บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การวัดสี

ในปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าวิธีวัดสีในงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมนั้น ค่าที่วัดได้ควรออกมาเป็นค่าๆ เดียว ไม่ว่าน้ำเสียจะมีโทนสีแตกต่างกันอย่างไร การตีค่าสีของตัวอย่างน้ำเสียเพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม นั้นไม่ควรขึ้นกับโทนสี ซึ่งวิธีวัดสีให้ได้ค่าเดียวนี้ดังกล่าวในบทที่ 2 แล้วว่าทำได้ด้วยวิธีการผสมแม่สี 3 สีเท่านั้น แล้ววัดค่าออกมาเป็นค่า 3 ค่าก่อน แล้วจึงนำมาคำนวณแปลงให้ออกมาเป็นค่าๆ เดียว ตัวอย่างหน่วยวัดนี้คือ หน่วยเอดีเอ็มไอ (ADMI, The American Dye Manufacturers Institute) ซึ่งเป็นหน่วยที่ไม่ได้ยึดหลักความพึงพอใจของมนุษย์เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เงื่อนไขการออกแบบหน่วยวัดเอดีเอ็มไอยังได้ยึดถือแนวความคิดต่อไปนี้

- ใช้ได้กับทุกโทนสี
- ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสี แม้เพียงเล็กน้อยได้ดี
- สัมพันธ์กับค่า APHA
- อุปกรณ์วัดไม่แพงเกินไป

ในทางปฏิบัติทุกวันนี้ การวัดสีเอดีเอ็มไอด้วยเครื่องวัดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ให้ข้อมูลค่อนข้างแม่นยำเพราะใช้หลักของแสง แต่ต้องใช้เวลานานมากต่อการวัดหนึ่งตัวอย่าง วิธีที่สะดวกควรใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์แบบแปรผันความยาวคลื่นได้อัตโนมัติ(สแกนได้เอง) และมีเครื่องบันทึกรวมทั้งคอมพิวเตอร์อยู่ในตัว ซึ่งราคาแพงมาก ส่วนเครื่องมืออื่นที่ราคาย่อมกว่าและสามารถใช้แทนกันได้คือทินโทมิเตอร์ แต่มีข้อเสียคือมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ดังนั้นเมื่อนำไปใช้ต้องมีการใช้ควรมีการตรวจสอบขีดความสามารถก่อน ว่าเหมาะกับวัตถุประสงค์หรือไม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้กระทำในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศกรรมสิ่งแวดล้อม เพื่อความเป็นไปได้ในการหาเครื่องมือวัดสีสำหรับใช้ในการทดลอง จึงเลือกใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งปกติมีใช้กันอยู่ในห้องปฏิบัติการ มาใช้ในการวัดตัวอย่างน้ำเสีย โดยวัดออกมาเป็นค่าแอบซอบแบนท์ ดังนั้นวิธีวัดสีด้วยเครื่องมือชนิดนี้จึงมีขีดจำกัด ตรงที่ต้องเลือกตัวอย่างน้ำเสียที่นำมาใช้ทดลองเป็นน้ำเสียที่มีโทนสีโดดเท่านั้น เพราะเวลาที่หาค่าความยาวคลื่น(นาโนเมตร)ที่สามารถใช้เป็นตัวแทนสำหรับโทนสีใดๆ นั้น จะได้ให้ค่าความยาวคลื่นตัวแทนเพียงช่วงความยาวเดียวเท่านั้น การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจริงมาใช้ทดลองนั้นไม่เหมาะสมเพราะจะให้ความยาวคลื่นตัวแทนโทนสีไม่ซ้ำกัน ใช้แทนกันหรือวัดซ้ำอีกไม่ได้ เนื่องจากโทนสีเด่นเปลี่ยนหรือมีหลายโทนสี ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องสังเคราะห์น้ำตัวอย่างที่เป็นโทนสีเดียวขึ้นใช้ในการทดลอง

เนื่องจากพีเอชส่งผลต่อค่าสีที่วัดได้ กล่าวคือตาม standard methods แนะนำให้ปรับค่าพีเอช เป็น 7.6 ก่อนการวัดทุกครั้ง เพราะเหตุว่าพีเอชจะทำให้ลักษณะทางกายภาพของสีย้อมเปลี่ยนไป ซึ่งหมายความว่า แม้ค่าสีที่วัดออกมาได้ในรูปของค่าแอบซอบแบนท์เท่ากันก็ตาม แต่การวัดกระทำในสภาวะที่พีเอชต่างกัน ก็ไม่สามารถตีความว่าปริมาณสีหรือมวลสีย้อมที่วัดออกมารูปน้ำหนักจะเท่ากัน (ดูกราฟ I, II ภาคผนวก A) แต่ในงานด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะเรื่องการกำจัดสีในน้ำเสีย ปกติที่ผ่านมาสนใจเฉพาะสีที่ปรากฏแก่สายตาหรือตามความรู้สึก การที่น้ำเสียถูกปรับพีเอชให้แตกต่างกันไปแล้วอ่านค่าสีในรูปค่าแอบซอบแบนท์ที่ช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับโทนสีนั้นๆ ค่าที่อ่านได้ก็เปลี่ยนแปลงไปตามพีเอชนั้นด้วย ทำให้สามารถตีค่าแอบซอบแบนท์ในกรณีวัดแบบนี้(โทนสีโดด)เป็นค่าที่เลียนแบบการเห็นของสายตามนุษย์สำหรับน้ำที่มีโทนสีโดดที่ไม่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งการวิธีวัดสีแบบนี้บอกลักษณะความน่ารังเกียจของน้ำเสียได้เฉพาะความเข้มสีของแต่ละโทนสีโดดๆ เท่านั้น แต่ไม่สามารถวัดออกมาในรูปความเข้มข้นโดยมวลได้ ดังนั้น ในการหาประสิทธิภาพการกำจัดสีซึ่งแต่เดิมตั้งใจวัดออกมาในรูปมวลของสีย้อมที่ถูกกำจัดไปจริงๆ มิใช่เพียงภาพทัศน์ที่ปรากฏแก่สายตา นั้นไม่เหมาะสม เพราะการแปลงค่ามวลสีย้อมที่ถูกกำจัดไปจากค่าแอบซอบแบนซ์ ให้ผลที่คลาดเคลื่อนได้เนื่องมาจากพีเอช ดังนั้น วิธีวัดสีสำหรับการหาประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมในน้ำเสียในการทดลองนี้ จึงเป็นวิธีวัดสีที่ไม่พิจารณาถึงผลกระทบอันเนื่องมาจากพีเอช ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วว่า และถ้าการปรับพีเอช นี้ถือเสมือนว่าเป็นวิธีหนึ่งในกระบวนการบำบัด ซึ่งมีความสามารถในการกำจัดสีในน้ำเสียหรือในน้ำทิ้ง ดัง

นั้น เมื่อโทนสีน้ำเสียเป็นโทนสีเดียวการวัดออกมาในรูปของค่าแอบซอบแบนท์ จึงเป็นวิธีวัดสีที่เลียนแบบการเห็นของมนุษย์ ที่จะพบเห็นจริงในแหล่งน้ำหรือในน้ำทิ้งที่ออกจากโรงงาน

4.2 การวัดปริมาณสารดูดติดผิวแขวนลอย

การวัดความปริมาณสารดูดติดผิวแขวนลอย(เถ้าลอย,แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง) ที่ยังหลงเหลือหลังทิ้งให้ตกตะกอนโดยธรรมชาติ ในช่วงกระบวนการกำจัดสีย้อมฯด้วยกระบวนการดูดติดผิว(ทางเลือก 1) แต่เดิมตามโครงร่างวิทยานิพนธ์นั้น ตั้งใจจะวัดออกมาในรูปความขุ่นแต่เมื่อได้ทดลองจึงพบว่าความขุ่นนั้นเป็นวิธีที่ไม่เหมาะกับการวัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอย เพราะว่าแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงนี้มีขนาดใหญ่เกินไปที่สามารถก่อให้เกิดการสะเทินของแสง ซึ่งเป็นหลักการสำคัญในการวัดความขุ่น และตัวแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงเองนั้นเมื่อแขวนลอยอยู่ในน้ำจะทำให้น้ำนั้นๆ มีโทนสีดำ ด้วยเหตุนี้เมื่อวัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหลืออยู่ในรูปสารแขวนลอยด้วยวิธีการวัดความขุ่นนั้นให้ค่าที่ออกมาไม่เกิน 10 NTU และส่วนใหญ่ไม่เกิน 5 NTU ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบได้ เพราะไม่มีความไวพอต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอย แต่ในขณะที่เปลี่ยนวิธีวัดมาเป็นการวัดสีโทนสีดำแล้วพบว่ามีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอย ในขณะที่เถ้าลอยก็ให้ผลออกมาในทำนองเดียวกันคือต้องวัดด้วยโทนสีดำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ลักษณะสมบัติน้ำเสียสังเคราะห์

น้ำเสียสังเคราะห์ที่เกิดจากสีย้อมรีแอกทีฟ มีองค์ประกอบที่สำคัญคือโซดาแอช ซึ่งต้องใส่ในปริมาณ 5 ก./ล. หรือ 5000 มก./ล. ทำให้พีเอชที่ได้ค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 11.15-11.20 และความเป็นด่างก็สูงเช่นกัน

ตัวอย่างน้ำเสียที่มีความเข้มข้นโดยมวล 10 มก./ล. เท่ากัน โทนสีแดงให้ค่าแอบซอบแบนท์เริ่มต้นสูงกว่าสีน้ำเงินเกือบเท่าตัว คือ

- ตัวอย่างน้ำเสียโทนสีแดงให้ค่าแอบซอบแบนท์ประมาณ 0.350-0.430

- ตัวอย่างน้ำเสียโทนสีน้ำเงินให้ค่าแอบซอบแบนท์ประมาณ 0.180-0.225

แสดงว่าแม้ที่ความเข้มข้นโดยมวลเท่ากันก็ตาม แต่ความรู้สึกหรือเนตรสำนึกที่ได้จากการเห็นตัวอย่างน้ำต่างกันเมื่อโทนสีต่างกัน

เนื่องจากการทดลองนี้ได้สำรวจเบื้องต้นแล้วว่า ค่าความเป็นด่างจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการโคแอกูเลชันเท่านั้น และการที่น้ำเสียย้อมผ้าสังเคราะห์นี้มีองค์ประกอบของโซดาแอชสูงถึง 5000 มก./ล. ดังนั้นในกระบวนการโคแอกูเลชันจึงไม่มีความจำเป็นต้องห่วงเรื่องปริมาณด่างไม่เพียงพอ สำหรับเกิดปฏิกิริยากับสารส้ม ซึ่งเป็นโคแอกูแลนท์ชนิดเดียวที่เลือกใช้ในการทดลองนี้

4.4 ผลการทดลองกระบวนการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟย้อมผ้าด้วยกระบวนการดูดติดผิว

ก. <u>การกำจัดสีด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง</u>

- <u>พีเอชที่เหมาะสม</u>

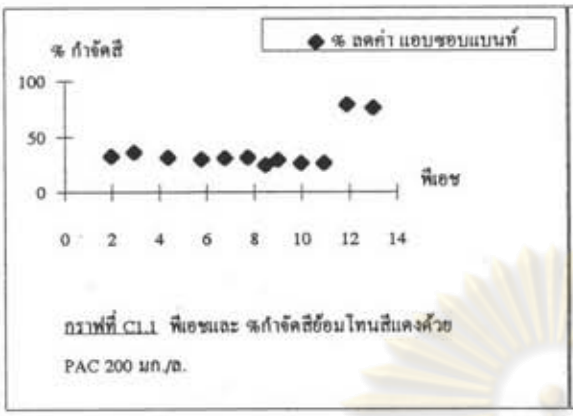
ผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้า ด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแสดงไว้ในกราฟที่ c1.1-c1.6 ซึ่งใช้เวลาสัมผัส 2 ชม.เท่ากัน กวนที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที โดยใช้ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงต่างกันไปตั้งแต่ 200-350 มก./ล.

กราฟที่ c1.1 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 200 มก./ล.

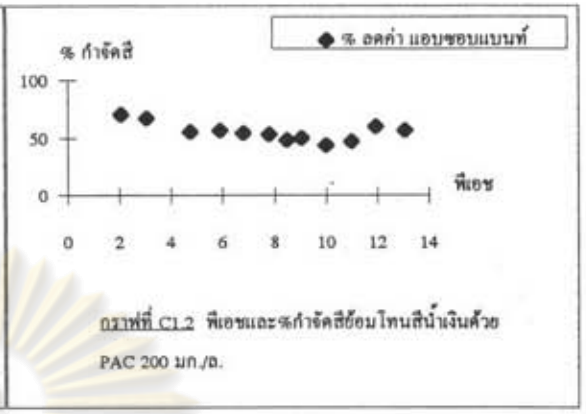
กราฟที่ c1.2 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 200 มก./ล.

กราฟที่ c1.3 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วย แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 350 มก./ล.

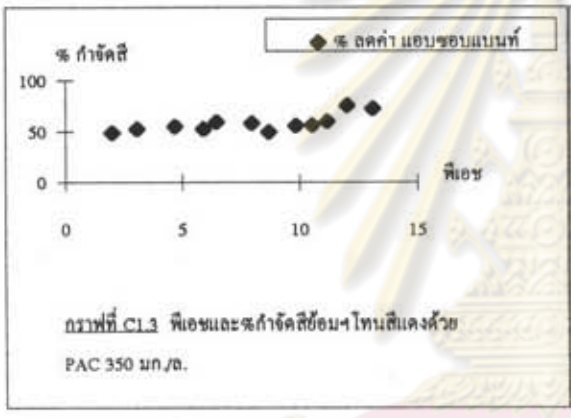
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



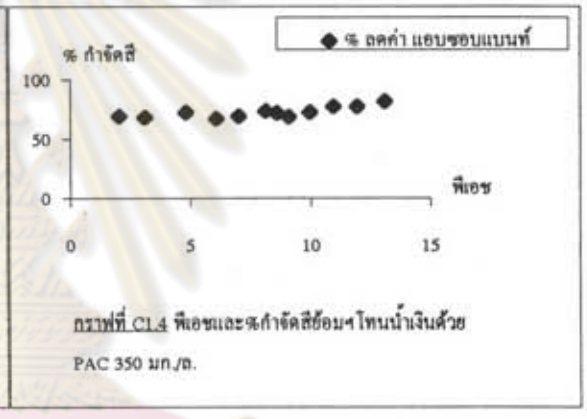
กราฟที่ C1.1 พีเอชและ %กำจัดสีย้อมโทนสีแดงด้วย PAC 200 มก./ล.



กราฟที่ C1.2 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมโทนสีน้ำเงินด้วย PAC 200 มก./ล.

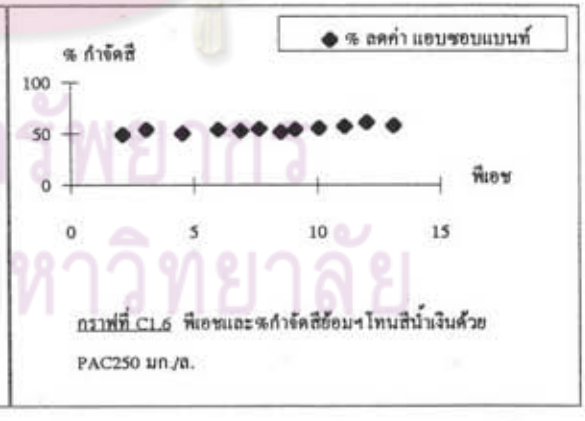


กราฟที่ C1.3 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย PAC 350 มก./ล.



กราฟที่ C1.4 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงินด้วย PAC 350 มก./ล.

กราฟที่ C1.5 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย PAC 250 มก./ล.



กราฟที่ C1.6 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีน้ำเงินด้วย PAC250 มก./ล.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟที่ c1.4 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 350 มก./ล.

กราฟที่ c1.5 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วย แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 250 มก./ล.

กราฟที่ c1.6 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 250 มก./ล.

จากผลการทดลองแสดงในกราฟ c1.1, c1.3, c1.5 ดังกล่าว พีเอชที่เหมาะสมสำหรับใช้แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงสำหรับกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียโทนสีแดงอยู่ที่ประมาณ 11-12.5 ซึ่งเป็นช่วงพีเอชที่ให้ประสิทธิภาพลดค่าแอบซอบแบนท์สูงที่สุด ในขณะที่พีเอชช่วงที่อยู่สูงกว่าช่วงพีเอชดังกล่าวให้ประสิทธิภาพกำจัดสีต่ำกว่าเล็กน้อย และช่วงพีเอชที่ต่ำกว่าช่วงดังกล่าวให้ประสิทธิภาพกำจัดสีต่ำที่สุด

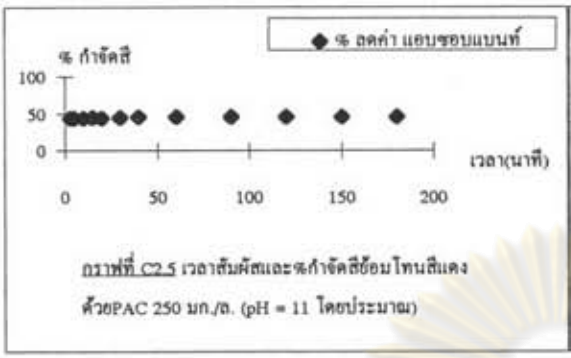
ส่วนผลการทดลองแสดงในกราฟ c1.2, c1.4, c1.6 พีเอชที่เหมาะสมสำหรับใช้แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงสำหรับกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินอยู่ที่ประมาณ 11-12.5 เช่นกัน ซึ่งเป็นช่วงพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุด แต่ไม่สูงกว่าช่วงพีเอชอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

- <u>เวลาสัมผัสเหมาะสม</u>

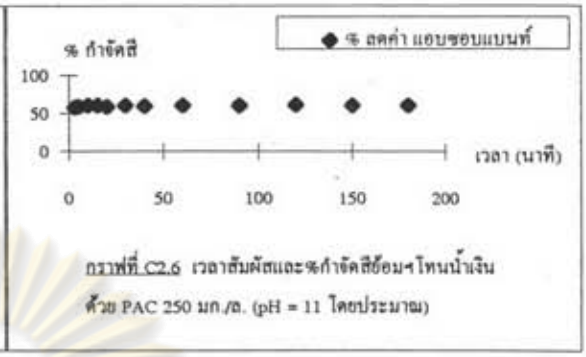
ผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้าด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแสดงไว้ในกราฟที่ c2.5-c2.12 ซึ่งทดลอง หาเวลาสัมผัสที่เหมาะสม ณ พีเอชประมาณ 11 ซึ่งเป็นพีเอชน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น และที่พีเอชประมาณ12 ซึ่งเป็นพีเอชที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุด กวนที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที โดยใช้ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงต่างกันไปตั้งแต่ 250-350 มก./ล.

กราฟที่ c2.5 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทน

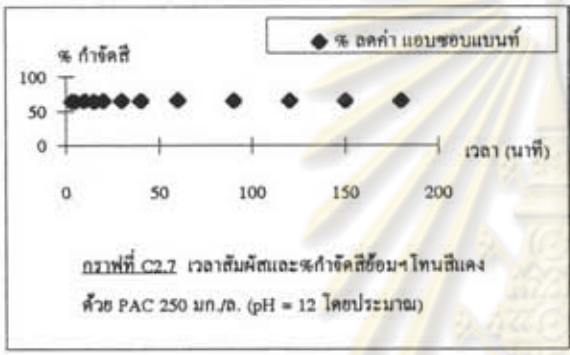
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



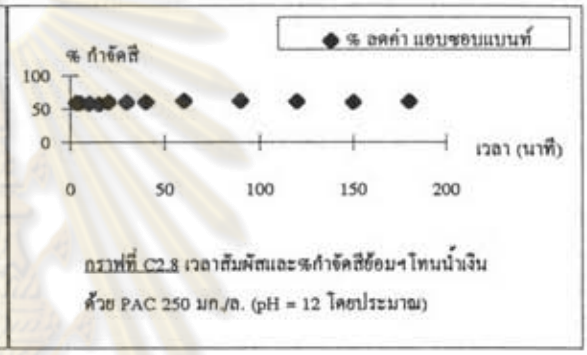
กราฟที่ C2.5 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมโทนสีแดง
ด้วยPAC 250 มก./ล. (pH = 11 โดยประมาณ)



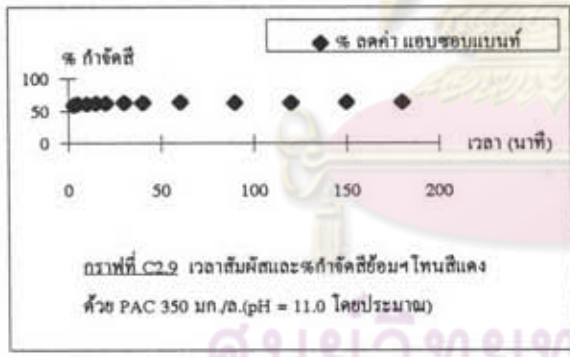
กราฟที่ C2.6 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน
ด้วย PAC 250 มก./ล. (pH = 11 โดยประมาณ)



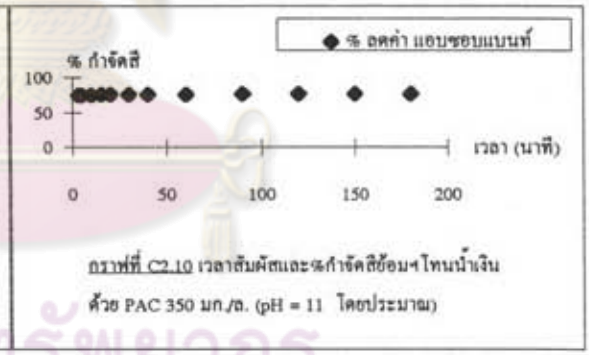
กราฟที่ C2.7 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง
ด้วย PAC 250 มก./ล. (pH = 12 โดยประมาณ)



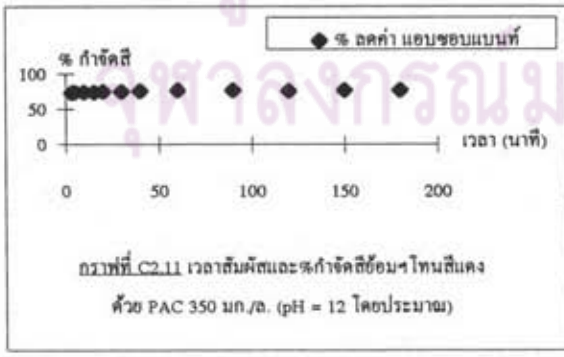
กราฟที่ C2.8 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน
ด้วย PAC 250 มก./ล. (pH = 12 โดยประมาณ)



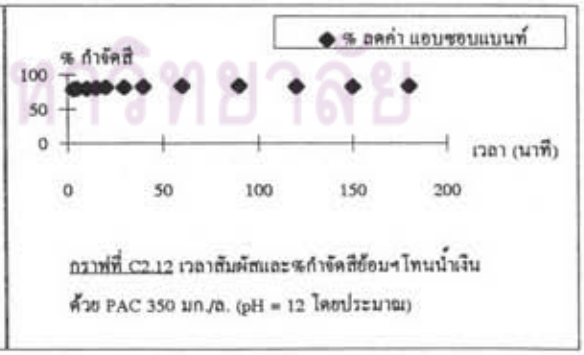
กราฟที่ C2.9 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง
ด้วย PAC 350 มก./ล.(pH = 11.0 โดยประมาณ)



กราฟที่ C2.10 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน
ด้วย PAC 350 มก./ล. (pH = 11 โดยประมาณ)



กราฟที่ C2.11 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง
ด้วย PAC 350 มก./ล. (pH = 12 โดยประมาณ)



กราฟที่ C2.12 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน
ด้วย PAC 350 มก./ล. (pH = 12 โดยประมาณ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สีแดงด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 250 มก./ล. ที่พีเอช 11 โดยประมาณ

กราฟที่ c2.6 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 250 มก./ล. ที่พีเอช 11 โดยประมาณ

กราฟที่ c2.7 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 250 มก./ล. ที่พีเอช 12 โดยประมาณ

กราฟที่ c2.8 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 250 มก./ล. ที่พีเอช 12 โดยประมาณ

กราฟที่ c2.9 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 350 มก./ล. ที่พีเอช 11 โดยประมาณ

กราฟที่ c2.10 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 350 มก./ล. ที่พีเอช 11 โดยประมาณ

กราฟที่ c2.11 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 350 มก./ล. ที่พีเอช 12 โดยประมาณ

กราฟที่ c2.12 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 350 มก./ล. ที่พีเอช 12 โดยประมาณ

ผลการทดลองแสดงในกราฟ c2.5-c2.12 เวลาสัมผัสที่ใช้ในการดูดติดผิวเพื่อกำจัดสีย้อมในน้ำเสียย้อมผ้า ทั้งโทนสีแดงและโทนสีน้ำเงินด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงนั้น พบว่าเวลาสัมผัสที่เริ่มให้ประสิทธิภาพคงที่สำหรับกำจัดสีอยู่ที่ประมาณ 3 นาทีแรกเป็นต้นไป เพราะที่เวลาสัมผัส 3 นาทีนี้ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีแตกต่างกับเวลาสัมผัสที่ 60 นาทีอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- <u>ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสม</u>

ผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสม สำหรับกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟ ในน้ำเสียย้อมผ้า ด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง ซึ่งแสดงไว้ในกราฟที่ c3.1.1-c3.2.3 และ c3.3.1 - c3.4.3 โดยทดลอง ณ เวลาสัมผัสที่เหมาะสมซึ่งเลือกที่ 40

นาที โดยพิจารณาเลือกจากจุดที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีต่างจากที่ 180 นาที ไม่เกิน 2 เปอร์เซนต์ กวนที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที พีเอชที่ศึกษาประมาณ 11 ซึ่งเป็นพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น และที่พีเอช 12 ซึ่งเป็นพีเอชที่ให้ค่าประสิทธิภาพสูงสุด

กราฟที่ c3.1.1 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนแดง ในรูปประสิทธิภาพลดค่าแอบซอบแบนท์ ที่พีเอช 11 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.1.2 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนแดง ในรูปค่าแอบซอบแบนท์หลังการบำบัดฯ ที่พีเอช 11 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.1.3 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนแดง ในรูปความจุของแอกติเวทเต็ดคาร์บอน (carbon capacity) ที่พีเอช 11 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.2.1 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนน้ำเงิน ในรูปประสิทธิภาพลดค่าแอบซอบแบนท์ ที่พีเอช 11 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

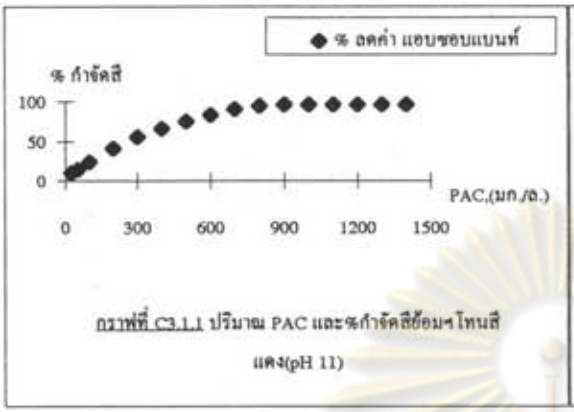
กราฟที่ c3.2.2 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนน้ำเงิน ในรูปค่าแอบซอบแบนท์หลังการบำบัดฯ ที่พีเอช 11 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.2.3 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนน้ำเงิน ในรูปความจุของแอกติเวทเต็ดคาร์บอน (carbon capacity) ที่พีเอช 11 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

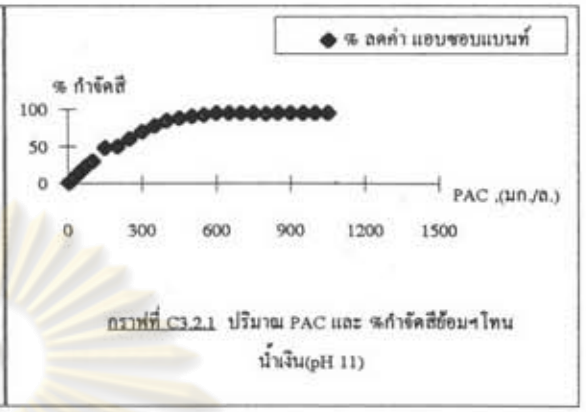
กราฟที่ c3.3.1 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนแดง ในรูปประสิทธิภาพลดค่าแอบซอบแบนท์ ที่พีเอช 12 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.3.2 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนแดง ในรูปค่าแอบซอบแบนท์หลังการบำบัดฯ ที่พีเอช 12 โดย

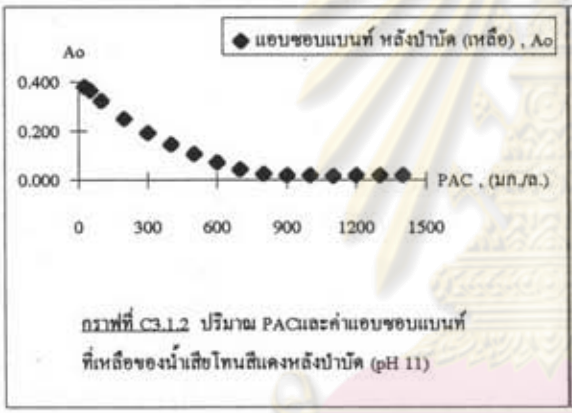
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



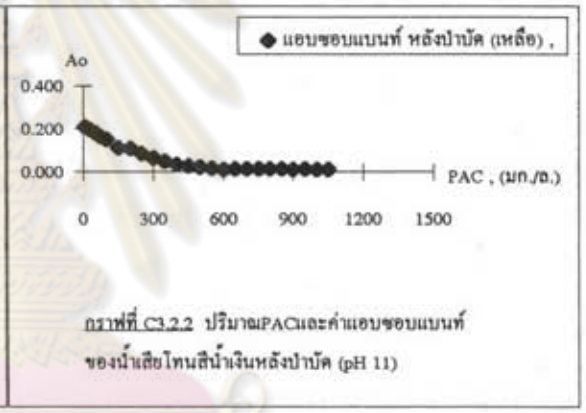
กราฟที่ C3.1.1 ปริมาณ PAC และ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง(pH 11)



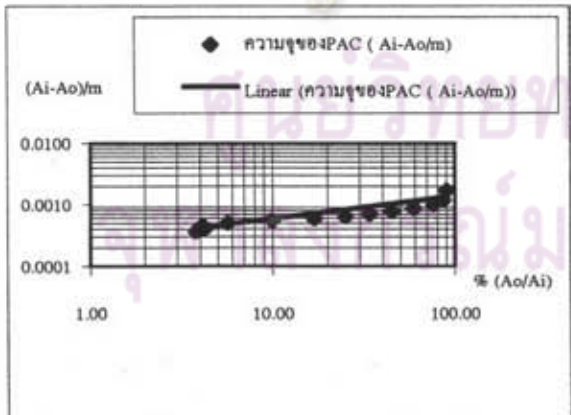
กราฟที่ C3.2.1 ปริมาณ PAC และ %กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน(pH 11)



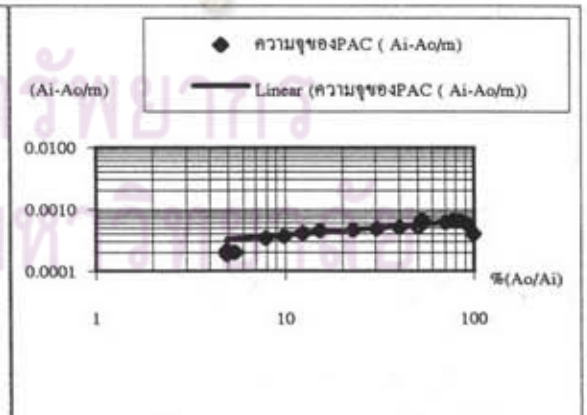
กราฟที่ C3.1.2 ปริมาณ PACและค่าแอบซอบแบนท์ที่เหลือของน้ำเสียโทนสีแดงหลังบำบัด (pH 11)



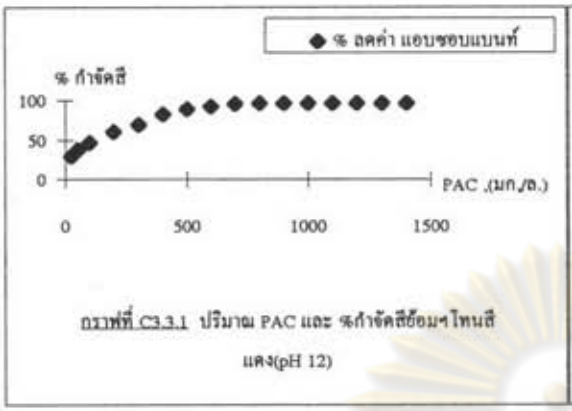
กราฟที่ C3.2.2 ปริมาณPACและค่าแอบซอบแบนท์ของน้ำเสียโทนสีน้ำเงินหลังบำบัด (pH 11)



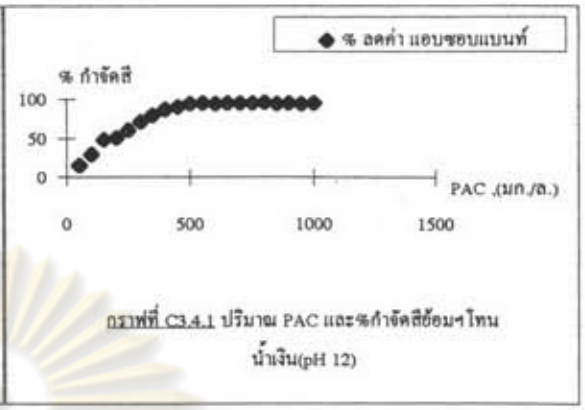
กราฟที่ C3.1.3 แสดงความชุของ PAC ในการกำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง (pH 11)



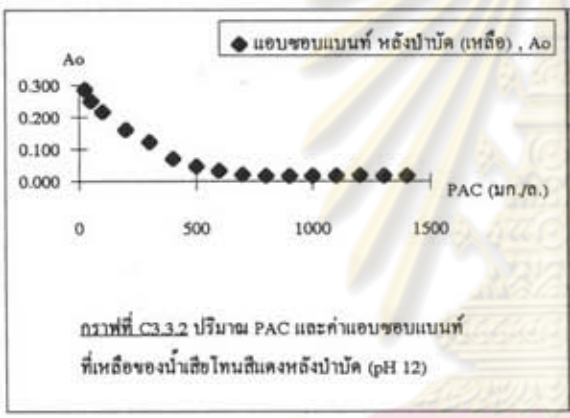
กราฟที่ C3.2.3 แสดงความชุของ PAC ในการกำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน(pH 11)



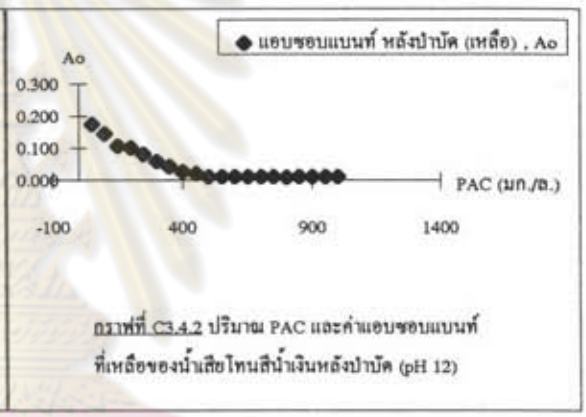
กราฟที่ C3.3.1 ปริมาณ PAC และ %กำจัดสีย้อมฯไทนสีแดง(pH 12)



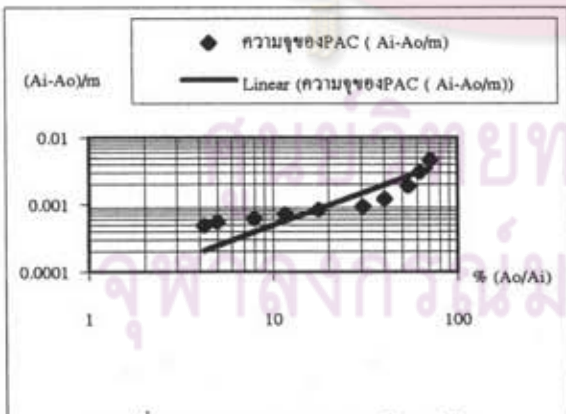
กราฟที่ C3.4.1 ปริมาณ PAC และ%กำจัดสีย้อมฯไทนน้ำเงิน(pH 12)



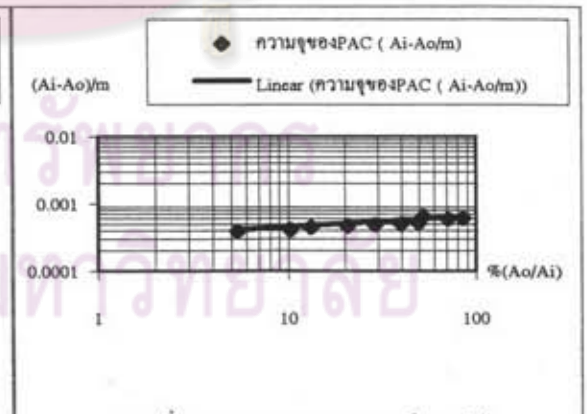
กราฟที่ C3.3.2 ปริมาณ PAC และค่าแอบซอบแบนท์ที่เหลือของน้ำเสียไทนสีแดงหลังบำบัด (pH 12)



กราฟที่ C3.4.2 ปริมาณ PAC และค่าแอบซอบแบนท์ที่เหลือของน้ำเสียไทนสีน้ำเงินหลังบำบัด (pH 12)



กราฟที่ C3.3.3 แสดงความชุของ PAC ในการกำจัดสีย้อมฯไทนสีแดง(pH 12)



กราฟที่ C3.4.3 แสดงความชุของ PAC ในการกำจัดสีย้อมฯไทนน้ำเงิน(pH 12)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.3.3 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนแดง ในรูปความจุของแอกติเวทเต็ดคาร์บอน (carbon capacity) ที่พีเอช 12 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.4.1 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนน้ำเงิน ในรูปประสิทธิภาพลดค่าแอบซอบแบนท์ ที่พีเอช 12 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.4.2 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนน้ำเงิน ในรูปค่าแอบซอบแบนท์หลังการบำบัดฯ ที่พีเอช 12 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

กราฟที่ c3.4.3 แสดงผลการทดลองหาปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนน้ำเงิน ในรูปความจุของแอกติเวทเต็ดคาร์บอน (carbon capacity) ที่พีเอช 12 โดยประมาณ ณ เวลาสัมผัส 40 นาที

จากผลการทดลองแสดงในกราฟ c3.1.1-c3.1.3 ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่ใช้ในการดูดติดผิวเพื่อกำจัดสีย้อมในน้ำเสียย้อมผ้าโทนสีแดง ณ พีเอชประมาณ 11 เริ่มให้ประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 94.31% ที่ความเข้มข้นแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 800 มก./ล. ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่สูงกว่านี้ไม่ก่อให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียย้อมผ้าเพิ่มขึ้นแต่อย่างไร

จากผลการทดลองแสดงในกราฟ c3.3.1-c3.3.3 ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่ใช้ในการดูดติดผิวเพื่อกำจัดสีย้อมในน้ำเสียย้อมผ้าโทนสีแดง ณ พีเอชประมาณ 12 เริ่มให้ประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 95.04% ที่ความเข้มข้นแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 700 มก./ล. ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่สูงกว่านี้ไม่ก่อให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียย้อมผ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองแสดงในกราฟ c3.2.1-c3.2.3 ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่ใช้ในการดูดติดผิวเพื่อกำจัดสีย้อมในน้ำเสียย้อมผ้าโทนสีน้ำเงิน ณ พีเอชประมาณ 11 เริ่มให้ประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 95.07% ที่ความเข้มข้นแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 600 มก./ล. ปริมาณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่สูงกว่านี้ไม่ก่อให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียย้อมผ้าเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองแสดงในกราฟ c3.4.1-c3.4.3 ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่ใช้ในการดูดติดผิวเพื่อกำจัดสีย้อมในน้ำเสียย้อมผ้าโทนสีน้ำเงิน ณ พีเอชประมาณ 12 เริ่มให้ประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 94.61% ที่ความเข้มข้นแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง 500 มก./ล. ปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงที่สูงกว่านี้ไม่ก่อให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียย้อมผ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ในผลการทดลองดังกล่าวได้พบว่า พีเอชที่เพิ่มจาก 11 ไป 12 สามารถลดปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนที่ใช้ในการกำจัดสีให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 95% ทั้งโทนสีแดงและสีน้ำเงิน โดยน้ำเสียโทนสีแดงสามารถลดการใช้แอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงจาก 800 มก./ล. ลงเหลือ 700 มก./ล.หรือลดได้ 12.50% ส่วนโทนสีน้ำเงินลดจาก 600 มก./ล. ลงเหลือ 500 มก./ล.หรือลดได้ 16.67%

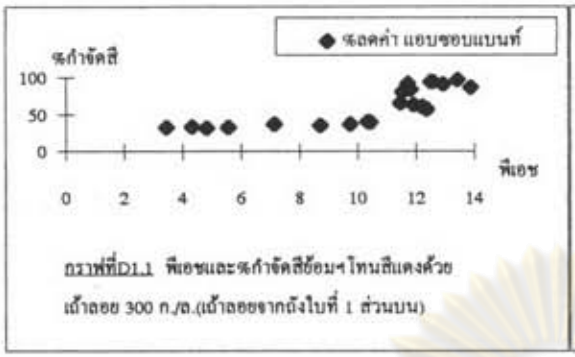
ข. <u>การกำจัดสีด้วยเถ้าลอย</u>

- <u>พีเอชที่เหมาะสม</u>

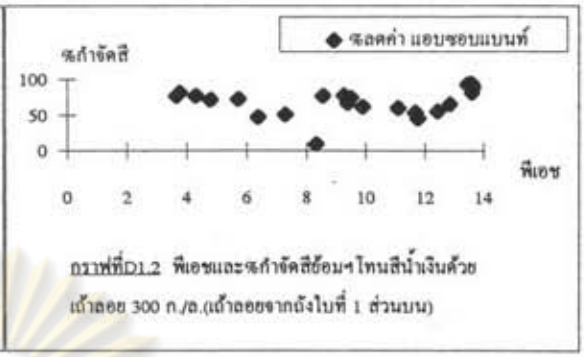
ผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดสีรีย้อมแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้า ด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้เถ้าลอยแสดงไว้ในกราฟที่ D1.1-D1.14 ซึ่งใช้เวลาสัมผัส 2 ชม.เท่ากัน กวนที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที โดยใช้ปริมาณเถ้าลอยต่างกันไปตั้งแต่ 150-300 ก./ล.

ดังแสดงในกราฟที่ D1.1 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนบน 300 ก./ล. พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 12.50-13.42 คือลดได้ 90.47-96.42% ขณะที่พีเอชช่วง 11.46-12.35 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 56.25-91.25% ส่วนพีเอชช่วง 3.43-10.43 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 32.50-40.00%

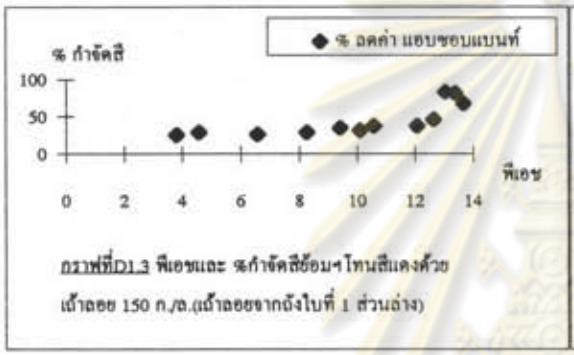
ดังแสดงในกราฟที่ D1.2 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำ



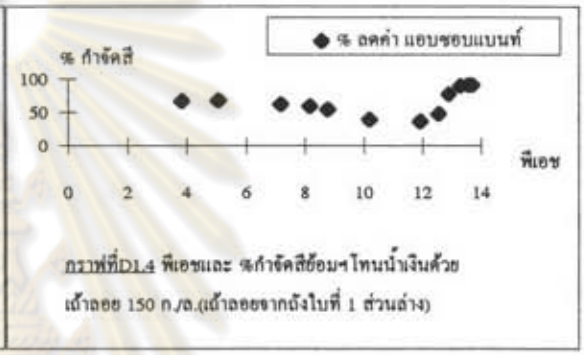
กราฟที่D1.1 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 300 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนบน)



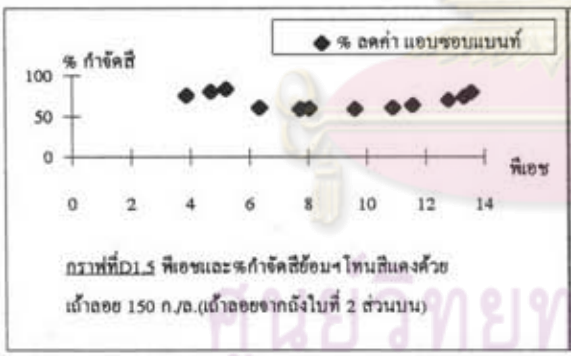
กราฟที่D1.2 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีน้ำเงินด้วย
เถ้าลอย 300 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนบน)



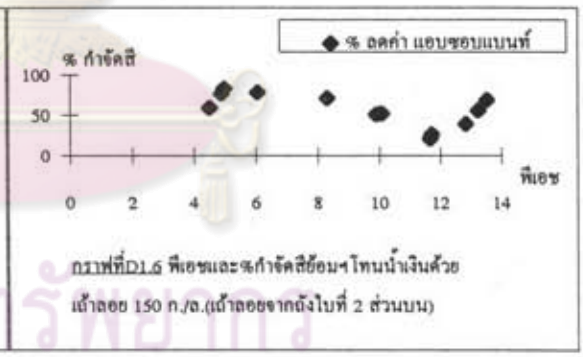
กราฟที่D1.3 พีเอชและ %กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง)



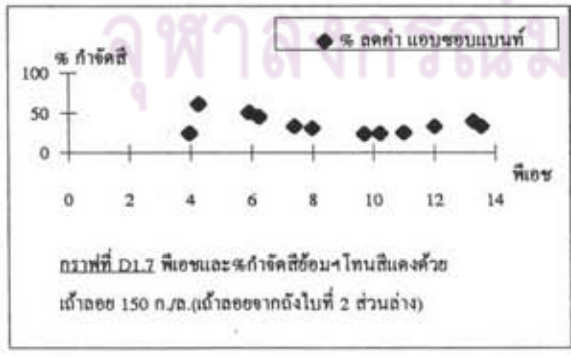
กราฟที่D1.4 พีเอชและ %กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงินด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง)



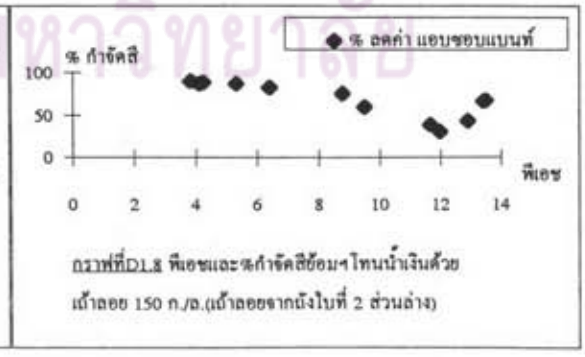
กราฟที่D1.5 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนบน)



กราฟที่D1.6 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงินด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนบน)

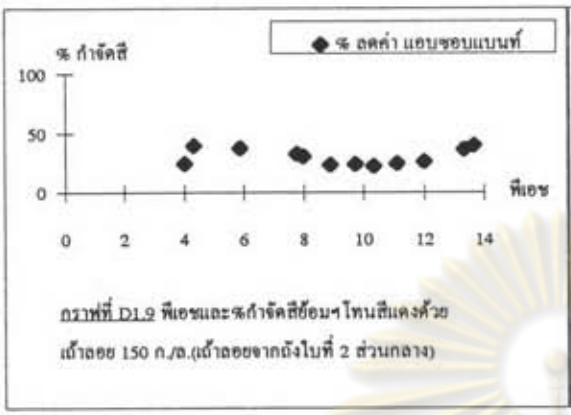


กราฟที่ D1.7 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง)

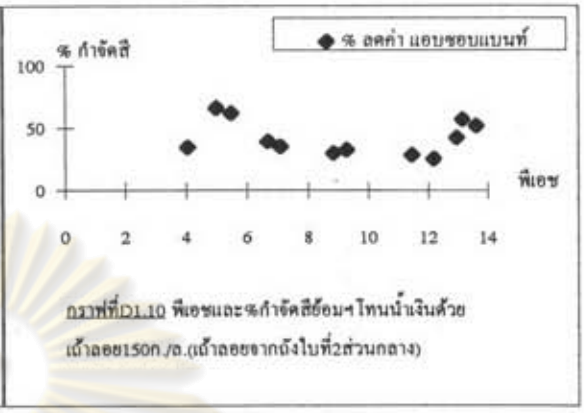


กราฟที่D1.8 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงินด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง)

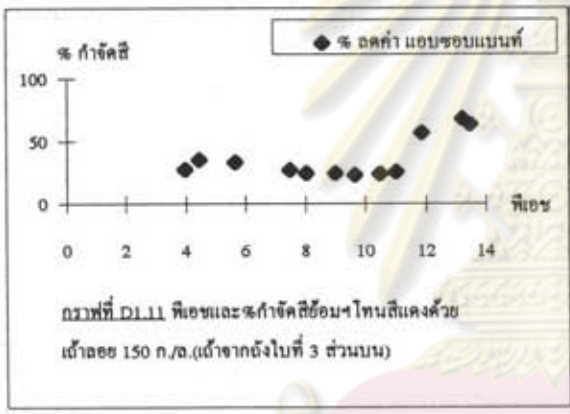
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



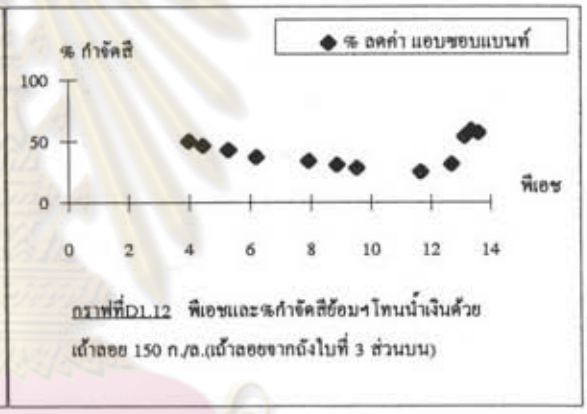
กราฟที่ D1.9 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง)



กราฟที่D1.10 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงินด้วย
เถ้าลอย150ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่2ส่วนกลาง)

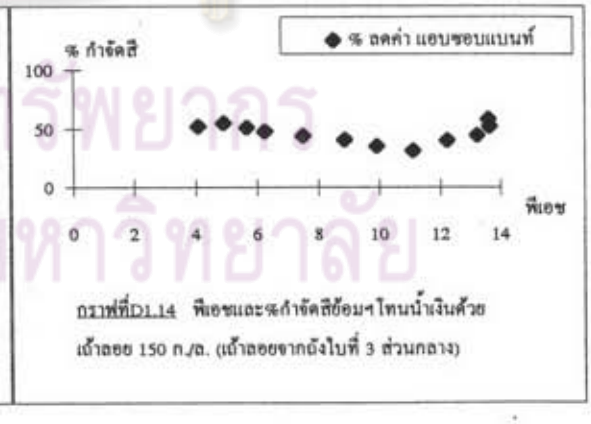


กราฟที่ D1.11 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าจากถังใบที่ 3 ส่วนบน)



กราฟที่D1.12 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงินด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนบน)

กราฟที่D1.13 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล. (เถ้าจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง)



กราฟที่D1.14 พีเอชและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงินด้วย
เถ้าลอย 150 ก./ล. (เถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนบน 300 ก./ล. พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 13.44-13.64 คือลดได้ 80.81-93.43% ขณะที่พีเอชช่วง 3.63-5.70 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 70.73-80.97% พีเอชช่วง 8.55-9.50 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 66.67-77.78% พีเอชช่วง 6.37-7.28 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 46.46-50.50% และพีเอชช่วง 9.89-12.85 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 45.45-64.88%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.3 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 13.02-13.38 คือลดได้ 81.30-82.93% ขณะที่พีเอช 13.67 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์ 67.48% ส่วนพีเอชช่วง 3.79-12.63 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 25.20-45.80%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.4 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 12.89-13.69 คือลดได้ 76.50-90.71% ขณะที่พีเอชช่วง 8.76-12.53 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 35.52-53.55% ส่วนพีเอชช่วง 3.81-8.15 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 59.02-67.21%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.5 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนบน 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 3.87-5.21 และช่วง 12.78-13.55 คือลดได้ 69.68-82.64% ขณะที่พีเอช ช่วง 6.34-11.55 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 58.44-62.84%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.6 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนบน 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 4.86-6.05 คือลดได้ 75.80-82.65% ขณะที่พีเอชช่วง 9.91-13.24 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 21.00-55.25% ส่วนพีเอช 3.48, 8.30, 13.50ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์58.90% , 70.32% , 68.04% ตามลำดับ

ดังแสดงในกราฟที่ D1.7 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำ

เสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 4.26-6.24 คือลดได้ 45.06-60.51% ขณะที่พีเอชช่วงที่เหลือให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 23.54-38.99% เท่านั้น

ดังแสดงในกราฟที่ D1.8 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 3.83-8.79 คือลดได้ 75.11-89.45% ขณะที่พีเอชช่วง 9.51-12.91 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 30.38-59.07% ส่วนพีเอชช่วง 13.41-13.48 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 65.82-67.09%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.9 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 4.31-5.88 และช่วง 13.31-13.64 คือลดได้ 36.34-39.52% ขณะที่พีเอช ช่วงที่เหลือให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 22.02-32.63% เท่านั้น

ดังแสดงในกราฟที่ D1.10 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 4.98-5.46 คือลดได้ 62.03-65.78% ขณะที่พีเอชช่วง 6.66-12.94 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 25.13-42.25% ส่วนที่พีเอช 4.04 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์เพียง 34.76%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.11 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนบน 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 13.21-13.47 คือลดได้ 63.01-67.60% ขณะที่พีเอชช่วง 3.97-11.00 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 22.70-34.95% ส่วนที่พีเอช 11.86 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์ 56.38%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.12 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนบน 150 ก./ล. พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 13.12-13.58 คือลดได้ 53.47-58.42% ขณะที่พีเอชช่วง 3.98-5.27 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 42.57-49.50% ส่วนพีเอชช่วง 6.19-

12.69 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 24.75-36.63%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.13 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง 150 ก./ล. . พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ในช่วง 13.24-13.51 คือลดได้ 77.48-79.70% ขณะที่พีเอชช่วง 4.00-5.67 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 66.83-73.51% ส่วนพีเอชช่วง 6.45-12.21 ให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 42.08-54.95%

ดังแสดงในกราฟที่ D1.14 แสดงผลการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง 150 ก./ล.. พบว่าพีเอชที่ให้เปอร์เซนต์กำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดอยู่ที่ 13.58 คือลดได้ 58.06% ขณะที่พีเอชช่วงที่เหลือให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์อยู่ในช่วง 31.18-54.84% มีเปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์แตกต่างระหว่างจุดที่อยู่ใกล้เคียงกันน้อยมาก(ดูกราฟประกอบ

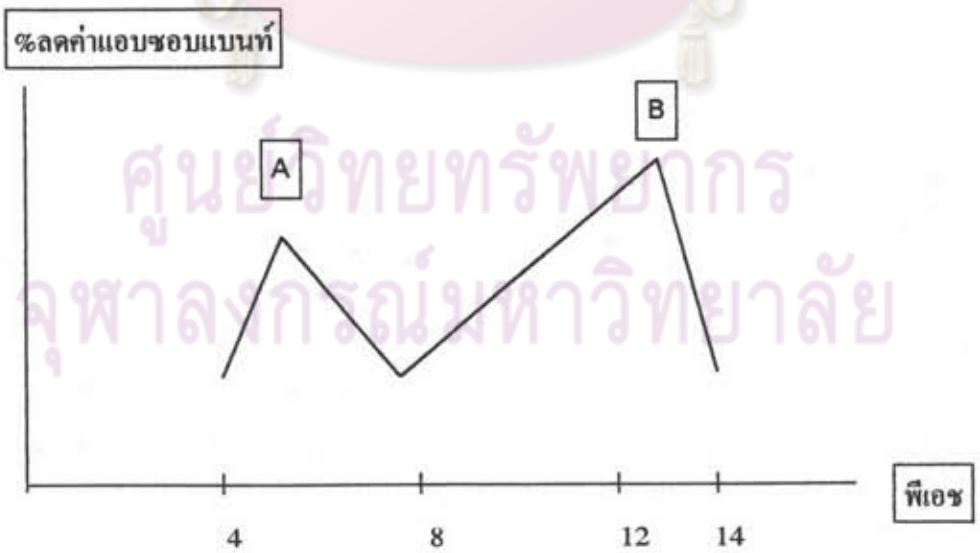
จากผลการทดลองทั้งหมดดังแสดงในกราฟ D1.1-D1.14 พบว่าพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์เมื่อใช้เถ้าลอยในถังต่างๆ กับน้ำเสียย้อมผ้าโทนสีแดงและโทนสีน้ำเงินนั้น ให้ค่าที่แตกต่างกันไป มีความไม่แม่นยำของข้อมูลอยู่มาก เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถทำนายคุณสมบัติเถ้าลอยในครั้งต่อๆ ไปได้ หรือกล่าวอีกอย่างว่าเมื่อจำเป็นต้องนำเถ้าลอยไปใช้ในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟ ในน้ำเสียย้อมผ้าด้วยกระบวนการดูดติดผิวซ้ำอีก ในการเลือกพีเอชที่เหมาะสมสำหรับนำเถ้าลอยมาใช้ในครั้งต่อๆ ไปนั้น ทำได้ยากและไม่มีความน่าเชื่อถือที่จะนำไปใช้ แม้ว่าในขั้นตอนการปฏิบัติจริงอาจมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่สุ่มตัวอย่างมาทดสอบหาพีเอชที่เหมาะสมทุกครั้งที่มีการขนส่งเถ้าลอยมายังระบบบำบัดฯก็ตาม เพราะในข้อมูลผลการทดลองแสดงในกราฟ D1.1-D1.14 ได้แสดงให้เห็นแล้วว่า แม้เป็นเถ้าลอยในถังเดียวกันก็ตาม แต่ว่าเถ้าลอยอยู่ที่ตำแหน่งความสูงหรือระดับต่างกันในถังแต่ละถังก็ให้ผลการทดลองพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดสีแตกต่างกันไป แม้ว่าเถ้าลอยทุกตัวอย่างที่สุ่มมาทดลองนี้ มีพีเอชที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้าก็ตาม แต่ทว่าเป็นพีเอชที่เหมาะสม ที่นำไปทำนายลักษณะเถ้าลอยเพื่อใช้ประโยชน์จากเถ้าลอยในรุ่นการขนส่งต่อๆ ไปไม่ได้

ด้วยเหตุดังกล่าวการเลือกพีเอชที่เหมาะสมที่จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการทดลองในขั้นต่อไป ซึ่งเป็นขั้นตอนการหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมในการใช้เถ้าลอยสำหรับการกำจัดสีย้อมรี

แอกทีฟ ในน้ำเสียย้อมผ้าด้วยกระบวนการดูดติดผิวนั้นทำได้ค่อนข้างยาก

อย่างไรก็ตาม ดังผลการทดลองแสดงในกราฟ D1.1-D1.14 นั้น ตัวอย่างเถ้าลอยส่วนใหญ่เกือบทุกตัวอย่าง ให้รูปแบบพีเอชที่ให้ประสิทธิภาพสูงสำหรับการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้า ซึ่งเป็นรูปแบบพีเอชที่เหมาะสมจะนำไปสำหรับกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟดังกล่าว โดยการสังเกตุจากกราฟ D1.1-D1.14 พบว่ารูปแบบพีเอชเหมาะสมดังกล่าวนี้มักเกิดขึ้นซ้ำๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 4.1

ในรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบซ้ำๆ ของพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้าทั้งโทนสีแดงและโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยที่มักเกิดขึ้นบ่อยๆ นั้น มีแนวโน้มและขอบเขตคล้ายอักษร M กล่าวคือ มีช่วงพีเอชอยู่สองช่วงที่มักให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมหรือให้เปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์สูงกว่าช่วงอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ช่วงแรกคือช่วง A ซึ่งเป็นช่วงที่มีพีเอชอยู่ระหว่าง 4.3-5.4 และช่วงที่สองคือช่วง B ซึ่งเป็นช่วงที่มีพีเอชอยู่ระหว่าง 13.0-13.5 โดยประมาณ พีเอชทั้งสองช่วงดังกล่าวมักให้ประสิทธิภาพลดค่าแอบซอบแบนท์สูงสุดในแต่ละการทดลอง จากผลการทดลองทุกๆ การทดลองถ้าสังเกตุดู มักพบว่าเกิดทั้งช่วง A และช่วง B ที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงอย่างมีนัยสำคัญในตัวอย่างเถ้าลอยเดียวกัน แต่จากช่วงพีเอชทั้งสอง



รูปที่ 4.1 รูปแบบพีเอชที่เหมาะสมของเถ้าลอยสำหรับกำจัดสีรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช่วงๆ ใดจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าช่วงใดนั้นทำนายไม่ได้ อย่างไรก็ตามช่วง B มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นบ่อยกว่าช่วง A หรือกล่าวอีกอย่างได้ว่า ช่วง B ให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมสูงสุดถี่กว่าช่วง A ในขณะที่บางการทดลองมีเฉพาะช่วง B เท่านั้นที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงอย่างมีนัยสำคัญอยู่เพียงช่วงเดียว โดยที่ช่วง A ให้ประสิทธิภาพกำจัดไม่ต่างจากพีเอชช่วงอื่นอย่างเด่นชัด

จากรูปที่ 4.1 ขณะที่มีช่วงพีเอชที่มักให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมสูงสุดอยู่สองช่วง คือ ช่วง A และ ช่วง B ทว่าช่วงพีเอชแคบๆ ที่ให้ประสิธิภาพกำจัดสีต่ำสุดนั้นบอกไม่ได้ บอกได้เพียงว่ามักเกิดขึ้นนอกช่วงสองช่วงดังกล่าว กล่าวคือประสิธิภาพกำจัดสีต่ำสุดจะเกิดขึ้นที่พีเอชใดก็ได้ที่อยู่นอกช่วงพีเอชทั้งสองดังกล่าวที่ให้ประสทธิภาพกำจัดสีสูงสุด

ด้วยเหตุนี้ การเลือกพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ทดลองในขั้นตอนของการหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมนั้น เลือกโดยพิจารณาจาก 2 ทางเลือกคือ

1. ใช้เถ้าลอยโดยการกวนผสมแห้ง เพื่อให้เนื้อเถ้าลอยสม่ำเสมอทั่วกันก่อนใช้งาน

2 .ใช้โดยไม่มีการกวนผสมแห้งเถ้าลอย

จากการพิจารณาแล้วได้เลือกเอาวิธีที่ไม่กวนผสมก่อนใช้ เพราะเหตุว่ามีความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์สูงกว่า แต่เดิมการวิจัยนี้มีจุดหมายที่การประยุกต์กระบวนการบำบัดร่วมของการดูดติดผิวและโคแอกูเลชันเพื่อใช้ประโยชน์กำจัดสีในน้ำเสียย้อมผ้า โดยเลือกสารดูดติดผิวต่างกัน คือ สารดูดติดผิวที่ต้องซื้อมา ซึ่งได้เลือกแอกติเวทเต็ดคาร์บอนเป็นตัวแทน และสารดูดติดผิวที่ไม่ต้องซื้อ ซึ่งได้เลือกเถ้าลอยเป็นตัวแทน การติดตั้งเครื่องกวนผสมเถ้าลอยที่มีความหนาแน่นสูงมากเพื่อให้เข้าเป็นเนื้อเดียวก่อนนำไปใช้นั้น นอกจากพิจารณาในแง่เศรษฐศาสตร์แล้ว ในด้านวิศวกรรมเองก็มีความเป็นไปได้น้อย เพราะน้ำหนักของเถ้าลอยนั้นสูงมากอันเนื่องมาจากความหนาแน่นสูง การกวนผสมแห้งนั้นทำได้ลำบาก สิ้นเปลืองค่าอุปกรณ์กวนผสม สิ้นเปลืองพลังงาน อาจมีปัญหาด้านอากาศตามมากรณีใช้วิธีกวนที่ไม่มีระบบป้องกันการฟุ้งกระจาย เมื่อมองในแง่การนำไปใช้จริงในโรงงานย้อมผ้าแล้วเกิดความไม่สะดวก ส่วนการกวนผสมแบบเปียกนั้นนอกจากจะสิ้นเปลืองพลังงานสูงเนื่องมาจากความหนืดน้ำที่เพิ่มขึ้นมาก ค่า

อุปกรณ์กวนผสมและค่าก่อสร้างเพิ่มแล้ว ยังอาจพบปัญหาของการเกาะตัวกันเองของเถ้าลอยกลายเป็นซีเมนต์แข็งอยู่ที่ก้นบ่อผสม และการที่ต้องเติมน้ำลงไปเพื่อการกวนผสมเถ้าลอยให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวนั้น ก็ถือเป็นการทำให้น้ำดีกลายเป็นน้ำที่ปนเปื้อนไปอีกด้วย

แม้ว่าการเลือกใช้เถ้าลอยโดยวิธีไม่กวนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำไปใช้นั้นเหมาะสมด้วยเหตุผลดังกล่าวแล้วก็ตาม แต่ยังมีข้อที่ต้องพิจารณาเหลืออีก นั่นคือเลือกพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ทดลองในขั้นตอนของการหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสม ซึ่งได้พิจารณาจากพีเอชที่เหมาะสมซึ่งมักเกิดขึ้นซ้ำๆ ดังได้กล่าวไปแล้วว่ามีช่วงพีเอช 2 ช่วงที่สามารถเลือกได้ เนื่องจากเป็นช่วงพีเอชที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุด คือ ช่วง A(กรด) และ ช่วง B (ด่าง) การเลือกใช้พีเอชช่วง B นั้นมีความเป็นไปได้สูงกว่าเนื่องจาก

- ดังได้กล่าวแล้วว่าช่วงพีเอช B มีความถี่สูงกว่าในการให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีสูงสุด ในขณะที่ช่วง A นั้นไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ เพราะมีความถี่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญในการให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุด

- แม้ในบางผลการทดลองช่วงพีเอช A ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมสูงสุด แต่ว่าประสิทธิภาพดังกล่าวมักมีค่าไม่สูงนัก ขณะที่บางผลการทดลองช่วงพีเอช B ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุดถึงกว่า 95%

- ประการที่สำคัญที่สุด คือ พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นมีสภาพเป็นด่างเนื่องมาจากมีการเติมโซดาแอชในปริมาณสูง ซึ่งพีเอชที่ได้ประมาณ 11 กว่าๆ นั้น ดังนั้นการปรับพีเอช ไปที่ช่วงพีเอช B (13.0-13.5) นั้นน่าจะมีความเหมาะสมกว่าการปรับไปที่พีเอชช่วง A (4.3-5.4) เพราะเหตุว่ากรณีที่มีโลหะปนเปื้อนมากับเถ้าลอย(ดูภาคผนวก B) ซึ่งในสภาพที่น้ำเสียย้อมผ้าเป็นกรดอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเสียหลังบำบัดได้อันเนื่องมาจากมีโลหะจากเถ้าลอยละลายลงสู่น้ำเสีย ในขณะที่น้ำเสียที่มีสภาพด่างสูงมากๆ นั้น การละลายของโลหะสู่น้ำเสียมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยกว่า และโลหะส่วนใหญ่สามารถตกตะกอนผลึกกับไฮดรอกไซด์อยู่ในรูปตะกอนที่มีน้ำหนัก เช่น $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$, $Ca(OH)_2$, $Fe(OH)_2$ เป็นต้น แล้วถูกกำจัดได้ด้วยการตกตะกอนหลังกระบวนการดูดติดผิวนี้เลย จึงมีโอกาสสัมผัสหรือมีเวลาสัมผัสกับน้ำเสียน้อยกว่า

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้สามารถสรุปเลือกช่วงพีเอชที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้

ในขั้นตอนการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับการใช้เถ้าลอยในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียด้วยกระบวนการดูดติดผิว ซึ่งช่วงพีเอชที่เลือกจะอยู่ในช่วง 13.0-13.5

- <u>เวลาสัมผัสที่เหมาะสม</u>

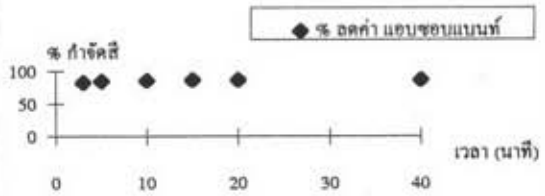
ผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดสีรีย้อมแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้า ด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้เถ้าลอยแสดงไว้ในกราฟที่ D2.4-D2.11 ซึ่งแต่ละการทดลองใช้ปริมาณเถ้าลอยเท่ากัน โดยใช้ปริมาณเถ้าลอยต่างกันไปตั้งแต่ 50-120 ก./ล. แล้วแต่การทดลองกวนที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที ที่พีเอชช่วง 13.0-13.5

ดังแสดงในกราฟที่ D2.4 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง 120 ก./ล. พบว่าที่เวลาสัมผัส 3 นาที และที่ 40 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 3 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 82.51% ขณะที่ 40 นาที ลดได้ 86.34%

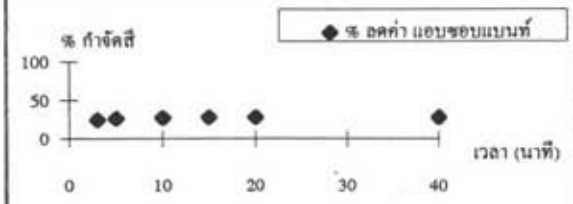
ดังแสดงในกราฟที่ D2.5 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนบน 120 ก./ล. . พบว่าที่เวลาสัมผัส 3 นาที และที่ 40 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 3 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 24.11% ขณะที่ 40 นาที ลดได้ 27.67%

ดังแสดงในกราฟที่ D2.6 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง 120 ก./ล. . พบว่าที่เวลาสัมผัส 3 นาที และที่ 40 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 3 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 39.90% ขณะที่ 40 นาที ลดได้ 60.85%

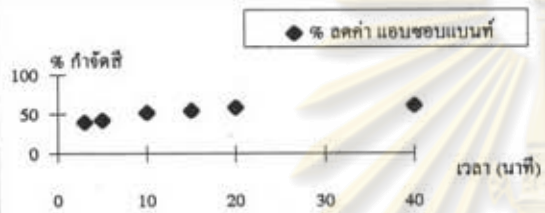
ดังแสดงในกราฟที่ D2.7 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง 120 ก./ล. . พบว่าที่เวลาสัมผัส 20 นาที และที่ 240 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่



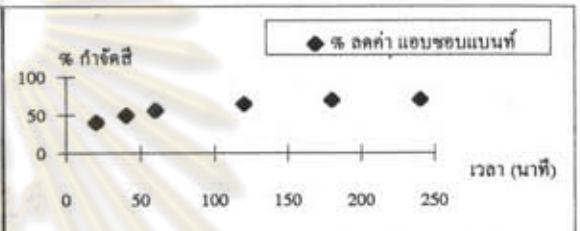
กราฟที่ D2.4 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง
ด้วยเถ้าลอย 120 ก./ล. (เถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง)



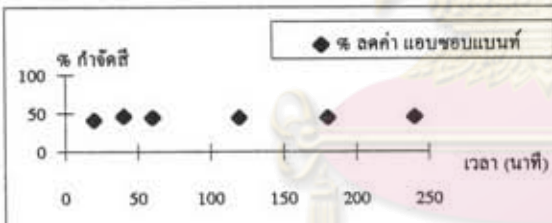
กราฟที่ D2.5 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 120 ก./ล. (เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนบน)



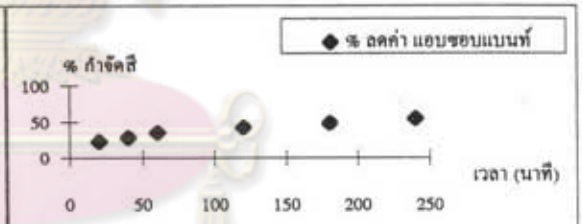
กราฟที่ D2.6 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง
ด้วยเถ้าลอย 120 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง)



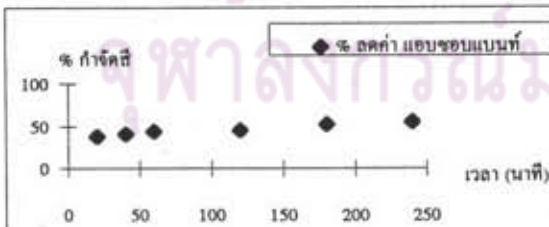
กราฟที่ D2.7 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดงด้วย
เถ้าลอย 120 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง)



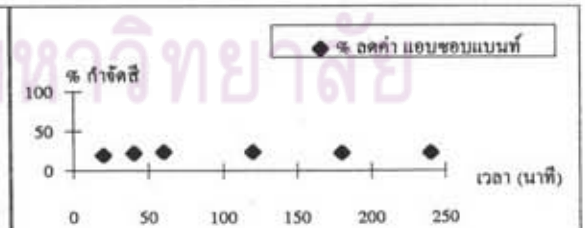
กราฟที่ D2.8 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง
ด้วยเถ้าลอย 120 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง)



กราฟที่ D2.9 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน
ด้วย เถ้าลอย 120 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง)



กราฟที่D2.10 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง
ด้วยเถ้าลอย 120ก./ล.(เถ้าจากถังใบที่ 3 ส่วนบน)



กราฟที่D2.11 เวลาสัมผัสและ%กำจัดสีย้อมฯโทนน้ำเงิน
ด้วยเถ้าลอย 120 ก./ล.(เถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนบน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

20 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 40.36% ขณะที่ 240 นาที ลดได้ 70.30%

ดังแสดงในกราฟที่ D2.8 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง 120 ก./ล. . พบว่าที่เวลาสัมผัส 20 นาที และที่ 240 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 20 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 40.71% ขณะที่ 40 นาที ลดได้ 44.76%

ดังแสดงในกราฟที่ D2.9 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนล่าง 120 ก./ล. . พบว่าที่เวลาสัมผัส 20 นาที และที่ 240 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 20 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 22.17% ขณะที่ 240 นาที ลดได้ 54.25%

ดังแสดงในกราฟที่ D2.10 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนบน 120 ก./ล. . พบว่าที่เวลาสัมผัส 20 นาที และที่ 240 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 20 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 37.26% ขณะที่ 240 นาที ลดได้ 54.81%

ดังแสดงในกราฟที่ D2.11 แสดงผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนบน 120 ก./ล. . พบว่าที่เวลาสัมผัส 20 นาที และที่ 240 นาที ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีหรือลดค่าแอบซอบแบนท์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 20 นาที ค่าแอบซอบแบนท์ลดลงเท่ากับ 19.49% ขณะที่ 240 นาที ลดได้ 22.56%

จากผลการทดลองแสดงในกราฟ D2.4-D2.11 ได้พบความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงของเวลาสัมผัสที่ใช้ในกระบวนการดูดติดด้วยเถ้าลอย กล่าวคือ เมื่อนำเถ้าลอยมากวนกับน้ำเสียย้อมผ้าเพื่อให้เถ้าลอยมีโอกาสสัมผัสกับสีย้อมที่ละลายอยู่ในน้ำเสียและเกิดการกำจัดสีด้วยกระบวนการดูดติดผิว โดยมีเวลาสัมผัสอยู่ระยะหนึ่ง ผลการทดลองดังกล่าวได้แสดงเวลาสัมผัสซึ่งเป็นลักษณะสมบัติของเถ้าลอยปรากฏให้เห็นสองชุดใหญ่ๆ ดังนี้

- <u>ชุดแรก</u> วลาสัมผัสภาย 20 นาทีแรก เป็นเวลาสัมผัสที่เถ้าลอยสามารถเริ่มถึงจุดอิ่มตัวหรือจุดที่เถ้าลอยเริ่มไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพกำจัดสีได้อย่างมีนัยสำคัญอีก แม้จะเพิ่มเวลาสัมผัสให้เถ้าลอยกับน้ำเสียอีกนานเพียงไรก็ตาม ซึ่งพบในผลการทดลองแสดงในกราฟ D2.4, D2.5, D2.8, D2.11

- ชุดที่สอง ผลการทดลองแสดงในกราฟ D2.6, D2.7, D2.9, D2.10 แสดงให้เห็นว่า ขณะที่ให้เวลาสัมผัสให้กับเถ้าลอยและน้ำเสียจากเวลาเริ่มต้นไปจนถึง 240 นาที ประสิทธิภาพกำจัดสีในน้ำเสียด้วยเถ้าลอยมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามเวลาสัมผัสในช่วงเวลาสัมผัสดังกล่าว และมีแนวโน้มว่าประสิทธิภาพกำจัดสียังสามารถเพิ่มขึ้นได้อีกถ้าให้เวลาสัมผัสเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองหาเวลาสัมผัสของเถ้าลอยเพื่อใช้กำจัดสีรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้าดังกล่าว มีข้อน่าสังเกตุว่าปฏิกิริยาหรือกลไกในการกำจัดสีย้อมฯดังกล่าวนี้ เป็นกลไกของกระบวนการดูดติดผิวเพียงอย่างเดียวหรือไม่ เพราะเหตุว่าขณะที่เวลาสัมผัสที่เถ้าลอยใช้ในการกำจัดสีย้อมฯนั้นมีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ซึ่งมีความเป็นไปได้ดังนี้คือ กรณีแรกถ้าเป็นกระบวนการดูดติดผิวกระบวนการเดียวเวลาสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงนี้ อาจเกิดจากความพรุนของรูบนอนุภาคเถ้าลอยซึ่งเป็นตัวแปรที่กำหนดอัตราเร็ว(kinetic)ของการดูดติดผิวด้วยนั้นมีค่าที่กระจัดกระจายมาก หรือกรณีที่สองถ้าพิจารณาดูผลการทดลองแสดงในกราฟ D2.4และD2.5 ซึ่งจะพบว่าที่ 3 นาทีแรก เถ้าลอยสามารถให้จุดที่เริ่มคงที่ของประสิทธิภาพกำจัดสี หรือหลังจาก 3 นาทีดังกล่าวแม้เพิ่มเวลาสัมผัสอีกก็ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพกำจัดสีได้อย่างมีนัยสำคัญ ถ้าย้อนกลับไปดูข้อมูลผลการทดลองหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับการดูดติดผิวด้วยแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง (ดังแสดงในกราฟ c2.5-c2.12) พบว่าแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงนั้นมีเวลาสัมผัสที่เริ่มให้ประสิทธิภาพกำจัดสีคงที่อยู่ที่ 3 นาที การที่เถ้าลอยอาจจะใช้เวลาสัมผัสใกล้เคียงกับแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง สำหรับเกิดกระบวนการดูดติดผิวนั้นเป็นเรื่องที่เกิดได้ยาก ในขณะที่เถ้าลอยเองมีเวลาสัมผัสที่เหมาะสมที่แตกต่างกันและหลากหลายมาก ดังนั้นมีความเป็นไปได้สูงที่อาจมีกลไกกำจัดสีกลไกอื่นร่วมอยู่ด้วย ในการใช้เถ้าลอยการจัดสีในน้ำเสียนอกจากกลไกการดูดติดผิวเพียงกลไกเดียว

แต่อย่างไรก็ตาม เถ้าลอยนั้นยังมีสมบัติในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้า ขณะที่พีเอชที่เหมาะสมเพื่อนำเถ้าลอยไปใช้นั้น สามารถเลือกด้วยเหตุผลจากความถี่ช่วงพีเอชที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุดบ่อยๆ และเหตุผลอื่นร่วม แต่เวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับนำเถ้าลอยไปใช้ประโยชน์ในการกำจัดสีในน้ำเสียนั้น ไม่สามารถถูกเลือกได้ด้วยเหตุผลของประสิทธิภาพกำจัดสีหรือจุดอิ่มตัวของเถ้าลอยได้ เนื่องด้วยเหตุผลที่ได้กล่าวแล้วว่าอาจมีกลไกอื่นร่วมในการ

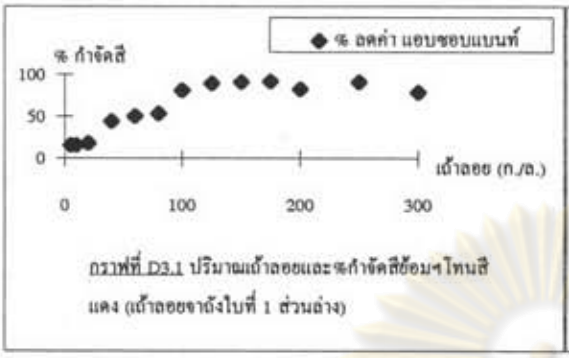
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กำจัดสีนอกจากกลไกการดูดติดผิว ส่งผลให้เวลาสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับนำเถ้าลอยไปใช้ประโยชน์ในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้านั้น มีค่าแตกต่างกันตั้งแต่ 3 นาที จนถึงกว่า 4 ชม.ในการสรุปเวลาที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้จึงไม่สามารถถูกกำหนดด้วยเหตุผลทางวิศวกรรมแต่เพียงอย่างเดียว แต่ทำโดยพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย คือ ต้นทุนก่อสร้างและต้นทุนดำเนินการ ต้นทุนก่อสร้างพิจารณาเปรียบเทียบกับกระบวนการกำจัดสีด้วยกลไกทางเคมีฟิสิกส์อื่นๆ โดยดูจากเวลากักน้ำ เช่น กลไกโคแอกูเลชันนั้นมีถังหรือบ่อกวนเร็วที่สั้นมากไม่เกิน 10 นาที ส่วนถังหรือบ่อตกตะกอนมีกลไกที่ต้องใช้เวลาแตกต่างกันไป ในขณะที่เวลาสัมผัสสำหรับแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงเลือกไว้เท่ากับ 40 นาที เพื่อนำไปศึกษาหาปริมาณใช้ที่เหมาะสม ดังนั้นจึงสามารถเลือกเวลาสัมผัสในการนำเอาเถ้าลอยไปใช้ประโยชน์ในการกำจัดสีที่ประมาณไม่เกิน 1 ชั่วโมง และไม่สั้นกว่า 40 นาทีซึ่งเป็นเวลาสัมผัสของแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง โดยพิจารณาว่าคุณภาพของเถ้าลอยในการกำจัดสีในน้ำเสียย้อมผ้านั้นต่ำกว่าแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง และเวลาสัมผัสที่สูงเกินกว่า 1 ชม.นั้น ทำให้อุปกรณ์และบ่อ/ถังที่ต้องใช้ในการกวนต้องมีขนาดใหญ่ไปด้วย ส่งผลให้ต้นทุนดำเนินการ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าดูแลรักษา ต้องสูงตามไปด้วย

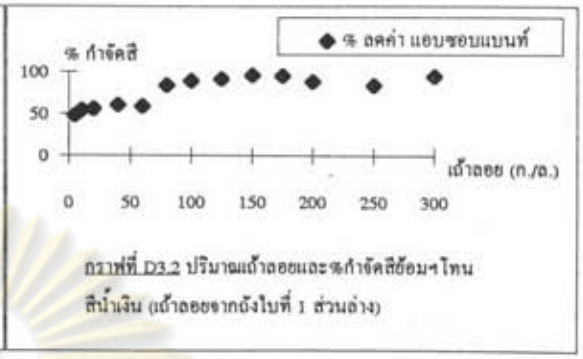
- ปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสม

ผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดสีรีย้อมแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้า ด้วยกระบวนการดูดติดผิวแสดงไว้ในกราฟที่ D3.1-D3.8 ซึ่งใช้เลือกใช้พีเอช 13.25-13.35 และใช้เวลาสัมผัส 60 นาที. กวนที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที โดยใช้เถ้าลอยไม่เกิน 300 ก./ล. เพราะน้ำเสียมีความหนืดสูงมากถ้าเพิ่มเถ้าเข้าไปอีก

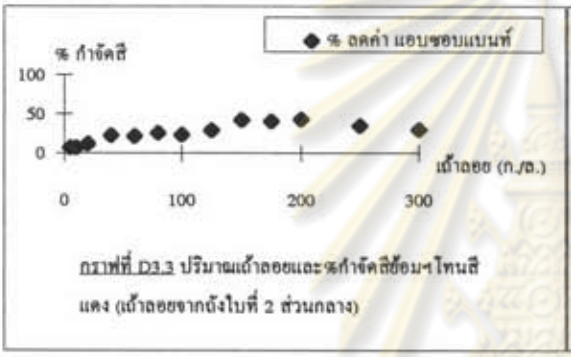
ดังแสดงในกราฟที่ D3.1 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง พบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม ซึ่งปริมาณเถ้าลอยที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุดประมาณ 91.58% นั้นอยู่ที่ 175 ก./ล. หลังจากจุดนี้ไปแล้วปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมลดลง เมื่อวัดโดยเปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์



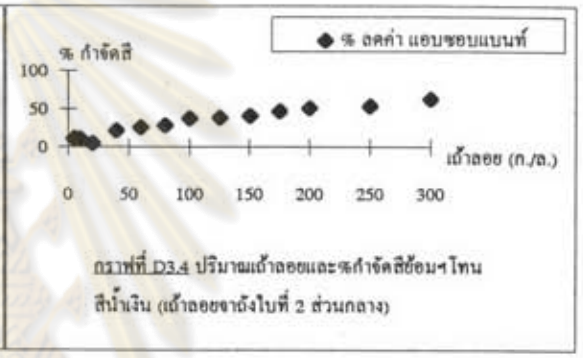
กราฟที่ D3.1 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง (เม้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง)



กราฟที่ D3.2 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีน้ำเงิน (เม้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง)

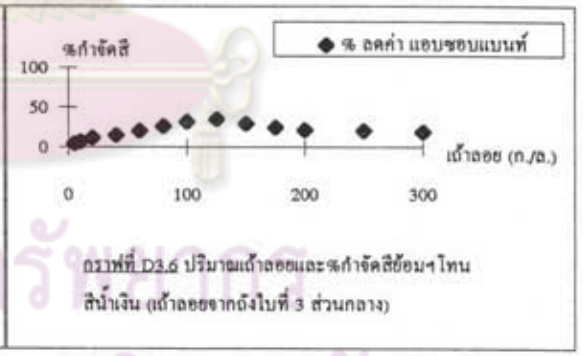


กราฟที่ D3.3 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง (เม้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง)

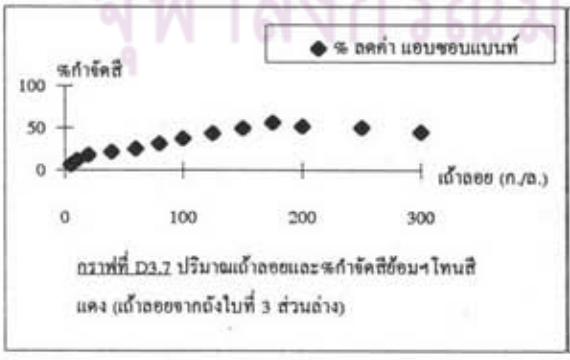


กราฟที่ D3.4 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีน้ำเงิน (เม้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง)

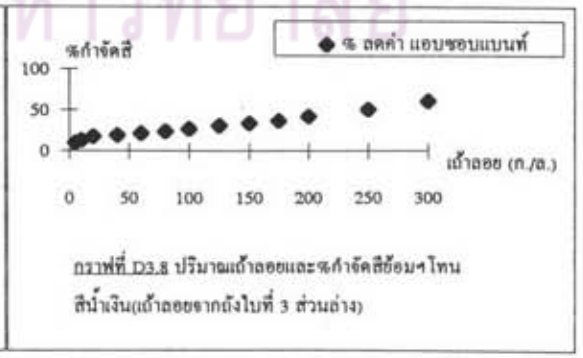
กราฟที่ D3.5 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง (เม้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง)



กราฟที่ D3.6 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีน้ำเงิน (เม้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง)



กราฟที่ D3.7 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีแดง (เม้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนล่าง)



กราฟที่ D3.8 ปริมาณเม้าลอยและ%กำจัดสีย้อมฯโทนสีน้ำเงิน(เม้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนล่าง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังแสดงในกราฟที่ D3.2 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 1 ส่วนล่าง พบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม ซึ่งปริมาณเถ้าลอยที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุดประมาณ 95.88% นั้นอยู่ที่ 150 ก./ล. หลังจากจุดนี้ไปแล้วปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมลดลง เมื่อวัดโดยเปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์

ดังแสดงในกราฟที่ D3.3 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง พบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม ซึ่งปริมาณเถ้าลอยที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุดประมาณ 41.49% นั้นอยู่ที่ 150 ก./ล. หลังจากจุดนี้ไปแล้วปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมลดลง เมื่อวัดโดยเปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์

ดังแสดงในกราฟที่ D3.4 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 2 ส่วนกลาง พบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม โดยการทดลองนี้เพิ่มปริมาณเถ้าลอยไปถึง 300 ก./ล. เนื่องจากเถ้าลอยที่มากกว่านี้ส่งผลให้เครื่องกวนเริ่มไม่มีกำลังเพราะน้ำเสียมีความหนืดมาก ที่ความเข้มข้นเถ้าลอย 300 ก./ล นี้ ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีประมาณ 62.25% เมื่อดูจากกราฟพบว่าหลังจากจุดนี้ไปแล้วประสิทธิภาพกำจัดสีมีแนวโน้มเพิ่มตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้นได้อีก

ดังแสดงในกราฟที่ D3.5 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง พบว่าพบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม โดยการทดลองนี้เพิ่มปริมาณเถ้าลอยไปถึง 300 ก./ล. เนื่องจากเถ้าลอยที่มากกว่านี้ส่งผลให้เครื่องกวนเริ่มไม่มีกำลังเพราะน้ำเสียมีความหนืดมาก ที่ความเข้มข้นเถ้าลอย 300 ก./ล นี้ ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีประมาณ 26.39% เมื่อดูจากกราฟพบว่าหลังจากจุดนี้ไปแล้วประสิทธิภาพกำจัดสีมีแนวโน้มเพิ่มตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้นได้อีก

ดังแสดงในกราฟที่ D3.6 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนกลาง พบว่าพบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม ซึ่งปริมาณเถ้าลอยที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุดประมาณ 34.89% นั้นอยู่ที่ 125 ก./ล. หลังจากจุดนี้ไปแล้วปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมลดลง เมื่อวัดโดยเปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์

ดังแสดงในกราฟที่ D3.7 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนล่าง พบว่าพบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม ซึ่งปริมาณเถ้าลอยที่ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีสูงสุดประมาณ 56.43% นั้นอยู่ที่ 175 ก./ล. หลังจากจุดนี้ไปแล้วปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมลดลง เมื่อวัดโดยเปอร์เซนต์ลดค่าแอบซอบแบนท์

ดังแสดงในกราฟที่ D3.8 แสดงผลการทดลองหาปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดสีในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยเถ้าลอยจากถังใบที่ 3 ส่วนล่าง พบว่าพบว่าประสิทธิภาพกำจัดสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่ม โดยการทดลองนี้เพิ่มปริมาณเถ้าลอยไปถึง 300 ก./ล. เนื่องจากเถ้าลอยที่มากกว่านี้ส่งผลให้เครื่องกวนเริ่มไม่มีกำลังเพราะน้ำเสียมีความหนืดมาก ที่ความเข้มข้นเถ้าลอย 300 ก./ล นี้ ให้ประสิทธิภาพกำจัดสีประมาณ 61.16% เมื่อดูจากกราฟพบว่าหลังจากจุดนี้ไปแล้วประสิทธิภาพกำจัดสีมีแนวโน้มเพิ่มตามปริมาณเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้นได้อีก

จากผลการทดลองหาปริมาณที่เหมาะสมของเถ้าลอยที่ใช้ในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟในน้ำเสียย้อมผ้าดังแสดงในกราฟ D3.1-D3.8 ทำให้สรุปได้ว่าตัวอย่างเถ้าลอยนั้นสามารถให้ประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมสูงสุด แต่เป็นค่าหรือประสิทธิภาพที่นำไปใช้ในการทำนายประสิทธิภาพกำจัดสีย้อมฯ สำหรับเถ้าลอยตัวอย่างอื่นไม่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร

4.5 ผลการทดลองกระบวนการกำจัดสารดูดติดผิวแขวนลอยด้วยกระบวนการโคแอกูเลชัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. การกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้ม

การวัดปริมาณแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียดังได้กล่าวไว้แล้วว่า (ดูกราฟ VII และ VIII ในภาคผนวก A) ได้วัดออกมาในรูปของค่าแอบซอบแบนท์โทนสีดำ ณ ความยาวคลื่นเท่ากับที่ใช้ในการวัดสีของน้ำเสียเริ่มต้นโดยไม่ต้องกรองน้ำเสียก่อนการวัดแอบซอบแบนท์ ส่วนการวัดการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมนั้น วัดที่ความยาวคลื่นเดียวกับที่ใช้วัดสี

ของน้ำเสียเริ่มต้น แต่ต้องกรองแยกเอาแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียออกก่อนการวัด

จากผลการทดลองเบื้องต้นพบว่า เมื่อปรับพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียเริ่มต้นไปที่พีเอช 6 แล้วแปรผันปริมาณสารส้มใส่ลงไปทีละน้อย พร้อมกับกวนตัวอย่างน้ำเสียไปด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาที นาน 2-3 นาที พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้น้อยที่สุดที่เริ่มสังเกตเห็นฟล็อคได้ชัดเจนอยู่ที่ประมาณ 60 มก./ล.

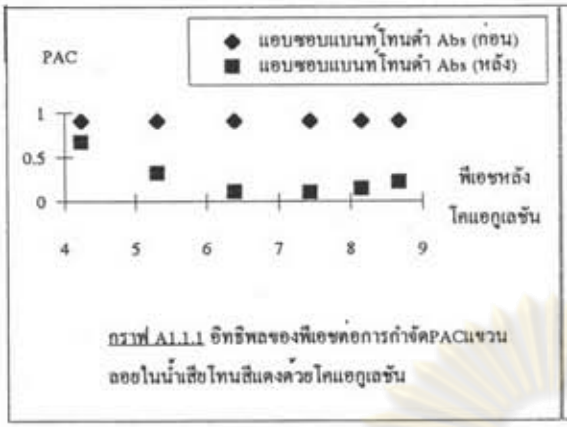
- <u>พีเอชที่เหมาะสม</u>

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A1.1.1 นั้น พบว่าพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังกระบวนการโคแอกูเลชันที่เหมาะสมสำหรับสารส้ม ในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยได้มากที่สุด โดยใช้ปริมาณสารส้ม 60 มก./ล.นั้น อยู่ที่พีเอช 7.44 ส่วนที่พีเอช 6.39 นั้นให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยต่ำกว่าที่พีเอช 7.44 เล็กน้อย ในขณะที่ช่วงพีเอชที่ต่ำกว่า 6.39 และช่วงพีเอชที่สูงกว่า 7.44 นั้นให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

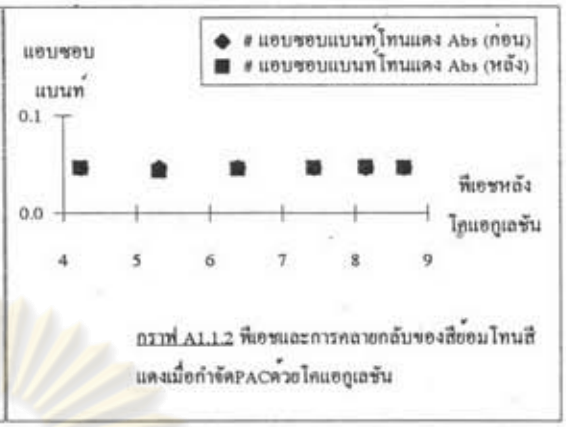
กราฟ A1.1.7 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดง โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่พีเอช 6.39 และ พีเอช 7.44 ให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยเหลือในน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันด้วยสารส้ม 60 มก./ล. ต่ำสุดใกล้เคียงกันคือ 7.0 และ 5.2 มก./ล. ตามลำดับ

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A1.1.2 พบว่าเมื่อแปรผันพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียและใช้สารส้ม 60 มก./ล. ในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงแล้วนั้น พีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันในช่วง 4.24-8.68 นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯ โทนสีแดงจากแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยกลับลงสู่น้ำเสียแต่อย่างไร

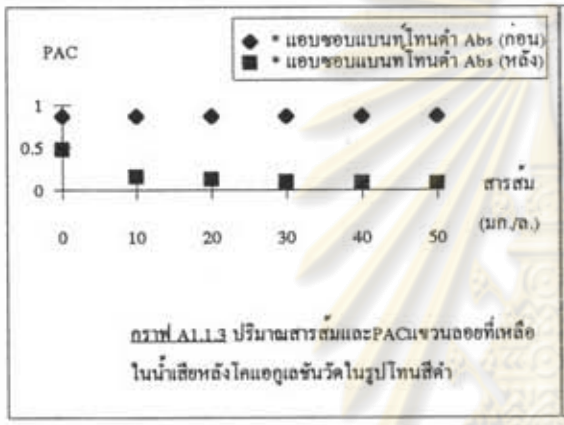
จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A2.1.1 นั้น พบว่าพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังกระบวนการโคแอกูเลชันที่เหมาะสมสำหรับสารส้ม ในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยได้มากที่สุด โดยใช้ปริมาณสารส้ม 60 มก./ล.นั้น อยู่ที่พีเอช 7.56 ส่วนที่พีเอช 6.34 และ 8.08 นั้นให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยต่ำกว่าที่พีเอช 7.56 เล็กน้อย ในขณะที่ช่วงพีเอชที่ต่ำ



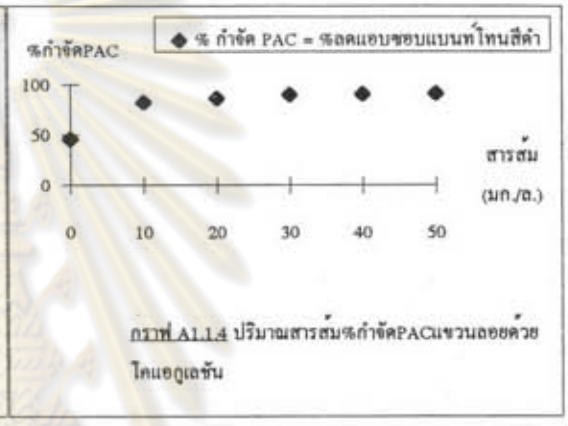
กราฟ A1.1.1 อิทธิพลของพีเอชต่อการกำจัดPACแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยไคแอกูเลชัน



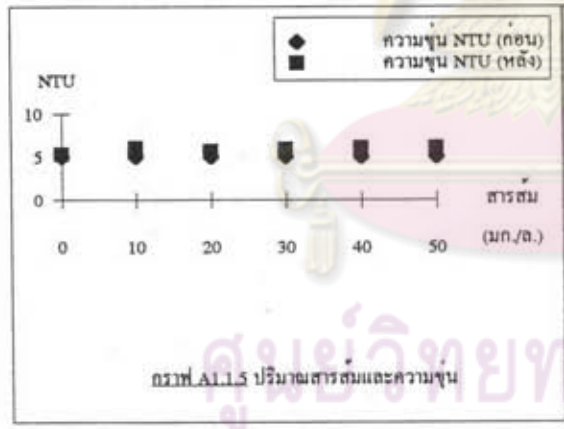
กราฟ A1.1.2 พีเอชและการคลายกลับของสีย้อมโทนสีแดงเมื่อกำจัดPACด้วยไคแอกูเลชัน



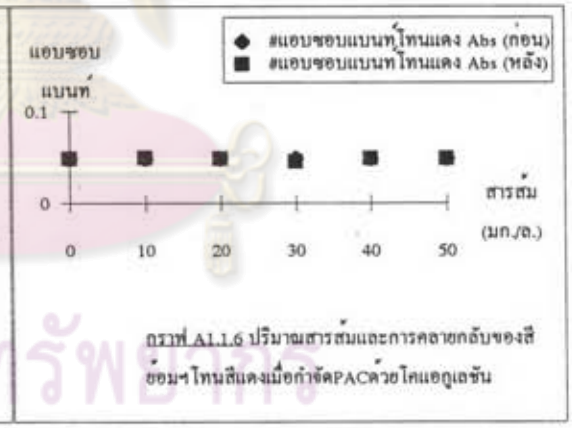
กราฟ A1.1.3 ปริมาณสารส้มและPACแขวนลอยที่เหลือในน้ำเสียหลังไคแอกูเลชันวัดในรูปโทนสีดำ



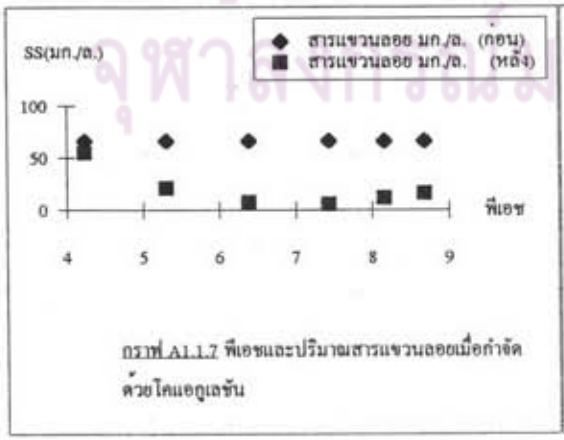
กราฟ A1.1.4 ปริมาณสารส้ม%กำจัดPACแขวนลอยด้วยไคแอกูเลชัน



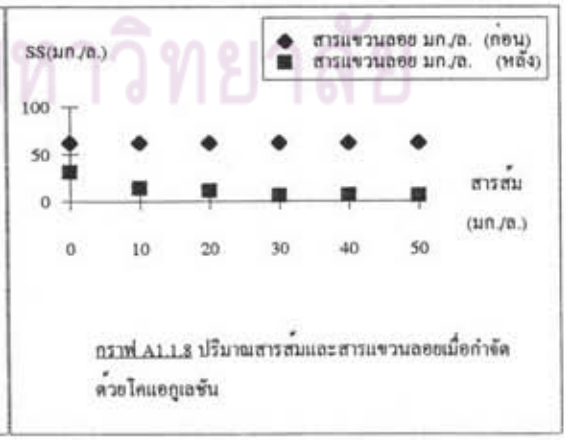
กราฟ A1.1.5 ปริมาณสารส้มและความขุ่น



กราฟ A1.1.6 ปริมาณสารส้มและการคลายกลับของสีย้อมฯโทนสีแดงเมื่อกำจัดPACด้วยไคแอกูเลชัน

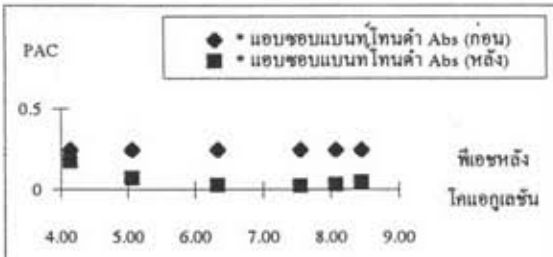


กราฟ A1.1.7 พีเอชและปริมาณสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยไคแอกูเลชัน

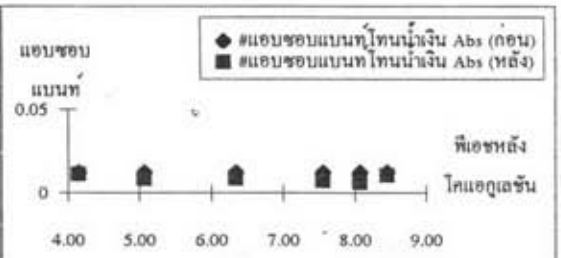


กราฟ A1.1.8 ปริมาณสารส้มและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยไคแอกูเลชัน

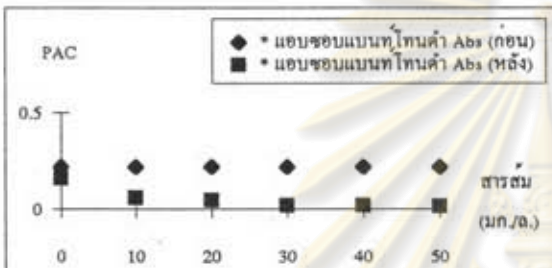
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



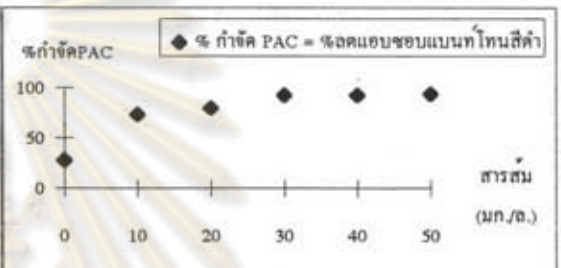
กราฟ A2.1.1 อิทธิพลพีเอชต่อการกำจัดPACแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยไคแอกูเลชัน



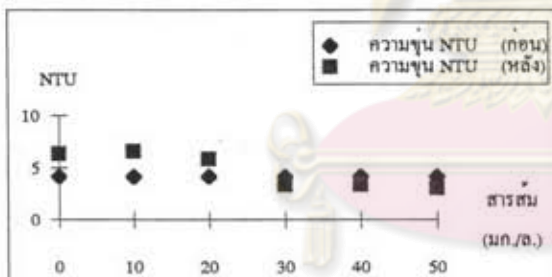
กราฟA2.1.2 พีเอชและการคลายกลับของสีย้อมโทนสีน้ำเงินเมื่อกำจัดPACด้วยไคแอกูเลชัน



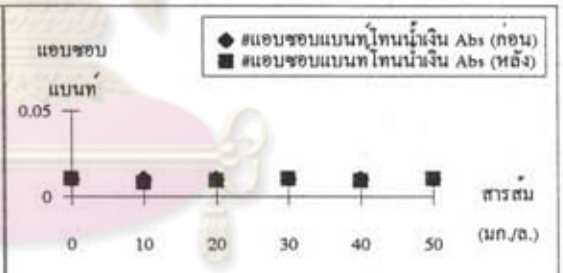
กราฟที่A2.1.3 ปริมาณสารส้มและPACแขวนลอยเหลือในน้ำเสียหลังไคแอกูเลชัน วัดในรูปโทนสีดำ



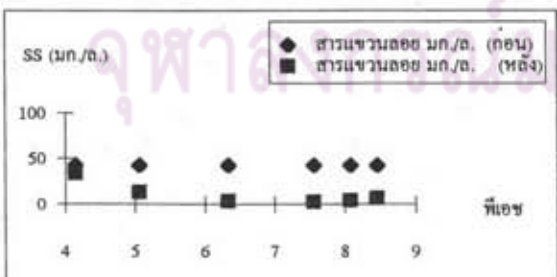
กราฟ A2.1.4 ปริมาณสารส้มและ%กำจัดPACแขวนลอยด้วยไคแอกูเลชัน



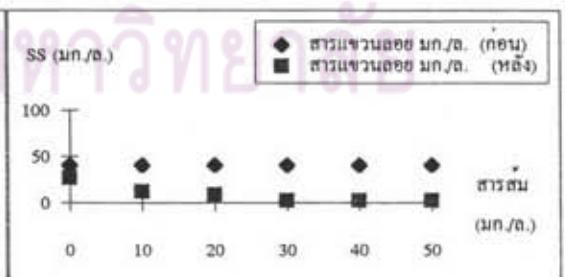
กราฟที่A2.1.5 ปริมาณสารส้มและความขุ่น



กราฟที่A2.1.6 ปริมาณสารส้มและการคลายกลับของสีย้อม(น้ำเงิน)เมื่อกำจัดPACด้วยไคแอกูเลชัน



กราฟ A2.1.7 พีเอชและปริมาณสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยไคแอกูเลชัน



กราฟ A2.1.8 ปริมาณสารส้มและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยไคแอกูเลชัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กว่า 6.34 และช่วงพีเอชที่สูงกว่า 8.08 นั้นให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

กราฟ A2.1.7 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่พีเอช 6.34, 7.56 และ พีเอช 8.08 ให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยเหลือในน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันด้วยสารส้ม 60 มก./ล. ต่ำสุดใกล้เคียงกันคือ 3.0, 2.0 และ 3.4 มก./ล.ตามลำดับ

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A2.1.2 พบว่าเมื่อแปรผันพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียและใช้สารส้ม 60 มก./ล. ในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินแล้วนั้น พีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันในช่วง 4.15-8.46 นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯโทนสีน้ำเงินจากแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยกลับลงสู่น้ำเสียแต่อย่างไร

- <u>ปริมาณสารส้มที่เหมาะสม</u>

จากผลการทดลองดังแสดงในกราฟ A1.1.1, A1.1.2 และ A2.1.1, A2.1.2 ทำให้สามารถเลือกพีเอชเริ่มต้นของตัวอย่างน้ำเสียโทนสีแดงและสีน้ำเงินได้ โดยการปรับไปที่พีเอช 7.0 ก่อนแล้วจึงนำตัวอย่างน้ำเสียที่ปรับพีเอชแล้วดังกล่าว ไปแปรผันปริมาณสารส้มสำหรับหาค่าปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียต่อไป

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A1.1.3 และ A1.1.4 พบว่าปริมาณสารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล.นั้น ให้ประสิทธิภาพกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงสูงสุดใกล้เคียงกันเท่ากับ 89.5%, 90.1% และ 90.9% ตามลำดับ ปริมาณสารส้มที่น้อยกว่าค่าดังกล่าวนี้ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯ ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A1.1.6 พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้ในกระบวนการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯ 0-50 มก./ล.นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับของสีย้อมฯแต่อย่างไร

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A1.1.5 พบว่าการวัดความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผง

แขวนลอยในน้ำเสียฯด้วยหน่วยวัดความขุ่น NTU นั้น ให้ค่าความขุ่นหลังการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯอยู่ในช่วง 5.2-6.0 NTU เมื่อใช้ปริมาณสารส้มในช่วง 0-50 มก./ล และความขุ่นของตัวอย่างน้ำเสียเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 5.0 NTU

กราฟ A1.1.8 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดง โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่สารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล. ให้ความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯสูงสุดใกล้เคียงกัน กล่าวคือวัดปริมาณสารแขวนลอยเหลือในตัวอย่างน้ำเสียฯหลังโคแอกูเลชันได้ 5.4, 6.2 และ 5.2 มก./ล ตามลำดับ

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A2.1.3 และ A2.1.4 พบว่าปริมาณสารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล. นั้นให้ประสิทธิภาพกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินสูงสุดใกล้เคียงกันเท่ากับ 92.2%, 92.2% และ 93.6% ตามลำดับ ปริมาณสารส้มที่น้อยกว่าค่าดังกล่าวนี้ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯ ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A2.1.6 พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้ในกระบวนการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯ 0-50 มก./ล.นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับของสีย้อมฯแต่อย่างไร

จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ A2.1.5 พบว่าการวัดความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯด้วยหน่วยวัดความขุ่น NTU นั้น ให้ค่าความขุ่นหลังการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯอยู่ในช่วง 3.0-6.5 NTU เมื่อใช้ปริมาณสารส้มในช่วง 0-50 มก./ล. และความขุ่นของตัวอย่างน้ำเสียเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 4.1 NTU

กราฟ A2.1.8 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่สารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล. ให้ความสามารถในการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯสูงสุดใกล้เคียงกัน กล่าวคือวัดปริมาณสารแขวนลอยเหลือในตัวอย่างน้ำเสียฯหลังโคแอกูเลชันได้เท่ากับ 2.0, 2.4 และ 2.0 มก./ล.ตามลำดับ

ข. การกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์

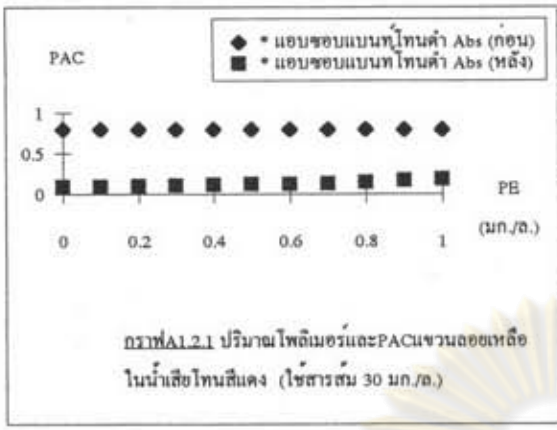
จากผลการทดลองการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในหัวข้อ ก. ข้างต้น ทำให้สามารถสรุปพีเอชของน้ำเสียและปริมาณสารส้มที่เหมาะสมสำหรับใช้กำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยกระบวนการโคแอกูเลชันได้ และในผลการทดลองดังกำลังจะแสดงต่อไปนี้ ได้เลือกเอาพีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นประมาณ 7.0 และความเข้มข้นสารส้ม 30 มก./ล.ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยมาเป็นตัวแปรคงที่ เพื่อทดลองหาปริมาณโพลิเมอร์ที่เหมาะสม สำหรับกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ต่อไป

ผลการทดลองกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ A1.2.1 และ A1.2.2 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีแดงนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯแต่อย่างไร การเพิ่มปริมาณการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้ม 30 มก./ล.นั้น จะส่งผลให้ลดเวลาการรวมฟล็อคให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากกรณีขนาดของฟล็อคก้อนใดใหญ่พอ ฟล็อคนั้นก็จะตกตะกอนลงก่อนฟล็อคเล็กอื่นด้วยแรงโน้มถ่วง การกวนช้านั้นไม่สามารถชลอเวลาตกตะกอนของฟล็อคขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากน้ำหนักของโพลิเมอร์และสารแขวนลอยเกาะรวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ได้ไม่พร้อมกัน ส่งผลให้มีฟล็อคของแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงขนาดเล็ก(pin floc) เหลืออยู่ในน้ำเสียด้วยในปริมาณที่แปรผันตรงกับปริมาณการเติมโพลิเมอร์

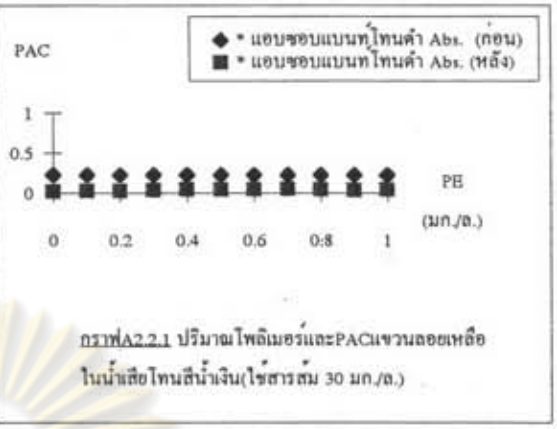
ผลการทดลองกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ A1.2.3 พบว่าการใช้สารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดง ในช่วงความเข้มข้นโพลิเมอร์ 0-1.0 มก./ล.นั้นไม่ส่งผลต่อการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯจากแอกติเวทเต็ดคาร์บอนลงสู่น้ำเสียฯแต่อย่างไร

ผลการทดลองกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ A1.2.4 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีแดงนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯเมื่อวัดด้วยหน่วยมิลลิกรัม/ลิตรของสารแขวนลอย

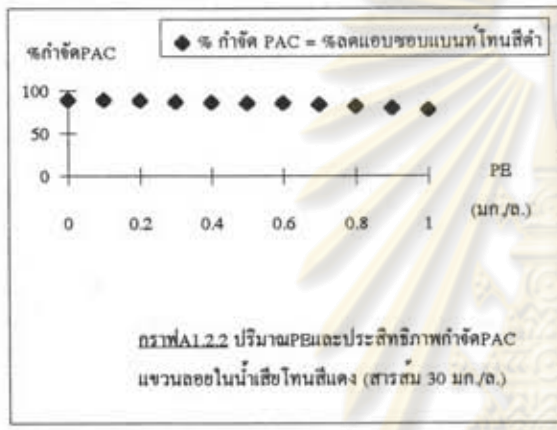
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



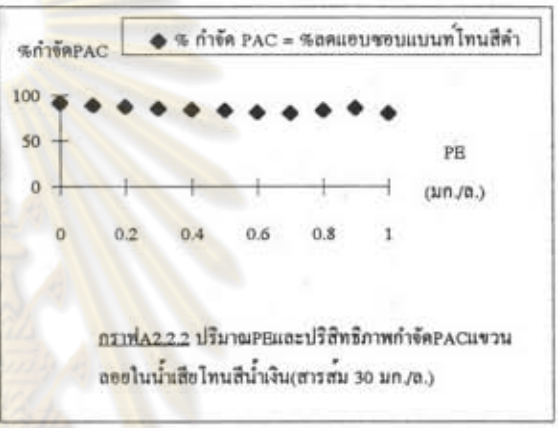
กราฟA1.2.1 ปริมาณโพลิเมอร์และPACแขวนลอยเหลือในน้ำเสียโทนสีแดง (ใช้สารส้ม 30 มก./ล.)



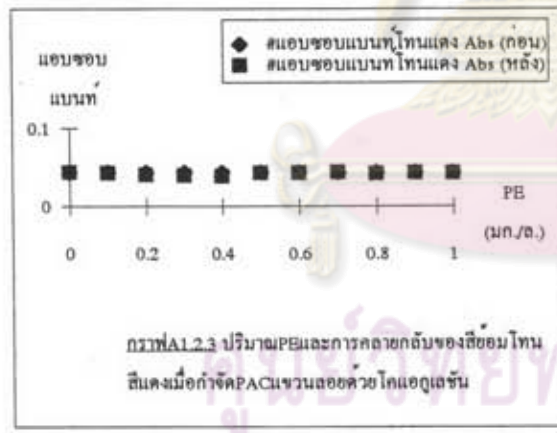
กราฟA2.2.1 ปริมาณโพลิเมอร์และPACแขวนลอยเหลือในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน(ใช้สารส้ม 30 มก./ล.)



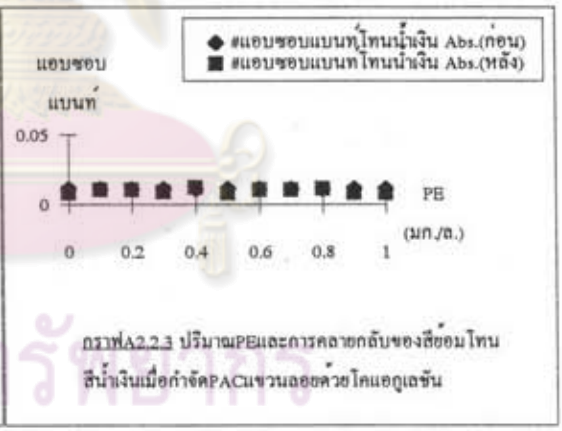
กราฟA1.2.2 ปริมาณPEและประสิทธิภาพกำจัดPACแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดง (สารส้ม 30 มก./ล.)



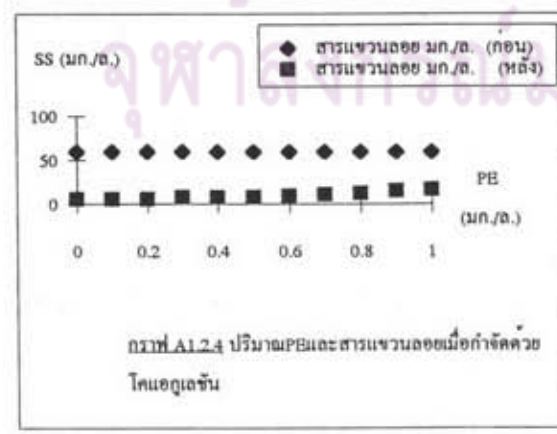
กราฟA2.2.2 ปริมาณPEและปริสิทธิภาพกำจัดPACแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน(สารส้ม 30 มก./ล.)



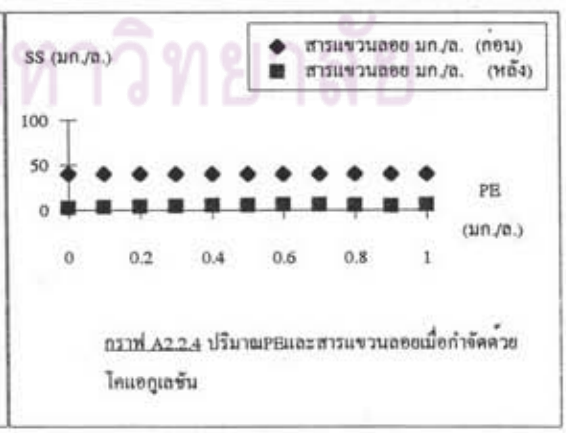
กราฟA1.2.3 ปริมาณPEและการคลายกลับของสีย้อมโทนสีแดงเมื่อกำจัดPACแขวนลอยด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟA2.2.3 ปริมาณPEและการคลายกลับของสีย้อมโทนสีน้ำเงินเมื่อกำจัดPACแขวนลอยด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟ A1.2.4 ปริมาณPEและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟ A2.2.4 ปริมาณPEและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยโคแอกูเลชัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ A2.2.1 และ A2.2.2 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีน้ำเงินนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯแต่อย่างไร การเพิ่มปริมาณการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มนั้นจะส่งผลให้ลดเวลาการรวมฟล็อคให้มีขนาดใหญ่ เนื่องจากกรณีขนาดของฟล็อคก้อนใดใหญ่พอก็จะตกตะกอนลงก่อนฟล็อคเล็กอื่นด้วยแรงโน้มถ่วง การกวนช้าไม่สามารถชลอเวลาตกตะกอนของฟล็อคขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากน้ำหนักของโพลิเมอร์และสารแขวนลอยเกาะรวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ได้ไม่พร้อมกัน ส่งผลให้มีฟล็อคของแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงขนาดเล็ก(pin floc) เหลืออยู่ในน้ำเสียด้วยในปริมาณที่แปรผันตรงกับปริมาณการเติมโพลิเมอร์

ผลการทดลองกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ A2.2.3 พบว่าการใช้สารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน ในช่วงความเข้มข้นโพลิเมอร์ 0-1.0 มก./ล.นั้นไม่ส่งผลต่อการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯจากแอกติเวทเต็ดคาร์บอนกลับลงสู่งน้ำเสียฯแต่อย่างไร

ผลการทดลองกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ A2.2.4 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีน้ำเงินนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดแอกติเวทเต็ดคาร์บอนผงแขวนลอยในน้ำเสียฯเมื่อวัดด้วยหน่วยมิลลิกรัม/ลิตรของสารแขวนลอย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. <u>การกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้ม</u>

การวัดปริมาณเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียดังได้กล่าวไว้แล้วว่า (ดูกราฟ IX และ X ภาคผนวก A) ได้วัดออกมาในรูปของค่าแอบซอบแบนท์โทนสีดำ ณ ความยาวคลื่นเท่ากับที่ใช้ในการวัดสีของน้ำเสียเริ่มต้นโดย ไม่ต้องกรองน้ำเสียก่อนการวัดแอบซอบแบนท์ส่วนการวัดการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมนั้น วัดที่ความยาวคลื่นเดียวกับที่ใช้วัดสีของน้ำเสียเริ่มต้น แต่กรองแยกเอาเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียออกก่อนการวัด

จากผลการทดลองเบื้องต้นพบว่า เมื่อปรับพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียเริ่มต้นไปที่พีเอช 6 แล้วแปรผันปริมาณสารส้มใส่ลงไปทีละน้อย พร้อมกับกวนตัวอย่างน้ำเสียไปด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาที นาน 2-3 นาที พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้น้อยที่สุดที่เริ่มสังเกตเห็นฟล็อคได้ชัดเจนอยู่ที่ประมาณ 60 มก./ล.

- <u>พีเอชที่เหมาะสม</u>

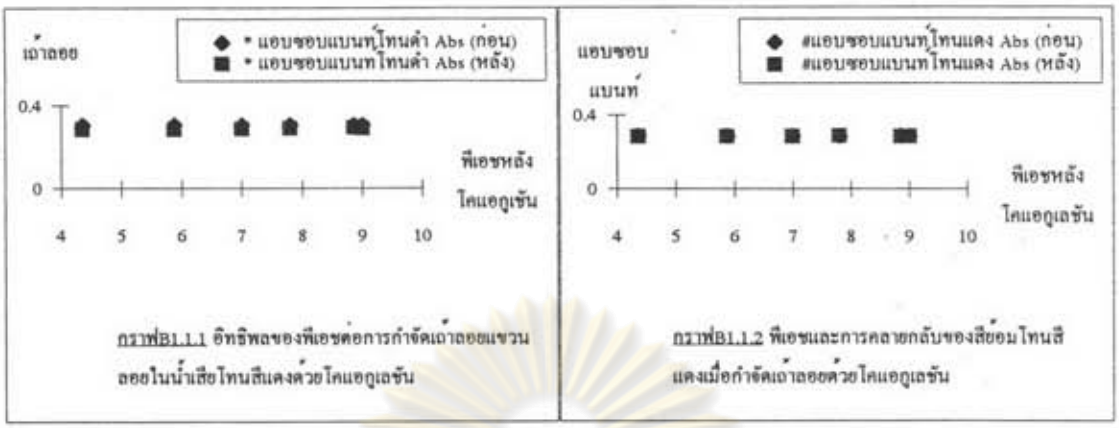
จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้ม ดังแสดงในกราฟ B1.1.1 นั้น พบว่าพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังกระบวนการโคแอกูเลชันที่เหมาะสมสำหรับสารส้ม ในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยได้มากที่สุด โดยใช้ปริมาณสารส้ม 60 มก./ล.นั้น อยู่ที่พีเอช 4.36 และ 5.88 ส่วนที่พีเอชตั้งแต่ 7.0 ขึ้นไปนั้น ให้ประสิทธิภาพการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยต่ำกว่าที่พีเอช 4.36 และ 5.88 อย่างไม่มีนัยสำคัญ

กราฟ B1.1.7 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดง โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่พีเอช 4.36-9.01 ให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยเหลือในน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันด้วยสารส้ม 60 มก./ล. ต่ำสุดใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 5.6-9.0 มก./ล.ตามลำดับ เมื่อสารแขวนลอยในน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 8.4 มก./ล.

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B1.1.2 พบว่าเมื่อแปรผันพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียและใช้สารส้ม 60 มก./ล. ในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงแล้วนั้น พีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันในช่วง 4.36-9.01 นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯโทนสีแดงจากเถ้าลอยแขวนลอยกลับลงสู่น้ำเสียแต่อย่างไร

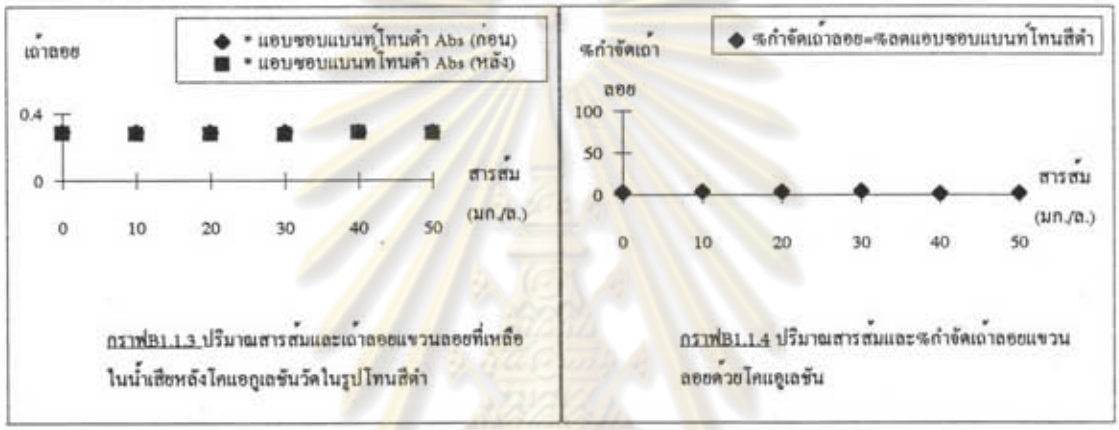
จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B2.1.1 นั้น พบว่าพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังกระบวนการโคแอกูเลชันที่เหมาะสมสำหรับสารส้ม ในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยได้มากที่สุด โดยใช้ปริมาณสารส้ม 60 มก./ล.นั้น อยู่ที่พีเอช 5.98 ส่วนพีเอชที่เหลือนั้นให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ

กราฟ B2.1.7 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่พีเอช 4.66-9.10 ให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยเหลือในน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันด้วยสารส้ม 60 มก./ล. ต่ำสุดใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 4.2-5.0 มก./ล.ตามลำดับ เมื่อสารแขวนลอยในน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 4.8 มก./ล.



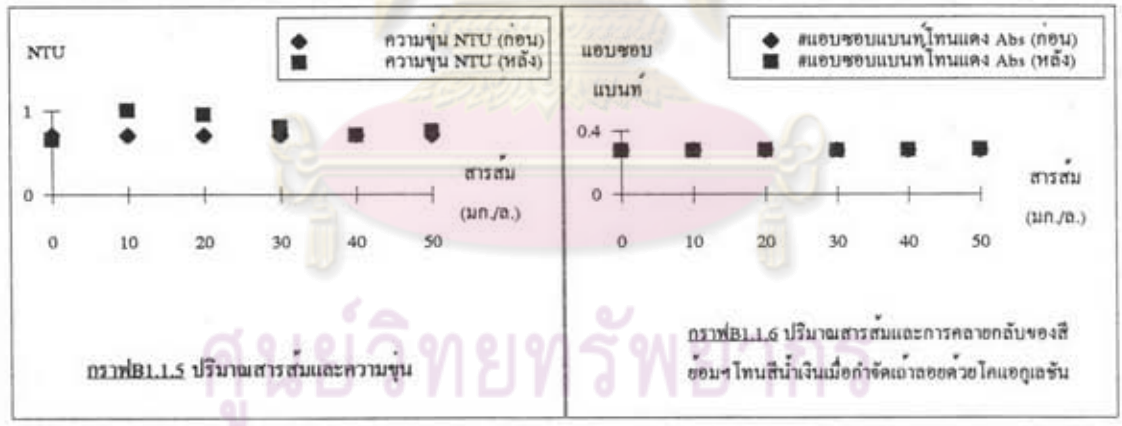
กราฟB1.1.1 อิทธิพลของพีเอชต่อการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียไทนสีแดงด้วยไคแอตูเซ้น

กราฟB1.1.2 พีเอชและการคลายกลับของสีย้อมไทนสีแดงเมื่อกำจัดเถ้าลอยด้วยไคแอตูเซ้น



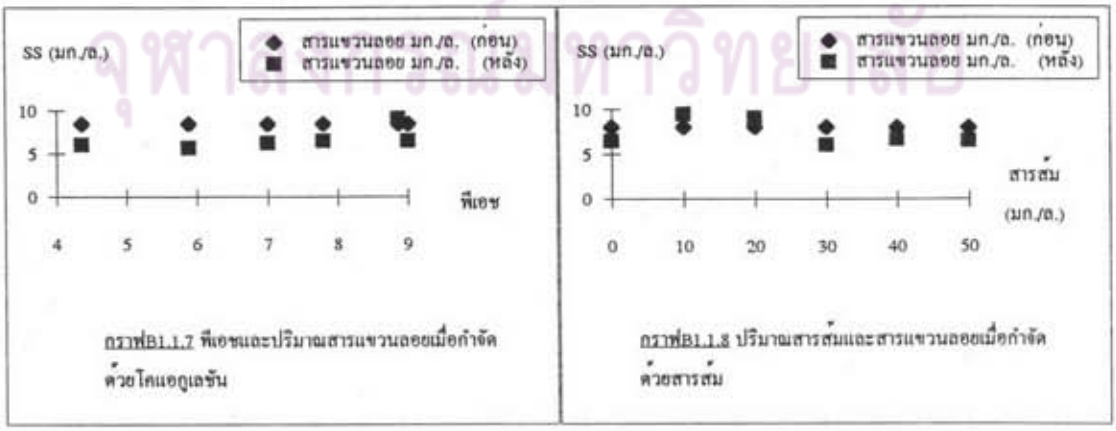
กราฟB1.1.3 ปริมาณสารส้มและเถ้าลอยแขวนลอยที่เหลือในน้ำเสียหลังไคแอตูเซ้นวัดในรูปไทนสีดำ

กราฟB1.1.4 ปริมาณสารส้มและ%กำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยไคแอตูเซ้น



กราฟB1.1.5 ปริมาณสารส้มและความขุ่น

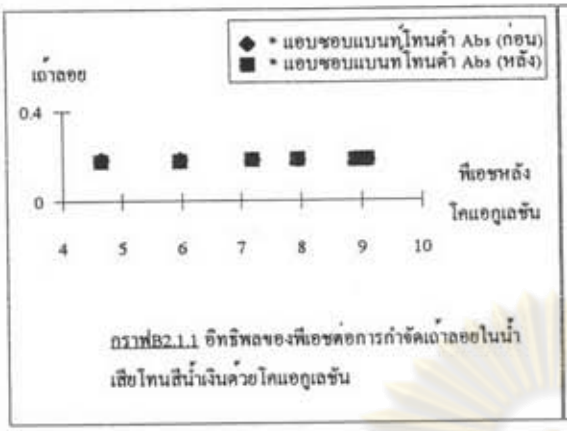
กราฟB1.1.6 ปริมาณสารส้มและการคลายกลับของสีย้อมฯ ไทนสีน้ำเงินเมื่อกำจัดเถ้าลอยด้วยไคแอตูเซ้น



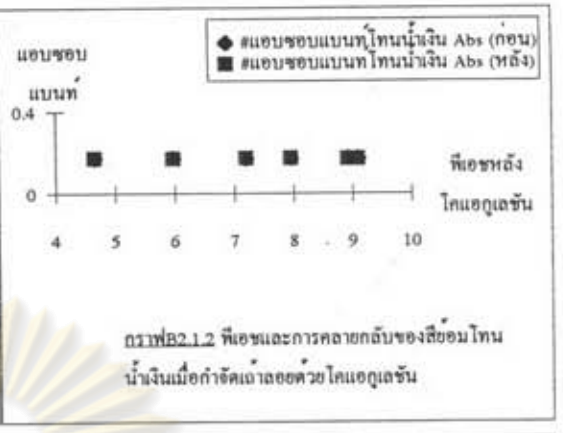
กราฟB1.1.7 พีเอชและปริมาณสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยไคแอตูเซ้น

กราฟB1.1.8 ปริมาณสารส้มและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยสารส้ม

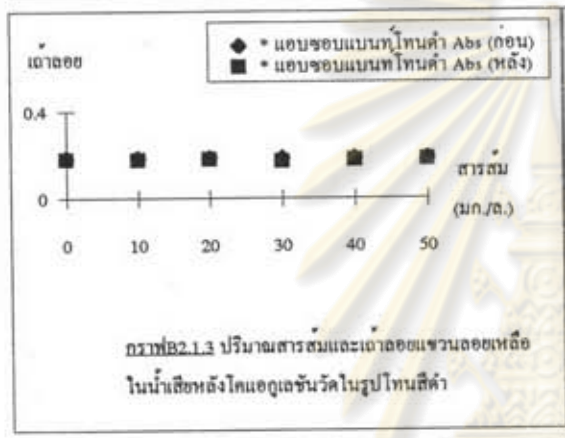
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



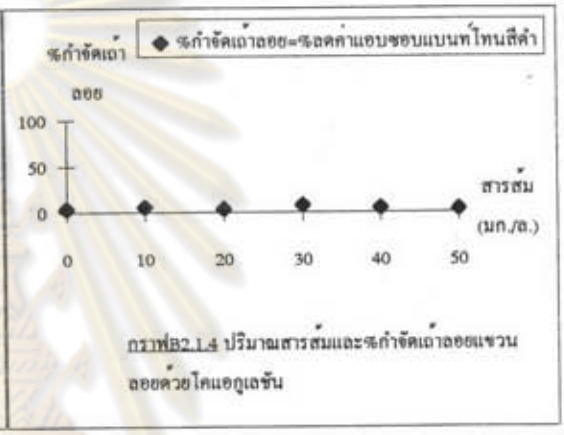
กราฟB2.1.1 อิทธิพลของพีเอชต่อการกำจัดเถ้าลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยโคแอกูเลชัน



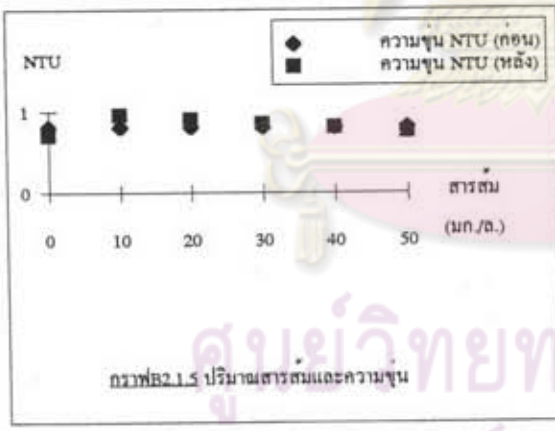
กราฟB2.1.2 พีเอชและการคลายกลับของสีย้อมโทนน้ำเงินเมื่อกำจัดเถ้าลอยด้วยโคแอกูเลชัน



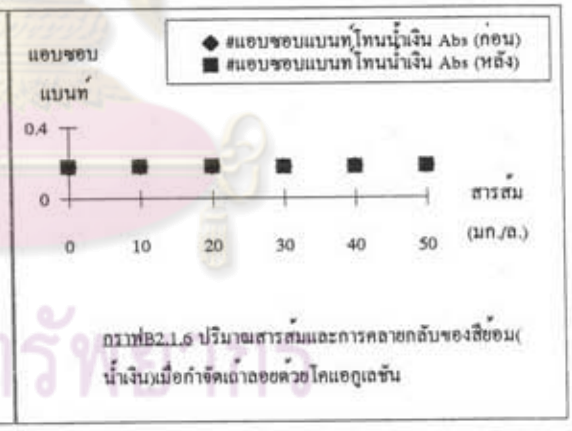
กราฟB2.1.3 ปริมาณสารส้มและเถ้าลอยแขวนลอยเหลือในน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันวัดในรูปโทนสีดำ



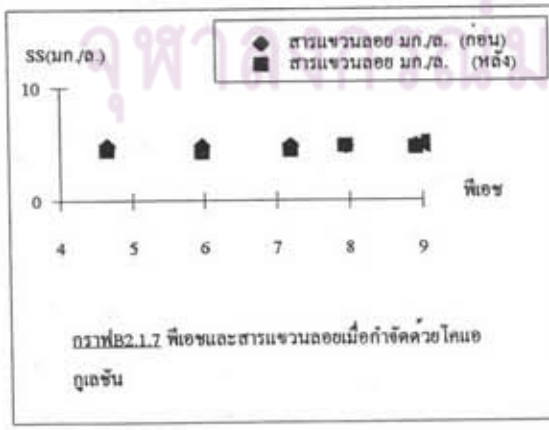
กราฟB2.1.4 ปริมาณสารส้มและ%กำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยโคแอกูเลชัน



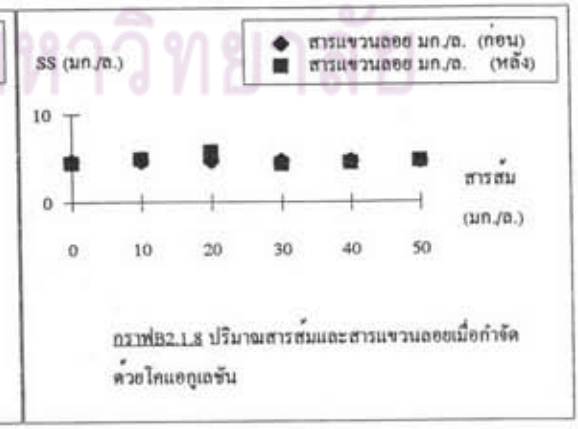
กราฟB2.1.5 ปริมาณสารส้มและความขุ่น



กราฟB2.1.6 ปริมาณสารส้มและการคลายกลับของสีย้อม(น้ำเงิน)เมื่อกำจัดเถ้าลอยด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟB2.1.7 พีเอชและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟB2.1.8 ปริมาณสารส้มและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยโคแอกูเลชัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B2.1.2 พบว่าเมื่อแปรผันพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียและใช้สารส้ม 60 มก./ล. ในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินแล้วนั้น พีเอชของตัวอย่างน้ำเสียหลังโคแอกูเลชันในช่วง 4.66-9.10 นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯโทนสีน้ำเงินจากเถ้าลอยแขวนลอยกลับลงสู่น้ำเสียแต่อย่างไร

- ปริมาณสารส้มที่เหมาะสม

จากผลการทดลองดังแสดงในกราฟ B1.1.1, B1.1.2 และ B2.1.1, B2.1.2 ทำให้สามารถเลือกพีเอชเริ่มต้นของตัวอย่างน้ำเสียโทนสีแดงและสีน้ำเงินได้ โดยการปรับไปที่พีเอช 5 ก่อน แล้วจึงนำตัวอย่างน้ำเสียที่ปรับพีเอชแล้วดังกล่าว ไปแปรผันปริมาณสารส้มสำหรับหาค่าปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียต่อไป

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B1.1.3 และ B1.1.4 พบว่าปริมาณสารส้ม 0-50 มก./ล.นั้น ให้ประสิทธิภาพกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงต่ำใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 1.4-4.5%

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B1.1.6 พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้ในกระบวนการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯ 0-50 มก./ล.นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับของสีย้อมฯแต่อย่างไร

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดงด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B1.1.5 พบว่าการวัดความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯด้วยหน่วยวัดความขุ่น NTU นั้น ให้ค่าความขุ่นหลังการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯอยู่ในช่วง 0.65-1.0 NTU เมื่อใช้ปริมาณสารส้มในช่วง 0-50 มก./ล. และความขุ่นของตัวอย่างน้ำเสียเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 0.70 NTU

กราฟ B1.1.8 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดง โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่สารส้ม 0-50 มก./ล. ให้ความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯใกล้เคียงกัน กล่าวคือวัดปริมาณสารแขวนลอยเหลือในตัวอย่างน้ำเสียฯหลังโคแอกูเลชันได้ ในช่วง 6.0-9.4 มก./ล.ตามลำดับ เมื่อสารแขวนลอยในน้ำเสียเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 8.0 มก./ล.

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B2.1.3 และ B2.1.4 พบว่าปริมาณสารส้ม 0-50 มก./ล.นั้น ให้ประสิทธิภาพกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินต่ำใกล้เคียงกัน คือมีประสิทธิภาพกำจัดในช่วง 3.8-7.6%

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B2.1.6 พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้ในกระบวนการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯที่ไม่เกิน 50 มก./ล.นั้น ไม่ก่อให้เกิดการคลายกลับของสีย้อมฯแต่อย่างไร

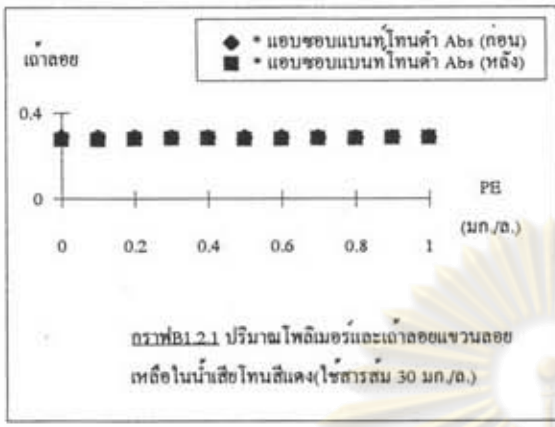
จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงินด้วยสารส้มดังแสดงในกราฟ B2.1.5 พบว่าการวัดความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯด้วยหน่วยวัดความขุ่น NTU นั้น ให้ค่าความขุ่นหลังการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯอยู่ในช่วง 0.70-0.95 NTU เมื่อใช้ปริมาณสารส้มในช่วง 0-50 มก./ล. และความขุ่นของตัวอย่างน้ำเสียเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 0.80 NTU

กราฟ B2.1.8 แสดงการวัดความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน โดยวัดในรูปสารแขวนลอย พบว่าที่สารส้ม 0-50 มก./ล. ให้ความสามารถในการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯใกล้เคียงกัน กล่าวคือวัดปริมาณสารแขวนลอยเหลือในตัวอย่างน้ำเสียฯหลังโคแอกูเลชันได้ 4.2-5.6 มก./ล. เมื่อสารแขวนลอยในน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 4.6 มก./ล.

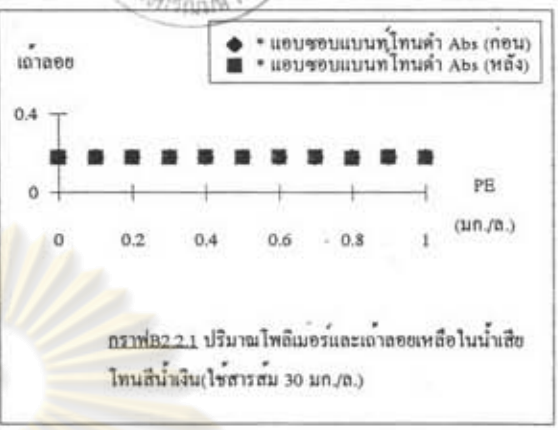
ง. <u>การกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์</u>

จากผลการทดลองการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในหัวข้อ ค. ข้างต้น ทำให้สามารถสรุปพีเอชของน้ำเสียและปริมาณสารส้มที่เหมาะสมสำหรับใช้กำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยกระบวนการโคแอกูเลชันได้ และในผลการทดลองดังกำลังจะแสดงต่อไปนี้ได้เลือกเอาพีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นประมาณ 5.0 และความเข้มข้นสารส้ม 30 มก./ล.ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยมาเป็นตัวแปรคงที่ เพื่อทดลองหาปริมาณโพลิเมอร์ที่เหมาะสม สำหรับกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ต่อไป

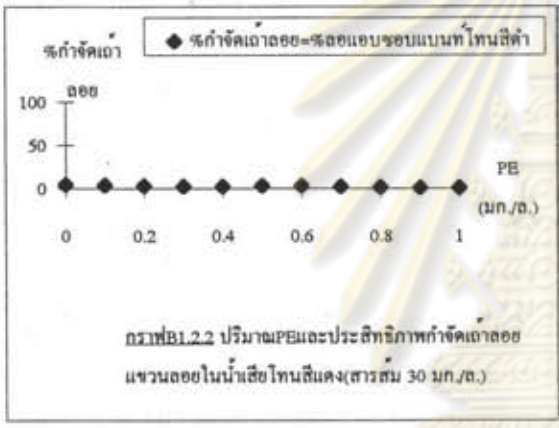
ผลการทดลองกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ B1.2.1 และ B1.2.2 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีแดงนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯแต่อย่างไร การเพิ่มปริมาณการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มนั้นจะส่งผลให้ลดเวลาการรวมตัวของฟล็อคให้มีขนาดใหญ่ เนื่องจากกรณีขนาดของฟล็อคก้อนใดใหญ่พอก็จะตก



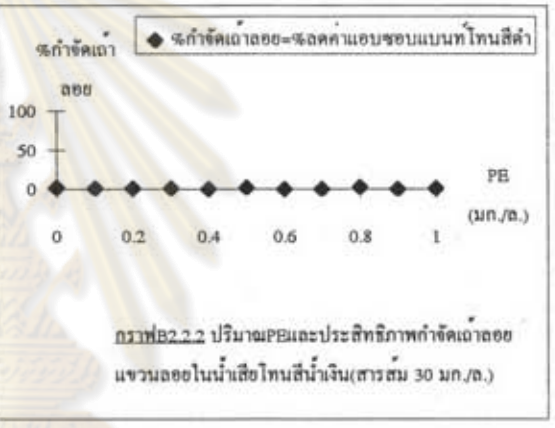
กราฟB1.2.1 ปริมาณโพลิเมอร์และเถ้าลอยแขวนลอยเหลือในน้ำเสียไทนสีแดง(ใช้สารส้ม 30 มก./ล.)



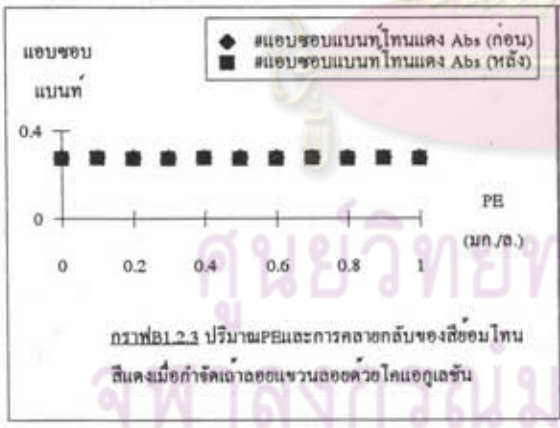
กราฟB2.2.1 ปริมาณโพลิเมอร์และเถ้าลอยเหลือในน้ำเสียไทนสีน้ำเงิน(ใช้สารส้ม 30 มก./ล.)



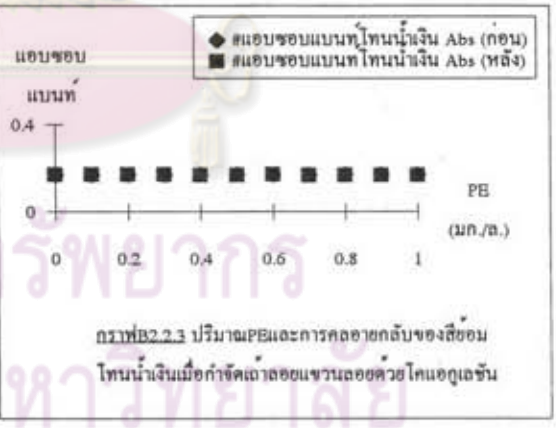
กราฟB1.2.2 ปริมาณPEและประสิทธิภาพกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียไทนสีแดง(สารส้ม 30 มก./ล.)



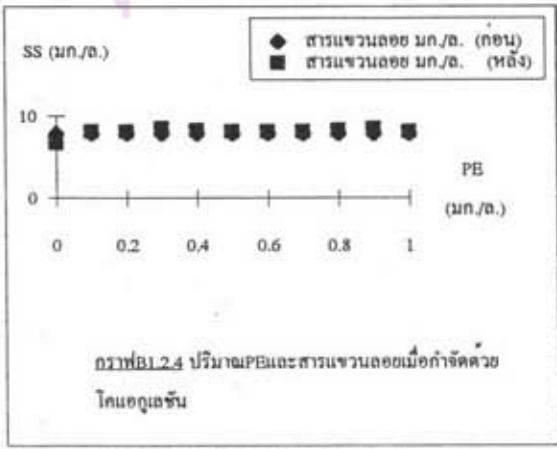
กราฟB2.2.2 ปริมาณPEและประสิทธิภาพกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียไทนสีน้ำเงิน(สารส้ม 30 มก./ล.)



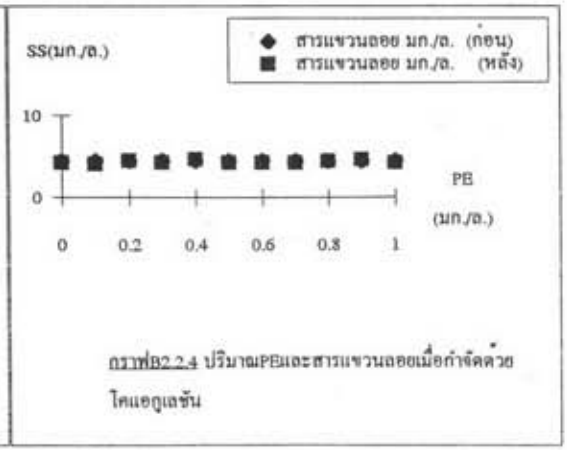
กราฟB1.2.3 ปริมาณPEและการคลายกลับของสีย้อมไทนสีแดงเมื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟB2.2.3 ปริมาณPEและการคลายกลับของสีย้อมไทนน้ำเงินเมื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟB1.2.4 ปริมาณPEและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยโคแอกูเลชัน



กราฟB2.2.4 ปริมาณPEและสารแขวนลอยเมื่อกำจัดด้วยโคแอกูเลชัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตะกอนลงก่อนฟล็อคเล็กอื่นด้วยแรงโน้มถ่วง การกวนช้าไม่สามารถชลอเวลาตกตะกอนของฟล็อคขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากน้ำหนักของโพลิเมอร์และสารแขวนลอยเกาะรวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ได้ไม่พร้อมกัน ส่งผลให้มีฟล็อคสารส้มผงขนาดเล็ก(pin floc) เหลืออยู่ในน้ำเสียด้วยในปริมาณที่แปรผันตามกับปริมาณการเติมโพลิเมอร์

ผลการทดลองกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ B1.2.3 พบว่าการใช้สารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีแดง ในช่วงความเข้มข้นโพลิเมอร์ 0-1.0 มก./ล.นั้นไม่ส่งผลต่อการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯจากเถ้าลอยลงสู่น้ำเสียฯแต่อย่างไร

ผลการทดลองกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ B1.2.4 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีแดงนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯเมื่อวัดด้วยหน่วยมิลลิกรัม/ลิตรของสารแขวนลอย

ผลการทดลองกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ B2.2.1 และ B2.2.2 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีน้ำเงินนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯแต่อย่างไร การเพิ่มปริมาณการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มนั้นจะส่งผลให้ลดเวลาการรวมฟล็อคให้มีขนาดใหญ่ เนื่องจากกรณีขนาดของฟล็อคก้อนใดใหญ่พอก็จะตกตะกอนลงก่อนฟล็อคเล็กอื่นด้วยแรงโน้มถ่วง การกวนช้าไม่สามารถชลอเวลาตกตะกอนของฟล็อคขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากน้ำหนักของโพลิเมอร์และสารแขวนลอยเกาะรวมกันให้มีขนาดใหญ่ได้ไม่พร้อมกัน ส่งผลให้มีฟล็อคของสารส้มผงขนาดเล็ก(pin floc) เหลืออยู่ในน้ำเสียด้วยในปริมาณที่แปรผันตามกับปริมาณการเติมโพลิเมอร์

ผลการทดลองกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ B2.2.3 พบว่าการใช้สารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียโทนสีน้ำเงิน ในช่วงความเข้มข้นโพลิเมอร์ 0-1.0 มก./ล.นั้นไม่ส่งผลต่อการคลายกลับ(desorption)ของสีย้อมฯจากเถ้าลอยลงสู่น้ำเสียฯแต่อย่างไร

ผลการทดลองกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยด้วยสารส้มร่วมกับโพลิเมอร์ ดังแสดงในกราฟ B2.2.4 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ร่วมกับสารส้มในกระบวนการโคแอกูเลชันเพื่อกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในตัวอย่างน้ำเสียโทนสีน้ำเงินนั้น ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดเถ้าลอยแขวนลอยในน้ำเสียฯเมื่อวัดด้วยหน่วยมิลลิกรัม/ลิตรของสารแขวนลอย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย