :60-82.
- Borup M.B. and Ashcroft.C.T. 1992. An Advanced Oxidation Process Using Hydrogen Peroxide and Heterogenous Catalysts.47 th Purdue Industrial Waste Conference Proceedings : 743-764.
- Bowers A.R.1992. Chemical Oxidation of Aromatic Compounds : Comparision of  $H_2O_2$  .  $KMnO_4$  and  $O_3$  for Toxicity Reduction and Improvement in Biodegradability.Chemical Oxidation:Technologies for The Nineties,: 11-25.
- Brower G.R. and Red.G.D. Economical Pretreatment for Color Removal from Textile Dye Wastes .41th Purdue Industrial Waste Conference Proceedings,:613-616.
- Bull R.A. 1992. Hydrogen Peroxide in Advanced Oxidation Processes for Treatment of Industrial Precess and Comtaminated Groundwater .Chemical Oxidation:Technology for the Nineties: 26-36.
- Cheng-Nan Chong.,et.al.1994.On-line Monitoring and Control of the Textile Wastewater Color Removal Process .Wat Sci Tech .30(3):265-274
- Cheng-Nan Chong.,et.al.1996.Modified Nernst Model for On-Line Control of the Chemical Oxidation Decoloring Process .Wat Sci Tech .34(3-4):151-157
- Clause Hoji ,Gerhard Sigl,Oliver Specht,Ilse Wurolack and Dietrich Webner .1997.Oxidation Degradation Degradation of AOX and COD By Different Advanced Oxidation Process:A Comparatives Study With Two Samples of A Pharmaceutical Wastewater , Wat Sci Tech .35(4):257-264
- Ecken Felder. J.W.W.1992. The Role of Chemical Oxidation in Wastewater Treatment Process.Chemical Oxidation :Technology for the Nineties :1-10.

- Ecken Felder.J.W.W.1989.Industrial Water Pollution Control .McGraw-Hill International Editions.Civil Engineering Series,McGraw-Hill Co.,.
- Flaherty K.A. and Huang.C.P.1992.Continuous Flow Application of Fenton's Reagent for the Treatment of Refractory Wastewaters .Chemical Oxidation : Technology for the Nineties . 2:58-77.
- Gates ,Dianne D.,et.al .1995.In-Situ Chemical Oxidation of Trichloroethylene Using Hydrogen Peroxide .Journal of Environmental Engineering .September:639-644
- Gay W.A. 1992. A Comparison of Chlorine Dioxide and Fenton's Reagent for Oxidation Chlorinated Phenols.Chemical Oxidation : Technology for the Nineties . 2:44-57.
- Goronszy M.C. and Tomas.H.1992.Characterization and Biological Treatability of A Textile Dyehouse Wastewater .47<sup>th</sup> Purdue Industrial Waste Conference Proceedings:743-764.
- Gregor K.H.1992.Oxidation Decolorization of Textile Waste Water with Advanced Oxidation Process .Chemical Oxidation :Technology for the Nineties .2:161-193.
- I.Talinli and G.K.Anderson .1991.Interference of Hydrogen Peroxide on The Standard COD Test.Wat Sci Tech.26(1):107-110
- Kate M.Scow., et.al.1990.Rate of Biodegradation.Handbook of Chemical Property Estimation Methods:9-1 - 9-85
- Linneman R.C.1992.Hydrogen Peroxide Pretreatment of Inhibitory Wastestream-Bench-Scale Treatability Testing to Full-Scale Implementation : A case History. Chemical Oxidation:Technology for the Nineties :89-95.
- Mc Curdy ,Michael.,et.al .1992.Chemical Reduction and Oxidation Combined with Biodegradation For The Treatment of A Textile Dye Wastewater .47<sup>th</sup> Purdue Industrial Waste Conference Proceeding:229-232
- Metcalf and Eddy.INC.1992.Wastewater Engineering:Treatment :Disposal and Reuse .Mc Graw Hill Series in Waste Resources and Environmental Engineering.
- Powell W.W.,Michelsen.D.L.,Boardman.G.D., Dietrich.A.M. and Woodby.R.M.1992.Removal of Color and TOC from Segregated Dye Discharges Using Ozone and Fenton's Reagent.Chemical Oxidation :Technology for the Nineties .2:278-300.
- Ravekumar J.X.and Gurol.M.D.1992.Fenton's Reagent as a Chemical Oxidation for Soil Contaminants.Chemical Oxidation :Technology for the Nineties . 2:206-229.

- Rovison S.F. and Monsen R.M. 1992. Hydrogen Peroxide and Environmental Immediate Response. Chemical Oxidation :Technology for the Nineties :51- 67.
- Richard J. Colvin ,et.al. 1991. Use of Respirometry to Evaluate the Biodegradability of Emulsified Specialty Chemical Products. 45th Purdue Industrial Waste Conference Proceeding :477-486
- Sawyer C.N., et al. 1992., Chemistry for Environmental Engineering .McGraw Hill .Inc. Civil Engineering Series ,McGraw Hill Co.,
- Shore J. 1990. Colorants and Auxilliaries Organic Chemistry and Application Properties Vol.1. England Sociesty of Dyes and Colorists.
- Sumifix Reactive dyes and Sumifix Supra dyes. Sumitomo Chemical Co., Ltd.
- Tzitzzi M., Vayenas. D.V and Lybera Tos. G. 1994. Pretreatment of Textile Industry Wastewaters with Ozone .Wat. Sci. Tech .29(9):151-160.
- Vella P.A. and Munder. J.A. 1992. Use of  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  and  $\text{ClO}_2$  in Wastewater . Applications. Chemical Oxidation:Technology for the Nineties:222-238
- Vella P.A., et al. 1992. Chemical Oxidation :A Tool for Toxicity Reduction .47 th Purdue Industrial Waste Conference Proceedings:73-82.
- Watts R.J. and Udell M.D. 1992. Treatment of Contaminated Soils Using Catalyzed Hydrogen Peroxide. Chemical Oxidation :Technology for the Nineties :37-50.
- W.G. Kuo. 1992 .Decolorizing Dye Wastewater With Fenton's Reagent .Wat Res:26(7):881-886



ภาคผนวก ก.  
การทดลองเบื้องต้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## การทดลองใช้ สารเคมีเฟนตัน(Featon's Reagent) ในการลดสี ของน้ำเสีย เข้มข้นจากโรงฟอกย้อม

น้ำเสียจากโรงฟอกย้อม เป็นน้ำเสียที่มีสีซึ่งมักเป็น สารอินทรีย์ที่ย่อยได้ยากปนอยู่ค่อนข้างมาก และเมื่อนำมาทำการบำบัด ด้วยระบบทางชีวภาพเพียงอย่างเดียว จะไม่สามารถลดสีได้อย่างเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากองค์ประกอบของสีเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยได้ยาก และยังสามารถเกิดผลกระทบต่อกระบวนการบำบัดทางชีวภาพด้วย ถ้าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ย่อยได้ยากมีมากเกินไป ดังนั้นจึงเห็นว่าควรมีการนำ ขบวนการ เคมีกัดออกซิเดชัน( Chemical Oxidation ) เข้ามาช่วยด้วยเพื่อให้ทำปฏิกิริยา กับ สี, สารอินทรีย์ที่ย่อยได้ยาก เพื่อให้สลายลงและให้สารอินทรีย์อยู่ในรูปที่ย่อยสลายได้ง่ายขึ้น ก่อนนำไปบำบัดด้วยขบวนการทางชีวภาพต่อไป

ในการทำการบำบัดน้ำเสีย จากโรงฟอกย้อมก่อนด้วย ขบวนการทางเคมีนั้น ในที่นี้สารเคมีที่ใช้เป็นตัว ออกซิไดซ์(Oxidize) คือ สารเคมีเฟนตัน(Featon's Reagent) ( ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) + เหล็ก ( Fe ) ) โดยในการทดลองนี้จะใช้สีเป็น ตัวบ่งชี้ว่าการใช้ สารเคมีเฟนตัน กับน้ำเสียจาก โรงฟอกย้อม ที่มีสีนั้นจะลดสีได้มากน้อยเพียงใด

อนึ่ง สารเคมีเฟนตัน นั้นจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อัตราส่วนระหว่าง  $H_2O_2$  : Fe ,ความเข้มข้นของ  $H_2O_2$  และ Fe ที่ใช้ ตลอดจนเวลาที่ใช้สำหรับการทำปฏิกิริยา ระหว่าง สารเคมีเฟนตัน กับน้ำเสีย เป็นต้น

### วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. หาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ  $H_2O_2$  และ Fe ในการลดสีของ น้ำเสียจริงจากโรงฟอกย้อม
2. หาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง  $H_2O_2$  : Fe โดย โมล สำหรับลดสีของน้ำเสียจริงจากโรงฟอกย้อม
3. ศึกษาถึงระยะ เวลาในการทำปฏิกิริยา ระหว่าง สารเคมีเฟนตัน กับ น้ำเสีย ว่ามีความสำคัญเพียงใด
4. ศึกษาถึงความสามารถในการลดสีของ สารเคมีเฟนตัน ต่อน้ำเสียจริงจากโรงฟอกย้อม โดยใช้ปริมาณ และอัตราส่วนของ  $H_2O_2$  และ Fe ที่เหมาะสม จากการทดลองก่อนหน้า โดยวัดความสามารถในการลดสี จาก วิธี SPACE UNIT

### แผนการทดลอง

ในการทำการทดลอง จะทำการทดลองโดยใช้น้ำเสียจริงจาก โรงงานฟอกย้อม โดยนำมาทำการทดสอบโดยใช้ สารเคมีเฟนตัน ซึ่งประกอบด้วย  $H_2O_2$  และ Fe โดยประสิทธิภาพของ สารเคมีเฟนตัน นั้นขึ้นกับ อัตราส่วน และปริมาณ ความเข้มข้น ของ  $H_2O_2$  และ Fe และเวลาในการทำปฏิกิริยา ของ Fenton's Reagent ในน้ำเสียจริง ดังนั้น จึงทำการทดลองโดยแบ่งเป็น 4 การทดลอง เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ แต่ละตัว ว่ามีผลต่อการทดสอบหรือไม่อย่างไร

### เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. เครื่อง ทำ Jar Test
2. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml
3. บีกเกอร์ ขนาด 300 ml
4. บิวเรต พร้อมขาตั้ง
5. พีเอชมิเตอร์
6. สเปคโตรโฟโตมิเตอร์

### สารเคมีและน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

1.  $H_2SO_4$  ความเข้มข้น 5 N
2.  $H_2O_2$  ความเข้มข้น 50%
3.  $FeCl_3$  ความเข้มข้น 30.4 g/l
4.  $CaCO_3$  20 g/l
5. น้ำเสีย น้ำเสียที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจริงจาก โรงฟอกย้อม โดยนำมาจากขั้นตอนการล้างสีย้อมที่ให้น้ำเสียสีเข้มมากที่สุด(สีแดงเข้ม) (# 16)

### การดำเนินการทดลอง

1. นำน้ำเสีย ปริมาตร 400 มล. มาทำการปรับ พีเอช ให้อยู่ในช่วงพีเอช 2-3 ด้วยกรดซัลฟูริก
2. ทำการเติม  $FeCl_3$  ลงในน้ำเสียที่ปรับพีเอชแล้ว โดยปริมาณที่เติมนั้นขึ้นอยู่กับแต่ละจุดประสงค์การทดลอง แล้วทำการกวนด้วยเครื่อง Jar Test ประมาณ 5 นาที
3. หลังจากนั้นเติม  $H_2O_2$  เข้มข้น 50% โดยปริมาณที่เติมนั้นขึ้นอยู่กับแต่ละจุดประสงค์การทดลอง
4. ทำการกวนเร็ว ประมาณ 80 รอบต่อนาที เพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยากันได้อย่างทั่วถึง โดยระยะเวลาการกวนขึ้นอยู่กับแต่ละจุดประสงค์ ของการทดลอง
5. เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดแล้ว นำมาปรับ พีเอช ด้วย  $Ca_2CO_3$  เพื่อให้ได้พีเอช 10-11 ตั้งทิ้งไว้ เพื่อให้เกิดการตกตะกอน ทำให้ได้ที่มีสีจางลงและใสมากขึ้น
6. รินน้ำใสที่ได้หลังจากการตกตะกอนนำไป วัดสีโดยใช้วิธี SPACE UNIT (SU) คือ การวัดพื้นที่ได้กราฟของ แอมซอบแบนซ์ กับ ความยาวคลื่น ในช่วง ( 400 - 700 นาโนเมตร) โดยในการทดลองครั้งนี้วัดที่ละ 100 นาโนเมตร

### การทดลอง

#### 1. การทำการทดลอง เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ $H_2O_2$ และ Fe ที่ใช้ในการลดสีของน้ำเสีย จริงจากโรงฟอกย้อม

ในการทดลองนี้จะกำหนด ให้อัตราส่วนโดย โมล ของ  $H_2O_2$  : Fe เป็นอัตราส่วน 10:1 เนื่องจากพบว่าน้ำเสียมีสีมักจะ ถูกลดสีได้มาก ณ.อัตราส่วนนี้ (Powell และคณะ, 1992 ) โดยในการทดลองนี้จะทำการเปลี่ยนปริมาณ  $H_2O_2$  และ Fe ที่ใช้กับน้ำเสียว่ามีผลต่อการลดสีอย่างไร โดยอัตราส่วนของ  $H_2O_2$  : Fe โดยโมลยังคงที่

#### ผลการทดลอง

แสดงดังตารางที่ 1



## ตารางที่ 1

วันที่ 2/4/39

ชนิดตัวอย่าง # 16

ขนาดตัวอย่าง 400 มล.

เวลาที่ให้ในการทำปฏิกิริยา 60 นาที

ลักษณะน้ำเสียที่ให้ในการทดลอง ทีเอช 11.2 ปรับให้มี ทีเอชอยู่ในช่วง 2-3

	การทดลองที่อัตราส่วน(R)=10:1 โดยใช้ $H_2O_2$ 8 คำ		
	1000 มก./ล.	2000 มก./ล.	3000 มก./ล.
- $FeCl_3$ (30.4 มก./ล.) มล.	6.3	9.4	12.6
- $H_2O_2$ (50%) มล.	0.8	1.2	1.6
ลักษณะน้ำเสียระหว่างการทดลอง	-เกิดฟองมาก -สีจางลงมาก	-เกิดฟองน้อย -สีจางลงน้อย	-เกิดฟองน้อย -สีจางลงน้อย

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ที่อัตราส่วนของ  $H_2O_2$  : Fe 10:1 นั้นการใช้  $H_2O_2$  เข้มข้น 1000 มก./ล. นั้น สามารถลดสีจากสีแดงเข้ม ให้สีจางลงได้ดีกว่าการใช้  $H_2O_2$  ที่เข้มข้น 1500 มก./ล. ,2000 มก./ล.

### 2. การทำการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม ระหว่าง $H_2O_2$ กับ Fe สำหรับการผลิตของน้ำเสียจริง นี้

จากการทดลองที่ 1 จะเห็นได้ว่าถ้าใช้ ความเข้มข้น ของ  $H_2O_2$  ที่ 1000 มก./ล. ดีกว่า ที่ 1500 มก./ล. และ 2000 มก./ล. ดังนั้นในการทดลองที่ 2 นี้จะกำหนด ให้  $H_2O_2$  ที่ความเข้มข้น 1000 มก./ล. และในการทดลองนี้จะทำการเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่าง  $H_2O_2$  : Fe เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการผลิตของน้ำเสียนิดนี้

**ผลการทดลอง**

**แสดงผังตาราง ที่ 2**

**ตารางที่ 2**

วันที่ 4/4/39

ชนิดตัวอย่าง # 16

ขนาดตัวอย่าง 200 มล.

เวลาที่ให้ในการทำปฏิกิริยา 120 นาที

ลักษณะน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง พีเอช 11.2 ปรับให้มี พีเอชอยู่ในช่วง 2-3

	การทดลองที่ $H_2O_2 = 1000$ มก./ล. โดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนจำนวน 4 ค่า			
	R=5:1	R=10:1	R=20:1	R=30:1
- $FeCl_3$ (30.4 มก./ล.) มล.	6.3	3.1	1.6	1.0
- $H_2O_2$ (50%) มล.	0.4	0.4	0.4	0.4
ลักษณะน้ำเสียระหว่างการทดลอง	-ที่ 60 นาทีสีจางลง -ที่ 120 นาทีสีจางลง	-ที่ 45 นาทีสีเริ่มจาง -ที่ 80 นาทีสีเหลืองอ่อนฟุ้งเล็กน้อย	-ที่ 60 นาที สีจางลง เป็นสีส้มและขุ่น	-ที่ 60 นาทีสีจางลง เป็นสีส้มและขุ่น
ตกตะกอนด้วย $CaCO_3$	น้ำใสมีสีเล็กน้อย	น้ำใสไม่มีสี	น้ำมีสี	น้ำมีสี

**สรุปผลการทดลอง**

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่อัตราส่วน 5:1 และ 10:1 นั้นสามารถลดสีของน้ำเสียได้ ในขณะที่อัตราส่วน 20:1 และ 30:1 นั้นลดสีได้น้อยมาก

**8. การทดลองเพื่อศึกษาระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ระหว่าง Featon 's Reagent กับน้ำเสีย ว่ามีความสำคัญเพียงใด โดยใช้ Jar Test ในการควบคุม**

เนื่องจากการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ในการที่จะลดสีของน้ำเสียให้จางลงได้นั้น จะเห็นได้ชัดว่าเกิดปฏิกิริยาที่สีจางลงเมื่อ เวลาผ่านไปพอสมควร ซึ่งแสดงได้ว่าเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเป็นตัวแปรที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการ กำหนดประสิทธิภาพของการกำจัดสีของ Featon 's Reagent

**ผลการทดลอง**

แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3**

วันที่ 4/4/39

ชนิดตัวอย่าง # 16

ขนาดตัวอย่าง 400 มล.

เวลาที่ให้ในการทำปฏิกิริยา 80-160 นาที

ลักษณะน้ำเสียที่ให้ในการทดลอง พีเอช 11.3 ปรับให้มี พีเอชอยู่ในช่วง 2-3

	การทดลองที่ $H_2O_2 = 1000$ มก./ล. อัตราส่วน(R)=10:1 โดยเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจำนวน 4ค่า			
	80 นาที	100 นาที	120 นาที	160 นาที
- $FeCl_3$ (30.4 มก./ล.) มล.	6.2	6.2	6.2	6.2
- $H_2O_2$ (50%) มล.	0.4	0.4	0.4	0.4
ลักษณะน้ำเสียระหว่างการทดลอง	-ที่ 60 นาที สีจางลง -ที่ 120 นาที สีจางลง	-ที่ 140 นาที สีเริ่มจาง -ที่ 80 นาที สีเหลืองอ่อนฟุ้งเล็กน้อย	-ที่ 60 นาที สีจางลง เป็นสีส้มและขุ่น	-ที่ 60 นาที สีจางลง เป็นสีส้มและขุ่น
ตกตะกอนด้วย $CaCO_3$	น้ำใสมีสีเล็กน้อย	น้ำใสไม่มีสี	น้ำมีสี	น้ำมีสี

**สรุปผลการทดลอง**

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า สำหรับน้ำเสียชนิดนี้ต้องมีเวลาสำหรับใช้ในการทำปฏิกิริยาอย่างน้อย 100-120 นาที ถ้าน้อยกว่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีของ สารเคมีเฟนตัน ไม่ดีเท่าที่ควร

**4. การทดลองเพื่อศึกษาถึงปริมาณ  $H_2O_2$  และ  $Fe$  ที่ใช้ว่าสามารถ ลดสีลงได้หรือไม่ เพื่อประหยัด ปริมาณสารเคมี โดยยังคงให้ประสิทธิภาพในการลดสียังคงเท่าเดิม**

เนื่องจากการทดลองที่ผ่านมาทำให้ได้ ข้อสรุปที่ว่าสำหรับน้ำเสียจากโรงฟอกย้อม ชนิดนี้(#16) สามารถใช้ สารเคมีเฟนตัน ลดสีได้โดยใช้ สารเคมีเฟนตัน ในอัตราส่วน  $H_2O_2 : Fe$  โดยโมล เท่ากับ 10: 1 โดยปริมาณ  $H_2O_2$  เข้มข้นที่เหมาะสมคือ 1000 มก./ล. โดย

ใช้ระยะเวลาการกวนเพื่อให้ทำปฏิกิริยากันได้ดีคือ 120 นาที แต่เนื่องจากถ้าใช้ปริมาณ  $H_2O_2$  เข้มข้น 1000 มก./ล. จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงจึงทดลองเปรียบเทียบการใช้ปริมาณ  $H_2O_2$  ที่ความเข้มข้น 1000 มก./ล. และ 500 mg/l ที่ อัตราส่วน  $H_2O_2 : Fe = 10:1$

#### ผลการทดลอง

แสดงดังตารางที่ 4

### ตารางที่ 4

วันที่ 2/4/39

ชนิดตัวอย่าง # 16

ขนาดตัวอย่าง 400 มล.

เวลาที่ให้ในการทำปฏิกิริยา 60 นาที

ลักษณะน้ำเสียที่ให้ในการทดลอง พีเอช 11.2 ปรับให้มี พีเอชอยู่ในช่วง 2-3

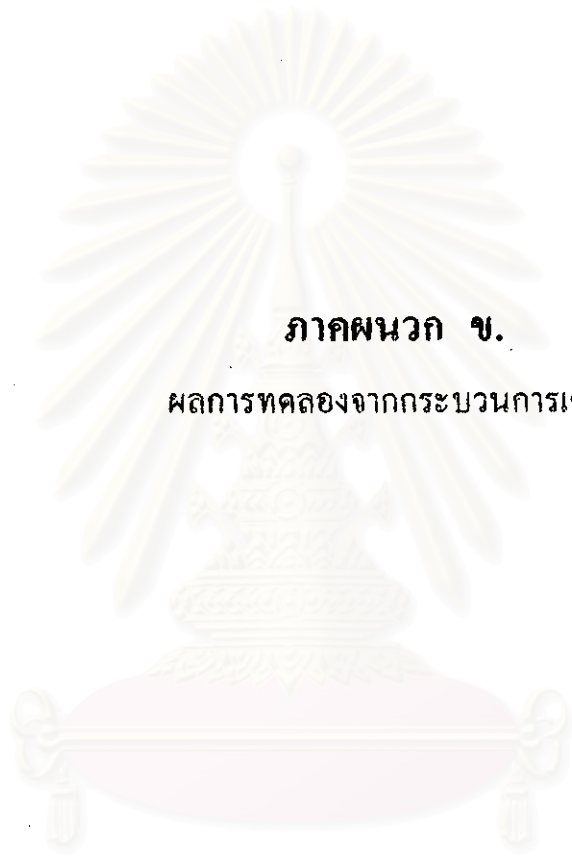
ปริมาณสารเคมี	การทดลองที่อัตราส่วน(R)=10:1 โดยใช้ $H_2O_2$ 2 ค่า	
	500 มก./ล.	1000 มก./ล.
-FeCl <sub>3</sub> (30.4 มก./ล.) มล.	3.9	7.85
- H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (50%) มล.	0.5	1
ผลการทดลอง		
ความขุ่น	400,500,600,700	400,500,600,700
%absorance ก่อนการทดลอง	1.3,2,0.35,0.03	1.3,2,0.35,0.03
ค่าของสี (SU)	301.5	301.5
%absoranceหลังการทดลอง80 นาที	1.5,2,1.35,0.16	1.2,0.41,0.17,0.11
ค่าของสี (SU)	318	123
%absoranceหลังการทดลอง100นาที	1.6,1.7,0.33,0.17	1.2,0.47,0.17,0.11
ค่าของสี (SU)	305	123
%absoranceหลังการทดลอง120นาที	-	0.75,0.15,0.055,0.35
ค่าของสี (SU)	-	62
%absoranceหลังการทดลอง210นาที	1.1,0.43,0.11,0.05	-
ค่าของสี (SU)	112	-

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองและกราฟ แสดงพื้นที่ใต้กราฟ ของ% absorbance ดังรูป จะเห็นได้ว่าการลดลงของสี โดยใช้วิธี SPACE UNIT นั้นการใช้ปริมาณ  $H_2O_2$  ที่เข้มข้น 1000 มก./ล. นั้นสามารถลดสีลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้  $H_2O_2$  ที่เข้มข้น 500 มก./ล. ที่ใช้เวลาในการกวนนานเท่ากัน แต่ถ้าจะใช้  $H_2O_2$  ที่ความเข้มข้น 500 มก./ล. และลดสี ลงได้ใกล้เคียงกับการใช้  $H_2O_2$  ที่ 1000 มก./ล. นั้นต้องใช้ระยะเวลาการกวนนานเกือบ 2.5 เท่า และที่ 1000 มก./ล. การกวนนานถึง 120 นาที จะสามารถลดสีได้ดีกว่า การกวนด้วยระยะเวลา 80,100 นาที

ดังนั้นจากการทดลอง จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนของ  $H_2O_2$  : Fe ,ปริมาณความเข้มข้นของ  $H_2O_2$  และ Fe และระยะเวลาที่ใช้ในการกวน เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา ต่างก็มีผลต่อการลดสีจากน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

ผลการทดลองจากกระบวนการเคมี

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>
ค่าของสี(SBU)	2103	1962	1962	92	29	14	12	1815
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		6.70	6.70	93.69	98.62	99.33	99.43	13.69
ค่าของสี (SBU) <sup>1</sup>	2103	1962	1848	230	34	3	7	498
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>1</sup> (%)		6.70	12.13	89.06	98.38	99.86	99.67	76.32
ซีไอดี (มก./ล.)	692		692	309	387	448	526	753
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)			0.00	26.45	44.08	35.26	52.89	-8.82
ซีไอดี <sup>1</sup> (มก./ล.)	692		651	427	285	305	224	468
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี <sup>1</sup> (%)			5.92	38.29	58.82	55.92	67.63	32.37
ไออาร์พี (15 นาที)	315		327	598	611	612	616	328
ไออาร์พี (มีผลไวลท์)	315		364	617	628	627	636	306
ไออาร์พี <sup>1</sup> (มีผลไวลท์)	315		97	20	22	26	215	-70
พีเอช	3		3.09	2.9	2.87	2.82	2.74	2.98
พีเอช <sup>1</sup>	3		10.47	9.27	10.84	10.85	8.25	10.88
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			27.6	28	27.9	27.8	27.8	27.7
อุณหภูมิ <sup>1</sup> (องศาเซลเซียส)			27.4	27.5	27.4	27.4	27.4	27.4

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>
ค่าของสี(SBU)	2103	1962	1923	79	9	6	11	1821
ประสิทธิภาพการลดสี(%)	0.00	6.70	8.56	96.24	99.57	99.71	99.48	13.41
ค่าของสี (SBU) <sup>1</sup>	2103	1962	1728	107	22	3	0	591
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>1</sup> (%)	0.00	6.70	17.83	94.91	98.95	99.86	100.00	71.90
ซีไอดี (มก./ล.)	692		651	488	448	285	407	692
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)	0.00	100.00	5.92	29.48	35.26	58.82	41.18	0.00
ซีไอดี <sup>1</sup> (มก./ล.)	692		427	549	753	244	183	468
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี <sup>1</sup> (%)	0.00	100.00	38.29	20.66	-8.82	64.74	73.55	32.37
ไออาร์พี (15 นาที)	315		327	598	611	612	616	328
ไออาร์พี (มีผลไวลท์)	315		358	615	629	635	643	307
ไออาร์พี <sup>1</sup> (มีผลไวลท์)	315		211	201	54	166	150	155
พีเอช	3		3.01	2.81	2.83	2.5	2.72	2.95
พีเอช <sup>1</sup>	3		11.09	10.33	10.56	11.23	10.91	9.85
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			27.5	27.8	27.6	27.5	27.5	27.5
อุณหภูมิ <sup>1</sup> (องศาเซลเซียส)			27.4	27.5	27.5	27.5	27.5	27.4

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>
ค่าของสี(SBU)	2103	1962	1779	75	8	5	12	1728
ประสิทธิภาพการลดสี(%)	0.00	6.70	15.41	96.43	99.62	99.76	99.43	17.83
ค่าของสี (SBU) <sup>1</sup>	2103	1962	1550	126	10	7	0	387
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>1</sup> (%)	0.00	6.70	24.59	94.01	99.52	99.67	100.00	81.60
ซีไอดี (มก./ล.)	692		651	509	509	367	387	672
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)	0.00	100.00	5.92	26.45	26.45	46.97	44.08	2.89
ซีไอดี <sup>1</sup> (มก./ล.)	692		549	366	224	244	265	270
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี <sup>1</sup> (%)	0.00	100.00	20.66	47.11	67.63	64.74	61.71	60.98
ไออาร์พี (15 นาที)	315		327	598	611	612	616	328
ไออาร์พี (มีผลไวลท์)	315		357	614	630	635	646	308
ไออาร์พี <sup>1</sup> (มีผลไวลท์)	315		52	47	88	224	77	37
พีเอช	3		3.02	2.89	2.87	2.82	2.73	2.97
พีเอช <sup>1</sup>	3		10.85	10.65	10.3	8.15	10.25	11.34
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			27.6	27.6	27.5	27.5	27.6	27.6
อุณหภูมิ <sup>1</sup> (องศาเซลเซียส)			26.5	27.5	26.8	26.6	26.6	26.6

หมายเหตุ : 1-ชุดควบคุม, 2-เหล็กซัลเฟตอย่างค่อยๆปริมาณเท่าๆกับ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.), 3-เครื่องหมาย" " คือหลังผ่านการบำบัดด้วยปูนขาว

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเลี้ยง เริ่มต้น	น้ำเลี้ยงที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0 <sup>1</sup>	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
ค่าของสี(SU)	1953	1890	1956	462	181	186	76	1956
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		3.23	-0.15	76.34	90.73	90.48	96.11	-0.15
ค่าของสี (SU) <sup>3</sup>	1953	1458	1458	365	119	36	11	558
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		7.13	25.35	81.31	93.91	96.16	99.44	71.43
ซีไอดี (มก./ล.)	741		872	741	785	676	632	719
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)			-17.68	0.00	-5.94	8.77	14.71	2.97
ซีไอดี (มก./ล.)	741		589	589	1003	549	327	392
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี (%)			20.51	20.51	35.36	52.90	55.87	47.10
ไฮดรฟ (15 นาที)	310		435	540	610	615	623	314
ไฮดรฟ (มิลลิ ไรลท์)	310		440	550	618	625	636	314
ไฮดรฟ (มิลลิ ไรลท์)	310		4	12	89	85	100	44
พีเอช	3.04		3.14	2.52	2.4	2.29	2.13	2.37
พีเอช <sup>2</sup>	3.04		11.89	11.49	10.91	10.97	10.91	11.53
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.7	26	26	26	26.3	26.6
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.4	26.5	26.4	26.4	26.4	26.4

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเลี้ยง เริ่มต้น	น้ำเลี้ยงที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0 <sup>1</sup>	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
ค่าของสี(SU)	1953	1890	1827	475	147	54	22	1800
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		3.23	6.45	75.68	92.47	97.24	98.87	7.83
ค่าของสี (SU) <sup>3</sup>	1953	1890	1590	355	71	16	5	573
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		0.00	3.23	81.82	96.36	99.18	99.74	79.66
ซีไอดี (มก./ล.)	741		654	719	567	589	719	698
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)			11.74	2.97	23.48	20.51	2.97	5.80
ซีไอดี (มก./ล.)	741		545	480	196	283	305	371
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี (%)			26.45	35.22	73.55	61.81	58.84	49.93
ไฮดรฟ (15 นาที)	310		435	540	610	615	623	314
ไฮดรฟ (มิลลิ ไรลท์)	310		442	555	614	626	628	313
ไฮดรฟ (มิลลิ ไรลท์)	310		8	-8	28	31	99	55
พีเอช	3.04		3.27	2.51	2.38	2.29	2.19	2.36
พีเอช <sup>2</sup>	3.04		12.06	11.88	11.45	11.4	10.821	11.58
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.4	26.5	26.4	26.5	26.3	26.4
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.2	26.3	26.3	26.4	26.1	26.3

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเลี้ยง เริ่มต้น	น้ำเลี้ยงที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0 <sup>1</sup>	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
ค่าของสี(SU)	1953	1890	1770	452	49	103	14	1770
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		3.23	9.37	76.86	97.49	94.73	99.28	9.37
ค่าของสี (SU) <sup>3</sup>	1953	1890	1734	396	18	64	3	1080
ประสิทธิภาพการลดสี (%)			3.23	11.21	79.72	94.08	96.72	99.85
ซีไอดี (มก./ล.)	741		610	654	523	545	480	654
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)			17.68	11.74	29.42	26.45	35.22	11.74
ซีไอดี (มก./ล.)	741		642	589	458	501	480	523
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี (%)			11.74	20.51	38.19	32.39	35.22	29.42
ไฮดรฟ (15 นาที)	310		435	540	610	615	623	314
ไฮดรฟ (มิลลิ ไรลท์)	310		433	554	610	621	626	314
ไฮดรฟ (มิลลิ ไรลท์)	310		57	132	149	240	84	122
พีเอช	3.04		3.24	2.68	2.38	2.27	2.18	2.35
พีเอช <sup>2</sup>	3.04		11.26	10.18	10.02	8.12	10.81	9.75
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.6	26.6	26.4	26.4	26.5	26.4
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.5	26.7	26.6	26.4	26.5	26.6

หมายเหตุ : 1=จุดควบคุม,2=เหล็กจัดเฟสอย่างเดียวกับปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.),3=เครื่องหมาย" " ก็คือถึงผ่านการบำบัดด้วยบุนขาว



เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0 <sup>1</sup>	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	2130	1962	1953	466	129	24	11	1983
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		7.89	8.31	78.12	93.94	98.87	99.48	6.90
ค่าของสี (SU) <sup>2</sup>	2130	1962	1836	476	296	132	50	1782
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>2</sup> (%)		7.89	13.80	77.65	86.10	93.80	97.65	16.34
ซีไอดี (มก./ล.)	709	625	667	625	688	626	646	709
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		11.85	5.92	11.85	2.96	11.71	8.89	0.00
ซีไอดี <sup>2</sup> (มก./ล.)	709	625	521	646	438	459	315	542
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี <sup>2</sup> (%)		11.85	26.52	8.89	38.22	35.26	55.85	23.55
ไออาร์พี (15 นาที)	304		334	522	584	605	605	236
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	304		328	539	578	601	609	247
ไออาร์พี <sup>2</sup> (มิลลิโวลท์)			138	158	160	193	190	156
พีเอช	3.01		3.08	2.88	2.91	2.91	2.85	3.04
พีเอช <sup>2</sup>	3.01		9.95	9.5	9.51	9.13	9.23	8.64
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			25.8	26	25.8	25.6	25.7	25.7
อุณหภูมิ <sup>2</sup> (องศาเซลเซียส)			26.5	26.9	26.7	26.6	26.5	26.5

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0 <sup>1</sup>	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	2130	1962	1887	486	119	23	12	1875
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		7.89	11.41	77.18	54.41	98.92	99.44	11.97
ค่าของสี (SU) <sup>2</sup>	2130	1962	1815	420	267	92	18	1203
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>2</sup> (%)		7.89	14.79	80.28	87.46	95.68	99.15	49.52
ซีไอดี (มก./ล.)	709	625	687	646	605	521	480	626
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		11.85	5.92	8.89	14.67	26.52	32.30	11.71
ซีไอดี <sup>2</sup> (มก./ล.)	709	625	626	626	459	459	417	480
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี <sup>2</sup> (%)		11.85	11.71	11.71	35.26	35.26	41.18	52.30
ไออาร์พี (15 นาที)	304		334	522	584	605	605	236
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	304		325	534	579	600	609	264
ไออาร์พี <sup>2</sup> (มิลลิโวลท์)	304		70	52	80	148	230	96
พีเอช	3.01		2.77	2.93	2.94	2.92	2.85	2.87
พีเอช <sup>2</sup>	3.01		10.66	10.52	10.29	9.72	8.49	10.02
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26	25.9	25.7	26.2	26.1	26.1
อุณหภูมิ <sup>2</sup> (องศาเซลเซียส)			26.3	26.6	26.4	26.4	26.4	26.5

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0 <sup>1</sup>	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	2130	1962	2076	462	113	22	11	1896
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		7.89	2.54	78.31	94.89	98.97	99.48	10.99
ค่าของสี (SU) <sup>2</sup>	2130	1962	1725	434	198	57	2	1365
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>2</sup> (%)		7.89	19.01	79.62	90.70	97.32	99.91	35.92
ซีไอดี (มก./ล.)	709	625	646	646	626	584	500	688
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		11.85	8.89	8.89	11.71	17.63	29.48	2.96
ซีไอดี <sup>2</sup> (มก./ล.)	709	625	646	771	688	626	584	542
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี <sup>2</sup> (%)		11.85	8.89	8.74	2.96	11.71	17.63	20.59
ไออาร์พี (15 นาที)	304		334	522	584	605	605	236
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	304		309	536	575	600	610	257
ไออาร์พี <sup>2</sup> (มิลลิโวลท์)	304		53	59	26	141	99	55
พีเอช	3.01		3.02	2.99	2.94	2.78	2.73	2.96
พีเอช <sup>2</sup>	3.01		10.42	10.08	10.2	8.43	9.62	10.22
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.9	26	26	27	27	26.9
อุณหภูมิ <sup>2</sup> (องศาเซลเซียส)			27.4	26.7	27.4	27.2	27.3	27.4

หมายเหตุ : 1=ชุดควบคุม, 2=เหล็กซัลเฟตอย่างเดียวยุติปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.), 3=เครื่องหมัก" " " หรือหลังผ่านการบำบัดด้วยปูนขาว

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	314	250	246	56	37	36	49	232
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		20.38	21.66	82.17	88.22	88.54	84.39	26.11
ค่าของสี'(SU)'	314	250	231	44	18	6	10	46
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		20.38	26.43	85.99	94.27	98.09	96.82	85.35
ซีไอดี (มก./ล.)	694	660	700	520	460	300	300	660
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		4.90	-0.86	25.07	33.72	56.77	56.77	4.90
ซีไอดี' (มก./ล.)	694	660	600	340	300	260	280	280
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี' (%)		4.90	13.54	51.01	56.77	62.54	59.65	59.65
ไออาร์พี (15 นาที)	269		418	609	621	625	632	418
ไออาร์พี (มีคลอรีน)	269		353	611	626	636	646	416
ไออาร์พี' (มีคลอรีน)	269		118	7	119	164	186	29
พีเอช	3		2.94	2.97	2.74	2.63	2.52	2.58
พีเอช'			9.5	10.44	9.3	8.66	8.56	10.24
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			28.2	28.6	28.6	28.3	28.3	28.1
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			28.2	28.2	28.3	28.3	28.2	28.1

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	314	250	258	54	37	37	40	232
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		20.38	17.83	82.50	88.22	82.22	87.26	26.11
ค่าของสี'(SU)'	314	250	225	38	19	10	6	42
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		20.38	28.34	87.90	93.95	96.82	98.09	86.62
ซีไอดี (มก./ล.)	694	660	640	440	300	260	250	540
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		4.90	7.78	36.60	56.77	62.54	63.98	22.19
ซีไอดี' (มก./ล.)	694	660	460	350	210	180	200	280
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี' (%)		4.90	33.72	45.24	69.74	74.06	71.18	59.65
ไออาร์พี (15 นาที)	269		418	609	621	625	632	418
ไออาร์พี (มีคลอรีน)	269		386	613	629	641	650	417
ไออาร์พี' (มีคลอรีน)	269		104	114	253	9.12	6.5	9.92
พีเอช			2.96	2.94	2.72	2.62	2.53	2.9
พีเอช'			9.98	9.4	7.49	9.12	8.5	9.92
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			28.4	27.7	29	28.8	28.6	28.6
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			28.2	28.7	28.5	28.1	28	28.5

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	314	250	236	51	33	32	35	224
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		20.38	24.84	83.76	89.49	89.81	88.85	28.66
ค่าของสี'(SU)'	314	250	200	27	13	8	5	10
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		20.38	36.31	91.40	95.86	97.45	98.41	96.82
ซีไอดี (มก./ล.)	694	660	520	440	320	240	240	500
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		4.90	25.07	36.60	53.89	65.42	65.42	27.95
ซีไอดี' (มก./ล.)	694	660	400	260	150	90	160	150
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี' (%)		4.90	42.36	62.54	78.39	85.68	76.95	78.39
ไออาร์พี (15 นาที)	269		418	609	621	625	632	418
ไออาร์พี (มีคลอรีน)	269		400	617	635	649	655	418
ไออาร์พี' (มีคลอรีน)	269		26	26	102	155	162	113
พีเอช			2.97	2.55	2.74	2.63	2.53	2.91
พีเอช'			10.93	10.45	9.53	8.75	9.08	9.5'
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			28.4	28.5	28.5	28.6	28.5	28.3
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			28.1	28.3	28.2	28.2	28.2	28.1

หมายเหตุ : 1=อุณหภูมิ, 2=เวลาที่ชัดเจนของปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.), 3=กรณีหมายเหตุ " " ที่หลังจากการบำบัดด้วยปูนขาว

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	281	231	231	52	30	24	24	225
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		17.79	17.79	81.49	89.32	91.46	91.46	19.93
ค่าของสี'(SU)	281	231	190	43	15	6	9	30
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		17.79	32.38	83.99	94.66	97.86	96.80	89.32
ซีไอดี (มก./ล.)	614	595	634	576	442	365	442	710
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		3.09	-3.26	6.19	28.01	40.55	28.01	-15.64
ซีไอดี' (มก./ล.)	614	595	557	326	326	307	250	365
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี' (%)		3.09	9.28	46.91	46.91	50.00	59.28	40.55
ไออาร์พี (15 นาที)	274		384	585	607	614	619	377
ไออาร์พี (นิลลิโวลท์)	274		340	585	607	619	628	374
ไออาร์พี' (นิลลิโวลท์)	274		8	-17	18	-16	135	-10
พีเอช	3		3.16	2.95	2.67	2.5	2.39	2.96
พีเอช'			11.44	11.06	10.5	11.28	9.51	11.04
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			28.9	29	29	28.9	29	28.9
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			28.7	28.8	8.7	28.6	28.7	28.7

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	281	231	228	48	28	22	22	223
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		17.79	18.36	82.92	90.04	92.17	92.17	20.64
ค่าของสี'(SU)	281	231	189	29	15	11	8	38
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		17.79	32.74	89.68	94.66	96.09	97.15	86.48
ซีไอดี (มก./ล.)	614	595	614	538	480	403	365	672
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		3.09	0.00	12.38	21.82	34.36	40.55	-9.45
ซีไอดี' (มก./ล.)	614	595	461	326	288	230	154	307
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี' (%)		3.09	24.92	46.91	53.09	62.54	74.92	50.00
ไออาร์พี (15 นาที)	274		384	585	607	614	619	377
ไออาร์พี (นิลลิโวลท์)	274		352	582	606	623	636	377
ไออาร์พี' (นิลลิโวลท์)	274		2	-2	30	57	149	7
พีเอช	3		3.15	2.97	2.96	2.49	2.4	2.96
พีเอช'			11.92	11.04	10.71	10.43	9.44	10.91
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			28.8	28.8	28.8	28.7	28.8	28.8
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			28.8	28.7	28.7	28.7	28.8	28.8

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	281	231	229	47	27	22	22	222
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		17.79	18.51	83.27	90.39	92.17	92.17	21.00
ค่าของสี'(SU)	281	231	193	31	17	9	4	46
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		17.79	31.32	88.97	93.95	96.80	98.58	83.63
ซีไอดี (มก./ล.)	614	595	614	538	461	450	403	749
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		3.09	0.00	12.38	24.92	21.82	34.36	-21.99
ซีไอดี' (มก./ล.)	614	595	461	346	211	250	346	288
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี' (%)		3.09	24.92	43.65	65.64	59.28	43.65	53.09
ไออาร์พี (15 นาที)	274		384	585	607	614	619	377
ไออาร์พี (นิลลิโวลท์)	274		365	583	606	622	633	373
ไออาร์พี' (นิลลิโวลท์)	274		16	35	55	111	173	27
พีเอช	3		3.15	2.89	2.6	2.47	2.39	2.96
พีเอช'			11.34	10.84	10.54	9.89	9.34	10.86
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			29.2	29.1	29.2	29.1	29.2	29.2
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			28.5	28.6	28.6	28.5	28.5	28.6

หมายเหตุ : 1-ชุดควบคุม, 2-เหล็กขั้วไฟฟ้าชนิดเดียวกันปริมาณเท่ากันที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=600(มก./ล.), 3-เครื่องขยาย" " คือหลังจากการบำบัดด้วยปูนขาว

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	265	244	236	56	22	17	19	238
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		7.92	10.94	78.87	91.70	93.58	92.83	10.19
ค่าของสี'(SU)'	265	244	223	111	23	19	7	178
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		7.92	15.85	58.11	91.32	95.09	97.36	32.83
ซีไอดี (มก./ล.)	587	506	506	486	344	263	466	527
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		13.80	13.80	17.21	41.40	55.20	20.61	10.22
ซีไอดี'(มก./ล.)	587	506	425	466	324	324	223	385
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี'(%)		13.80	27.60	20.61	44.80	44.80	62.01	34.41
ไออาร์พี (15 นาที)	263		396	553	578	566	601	347
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	263		374	349	576	589	604	340
ไออาร์พี' (มิลลิโวลท์)	263		86	46	150	140	196	106
พีเอช	3		3.11	2.89	2.58	2.41	2.31	2.96
พีเอช'			11.27	10.67	9.23	9.59	8.81	10.78
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			28.9	29.1	29.1	29.1	29	28.9
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			29.1	29.2	28.8	28.7	28.7	29

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	265	244	233	56	22	19	18	228
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		7.92	12.08	78.87	91.70	92.83	93.21	13.96
ค่าของสี'(SU)'	265	244	220	94	20	7	7	103
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		7.92	16.98	64.53	92.45	97.36	97.36	61.13
ซีไอดี (มก./ล.)	587	506	506	547	304	223	233	506
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		13.80	13.80	6.81	48.21	62.01	60.91	13.80
ซีไอดี'(มก./ล.)	587	506	486	385	365	223	162	486
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี'(%)		13.80	17.21	34.41	37.82	62.01	72.40	17.21
ไออาร์พี (15 นาที)	263		396	553	578	566	601	347
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	263		395	547	579	592	609	348
ไออาร์พี' (มิลลิโวลท์)	263		62	48	151	20	153	123
พีเอช			3.22	2.97	2.61	2.43	2.34	2.98
พีเอช'			10.99	10.61	9.38	10.9	9.4	8.82
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			29	29.5	29.4	29.3	29.2	29.3
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			30	29.7	30.5	30.4	30.3	30.4

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	265	244	233	52	23	22	20	230
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		7.92	12.08	50.38	91.32	91.70	92.45	13.21
ค่าของสี'(SU)'	265	244	220	75	19	11	7	185
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		7.92	16.98	71.70	92.83	95.85	97.36	30.19
ซีไอดี (มก./ล.)	587	506	527	547	324	223	263	446
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		13.80	10.22	6.81	44.80	62.01	55.20	24.02
ซีไอดี'(มก./ล.)	587	506	628	405	122	304	304	446
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี'(%)		13.80	-6.58	31.01	78.22	48.21	48.21	24.02
ไออาร์พี (15 นาที)	263		396	553	578	566	601	347
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	263		357	543	572	591	609	349
ไออาร์พี' (มิลลิโวลท์)	263		38	32	154	163	148	59
พีเอช			3.22	2.57	2.58	2.43	2.39	3.03
พีเอช'			11.29	10.9	9.48	9.4	9.87	10.93
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			30.2	30.4	30.3	30.3	30	30.2
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)			30.2	30.3	30.2	30.1	30	30

หมายเหตุ : 1=ชุดควบคุม, 2=เครื่องวัดผลอย่างละเอียดปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.), 3=เครื่องทรมีม่วง" " คือหลังผ่านการบำบัดด้วยขบวนการ

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี (SU)	403	393	347	64	62	43	57	352
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		2.48	13.90	84.12	84.62	89.33	85.86	12.66
ค่าของสี' (SU)	403	393	266	57	21	15	10	55
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		2.48	34.00	85.86	94.79	96.28	97.52	86.35
ซีไอค้ (มก./ล.)	634	557	480	365	346	307	250	480
ประสิทธิภาพการลดซีไอค้ (%)		12.15	24.29	42.43	45.43	51.58	60.57	24.29
ซีไอค้' (มก./ล.)	634	557	442	269	154	307	288	326
ประสิทธิภาพการลดซีไอค้' (%)		12.15	50.28	57.57	75.71	51.58	54.57	48.58
ไออาร์พี (15 นาที)	360		380	592	614	625	691	346
ไออาร์พี (มีผลไวลท)	360		380	600	623	694	641	338
ไออาร์พี' (มีผลไวลท)	360		24	19	82	151	220	24
พีเอช	3		3.04	2.82	2.57	2.39	2.26	2.79
พีเอช'	3		11.46	11.08	10.45	9.40	8.66	10.44
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.8		26.9	26.8	26.9	26.9	26.9	26.8
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)	26.8		27.1	11.08	10.45	9.4	8.66	10.44

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	403	393	317	58	32	28	83	318
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		2.48	21.34	85.61	92.06	93.05	79.40	21.09
ค่าของสี' (SU)	403	393	286	49	20	13	10	50
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		2.48	29.03	87.84	95.04	96.77	97.52	87.59
ซีไอค้ (มก./ล.)	634	557	576	499	346	422	403	576
ประสิทธิภาพการลดซีไอค้ (%)		12.15	9.15	21.29	45.43	33.44	36.44	9.15
ซีไอค้' (มก./ล.)	634	557	576	307	326	269	346	346
ประสิทธิภาพการลดซีไอค้' (%)		12.15	9.15	51.58	48.58	57.57	45.43	45.43
ไออาร์พี (15 นาที)	360		380	592	614	625	691	346
ไออาร์พี (มีผลไวลท)	360		387	660	626	640	643	344
ไออาร์พี' (มีผลไวลท)	360		14	30	123	199	210	26
พีเอช	3		3.07	2.8	2.51	2.36	2.26	2.82
พีเอช'	3		11.48	11.52	10.05	9.1	8.9	10.08
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.8		27.1	26.9	27.1	27.1	27.1	27.1
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)	26.8		26.9	27	26.9	26.9	26.9	26.9

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสียเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	403	393	341	66	52	28	88	340
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		2.48	15.38	83.62	92.06	93.05	90.57	15.63
ค่าของสี' (SU)	403	393	274	40	20	28	8	49
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		2.48	32.01	90.07	95.04	95.05	98.01	87.84
ซีไอค้ (มก./ล.)	634	557	653	499	422	422	499	653
ประสิทธิภาพการลดซีไอค้ (%)		12.15	-3.00	21.29	33.44	33.44	21.29	-3.00
ซีไอค้' (มก./ล.)	634	557	749	576	461	403	576	269
ประสิทธิภาพการลดซีไอค้' (%)		12.15	-18.14	9.15	27.29	36.44	9.15	37.57
ไออาร์พี (15 นาที)	360		380	592	614	625	691	346
ไออาร์พี (มีผลไวลท)	360		340	593	621	632	640	340
ไออาร์พี' (มีผลไวลท)	360		2	38	157	249	223	-13
พีเอช	3		3.15	2.79	2.52	2.35	2.27	2.86
พีเอช'	3		11.59	10.81	9.49	7.57	8.49	10.6
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.8		27.3	27.4	27.4	27.3	27.3	27.3
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)	26.8		27	27.1	27	26.9	27.1	27

หมายเหตุ : 1=ชุดควบคุม,2=เหล็กซัลเฟตอย่างเคียวปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.),3=เครื่องหมาย" " ก็คือหลังผ่านการบำบัดด้วยปูนขาว

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>
ค่าของสี(SU)	370	338	318	134	29	20	23	318
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		8.65	14.05	63.78	92.16	94.39	93.78	14.05
ค่าของสี' (SU)	370	338	333	135	25	10	1	130
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		8.65	10.00	63.51	93.24	97.30	99.73	64.86
ซีไอค (มก./ล.)	815	745	686	643	643	643	643	815
ประสิทธิภาพการลดซีไอค(%)		8.59	15.83	21.10	21.10	21.10	21.10	0.00
ซีไอค' (มก./ล.)	815	745	794	643	622	558	579	708
ประสิทธิภาพการลดซีไอค' (%)		8.59	2.58	21.10	23.68	31.53	28.96	13.13
ไออาร์พี (15 นาที)	388		420	520	568	580	591	264
ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)	388		427	559	569	571	583	268
ไออาร์พี' (มิลลิวัตต์)	388		110	62	146	172	74	165
พีเอช	3		3.38	3.17	2.7	2.57	2.44	3.25
พีเอช'	3		10.85	10.88	9.81	9.46	10.74	9.09
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.2		27.2	27.2	27.3	27.3	27.2	27.4
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)	27.2		27.2	27	27.1	27	27.1	27.3

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>
ค่าของสี(SU)	370	338	348	108	25	17	17	348
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		8.65	5.95	70.81	93.24	95.41	95.41	5.95
ค่าของสี' (SU)	370	338	279	98	12	8	4	98
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		8.65	24.59	73.51	96.76	97.84	98.92	73.51
ซีไอค (มก./ล.)	815	745	901	729	815	708	450	815
ประสิทธิภาพการลดซีไอค(%)		8.59	-10.55	10.55	0.00	13.13	44.79	0.00
ซีไอค' (มก./ล.)	815	745	558	493	450	463	343	680
ประสิทธิภาพการลดซีไอค' (%)		8.59	31.53	39.51	44.79	39.51	57.91	15.83
ไออาร์พี (15 นาที)	388		420	520	568	580	591	264
ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)	388		414	512	561	578	583	269
ไออาร์พี' (มิลลิวัตต์)	388		4	22	23	61	137	116
พีเอช	3		3.37	3.34	2.77	2.59	2.45	3.26
พีเอช'	3		12.05	11.28	11.45	10.99	10.01	10.3
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.2		27.5	27.5	27.6	27.6	27.6	27.4
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)	27.2		12.05	11.28	11.45	10.99	10.01	10.3

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>
ค่าของสี(SU)	370	338	347	97	23	17	15	328
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		8.65	6.22	73.78	93.78	95.41	95.95	11.55
ค่าของสี' (SU)	370	338	286	84	46	9	3	150
ประสิทธิภาพการลดสี' (%)		8.65	28.11	73.50	87.57	97.57	98.92	59.46
ซีไอค (มก./ล.)	815	745	665	708	815	579	643	815
ประสิทธิภาพการลดซีไอค(%)		8.59	18.40	13.13	0.00	28.96	21.10	0.00
ซีไอค' (มก./ล.)	815	745	665	643	536	622	665	751
ประสิทธิภาพการลดซีไอค' (%)		8.59	18.40	21.10	34.23	23.68	18.49	7.33
ไออาร์พี (15 นาที)	388		420	520	568	580	591	264
ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)	388		415	513	567	583	595	267
ไออาร์พี' (มิลลิวัตต์)	388		51	31	81	121	117	166
พีเอช	3		3.35	3.34	2.74	2.57	2.44	3.25
พีเอช'	3		11.85	11.14	10.55	10.21	10.16	9.14
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.3		27.6	27.5	27.8	27.6	27.6	27.6
อุณหภูมิ' (องศาเซลเซียส)	27.3		27.1	27.3	27.4	27.5	28.7	27.2

หมายเหตุ : 1=ชุดควบคุม,2=เครื่องขัดฟัดค่างเดียวปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800มก./ล.,3=เครื่องหมาย" " คือหลังผ่านการบำบัดด้วยปฏิกิริยา

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	368	338	332	284	211	28	14	318
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		8.15	9.78	22.85	42.66	92.39	96.20	13.59
ค่าของสี'(SU)	368	338	305	259	119	26	2	264
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		8.15	17.12	29.62	67.66	92.93	99.46	28.26
ซีไอที (มก./ล.)	632	592	610	653	716	526	505	695
ประสิทธิภาพการลดซีไอที(%)		6.33	3.48	-3.32	-13.29	16.77	20.09	-9.97
ซีไอที'(มก./ล.)	632	592	1031	632	568	526	442	379
ประสิทธิภาพการลดซีไอที'(%)		6.33	-63.13	0.00	10.13	16.77	30.06	40.03
ไออาร์พี (15 นาที)			428	428	428	428	428	428
ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)			441	494	538	557	568	279
ไออาร์พี'(มิลลิวัตต์)			160	162	216	246	133	217
พีเอช	3.04		3.15	2.99	2.87	2.65	2.59	3.11
พีเอช'	3.04		9.38	9.4	8.78	8.11	9.77	8.01
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.3		26.5	26.3	26.4	26.6	26.6	26.6
อุณหภูมิ'(องศาเซลเซียส)	26.2		25.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.2

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	368	338	320	260	44	14	10	331
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		8.15	13.04	29.35	88.04	96.20	97.28	10.05
ค่าของสี'(SU)	368	338	290	208	70	12	3	267
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		8.15	21.20	43.48	80.98	96.74	99.18	27.45
ซีไอที (มก./ล.)	632	592	610	674	547	505	421	821
ประสิทธิภาพการลดซีไอที(%)		6.33	3.48	-6.65	13.45	20.09	33.39	-29.91
ซีไอที'(มก./ล.)	632	592	505	568	505	484	358	526
ประสิทธิภาพการลดซีไอที'(%)		6.33	20.09	10.13	20.09	23.42	43.35	16.77
ไออาร์พี (15 นาที)			428	428	428	428	428	428
ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)			428	494	535	558	574	282
ไออาร์พี'(มิลลิวัตต์)			49	43	92	203	69	184
พีเอช	3		3.14	3.21	2.87	2.65	2.54	3.09
พีเอช'	3		10.91	11.05	10.36	9.08	10.28	9.06
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.3		26.6	26.3	26.3	26.5	26.6	26.6
อุณหภูมิ'(องศาเซลเซียส)	26.2		26.8	26.2	26.9	27	26.9	27.1

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	368	338	318	251	52	14	11	305
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		8.15	13.39	31.79	85.87	96.20	97.61	17.12
ค่าของสี'(SU)	368	338	311	236	53	14	4	274
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		8.15	15.49	35.05	85.05	96.20	98.91	25.54
ซีไอที (มก./ล.)	632	592	610	631	610	595	589	610
ประสิทธิภาพการลดซีไอที(%)		6.33	3.48	0.16	3.48	20.09	6.90	3.48
ซีไอที'(มก./ล.)	632	592	484	547	442	400	295	484
ประสิทธิภาพการลดซีไอที'(%)		6.33	23.42	13.45	30.06	36.71	53.32	23.42
ไออาร์พี (15 นาที)			428	428	428	428	428	428
ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)			419	498	535	556	571	280
ไออาร์พี'(มิลลิวัตต์)			36	73	126	114	85	142
พีเอช	3		3.13	3	2.81	2.62	2.52	3.09
พีเอช'	3		11.09	10.37	9.81	9.89	10.23	9.76
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.6		26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6
อุณหภูมิ'(องศาเซลเซียส)	26.6		26.8	26.8	26.8	26.7	26.7	26.9

หมายเหตุ : 1=ชุดควบคุม,2=เหล็กซัลเฟตอย่างเดียวยุติปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.),3=เครื่องหมาย" " คือหลังจากผ่านการบำบัดด้วยปูนขาว

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	145	128	102	22	59	83	67	107
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		11.72	29.66	84.83	59.31	42.76	59.79	26.21
ค่าของสี'(SU)	145	128	108	25	12	12	10	34
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		11.72	25.52	82.76	91.72	91.72	93.10	76.55
ซีไอดี (มก./ล.)	518	461	499	499	422	346	346	538
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		11.00	3.67	3.67	18.53	33.20	33.20	3.66
ซีไอดี'(มก./ล.)	518	461	442	403	365	365	288	463
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี'(%)		11.00	14.67	22.20	29.54	29.54	44.40	22.20
ไออาร์พี (15 นาที)	391		391	596	609	619	627	313
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	391		404	607	620	627	638	336
ไออาร์พี'(มิลลิโวลท์)	391		199	79	206	265	251	65
พีเอช	3		3.01	3	2.93	2.81	2.63	2.95
พีเอช'	3		10.51	11.12	9.66	8.33	8.46	10.57
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.9	26.8	26.6	26.8	27	26.9
อุณหภูมิ'(องศาเซลเซียส)			27	26.9	26.9	26.9	27	27.1

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	145	128	103	21	53	67	59	98
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		11.72	28.97	85.52	77.24	53.79	59.31	32.41
ค่าของสี'(SU)	145	128	97	31	12	11	9	57
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		11.72	33.10	78.62	91.72	92.41	93.79	60.69
ซีไอดี (มก./ล.)	518	461	461	422	307	384	307	461
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		11.00	11.00	18.53	40.73	25.87	40.73	11.00
ซีไอดี'(มก./ล.)	518	461	346	384	268	288	307	307
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี'(%)		11.00	33.20	25.87	44.40	44.40	40.73	40.73
ไออาร์พี (15 นาที)	391		391	596	609	619	627	313
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	391		392	604	622	636	643	294
ไออาร์พี'(มิลลิโวลท์)	391		63	163	213	261	234	147
พีเอช	3		3.07	2.95	2.9	2.72	2.65	2.96
พีเอช'	3		11.04	10.18	9.31	8.52	8.85	8.47
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			27.1	27	27	27.3	27.2	27.3
อุณหภูมิ'(องศาเซลเซียส)			27.2	27.2	27.2	27.1	27	27.3

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	145	128	105	24	26	35	31	98
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		11.72	27.59	83.45	82.07	75.86	78.62	32.41
ค่าของสี'(SU)	145	128	105	25	11	9	8	53
ประสิทธิภาพการลดสี'(%)		11.72	27.59	82.76	92.41	93.79	94.28	83.45
ซีไอดี (มก./ล.)	518	461	499	422	307	307	288	442
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		11.00	3.67	18.53	40.73	40.73	44.40	14.67
ซีไอดี'(มก./ล.)	518	461	459	384	230	252	250	307
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี'(%)		11.00	3.67	25.87	55.60	62.95	51.74	40.73
ไออาร์พี (15 นาที)	391		391	596	609	619	627	313
ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)	391		406	602	627	644	651	304
ไออาร์พี'(มิลลิโวลท์)	391		100	164	166	178	118	89
พีเอช	3		3.01	2.97	2.92	2.79	2.63	2.92
พีเอช'	3		9.55	9.52	9.24	10.32	10.35	9.88
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			27.1	27	27.4	27.3	27.1	27.3
อุณหภูมิ'(องศาเซลเซียส)			27.5	27.3	27.1	27.1	27.1	27.6

หมายเหตุ : 1=ชุดควบคุม, 2=เหล็กขั้วไฟฟ้าชนิดเดียวกันปริมาณเท่ากับที่ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=800(มก./ล.), 3=เครื่องหมาย : " คือหลังผ่านการบำบัดด้วยปูนขาว



เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	126	110	96	61	7	9	30	95
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		12.70	23.81	51.59	94.44	92.86	76.19	24.60
ค่าของสี (SU)	126	110	109	59	9	7	0	69
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		12.70	13.49	53.17	92.86	94.44	100.00	45.24
ซีไอดี (มก./ล.)	615	574	574	615	513	472	451	574
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		6.67	6.67	0.00	16.59	23.25	26.67	6.67
ซีไอดี (มก./ล.)	615	574	574	492	472	410	369	574
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี (%)		6.67	6.67	20.00	23.25	33.23	40.00	6.67
ไออาร์พี (15 นาที)	365		406	560	600	600	602	277
ไออาร์พี (มิลลิเวทท์)	365		365	563	601	607	616	221
ไออาร์พี (มิลลิเวทท์)	365		138	1	119	213	24	34
พีเอช	3		3.08	2.99	2.98	2.96	2.91	3.02
พีเอช	3		8.26	10.66	9.5	8.33	10.4	10.75
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			25.8	25.5	25.6	25.5	25.5	25.8
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26	25.9	25.9	25.9	25.9	26

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	126	110	95	61	8	8	17	94
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		12.70	24.60	51.59	93.65	93.65	86.51	25.40
ค่าของสี (SU)	126	110	103	55	3	0	0	66
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		12.70	18.25	56.35	97.62	100.00	100.00	47.62
ซีไอดี (มก./ล.)	615	574	492	595	492	390	410	595
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		6.67	20.00	3.25	20.00	36.59	33.33	3.25
ซีไอดี (มก./ล.)	615	574	512	410	369	328	328	500
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี (%)		6.67	16.75	33.23	40.00	46.67	46.67	18.70
ไออาร์พี (15 นาที)	365		406	560	600	600	602	277
ไออาร์พี (มิลลิเวทท์)	365		370	560	544	609	610	246
ไออาร์พี (มิลลิเวทท์)	365		78	19	39	126	88	58
พีเอช	3		3.08	2.99	3	2.93	2.92	3.02
พีเอช	3		10.41	10.58	10.37	9.57	9.94	9.95
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.1	25.8	25.7	25.6	26.1	26.1
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.4	26.1	26.3	26.2	26.3	26.4

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเสีย เริ่มต้น	น้ำเสียที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					
			0	200	500	800	1200	FeSO <sub>4</sub>
ค่าของสี(SU)	126	110	94	58	8	9	15	94
ประสิทธิภาพการลดสี(%)		12.70	25.40	53.97	93.65	92.86	88.10	25.40
ค่าของสี (SU)	126	110	84	56	4	1	0	43
ประสิทธิภาพการลดสี (%)		12.70	33.33	55.56	96.83	99.21	100.00	65.07
ซีไอดี (มก./ล.)	615	574	574	636	533	451	472	636
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี(%)		6.67	6.67	9.41	13.53	26.67	23.25	6.67
ซีไอดี (มก./ล.)	615	574	523	535	431	308	410	472
ประสิทธิภาพการลดซีไอดี (%)		6.67	13.33	13.33	29.32	49.92	33.33	23.25
ไออาร์พี (15 นาที)	365		406	560	600	600	602	277
ไออาร์พี (มิลลิเวทท์)	365		413	540	595	608	620	246
ไออาร์พี (มิลลิเวทท์)	365		137	162	227	244	229	161
พีเอช	3		3.06	2.99	2.93	2.93	2.89	3
พีเอช	3		9.96	9.32	8.4	7.89	8.35	7.85
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.1	26	26	26	26.1	26.1
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			27	27	27.1	26.9	27	27

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 1 ชั่วโมง

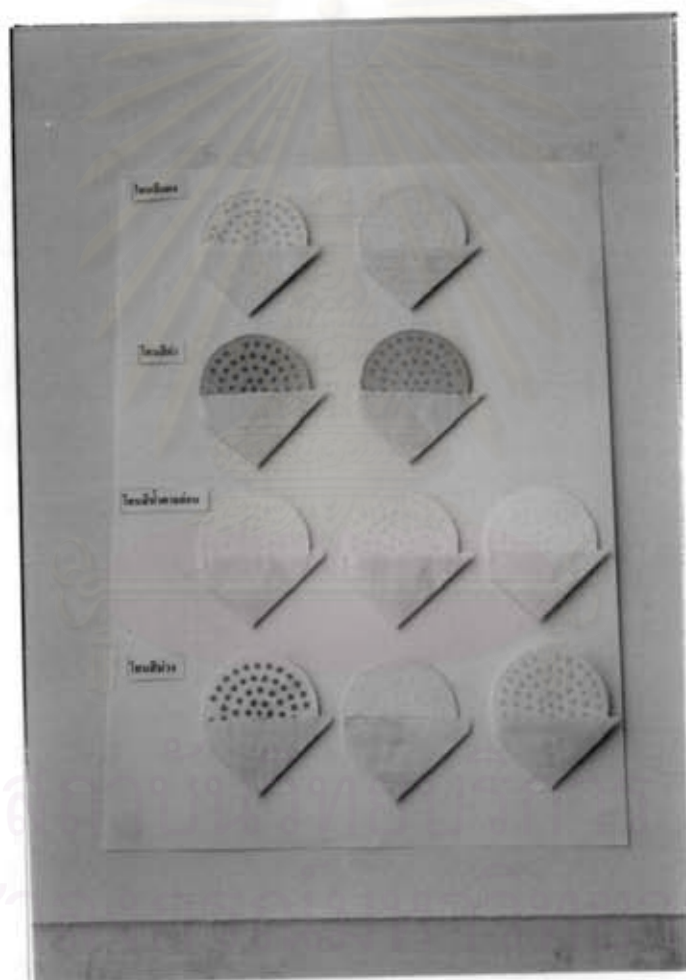
พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเลี้ยง เริ่มต้น	น้ำเลี้ยงที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	139	139	95	73	96	7	7	94
ประสิทธิภาพการลดสี(%)			31.65	47.48	74.10	94.96	94.96	32.37
ค่าของสี <sup>1</sup> (SU)	139	139	107	65	52	18	8	79
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>1</sup> (%)			23.02	53.24	62.59	87.05	94.24	43.17
ซีโอไซด์ (มก./ล.)	624	624	582	603	603	645	541	582
ประสิทธิภาพการลดซีโอไซด์(%)			6.73	3.37	3.37	-3.37	13.30	6.73
ซีโอไซด์ <sup>1</sup> (มก./ล.)	624	624	541	541	520	603	541	541
ประสิทธิภาพการลดซีโอไซด์ <sup>1</sup> (%)			13.30	13.30	16.67	3.37	13.30	13.30
เออาร์พี (15 นาที)	356		409	523	576	590	597	266
เออาร์พี (ผลเฉลย)	356		424	523	576	593	600	226
เออาร์พี <sup>1</sup> (ผลเฉลย)			109	100	137	260	206	131
พีเอช	3		3.02	3.02	2.96	2.91	2.89	2.99
พีเอช <sup>1</sup>	3		10.14	10.22	9.66	8.02	8.77	9.25
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.5	26.5	26.4	26.9	26.2	26.5
อุณหภูมิ <sup>1</sup> (องศาเซลเซียส)			26.6	26.8	26.8	26.5	26.5	26.6

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 2 ชั่วโมง

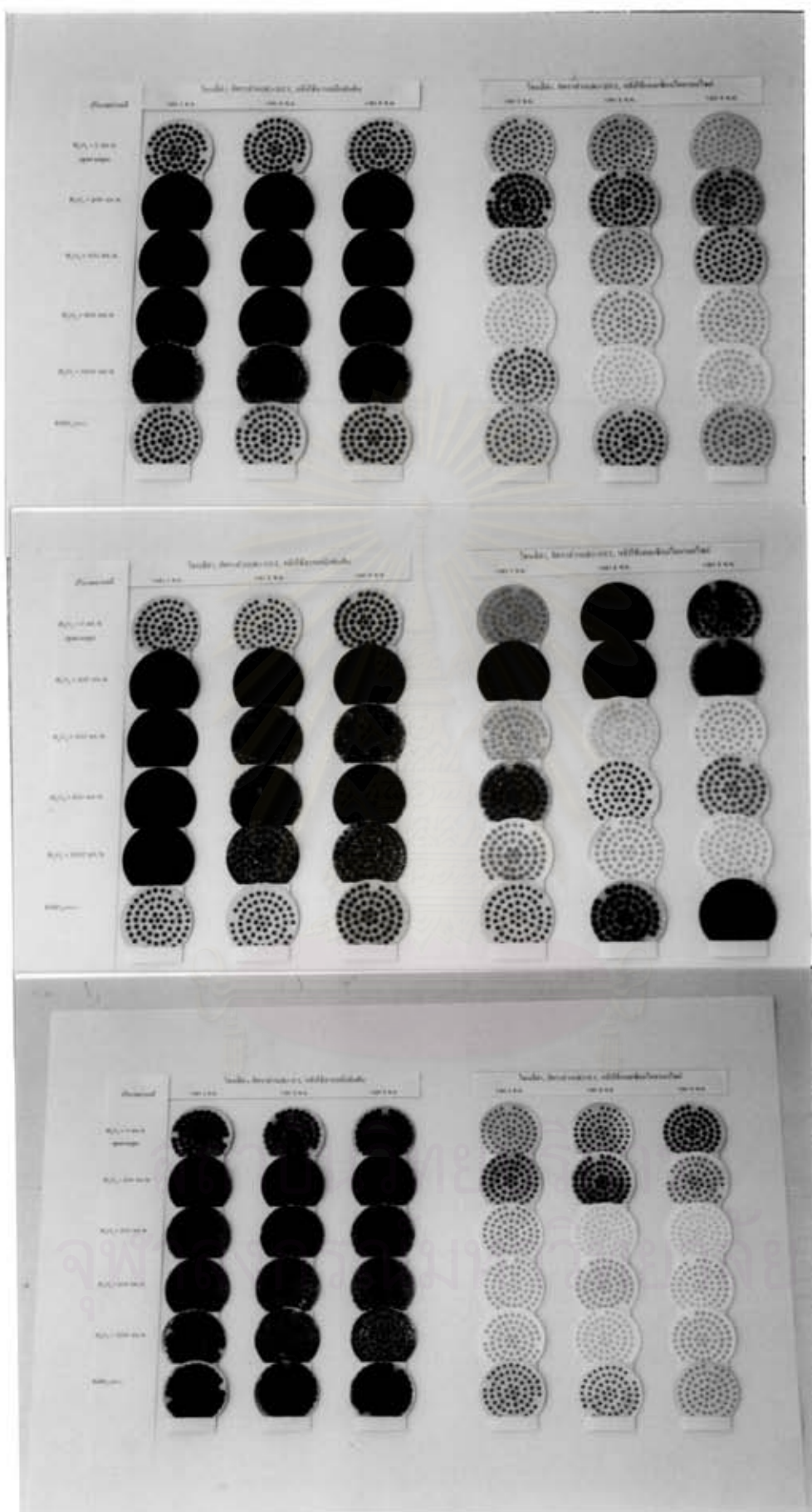
พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเลี้ยง เริ่มต้น	น้ำเลี้ยงที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	139	139	95	84	34	6	6	94
ประสิทธิภาพการลดสี(%)			31.65	39.57	75.54	95.68	95.68	32.37
ค่าของสี <sup>1</sup> (SU)	139	139	101	78	46	9	4	95
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>1</sup> (%)			27.34	43.88	66.91	93.53	97.12	31.65
ซีโอไซด์ (มก./ล.)	624	624	707	624	749	686	686	707
ประสิทธิภาพการลดซีโอไซด์(%)			-13.30	0.00	-20.03	-9.94	-9.94	-13.30
ซีโอไซด์ <sup>1</sup> (มก./ล.)	624	624	541	541	624	562	478	582
ประสิทธิภาพการลดซีโอไซด์ <sup>1</sup> (%)			13.30	13.30	0.00	9.94	23.40	6.73
เออาร์พี (15 นาที)	356		409	523	576	590	597	266
เออาร์พี (ผลเฉลย)	356		413	532	575	590	599	231
เออาร์พี <sup>1</sup> (ผลเฉลย)	356		86	110	111	155	63	138
พีเอช	3		3.03	2.98	2.96	2.9	2.88	2.98
พีเอช <sup>1</sup>	3		10.48	9.68	9.63	9.41	10.22	9.33
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.5	26.9	26.4	26.5	26.5	26.5
อุณหภูมิ <sup>1</sup> (องศาเซลเซียส)			26.6	26.7	26.6	26.6	26.6	26.6

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 3 ชั่วโมง

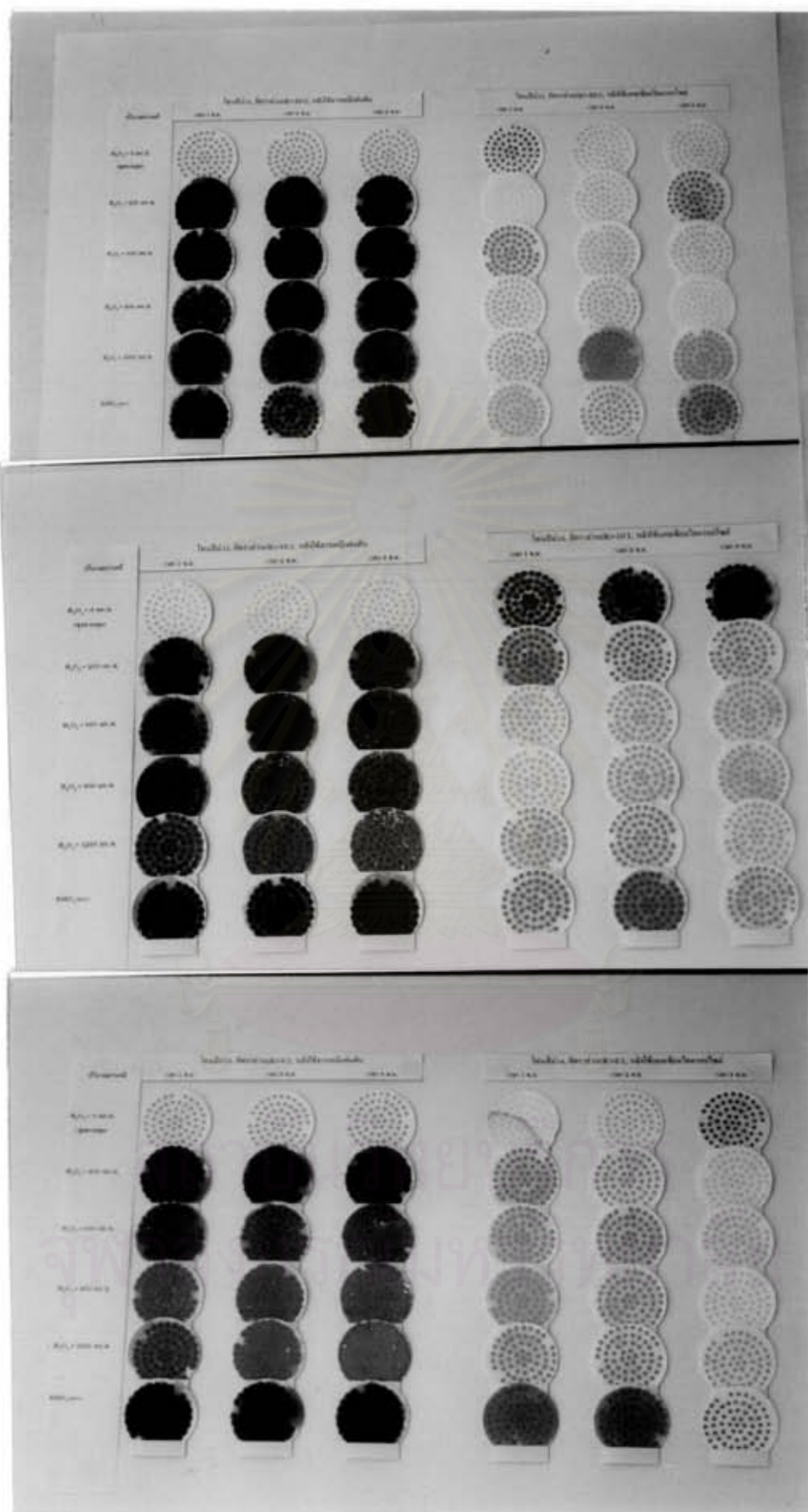
พารามิเตอร์ที่ทำการวัด	น้ำเลี้ยง เริ่มต้น	น้ำเลี้ยงที่ ผ่านการกรอง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (มก./ล.)					FeSO <sub>4</sub> <sup>2</sup>
			0	200	500	800	1200	
ค่าของสี(SU)	139	139	93	69	35	7	6	93
ประสิทธิภาพการลดสี(%)			33.09	50.36	74.82	94.96	95.68	33.09
ค่าของสี <sup>1</sup> (SU)	139	139	101	75	45	37	6	98
ประสิทธิภาพการลดสี <sup>1</sup> (%)			27.34	46.04	67.63	73.38	95.68	29.50
ซีโอไซด์ (มก./ล.)	624	624	666	832	707	707	666	666
ประสิทธิภาพการลดซีโอไซด์(%)			-6.73	-33.33	-13.30	-13.30	-6.73	-6.94
ซีโอไซด์ <sup>1</sup> (มก./ล.)	624	624	666	707	624	562	532	645
ประสิทธิภาพการลดซีโอไซด์ <sup>1</sup> (%)			-6.73	-13.30	0.00	9.94	6.75	-3.37
เออาร์พี (15 นาที)	356		409	523	576	590	597	266
เออาร์พี (ผลเฉลย)	356		416	530	570	589	599	246
เออาร์พี <sup>1</sup> (ผลเฉลย)	356		100	160	120	136	160	149
พีเอช	3		3.02	2.99	2.93	2.9	2.85	2.97
พีเอช <sup>1</sup>	3		10.62	9.59	9	9.35	9.8	9.51
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			26.5	26.4	26.4	26.5	26.5	26.6
อุณหภูมิ <sup>1</sup> (องศาเซลเซียส)			26.1	26.3	26.3	26.2	26.1	26.1



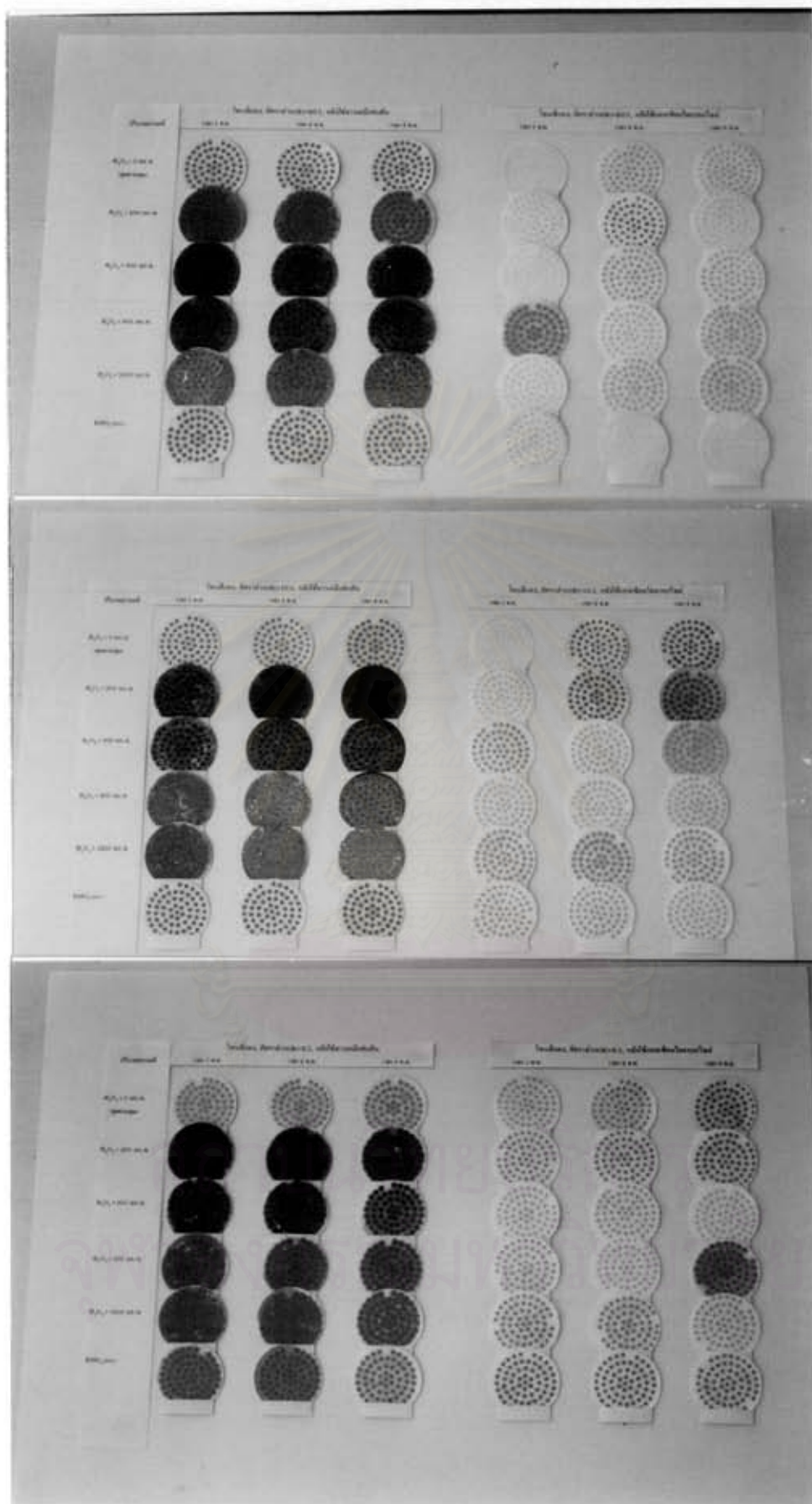
รูป ๗.๑ แสดงลักษณะของตะกอนสี่ที่ป็นอยู่ในน้ำเสียรี่เอกทีฟ  
ตั้งคั่นสำหรับโหนดี่ต่าง ๆ



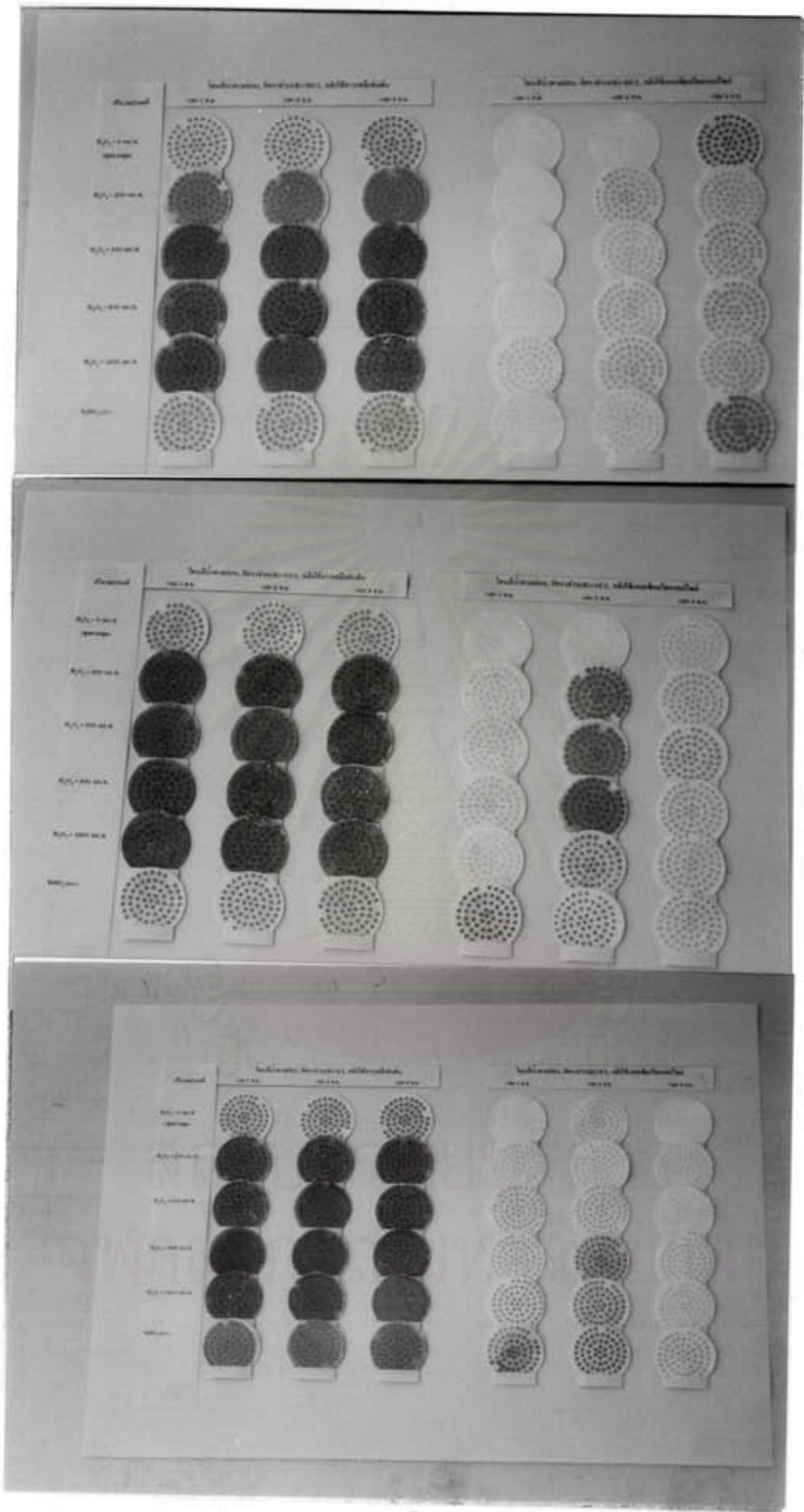
รูป ๑๒ แสดงทีและลักษณะตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีเฟนตันที่อัตราส่วน  
 $R=5:1$ ,  $R=10:1$ ,  $R=20:1$  ทำปฏิกิริยากับน้ำเสียสีรีแอกทีฟโทนสีดำ



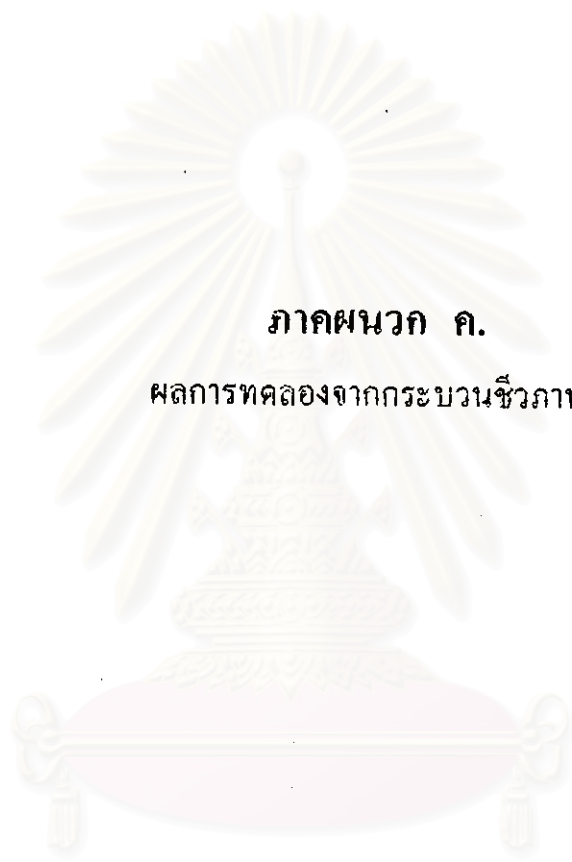
รูป ข2 แสดงสีและลักษณะตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีฟีนคันที่อัตราส่วน  
 $R=5:1$ ,  $R=10:1$ ,  $R=20:1$  ทำปฏิกิริยากับน้ำเสียสีรีแอกทีฟโทนสีม่วง



รูป ข2 แสดงสีและลักษณะตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีฟอสฟอรัสที่อัตราส่วน R=5:1, R=10:1, R=20:1 ทำปฏิกิริยากับน้ำเสียสีรีแอกทีฟโทนสีแดง



รูป ข2 แสดงสีและลักษณะตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีเฟนตันที่อัตราส่วน R=5:1, R=10:1, R=20:1 ทำปฏิกิริยากับน้ำเสียสิริแอกทีฟโทนสีน้ำตาลอ่อน



ภาคผนวก ค.

ผลการทดลองจากกระบวนการเรียนรู้ภาพ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ตาราง ก.1

ข้อมูลทีเอชและเอสวี30ของระบบ SBR

วันที่	ทีค่า		ทีค่า บำบัด		ทีน้ำคาลอ่อน		ทีน้ำคาลอ่อน บำบัด	
	พอซ	เอสวี 30	พอซ	เอสวี 30	พอซ	เอสวี 30	พอซ	เอสวี 30
	ค่า	ค่า	ค่าบำบัด	ค่าบำบัด	น้ำคาล	น้ำคาล	น้ำคาลบำบัด	น้ำคาลบำบัด
15/1	8.39	50	6.62	90	8.74	50	7.85	55
16/1	8.32	50	7.59	85	8.95	23	7.51	80
17/1	8.48	50	7.62	75	8.27	23	7.61	84
18/1	8.49	50	7.51	84	8.91	20	7.47	76
19/1	8.39	65	7.43	90	8.96	20	7.64	70
20/1	8.54	39	7.76	87	8.87	23	7.76	26
21/1	8.57	42	7.57	89	8.92	22	7.73	30
22/1	8.61	37	7.65	80	8.9	22	7.8	27
23/1	8.59	31	7.71	76	8.82	15	7.81	21
24/1	8.67	29	7.85	78	9.02	14	7.99	23
25/1	8.6	26	7.82	74	8.55	14	7.59	24
26/1	8.58	26	7.82	79	8.96	18	8.01	24
27/1	8.57	27	7.79	71	8.55	14	8	24
28/1	8.42	23	7.71	67	8.88	9	7.99	17
29/1	8.31	22	7.56	74	8.79	12	7.97	23
30/1	8.32	24	7.62	73	8.51	11	8.06	20
31/1	8.22	23	7.39	47	8.77	12	7.93	20
1/2	8.6	22	7.72	40	9.04	8	8.09	18
2/2	8.51	21	7.61	27	8.96	8	8.07	18
3/2	8.6	22	7.76	36	9.12	9	8.23	20
4/2	8.5	20	7.36	33	9.01	8	7.92	17
5/2	8.65	19	7.34	42	8.99	9	8.11	16
6/2	8.49	17	7.3	32	9.01	8	8.11	14
7/2	8.76	17	7.5	33	9.09	6	8.03	21
8/2	8.32	17	7.14	34	8.73	8	7.88	17
9/2	8.39	17	7.34	33	8.93	7	7.89	13
10/2	8.42	15	7.05	38	8.8	5	8.06	19
11/2	8.49	15	6.97	35	8.81	6	8.11	22
12/2	8.59	16	7.15	40	8.84	8	8.14	16
13/2		15		34		7	8.10	18
14/2	8.48	14	7.05	34	8.85	6	8.14	17
15/2	8.54	16	7.16	34	8.91	7	8.14	19
16/2	8.50	14	7.18	32	8.88	6	7.9	18
17/2	8.61	13	7.41	30	8.91	6	8.09	19
18/2	8.49	12	6.6	30	8.85	6	8	17
19/2	8.46	11	6.72	28	8.82	6	7.92	17
20/2	8.46	12	6.77	23	8.88	9	7.99	15
21/2	8.42	13	6.55	23	8.85	8	8.04	17
22/2	8.42	12	6.60	22	8.94	8	7.9	18
23/2	8.43	11	6.59	22	8.92	9	7.95	18
24/2	8.58	11	6.33	22	9.03	7	8.03	17
25/2	8.6	11	7.02	23	9.04	7	8.12	16
26/2	8.51	12	6.72	23	8.99	8	8.11	17
27/2	8.65	10	6.65	23	9.05	8	8.09	16
28/2	8.54	11	6.82	23	9.06	7	8.07	16
1/3	8.66	10	6.4	23	9.17	5	8.28	15
2/3	8.6	10	6.43	25	9.14	4	8.22	15
3/3	8.6	10	6.23	25	9.12	4	8.26	26
4/3	8.65	10	6.28	25	9.15	5	8.34	30
5/3	8.69	10	6.10	22	9.13	4	8.32	26
6/3					9.1	4	8.31	20
7/3					9.15	5	8.43	21
8/3					9.22	5	8.45	20

## ข้อมูลฟิวเจอร์และเอสดี 30 ของระบบ SBR

วันที่	สีแดง		สีแดงปรับ		สีม่วง		สีม่วง ปรับ	
	ฟิวเจอร์	เอสดี 30	ฟิวเจอร์	เอสดี 30	ฟิวเจอร์	เอสดี 30	ฟิวเจอร์	เอสดี 30
	แดง	แดง	แดงปรับ	แดงปรับ	ม่วง	ม่วง	ม่วงปรับ	ม่วงปรับ
15/1	8.68	87	7.6	89				
16/1	8.86	72	7.61	83				
17/1	8.72	38	7.7	86				
18/1	8.89	30	7.58	68				
19/1	8.9	34	7.65	74				
20/1	8.82	23	7.71	33				
21/1	8.95	22	7.88	30				
22/1	8.92	21	7.8	28				
23/1	8.54	14	7.89	24				
24/1	9.02	14	8.05	23				
25/1	8.98	14	8.06	22				
26/1	8.97	19	8.04	25				
27/1	8.91	24	7.9	23				
28/1	8.88	9	8.02	23				
29/1	8.8	10	7.94	24				
30/1	8.83	12	8.02	24				
31/1	8.77	10	7.89	21				
1/2	8.84	4	7.99	19				
2/2	8.83	3	7.94	19				
3/2	8.88	3	8.06	18				
4/2	8.87	3	7.3	16	5.53	42	5.5	89
5/2	6.68	3	7.76	16	6.15	29	5.64	81
6/2	8.47	2	7.87	16	7.68	25	6.1	45
7/2	8.7	3	7.55	16	7.92	17	6.57	50
8/2	8.88	2	7.76	18	8.06	17	6.81	42
9/2	8.53	2	7.6	17	8.14	23	7.22	47
10/2	8.67	2	7.82	17	8.27	19	7.53	41
11/2	8.76	2	7.77	14	8.39	8	7.42	28
12/2	8.74	2	7.84	15	8.47	12	7.68	33
13/2		2		14		12		30
14/2	8.88	1	7.94	15	8.43	10	7.58	34
15/2	8.85	1	7.99	15	8.47	10	7.67	30
16/2	8.9	1	8.9	15		12		31
17/2	8.92	1	8	15	8.3	11	7.63	30
18/2	8.91	1	7.84	14	8.47	9	7.54	26
19/2	8.91	1	7.81	14	8.49	11	7.61	28
20/2	8.84	1	7.81	14	8.47	8	7.55	26
21/2	8.94	1	7.82	14	8.55	9	7.72	26
22/2	8.87	2	7.8	14	8.26	9	7.78	25
23/2	9	2	7.89	14	8.3	8	7.75	25
24/2	8.88	2	7.96	14	8.51	6	7.66	24
25/2	9.08	1	7.98	13	8.48	6	7.93	25
26/2	9.07	2	7.96	13	8.66	5	7.88	23
27/2	9.04	2	7.93	13	8.6	5	7.83	23
28/2	9.04	2	7.81	13	8.61	5	7.86	21
1/3	9.1	2	7.95	13	8.7	5	7.86	21
2/3	9.06	2	7.79	13	8.42	6	7.8	21
3/3	9.08	2	7.7	13	8.61	5	7.82	21
4/3	9.1	2	7.66	13	8.64	4	7.85	21
5/3	9.08	2	7.73	13	8.62	5	7.82	21
6/3					7.61	4	7.84	21
7/3					8.71	4	7.64	21
8/3					8.73	4	7.65	20



ข้อมูลการวัดค่า DO ที่เวลา 40 นาที หลังการเติมน้ำเสียเข้าสู่ระบบ SBR

เวลา(วินาที)	ค่า	ค่าปมัด	น้ำตก	น้ำตกปมัด	แดง	แดงปมัด	ม่วง	ม่วงปมัด
10	7.67	7.56	5.86	6.9	7.29	7.18	7.56	7.56
20	7.66	7.55	5.8	6.83	7.27	7.14	7.55	7.55
30	7.66	7.53	5.72	6.76	7.25	7.09	7.54	7.54
40	7.65	7.52	5.61	6.69	7.23	7.05	7.53	7.53
50	7.64	7.51	5.5	6.61	7.21	7	7.52	7.52
60	7.63	7.49	5.39	6.54	7.19	6.95	7.51	7.51
80	7.62	7.46	5.16	6.38	7.13	6.85	7.48	7.49
100	7.6	7.44	4.92	6.23	7.08	6.75	7.45	7.47
120	7.59	7.41	4.68	6.07	7.04	6.65	7.42	7.45
140	7.57	7.38	4.44	5.92	6.99	6.55	7.4	7.42
160	7.55	7.36	4.2	5.77	6.93	6.45	7.37	7.4
180	7.54	7.33	3.96	5.62	6.88	6.35	7.34	7.37
210	7.52	7.29	3.61	5.39	6.8	6.2	7.3	7.33
240	7.49	7.26	3.26	5.16	6.73	6.06	7.25	7.3
270	7.46	7.21	2.9	4.94	6.65	5.91	7.2	7.27
300	7.44	7.18	2.55	4.72	6.52	5.76	7.16	7.23

ข้อมูลการวัดค่า DO ที่เวลา 60 นาที หลังการเติมน้ำเสียเข้าสู่ระบบ SBR

เวลา(วินาที)	ค่า	ค่าปมัด	น้ำตก	น้ำตกปมัด	แดง	แดงปมัด	ม่วง	ม่วงปมัด
10	7.67	7.57	5.86	6.87	7.27	7.09	7.57	7.56
20	7.67	7.56	5.75	6.8	7.25	7.05	7.56	7.54
30	7.66	7.55	5.64	6.73	7.23	7.01	7.55	7.53
40	7.65	7.54	5.53	6.65	7.21	6.97	7.54	7.51
50	7.64	7.53	5.42	6.57	7.19	6.92	7.53	7.5
60	7.64	7.53	5.3	6.49	7.18	6.87	7.51	7.49
80	7.63	7.5	5.09	6.33	7.12	6.77	7.49	7.46
100	7.61	7.49	4.86	6.18	7.07	6.67	7.47	7.44
120	7.59	7.47	4.64	6.01	7.02	6.58	7.44	7.4
140	7.57	7.45	4.43	5.85	6.97	6.48	7.42	7.38
160	7.55	7.43	4.22	5.69	6.92	6.38	7.39	7.35
180	7.54	7.39	4.04	5.53	6.87	6.29	7.36	7.32
210	7.52	7.36	3.67	5.29	6.79	6.14	7.32	7.28
240	7.49	7.34	3.3	5.06	6.71	5.99	7.27	7.23
270	7.47	7.31	2.94	4.83	6.64	5.84	7.23	7.19
300	7.44	7.27	2.59	4.59	6.56	5.7	7.19	7.16



ภาคผนวก ง.  
ตัวอย่างการคำนวณ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 1. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลองของตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเหล็กซัลเฟตที่อัตราส่วนต่างๆกัน

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (มก/ล)	ปริมาณเหล็กซัลเฟต(มก/ล)ที่อัตราส่วนต่างๆกัน		
	5:1	10:1	20:1
200	178.6*	89.3	44.6
500	446.5	223.2	111.5
800	714.4	357.2	178.4
1200	1071.6	535.8	267.6

\*ตัวเลขที่ใช้เป็นตัวอย่างในการคำนวณ

จากความสัมพันธ์

$$\text{อัตราส่วนโดยโมลระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับเหล็ก(R)} = \frac{(H/h)}{(F/f)} \quad (1)$$

โดย H: ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัม)

F: ปริมาณเฟอร์รัสซัลเฟต(กรัม)

h: มวลโมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์=34 กรัม

f: มวลโมเลกุลของเหล็กซัลเฟต=151.8 กรัม

**ตัวอย่างการคำนวณ**

สมมุติ ใช้น้ำ 1 ลิตร, R=5:1, H=200 มก, F=?

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ (1)} \quad F &= (H/h) * f/R = H/(0.22R) \\ &= (200/34) * 151.8/5 \\ &= 178.6 \text{ มก.} \end{aligned}$$

2.ที่มาของสูตรที่ใช้ในการคำนวณราคาสารเคมีในหัวข้อที่ 4.10

$$\text{ค่าสารเคมี (บาท/ลบ.ม.)} = H * a + F * b + A * c \quad (2)$$

โดย H = ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ (ก./ล.)

F = ปริมาณเหล็กซัลเฟตที่ใช้ (ก./ล.) โดยจากข้อ 1 พบว่า  $F=H/(0.22R)$

A = ปริมาณกรดที่ใช้ในการปรับค่าพีเอชให้เหลือ 3 (ก./ล.)

a (บาท/กก.) = ราคาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (บาท/กก.)

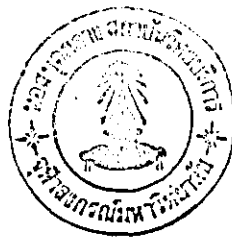
b (บาท/กก.) = ราคาเฟอร์รัสซัลเฟต (บาท/กก.)

c (บาท/กก.) = ราคากรดซัลฟูริก (บาท/กก.)

ดังนั้นสูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าสารเคมีคือ

$$\text{ค่าสารเคมี (บาท/ลบ.ม.)} = H * a + \frac{H}{0.22R} * b + A * c \quad (2)$$

โดย R = อัตราส่วนโดยโมลระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับเหล็ก



### ประวัติผู้เขียน

นาย วุฒิ วิพันธ์พงษ์ เกิดเมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2513 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเมื่อปี พ.ศ. 2531 และได้เข้าศึกษาต่อในภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีเดียวกัน ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตในปี พ.ศ. 2535 ต่อมาในปี พ.ศ. 2538 ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย