รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กาญนิถา ครองธรรมชาติ. 2536. การกำจัดสีของน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้า โดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีด้วยสารโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2527. การกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทยา ยานุเมศ. 2534. กระบวนการผลิตและลักษณะน้ำทิ้งในอุตสาหกรรมสิ่งทอ. รายงานสรุปผลการประชุมสัมมนาเรื่องการบัดบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ วันที่ 26 มีนาคม 2534.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2526. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ. 2525. การกำจัดสีน้ำทิ้งจากโรงงานย้อมผ้าด้วยแมกเนเซียมคาร์บอเนตเบสิกไฮเดรท. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัจฉราพร ไศละสูตร. 2527. คู่มือการย้อมสี. กรุงเทพมหานคร : เทคนิก 19 การพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ

Altinbas , U. , Dokmeci , S., and Baristiran , A. 1995. Treability study of wastewater from textile industry. Environmental technology 16 : 389 – 394

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control. 1985. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 16 th Ed. Washington, D.C. : American Publish Health Association.

Beszedits, S. , Lugowaki , A., and Miyamoto , H.K. 1980. Color removal from textile mill effluent . New Jersey : Textile book service.

Eckenfelder , W.W , Jr. 1989. Industrial water pollution control. 2 nd ed. New york : Mc. Graw – Hill International edition.

Grau, P. 1991. Textile industry wastewater treatment. Wat. Sci. Tech. 24:97-103.

Judkin, J. F. , Jr., and Hornsby, J. S. 1978. Color removal from textile dye waste using magnesium carbonate . Journal Water Pollution Control. 50 (11) : 2446-2456.

Kace , J.S., and Linford , H.B. 1975. Reduce cost flocculation of a textile dyeing wastewater. Journal Water Pollution Control Federation 47 : 1971 – 1977.

Kammer , F.N., ed. 1988. The nalco water handbook. 2 nd ed. New York : Mc Graw – Hill International edition.

Kanekar , P. , and Sarnaik , S. 1991. An activated sludge process to reduce the pollution load of a dye – industry waste. Environmental pollution. 70: 27-33.

Kootatep , T. 1993. Color removal from textile finishing wastewater. Master's thesis, AIT.

Koprivanac , N. , Bosanac , G. , Grabaric , Z., and Papic , S. 1993. Treatment of wastewater from dye industry. Environmental technology. 14 : 385 – 390.

Kuo , W.G. 1992. Decolorizing dye wastewater with fenton's reagent. Wat Res. 26 (7) : 881-886.

Lin , S. H. , and Lo, C. C. 1997. Fenton process for treatment of desizing wastewater. Wat. Res. 31 (8) : 2050-2056.

McKay , G. , Ramprasad , G. , and Mowli , P. 1987. Desorption and regeneration of dye colors from low-cost materials. Wat. Res. 21 (3) : 375 – 377.

Naumczyk , J. , Szpyrkowicz , L. , and Zilio – Grandi , F. 1996. Electrochemical treatment of textile wastewater. Wat. Sci. Tech. 34 : 17 – 24.

Nuphan , P. 1992. Treatment of jeans bleaching factory wastewater for removal of color, COD and Manganese by Ferrous Sulphate , Ferric Sulphate in conjunction with polymer coagulant aids. Master' s thesis , Kasetsart university.

Sun , G. , and Xu, X. 1997. Sunflower stalks as adsorbents for color removal from textile wastewater. Ind. Eng. Chem. Res. 36 : 808 - 812.

Sundstrom , D.W. , and Klei , H.E. 1979 Wastewater treatment. Engkwood Cliffs., N.J: Prentice – Hall, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีสารละลายสีแวต YELLOW 5GF ด้วย Zenfrifloc 95 และ Lamfloc 1525

t – test for paired samples

Variable	Number of pairs	corr.	2 - tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
Lamfloc				98.9867	0.172	0.099
	3	-.852	0.350			
Zentrifloc				76.6833	4.221	2.437

Paired Diffferences			T – value	df	2- tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
22.3033	4.369	2.522	8.84	2	0.013
95%CI (11.451, 33.156)					

ค่าการกำจัดสีแวต YELLOW 5GF โดยใช้ Zentrifloc 95 และ Lamfloc 1525 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีสารละลายสีแวต BLUE RS ด้วย Zentrifloc 95 และ Lamfloc 7985

t – test for paired samples

Variable	Number of pairs	corr.	2 - tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
Lamfloc				98.0200	0.393	0.227
	3	-.818	0.390			
Zentrifloc				87.5133	1.614	0.932

Paired Diffferences			T – value	df	2- tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
10.5067	1.312	0.758	13.87	2	0.005
95%CI (7.246, 13.767)					

ค่าการกำจัดสีแวต BLUE RS โดยใช้ Zentrifloc 95 และ Lamfloc 1525 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีสารละลายสีรีแอกทีฟ BULE GNE ด้วย Zentrifloc 95 และ Lamfloc 1525

t – test for paired samples

Variable	Number of pairs	corr.	2 - tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
Lamfloc				96.4400	0.812	0.469
	3	0.861	0.339			
Zentrifloc				83.2000	0.521	0.301

Paired Diffferences			T – value	df	2- tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
13.2400	0.449	0.259	51.06	2	0.000
95% CI (12.124, 14.356)					

ค่าการกำจัดสีรีแอกทีฟ BLUE GNE โดยใช้ Zentrifloc 95 และ Lamfloc 1525 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำทิ้งแวต โทนสีเหลือง ด้วย Lamfloc 1525 และสารส้ม

t – test for paired samples

Variable	Number of pairs	corr.	2 - tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
Lamfloc				82.7367	2.980	1.720
	3	-0.617	0.576			
Zentrifloc				97.6133	0.253	0.146

Paired Diffferences			T – value	df	2- tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
-14.8767	3.142	1.814	-8.20	2	0.015
95% CI (-22.683, -7.070)					

ค่าการกำจัดสีน้ำทิ้งแวตโทนสีเหลืองระหว่าง Lamfloc 1525 และสารส้ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำทิ้งแวต โทนสีน้ำเงิน ด้วยสารส้มและ Lamfloc 1525

t – test for paired samples

Variable	Number of pairs	corr.	2 - tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
Lamfloc				80.9867	1.245	0.719
	3	-0.985	0.112			
Zentrifloc				91.9433	0.331	0.191

Paired Diffferences			T – value	df	2- tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
-10.9567	1.572	0.908	-12.07	2	0.007
95% CI (-14.862, -7.051)					

ค่าการกำจัดสีน้ำทิ้งแวตโทนสีน้ำเงินระหว่าง Lamfloc 1525 และสารส้ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำทิ้งแอกทีฟด้วยสารส้ม และ Lamfloc 1525

t – test for paired samples

Variable	Number of pairs	corr.	2 - tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
Lamfloc				40.0300	0.312	0.180
	3	-0.115	0.927			
Zentrifloc				96.7267	0.579	0.334

Paired Diffferences			T – value	df	2- tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
-56.6967	0.688	0.397	-142.69	2	0.000
95% CI (-58.406, -54.987)					

ค่าการกำจัดสีน้ำทิ้งรีแอกทีฟโทนสีน้ำเงินระหว่าง Lamfloc 1525 และสารส้ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ค่าซีโอดีและเอสเอส

SUSPENDED SOLID (ค่าเอสเอส)

ค่าเอสเอส หมายถึงของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ สามารถหาได้โดยการนำสารละลายส่วนบนของสารตัวอย่างมาทำการทดลอง

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการกรองแบบดูด 1 ชุด
2. กระดาษกรองใยแก้ว (GLASS MICRO FIBER FILTER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 mm
3. ตู้อบที่สามารถให้ความร้อนได้ถึง 105 ^{o}C

วิธีการ

1. นำกระดาษกรองใยแก้วไปอบที่อุณหภูมิ 105 ^{o}C และชั่งน้ำหนัก
2. นำสารตัวอย่างมาประมาณ 100 cm^3 กรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วในข้อ 1.
3. นำกระดาษกรองใยแก้วในข้อ 2. ไปอบที่อุณหภูมิ 105 ^{o}C และชั่งน้ำหนักซ้ำ

วิธีการคำนวณ

SS (mg/l) = A – B

เมื่อ A = น้ำหนักกระดาษกรองใยแก้วก่อนกรองสารตัวอย่าง

B = น้ำหนักกระดาษกรองใยแก้วหลังกรองสารตัวอย่าง

CHEMICAL OXYGEN DEMAND (ค่าซีโอดี)

ค่าซีโอดี เป็นค่าความต้องการออกซิเจนในการสลายสารทั้งหมดในน้ำตัวอย่างทั้งชนิดที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ และชนิดที่จุลินทรีย์ย่อยสลายไม่ได้ การวิเคราะห์ค่าซีโอดีเป็นการวัดค่าความสกปรกของน้ำทิ้ง โดยวิธีทางเคมีด้วยตัวออกซิไดซ์อย่างแรง ในสารละลายที่เป็นกรดจนได้ผลิตภัณฑ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยทั่วไปค่าซีโอดีจะมีค่าสูงกว่าค่าบีโอดี

ยกเว้นในกรณีที่ในน้ำทิ้งมีสารอินทรีย์ที่ระเหยง่าย ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจากการรีฟลักซ์ จะทำให้สารอินทรีย์ดังกล่าวสลายตัวไป

อุปกรณ์

1. หลอดย่อยสลาย (DIGESTION VESSELS) ขนาด 25 * 150 mm พร้อมฝาเกลียว
2. ที่วางหลอดย่อยสลาย (HEATING BLOCK)
3. ตู้อบซึ่งสามารถให้ความร้อนได้ถึง 150 ^{o}C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

สารเคมีที่ใช้ในการหาค่าซีโอดี

1. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต
2. กรดซัลฟุริกรีเอเจนต์
3. สารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต
4. สารละลายเฟอโรอิน
5. กรดซัลฟามิก
6. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮโดรเจนพตาเลต

วิธีการ

1. ล้างหลอดทดลองและฝาด้วย กรดซัลฟุริก 20 % ก่อนนำมาใช้
2. เติมสารตัวอย่างลงไปในหลอดทดลองปริมาณ 10 cm^3
3. เติมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตลงไปในปริมาณ 5 cm^3
4. เติมกรดซัลฟุริกรีเอเจนต์ลงไปในปริมาณ 15 cm^3
5. ปิดฝา ผสมให้เข้ากันจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 ^{o}C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
6. หลังจากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมสารละลายเฟอโรอินลงไป 1–2 หยด
7. นำไปไตเตรทกับเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวแกมน้ำเงินไปเป็นสีส้มแดง
8. ทำแบลงค์พร้อม ๆ กับสารตัวอย่าง โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารตัวอย่าง ตามวิธีข้อ 1 – 7 ทุกประการ

วิธีการคำนวณ

COD (mg/l) = (A-B) M x 8000 / ปริมาณ สารตัวอย่าง cm^3

เมื่อ A = ปริมาตรเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตแบลงค์

B = ปริมาตรเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตสารตัวอย่าง

M = ความเข้มข้นของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต

ภาคผนวก ค

มาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) วันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ค่าความเป็นกรดและด่าง มีค่า 5.5-9.0
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) มีค่าดังนี้
   1.1 ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล.
   1.2 น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็มเกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเล ค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล.
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่เกิน 50 มก./ล.
4. อุณหภูมิ ไม่เกิน 40 ^{o}C
5. สีหรือกลิ่น ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H_2S) ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN) ไม่เกิน 0.2 มก./ล.
8. ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
9. สารประกอบฟีนอล (Phenols) ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
10. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
11. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand :BOD) ไม่เกิน 20 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 60 มก./ล.

12. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 200 มก./ล.
13. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD) ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 400 มก./ล.
14. โลหะหนัก (Heavy Metal)
    1. สังกะสี (Zn) ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
    2. โครเมี่ยมเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium) ไม่เกิน 0.25 มก./ล.
    3. โครเมี่ยมซนิดไตรวาเลนท์ (Trivalent Chromium) ไม่เกิน 0.75 มก./ล.
    4. ทองแดง (Cu)) ไม่เกิน 2.0 มก./ล.
    5. แคดเมี่ยม (Cd) ไม่เกิน 0.03 มก./ล.
    6. แบเรียม (Ba) ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
    7. ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 0.20 มก./ล.
    8. นิกเกิล (Ni) ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
    9. แมงกานีส (Mn) ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
    10. อาร์เซนิค (As) ไม่เกิน 0.25 มก./ล.
    11. เซเลเนียม (Se) ไม่เกิน 0.02 มก./ล.
    12. ปรอท (Hg) ไม่เกิน 0.005 มก./ล.

ประวัติผู้เขียน

นางสาว พัชราภรณ์ โพธิ์แจ้ง เกิดเมื่อวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2512 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2535 เข้าทำงานที่บริษัท แปซิฟิกมารีนฟู้ดโปรดักส์ จำกัด สมุทรสาคร ในปี พ.ศ. 2535