บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 คุณสมบัติน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน ที่ใช้ในการทดลอง

น้ำกากส่าที่ใช้สำหรับการทดลองเป็นน้ำกากส่าที่เกิดจากกระบวนการผลิตสุราของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม โดยผ่านขั้นตอนการบำบัดทางชีวภาพ คือ ผ่านบ่อเก็บกักเป็นระยะเวลา 392 วัน การเตรียมน้ำกากส่าที่ใช้ในการทดลองด้วยการเจือจางเป็น 5 เท่า ด้วยน้ำประปา ซึ่งคุณสมบัติน้ำกากส่าที่ใช้ในการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 คุณสมบัติน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน ที่ใช้ในการทดลอง

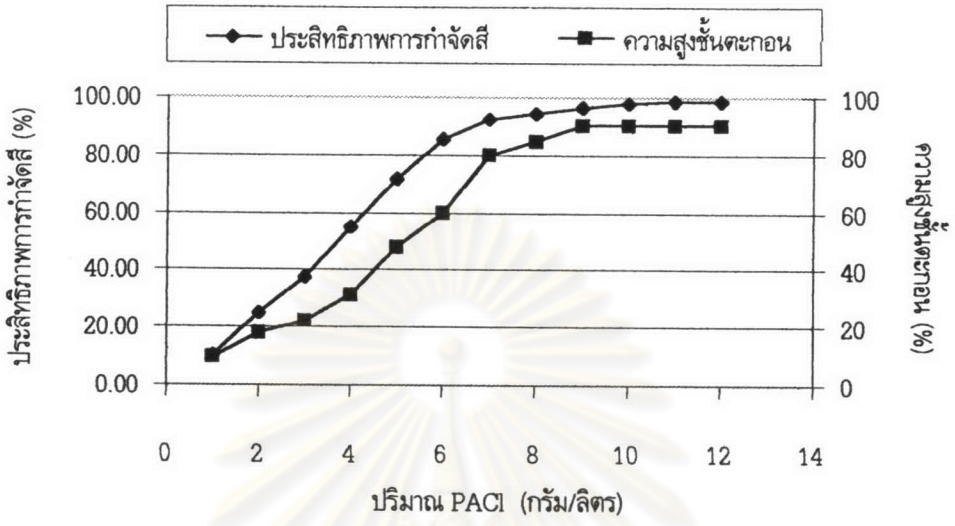
ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน ที่ใช้ในการทดลอง

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้	หน่วย
พีเอช	8.0 – 8.3	-
ปริมาณตะกอนแขวนลอย	200 - 500	มิลลิกรัม/ลิตร
ความเข้มสี	900 – 1,200	เอสยู
ซีโอดี	4,800 – 4,900	มิลลิกรัม/ลิตร

4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วันโดยใช้ PACl

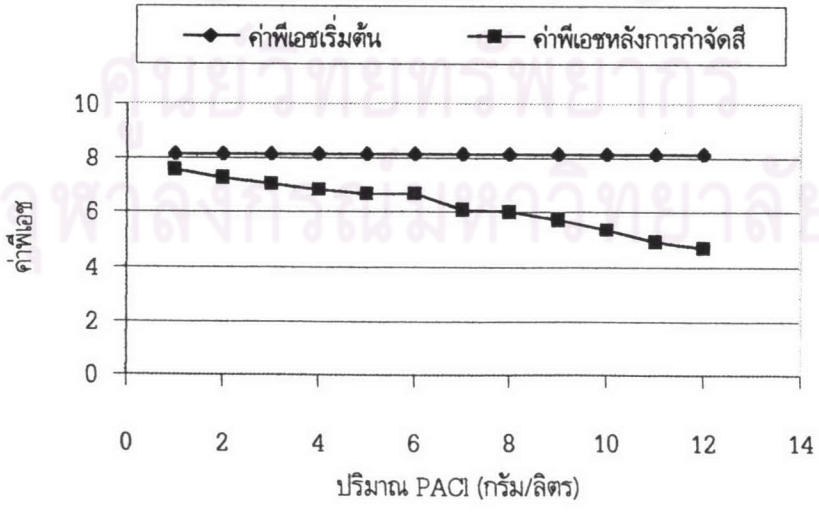
ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน โดยใช้ PACl อย่างเดียวนั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ PACl ที่ใช้ ซึ่งการเพิ่มปริมาณของ PACl ในช่วงแรกนั้นแนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าเกือบจะเป็นเส้นตรง แต่หากเพิ่มปริมาณของ PACl มากขึ้น จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่ามีลักษณะความสัมพันธ์กับปริมาณของ PACl ที่ใช้ เช่นเดียวกันกับประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า คือ ความสูงของชั้นตะกอนนั้น จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ PACl ที่เพิ่มขึ้น ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสูงสุดอยู่ที่ 98.69% (13.39 เอสยู) โดยใช้ PACl เท่ากับ 11 กรัม/ลิตร และความสูงของชั้นตะกอนสูงสุดจะอยู่ที่ 90% โดยใช้ PACl เท่ากับ 9 กรัม/ลิตร เหตุที่ PACl สามารถกำจัดสีน้ำกากส่าได้ เนื่องมาจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของกระบวนการโคแอกูเลชัน คือ อะลูมิเนียมอิออน (Al^{3+}) ในโมเลกุลของ

PACl จะทำการดึงไฮดรอกไซด์อิออน (OH^-) จากโมเลกุลของน้ำ เพื่อให้เกิดฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอก-ไซด์ [$Al(OH)_3$] โดยฟล็อกที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นตัวในการจับเมลานอยดิน ที่เป็นสาเหตุของสีในน้ำกากส่า



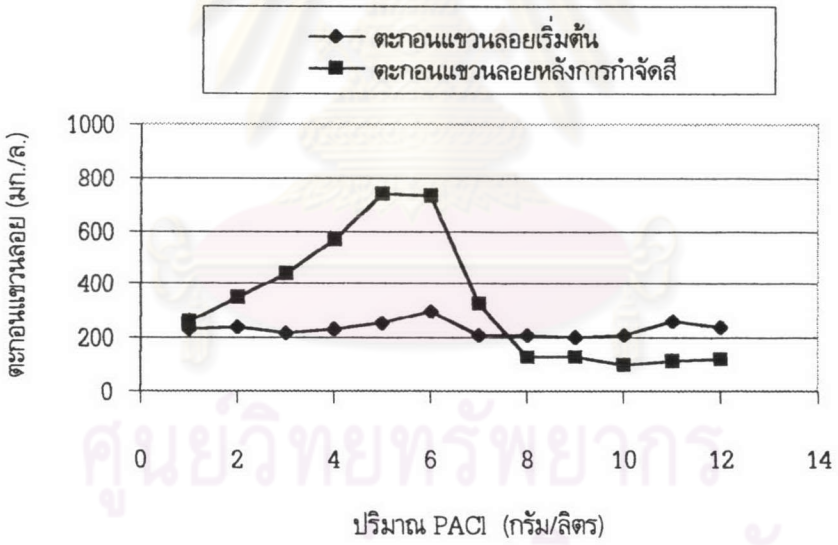
รูปที่ 4.1 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า

ค่าพีเอชของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.2 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า พบว่า พีเอชของน้ำกากส่าเริ่มต้นอยู่ประมาณ 8 และจะลดลงตามปริมาณของ PACl ที่ใช้ เนื่องมาจากปฏิกิริยาของ PACl ที่เกิดขณะรวมตะกอนสีของน้ำกากส่า โดยเมื่ออะลูมิเนียมอิออนดึงเอาไฮดรอกไซด์อิออนจากโมเลกุลของน้ำมาใช้ เพื่อให้เกิดเป็นฟล็อกแล้ว จะเหลือไฮโดรเจนอิออน (H^+) ซึ่งเป็นสาเหตุของการทำให้ค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชันในการกำจัดสีมีค่าต่ำกว่าพีเอชเริ่มต้น โดยค่าพีเอชน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีอยู่ที่ 4.91 เมื่อใช้ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.2 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า

ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่า พบว่าในช่วงแรกของการเพิ่มปริมาณ PACl คือ ปริมาณ PACl ที่ใช้ตั้งแต่ 1 – 7 กรัม/ลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เกิดขึ้น จะมีปริมาณตะกอนมากกว่าตะกอนแขวนลอยเริ่มต้นของน้ำกากส่า โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงสุดจะอยู่ที่ 740 มก./ล. ที่ PACl 5 กรัม/ลิตร อาจมาจากสาเหตุหลักอยู่ 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง ฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นนั้นมีปริมาณน้อย ดังนั้นจึงมีโอกาสในการสัมผัสกันน้อยในขั้นตอนของกระบวนการฟล็อกกูเลชัน ทำให้ฟล็อกที่เกิดนั้นมีขนาดเล็กเกินไป จนไม่เหมาะสมต่อการตกตะกอนในเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการทดลอง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของ PACl ขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ฟล็อกที่เกิดมีขนาดใหญ่จนเหมาะสำหรับการตะกอน ประการที่สอง การกำจัดสีน้ำกากส่าของกระบวนการโคแอกูเลชันนี้ จะเกิดการกำจัดโมเลกุลของสีก่อนการกำจัดตะกอนแขวนลอย คือ ฟล็อกของอะลูมิเนียม-ไฮดรอกไซด์จะจับการโมเลกุลของเมลานอยดินก่อน ที่จะจับกับอนุภาคตะกอนแขวนลอย แต่หากเพิ่มปริมาณของ PACl ให้เพียงพอต่อการกำจัดโมเลกุลของสีแล้ว PACl ที่เหลือจึงไปกำจัดตะกอนแขวนลอย ดังจะเห็นได้จากผลการทดลอง เมื่อใช้ PACl 8 กรัม/ลิตร ขึ้นไปจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีมีปริมาณน้อยกว่าตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น และปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีต่ำสุด คือ 100 มก./ล. ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1



รูปที่ 4.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า

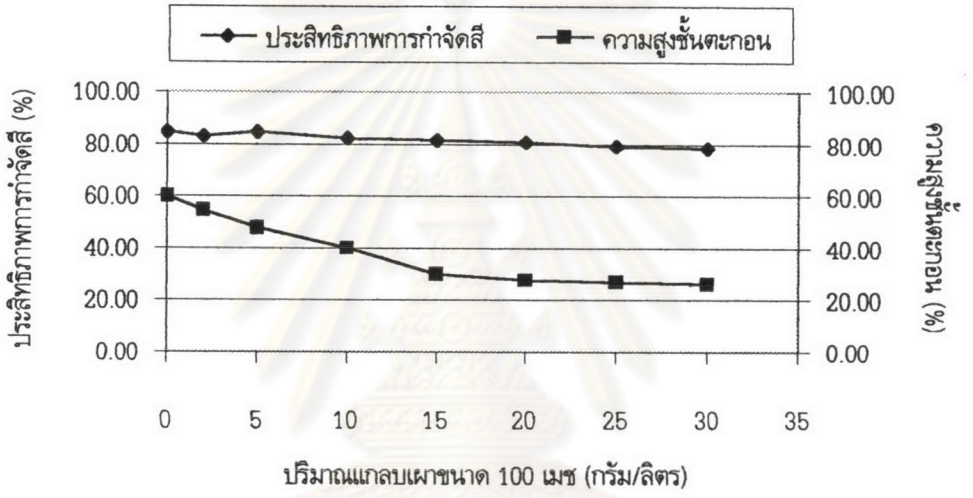
การทดลองในขั้นตอนต่อไปจะศึกษาผลของปริมาณวัสดุแกนเกาะทั้ง 3 ประเภท คือ แกลบเผา เถ้าลอย และซิลิกาอะลูมินา โดยแต่ละประเภทจะใช้วัสดุอยู่ 2 ขนาด คือ 100 และ200 เมช ว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า และความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชันในการกำจัดสีเช่นไร โดยจะพิจารณาเลือกค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าตั้งแต่ 80% ขึ้นไป หรือ ปริมาณ PACl ที่ใช้ 6 - 10 กรัม/ลิตร เหตุที่ไม่เลือกปริมาณ PACl มากกว่านี้ เพราะว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบกับปริมาณของ PACl ที่ใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

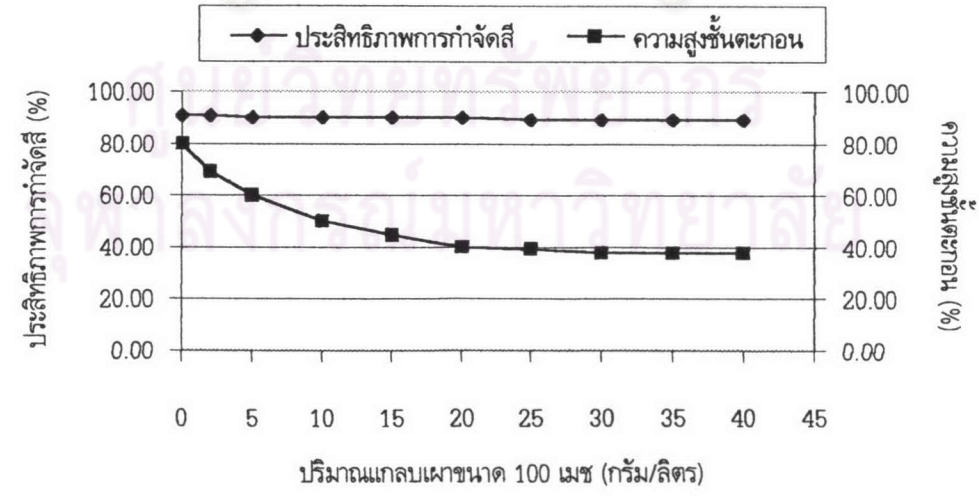
4.3 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วันโดยใช้ PACl ร่วมกับแกลบเผา

4.3.1 การใช้ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช

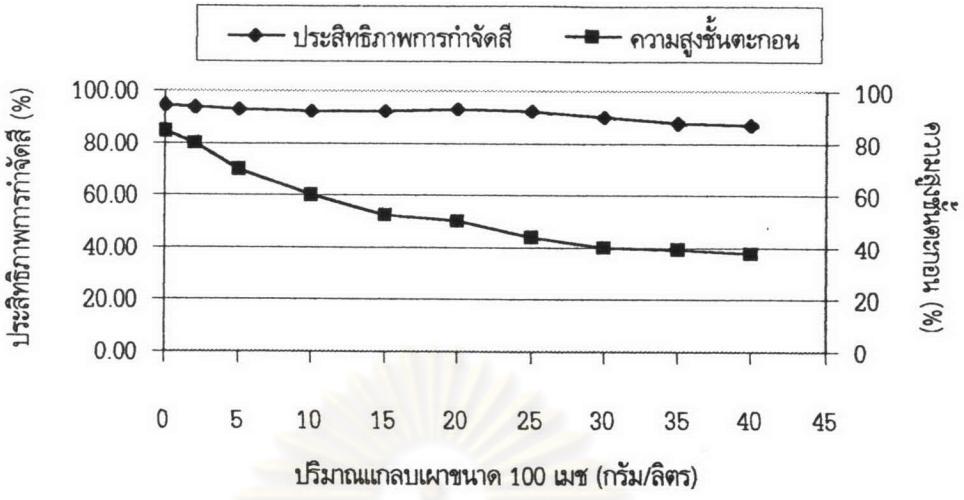
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 6 - 10 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของแกลบเผาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 6 - 10 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.4 - 4.8 ตามลำดับ



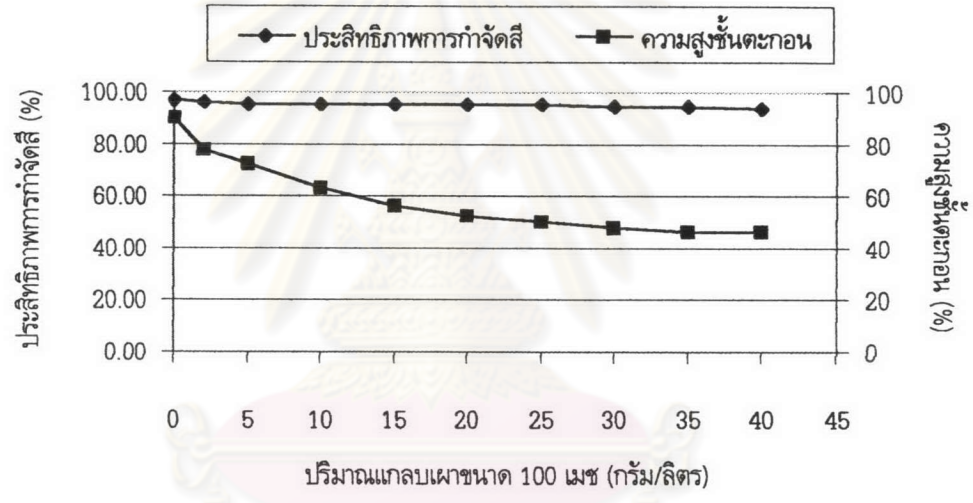
รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



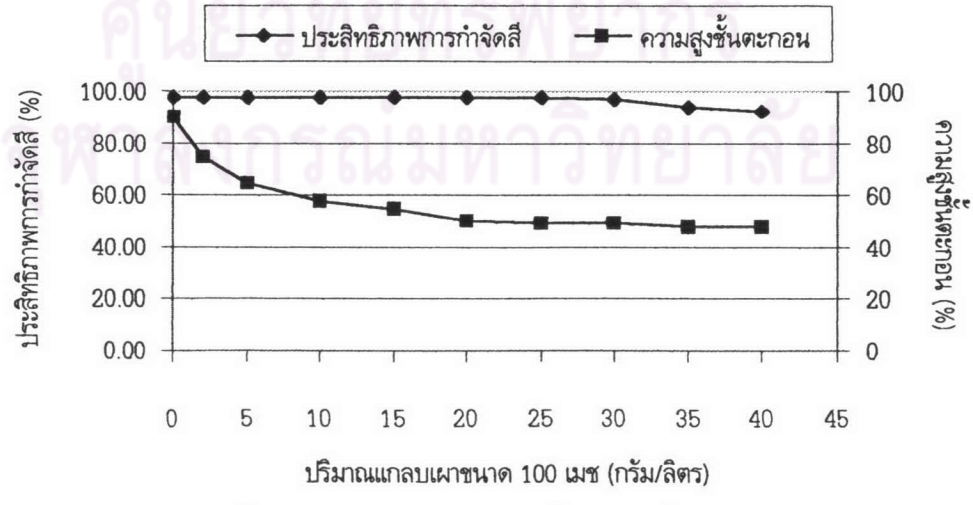
รูปที่ 4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.6 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.7 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

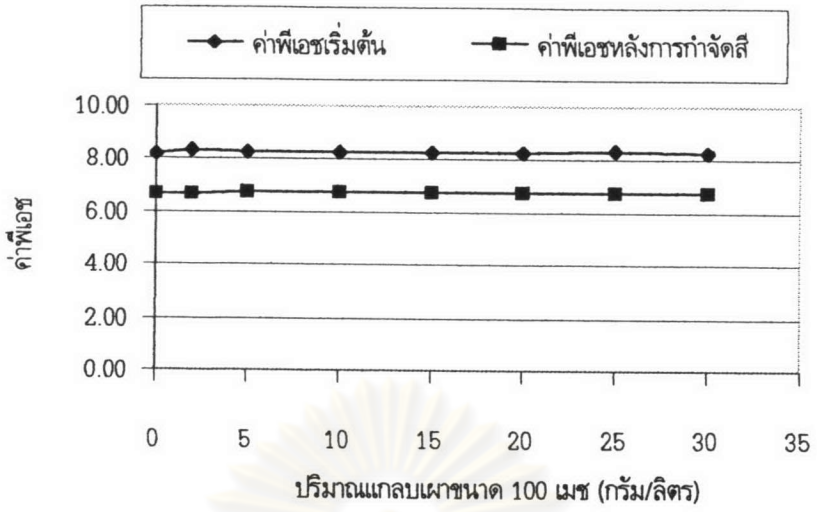
ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน เมื่อใส่แกลบเผาขนาด 100 เมช เพื่อใช้เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันนั้น พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของแกลบเผาจะมีผลต่อแนวโน้มของประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับการเพิ่มปริมาณของแกลบเผาในช่วงแรก เนื่องมาจากตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่านั้นมีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับความเข้มของสีของน้ำกากส่าที่ต้องการกำจัด ทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้จะไปทำปฏิกิริยาในการกำจัดสีน้ำกากส่าก่อนที่จะไปกำจัดตะกอนแขวนลอย แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของแกลบเผามากขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้บางส่วนจะไปกำจัดตะกอนแขวนลอยด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าลดลง สำหรับข้อดีของแกลบเผาที่ได้ คือ จะช่วยทำให้ฟล็อกที่เกิดมีน้ำหนักเหมาะสมในการตกตะกอน ดังจะเห็นได้จากรูปแสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าข้างต้น แต่การเพิ่มปริมาณของแกลบเผาจะมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ปริมาณแกลบเผาที่ใช้ต้องพิจารณาถึงปริมาณของ PACl ที่ใช้ต้องมีความเหมาะสม หากเพิ่มปริมาณแกลบเผามากเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นลดลง และประการที่สอง ปริมาณแกลบจะมีผลทำให้ความสูงชั้นของตะกอนลดลงถึงค่าหนึ่งเท่านั้น หากเพิ่มปริมาณแกลบเผามากขึ้นจะไม่มีผลในการลดความสูงของชั้นตะกอน โดยปริมาณของแกลบเผาที่ใช้จะมีความเหมาะสมกับปริมาณของ PACl ที่ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

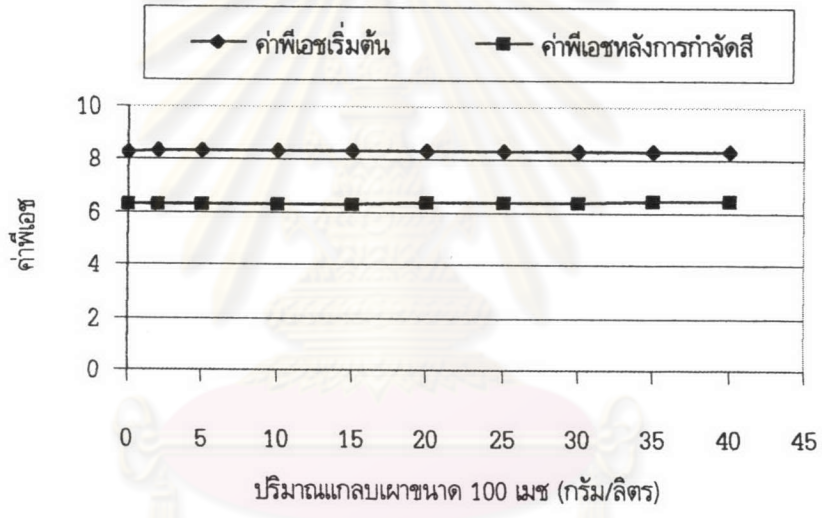
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
6	15	81.19 (81.26)	193.83	30 (60)
7	20	89.67 (91.05)	101.32	40 (80)
8	25	92.67 (94.54)	67.26	44 (85)
9	30	94.77 (96.74)	52.35	48 (90)
10	30	96.63 (97.87)	33.01	49 (90)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ

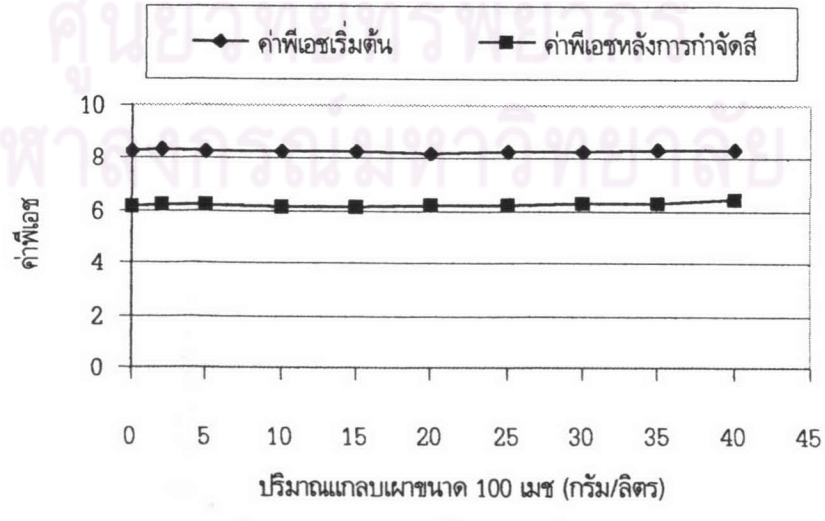
ค่าพีเอชของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.9 – 4.13 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแกลบเผามีคุณสมบัติในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชัน โดยค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแกลบเผาที่ใช้ ค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีที่เหมาะสมดังตารางที่ 4.3 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม



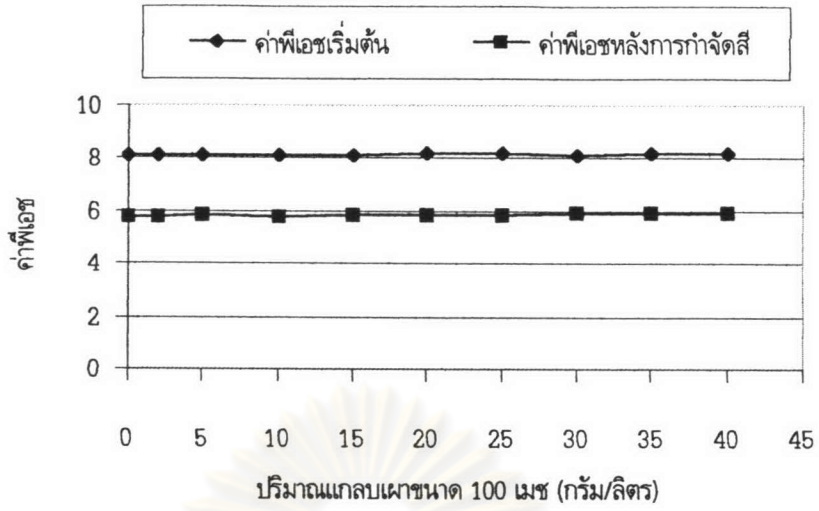
รูปที่ 4.9 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



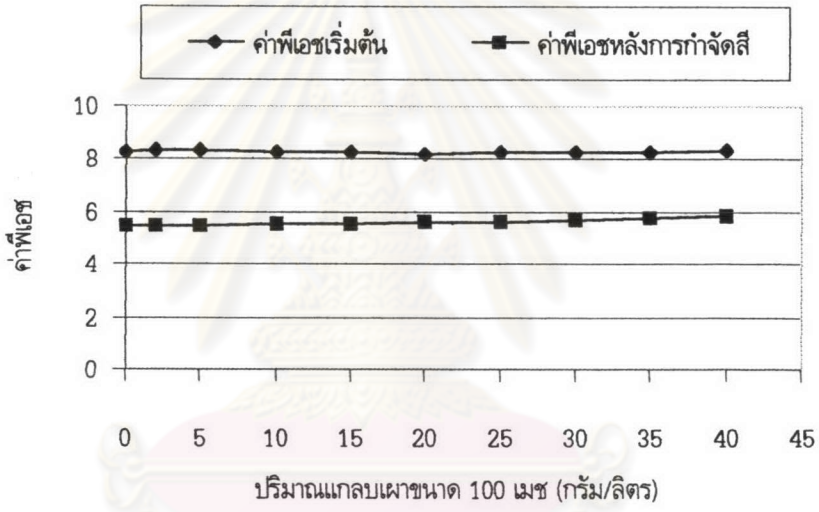
รูปที่ 4.10 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.11 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.12 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



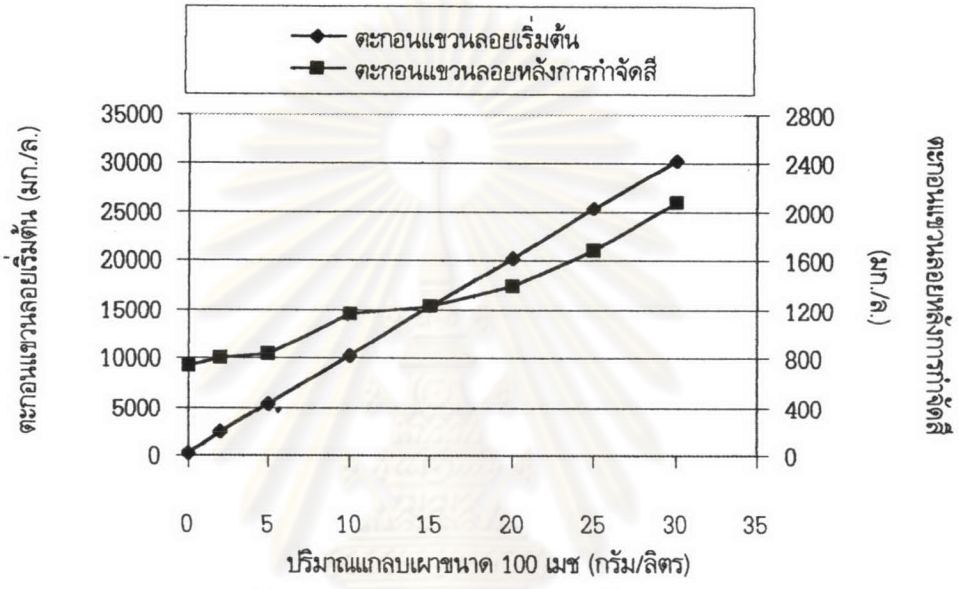
รูปที่ 4.13 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.3 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

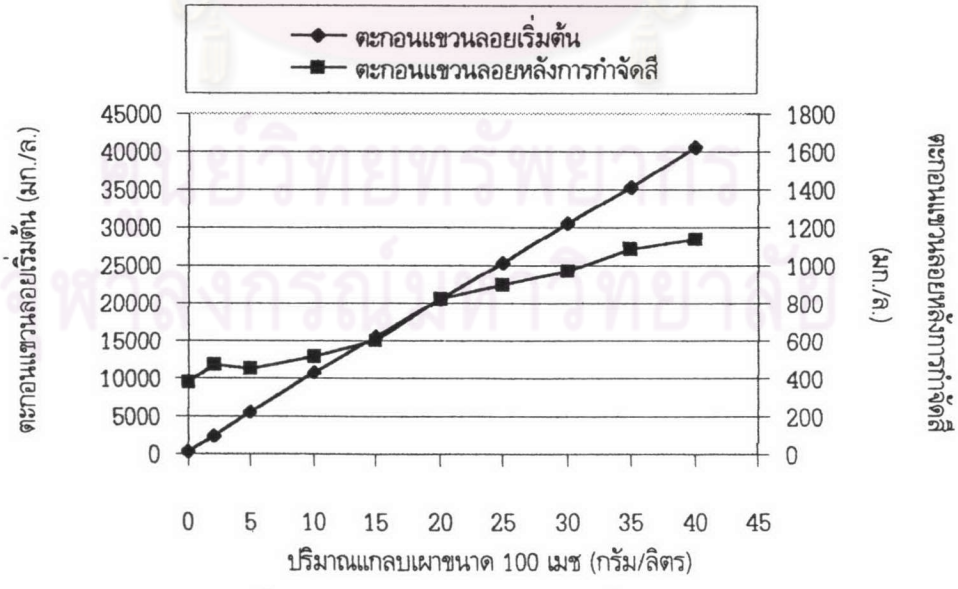
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
6	15	8.24 (8.11)	6.72 (6.57)
7	20	8.32 (8.29)	6.34 (6.26)
8	25	8.24 (8.29)	6.21 (6.14)
9	30	8.14 (8.11)	5.88 (5.77)
10	30	8.25 (8.29)	5.71 (5.45)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ

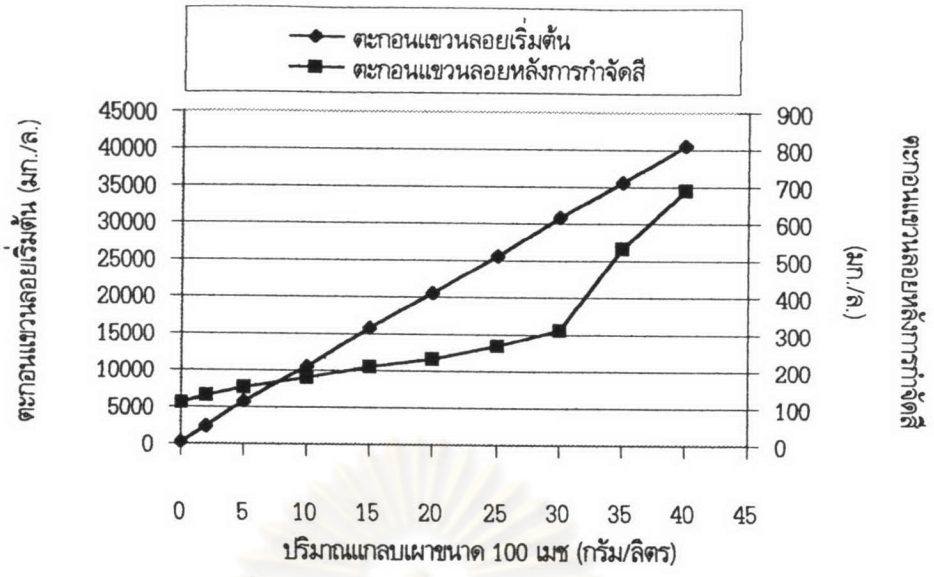
ปริมาณตะกอนแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 4.14 – 4.18 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่า มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณแกลบเผา และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแกลบเผาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



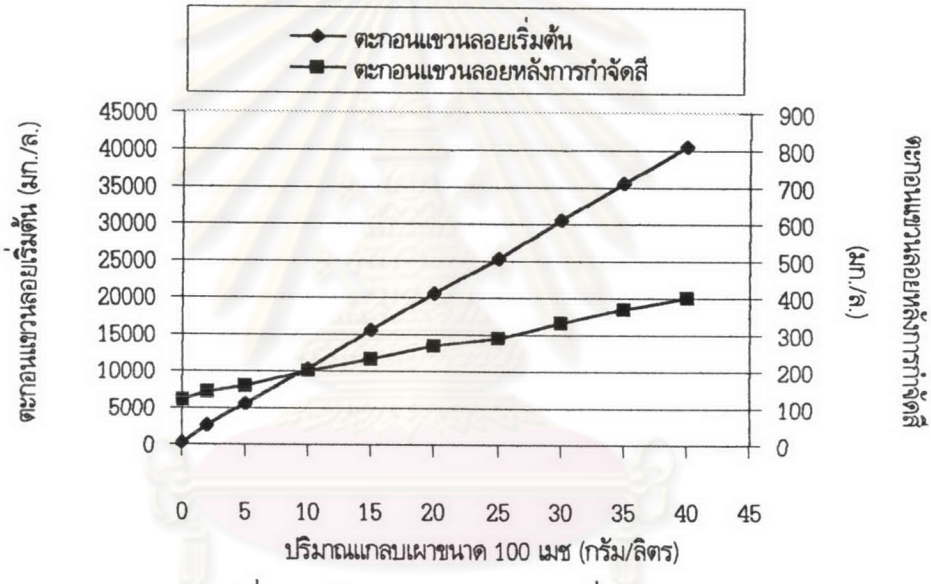
รูปที่ 4.14 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



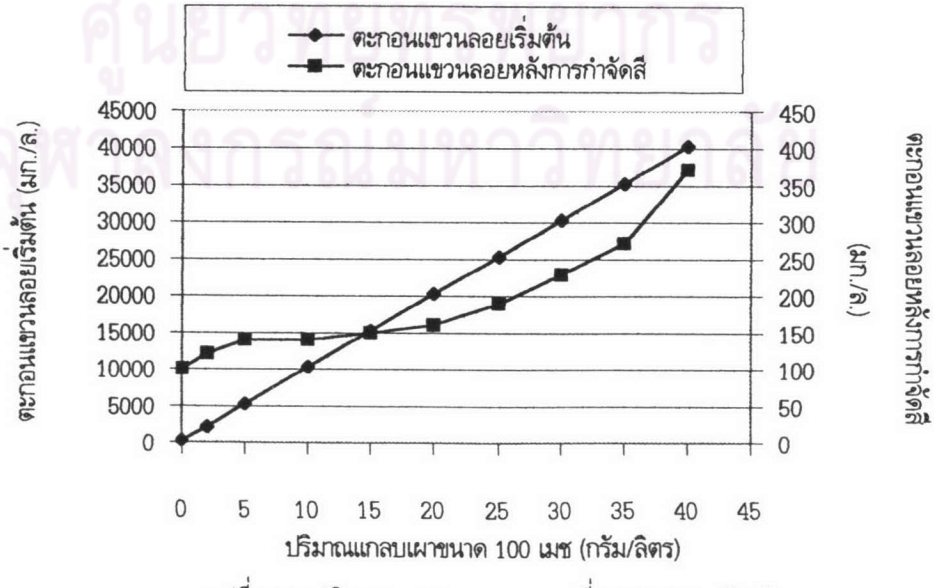
รูปที่ 4.15 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.16 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.17 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.18 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.4 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ณ ปริมาณแกลบเผาที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะเกิดการจับกับเมลานอยดิน และแกลบเผาที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของPACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยมากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ข-2 ถึง ข-6 ตามลำดับ

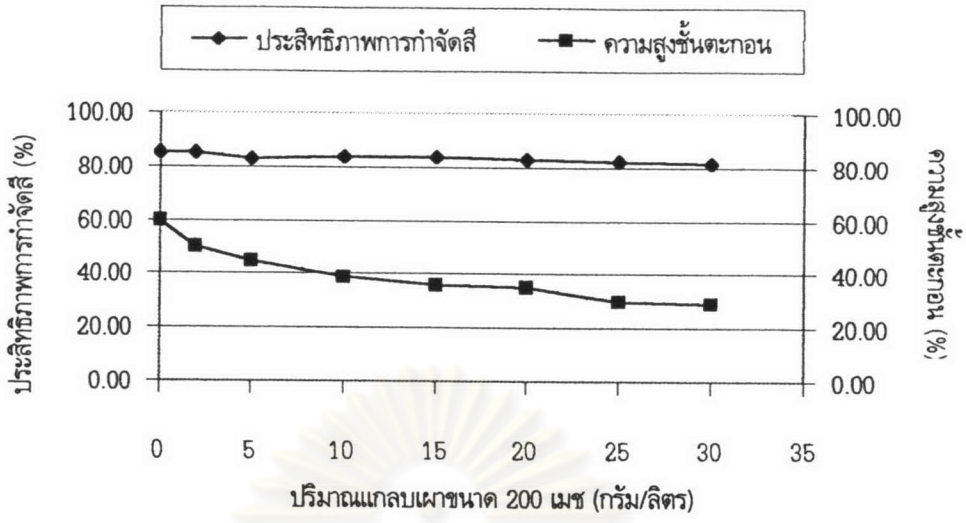
ตารางที่ 4.4 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
6	15	15,310	1,220
7	20	20,580	820
8	25	25,550	270
9	30	30,490	330
10	30	30,630	230

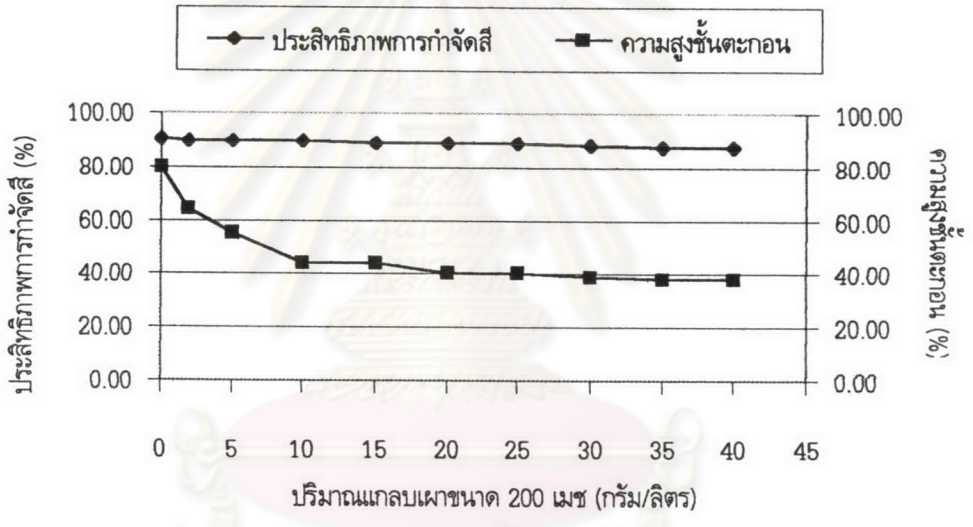
4.3.2 การใช้ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช

การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 6 – 10 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของแกลบเผาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 6 – 10 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.19 – 4.23 ตามลำดับ

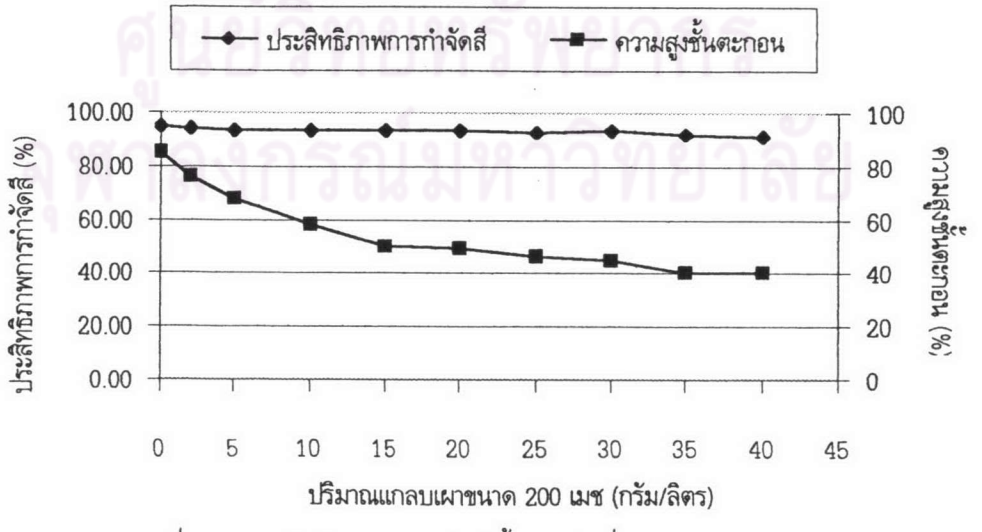
ผลการทดลองโดยใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนโคแอกูเลชัน แต่จะแตกต่างกันอยู่เล็กน้อยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสีของการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช จะสูงกว่าการใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช ที่ปริมาณ PACl และแกลบเผาที่เท่ากัน หากพิจารณาในด้านการกำจัดตะกอนแขวนลอยแล้ว ขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอยเล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนในปริมาณที่มากกว่า อนุภาคตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นการใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช ย่อมทำให้ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าน้อยกว่าการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช



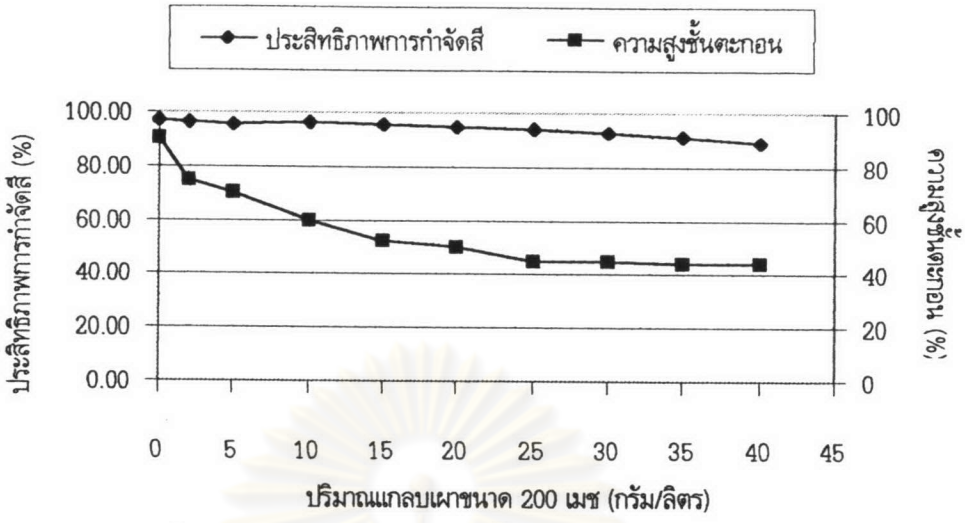
รูปที่ 4.19 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



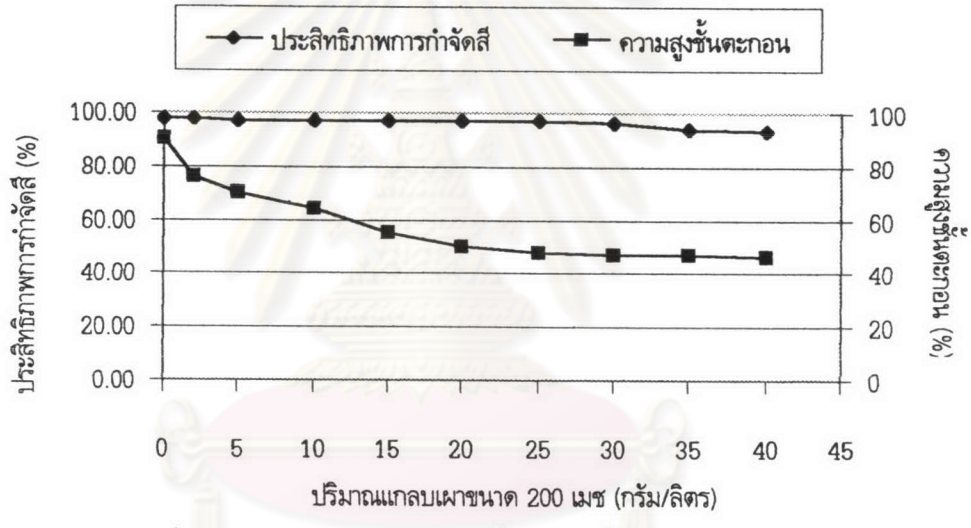
รูปที่ 4.20 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.21 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.22 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.23 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

ข้อแตกต่างอีกประการของการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช และ 200 เมช ที่ปริมาณของแกลบเผาและ PACl ที่เท่ากัน คือ ความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่าความสูงของชั้นตะกอนกรณีแกลบเผา 200 เมช จะต่ำกว่ากรณีแกลบเผา 100 เมช เนื่องจากสาเหตุที่อนุภาคแกลบเผาขนาด 200 เมช (0.08 มม.) เล็กว่าอนุภาคแกลบเผา 100 เมช (0.16 มม.) ทำให้มีโอกาสแขวนลอยอยู่ในน้ำในชั้นตะกอนกระบวนการฟล็อกกูเลชัน (การกวนช้า) ได้นานกว่า จึงมีโอกาสสร้างฟล็อกให้มีขนาดใหญ่และง่ายต่อการจมตัวได้ดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
6	15	83.26 (85.30)	163.33	36 (60)
7	20	89.05 (90.64)	103.66	40 (80)
8	25	92.18 (94.72)	78.37	46 (85)
9	25	93.98 (96.65)	60.05	45 (90)
10	25	96.70 (97.93)	32.95	48 (90)

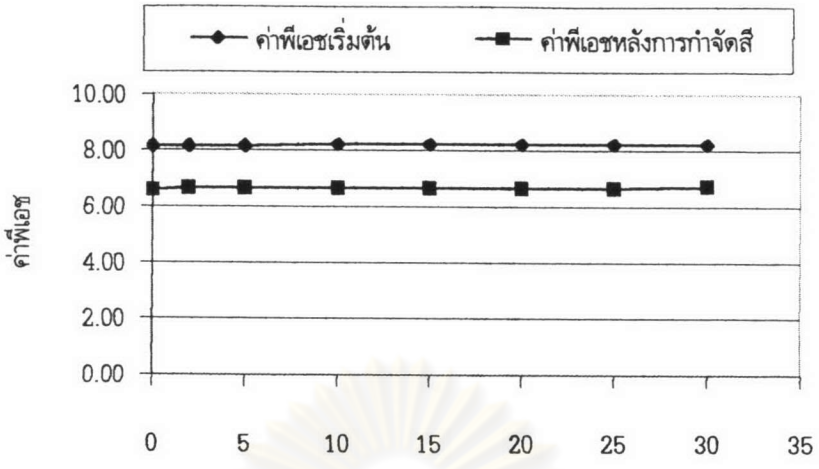
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ

ผลของค่าพีเอชก่อนและหลังการกำจัดสีของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.24 – 4.28 สำหรับปริมาณของ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ซึ่งค่าพีเอชของน้ำกากส่าระหว่างการใช้แกลบเผาขนาด 100 และ 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

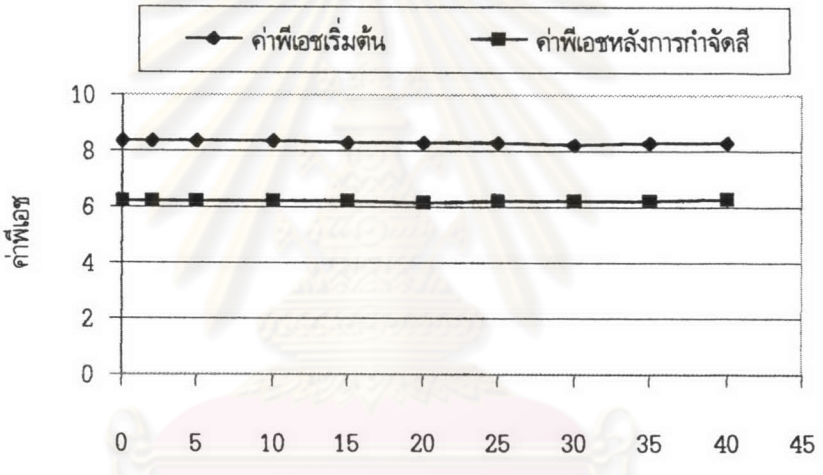
ตารางที่ 4.6 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
6	15	8.19 (8.15)	6.64 (6.60)
7	20	8.29 (8.35)	6.17 (6.21)
8	25	8.21(8.29)	6.01 (6.14)
9	25	8.16 (8.11)	5.83 (5.77)
10	25	8.25 (8.29)	5.66 (5.43)

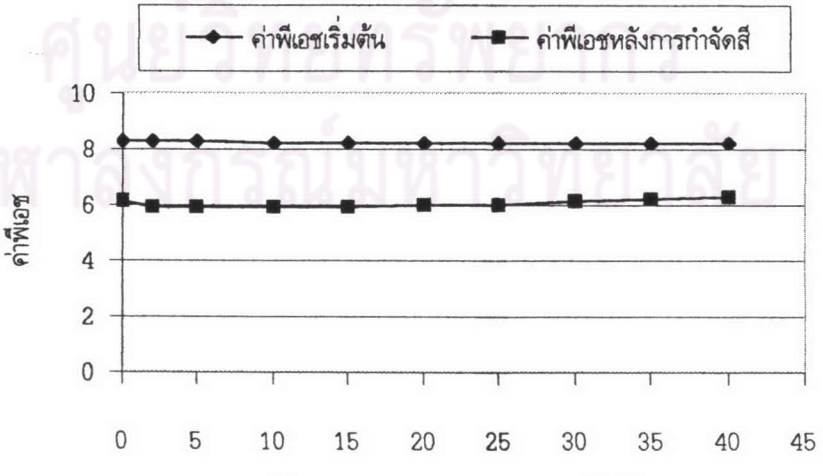
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ



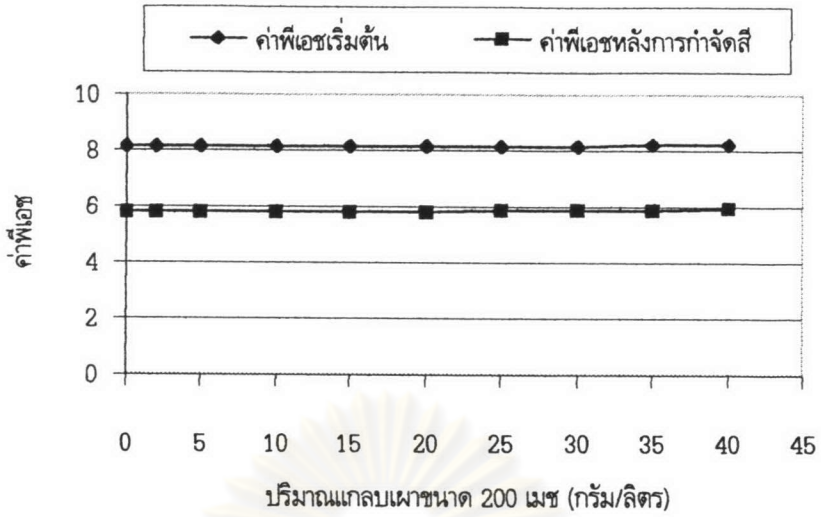
รูปที่ 4.24 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



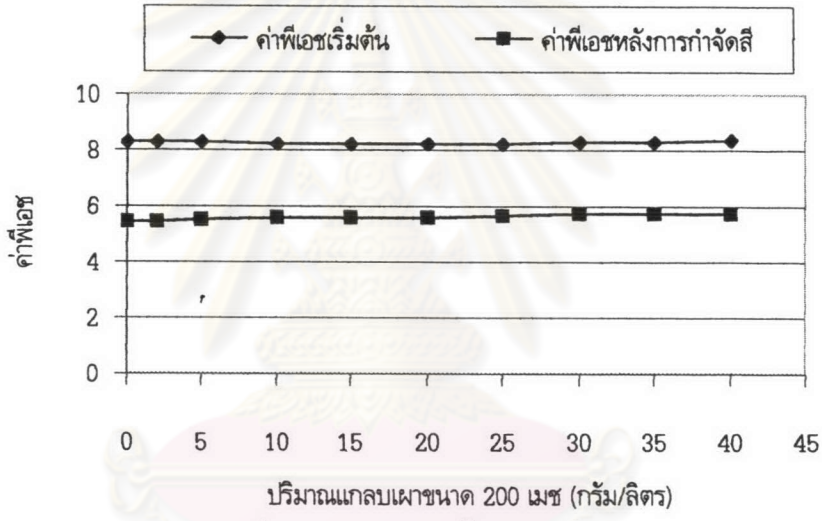
รูปที่ 4.25 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.26 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร

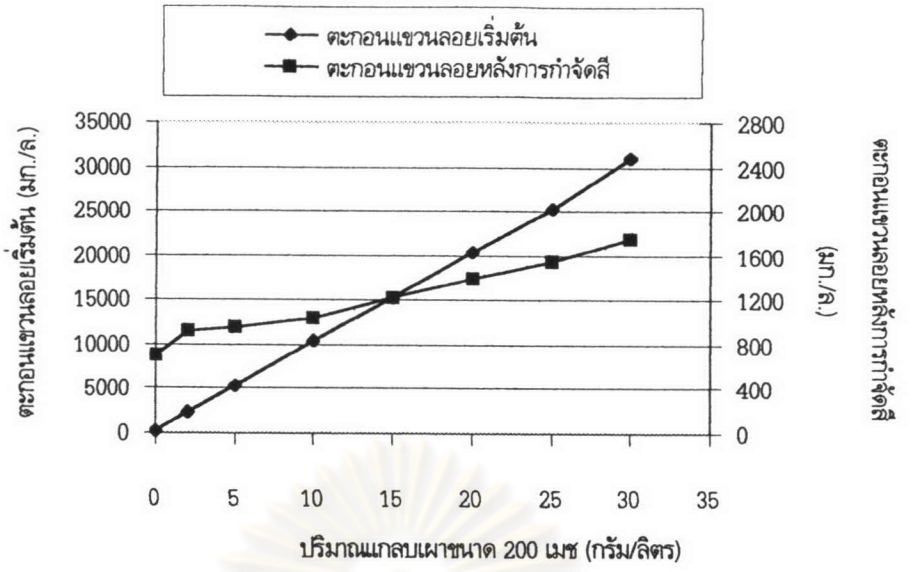


รูปที่ 4.27 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร

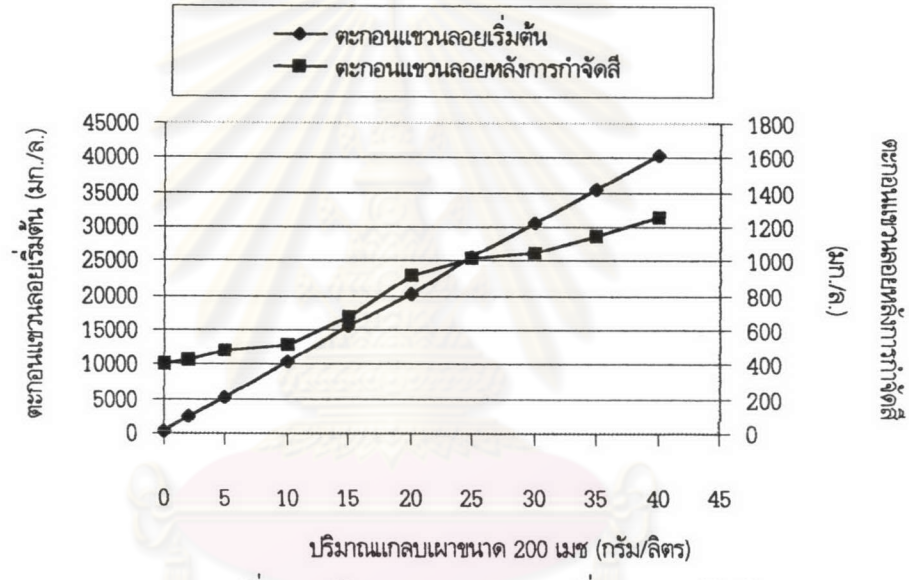


รูปที่ 4.28 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

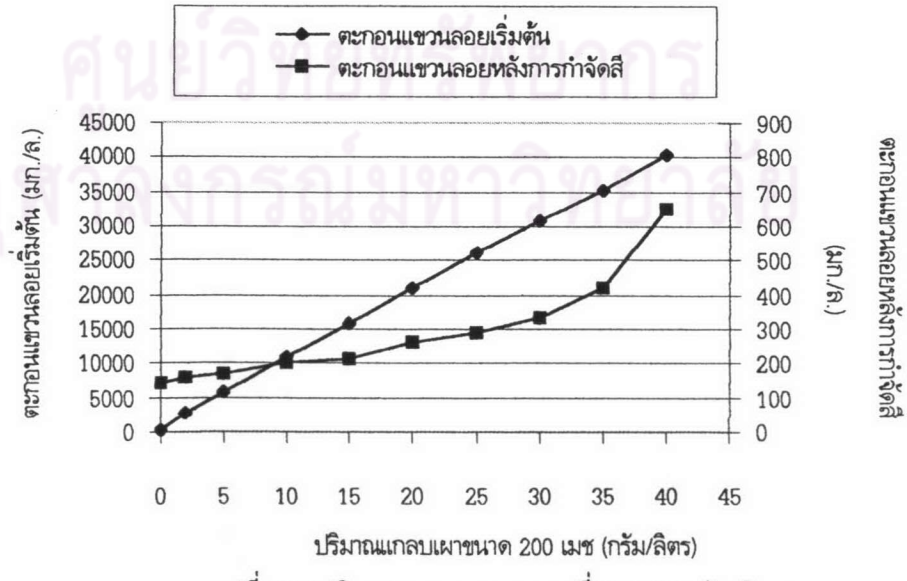
ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.29 – 4.33 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่า มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณแกลบเผา และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแกลบเผาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า ซึ่งผลการทดลองคล้ายกับการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช แต่มีข้อแตกต่างกันอยู่ คือ ความปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีของแกลบเผาขนาด 200 เมช จะมากกว่าแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่ปริมาณของแกลบเผา และ PACl ที่เท่ากัน หากพิจารณาในแง่ของการกำจัดตะกอนแขวนลอย เนื่องมาจากขนาดอนุภาคตะกอนแขวนลอยที่เล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนที่มากกว่า ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยของแกลบขนาด 200 เมช มากกว่าการใช้แกลบขนาด 100 เมช



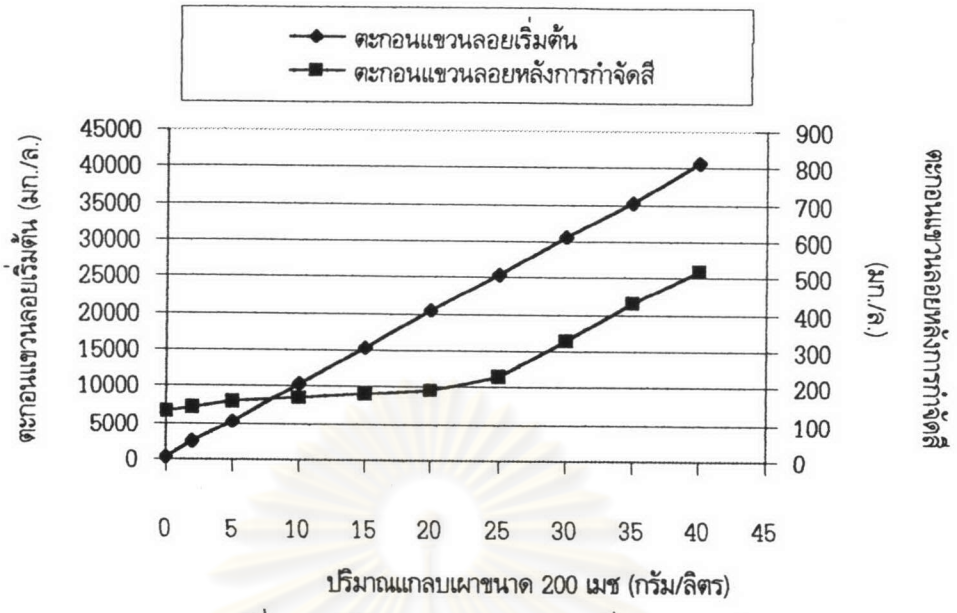
รูปที่ 4.29 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



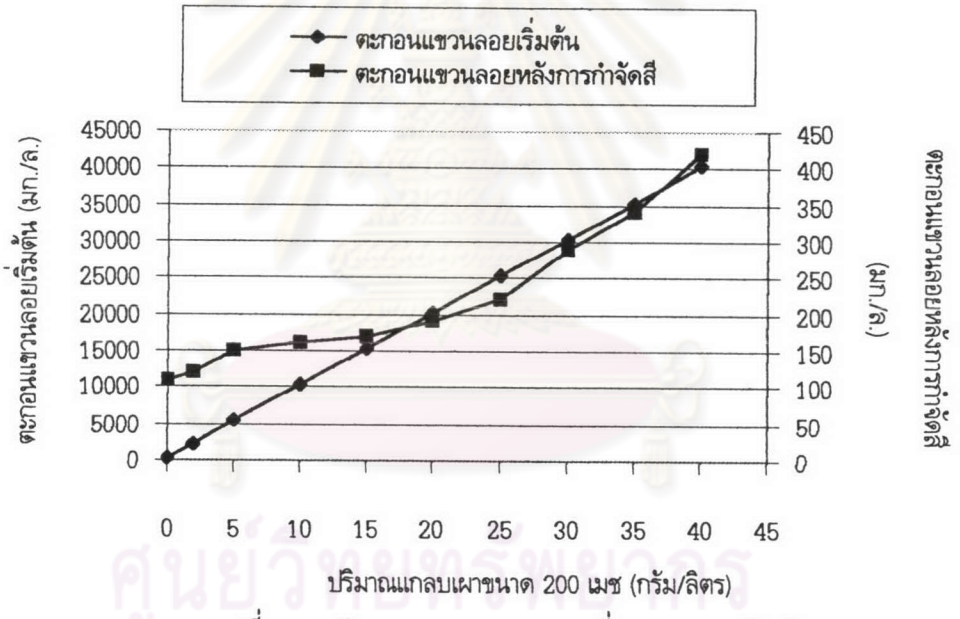
รูปที่ 4.30 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.31 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.32 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.33 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.7 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม และผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl 6 - 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ข-7 ถึง ข-11 ตามลำดับ

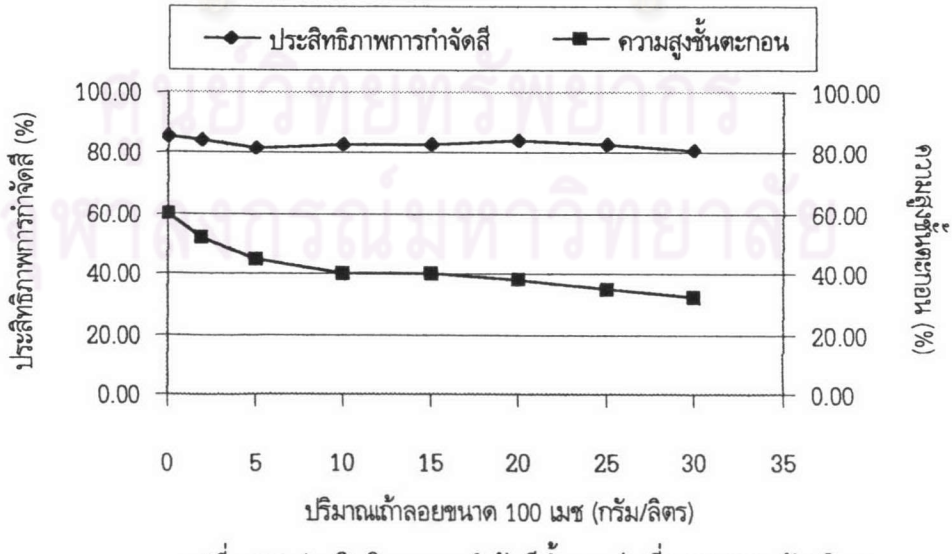
ตารางที่ 4.7 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
6	15	15,370	1,220
7	20	20,260	920
8	25	25,310	290
9	25	25,290	230
10	25	25,260	220

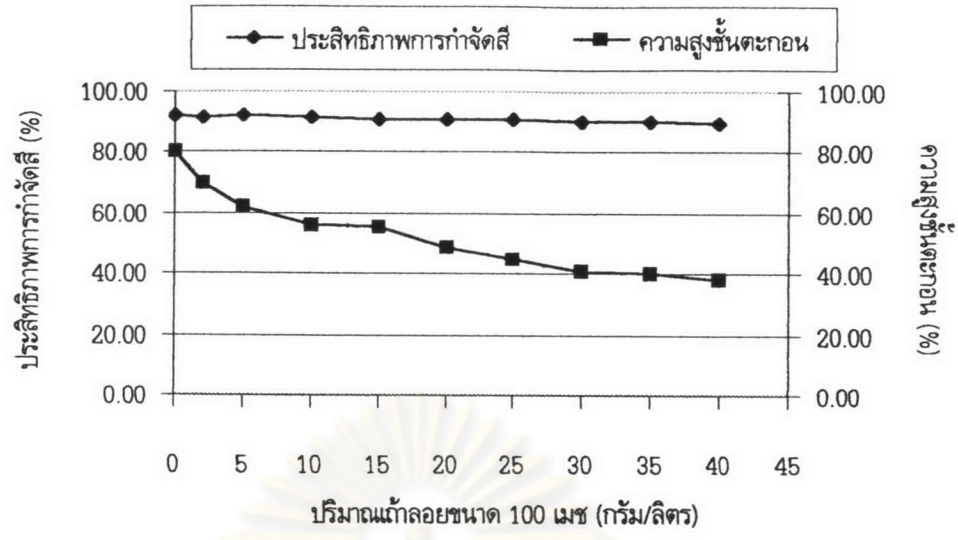
4.4 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วันโดยใช้ PACl ร่วมกับเถ้าลอย

4.4.1 การใช้ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช

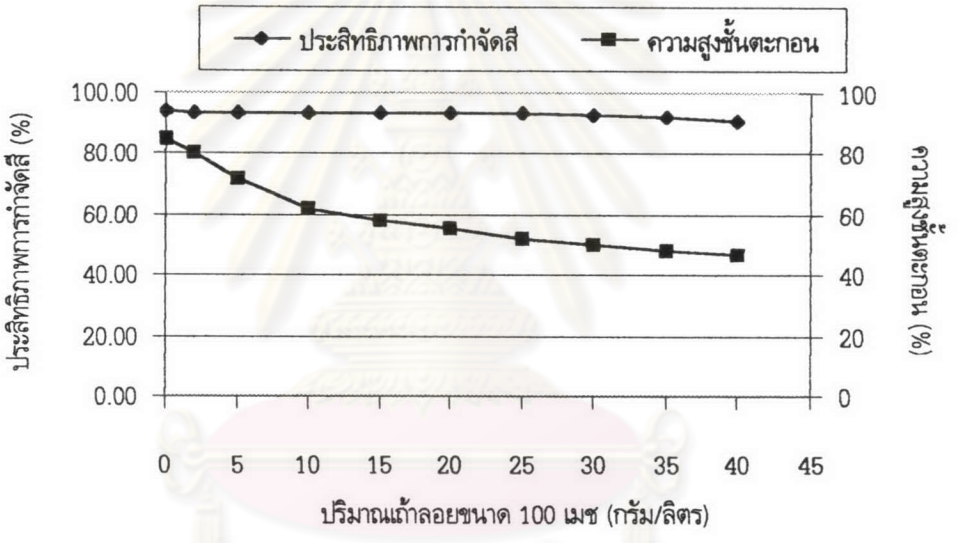
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 6 - 10 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 6 - 10 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.34 - 4.38 ตามลำดับ



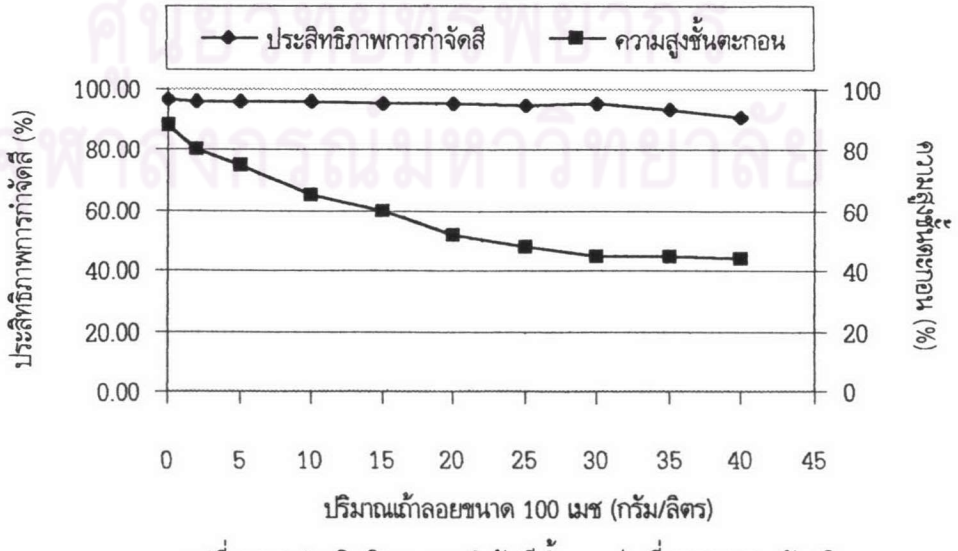
รูปที่ 4.34 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



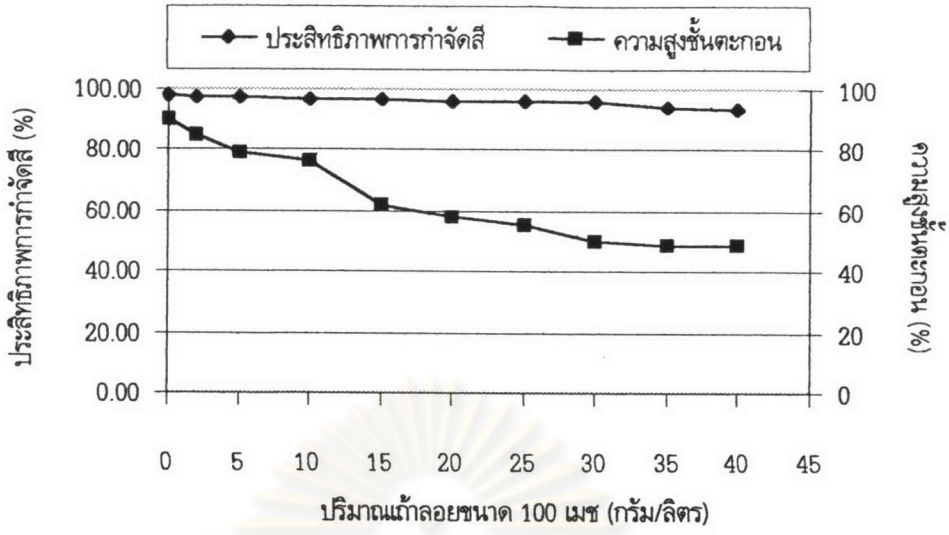
รูปที่ 4.35 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.36 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.37 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.38 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

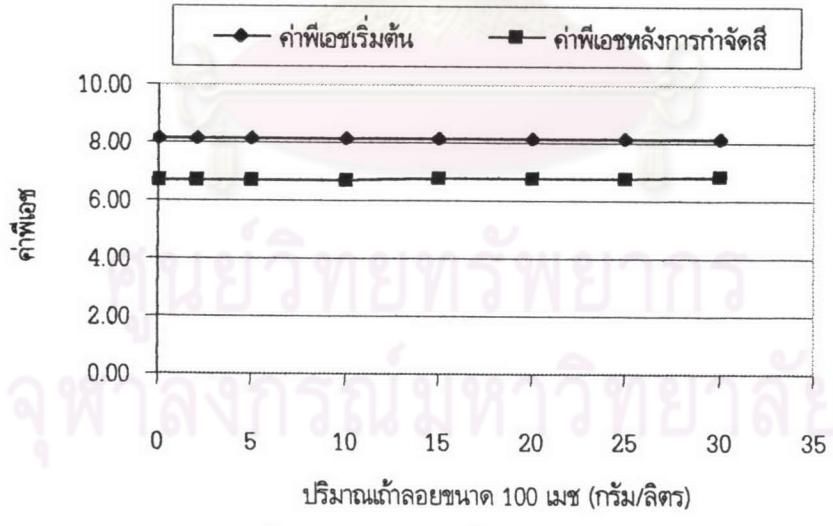
ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน เมื่อใส่เถ้าลอยขนาด 100 เมช เพื่อใช้เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันนั้น จะมีลักษณะของผลการทดลองคล้ายคลึงกับการใช้แกลบเผาเป็นแกนเกาะ คือ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของเถ้าลอย จะมีผลต่อแนวโน้มของประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับการเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยในช่วงแรก เนื่องมาจากตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่านั้นมีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับความเข้มของสีของน้ำกากส่าที่ต้องการกำจัด ทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้จะไปทำปฏิกิริยาในการกำจัดสีน้ำกากส่าก่อนที่จะไปกำจัดตะกอนแขวนลอย แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยมากขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้บางส่วนจะไปกำจัดตะกอนแขวนลอยด้วยทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าลดลง สำหรับข้อดีของเถ้าลอยที่ได้ คือ จะช่วยทำให้ฟล็อกที่เกิดมีน้ำหนักเหมาะสมในการตกตะกอน ดังจะเห็นได้จากรูปแสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าข้างต้น แต่การเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยจะมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ปริมาณเถ้าลอยที่ใช้ต้องพิจารณาถึงปริมาณของ PACl ที่ใช้ต้องมีความเหมาะสม หากเพิ่มปริมาณเถ้าลอยมากเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นลดลง และประการที่สอง ปริมาณเถ้าลอยจะมีผลทำให้ความสูงชั้นของตะกอนลดลงถึงค่าหนึ่งเท่านั้น หากเพิ่มปริมาณเถ้าลอยมากขึ้นจะไม่มีผลในการลดความสูงของชั้นตะกอน โดยปริมาณของเถ้าลอยที่ใช้จะมีความเหมาะสมกับปริมาณของ PACl ที่ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำ กากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.8 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

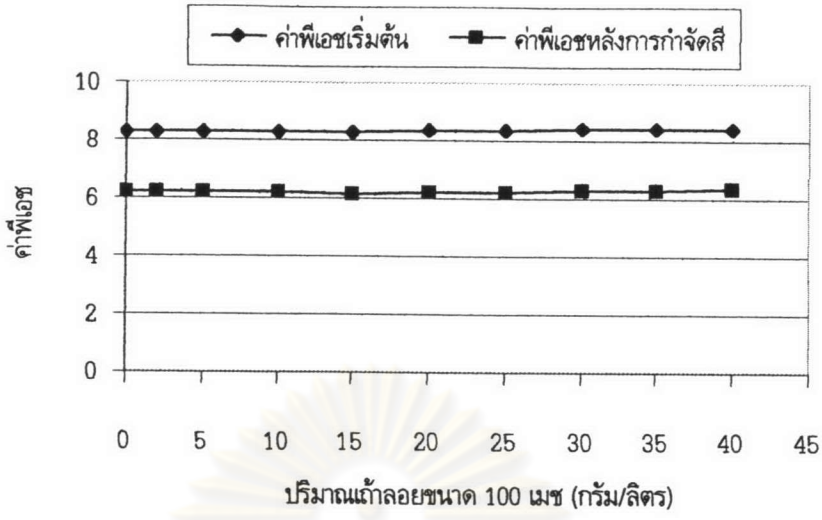
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
6	25	82.97 (85.73)	166.50	35 (60)
7	25	90.59 (91.80)	92.43	45 (80)
8	30	93.08 (93.86)	67.98	48 (85)
9	30	93.93 (96.65)	60.79	45 (88)
10	35	94.02 (97.93)	55.30	49 (90)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้เถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

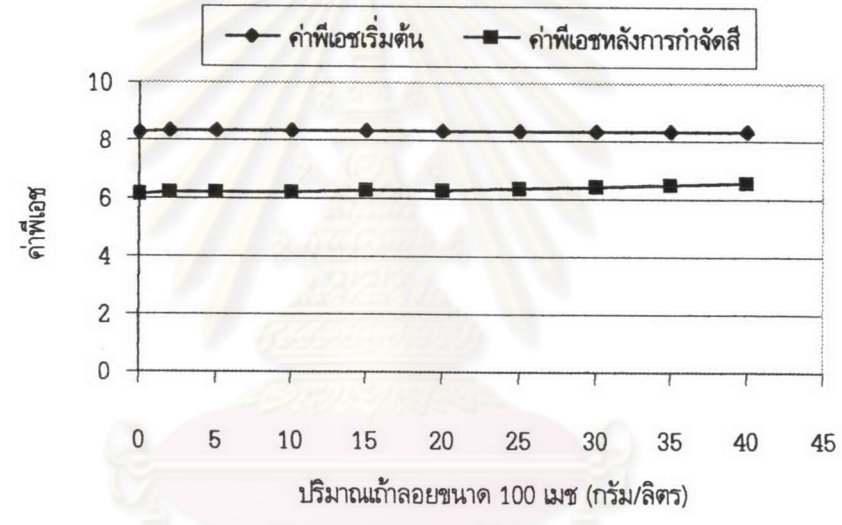
ค่าพีเอชของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.39 – 4.43 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเถ้าลอยมีคุณสมบัติในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชัน ในลักษณะเดียวกับแกลบเผา โดยค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเถ้าลอยที่ใช้ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชหลังการกำจัดสีแล้ว พบว่าเถ้าลอยมีความสามารถในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังกระบวนการโคแอกูเลชันมากกว่าแกลบเผา การเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีที่เหมาะสม ดังตารางที่ 4.9 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม



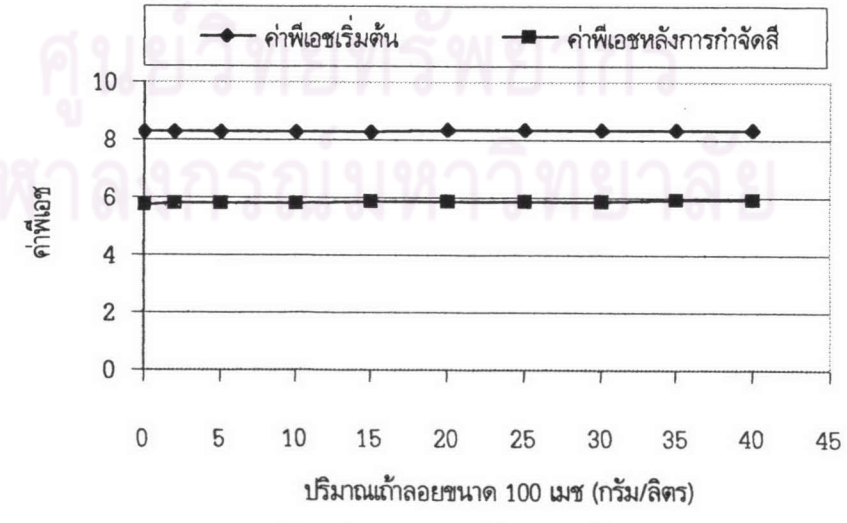
รูปที่ 4.39 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



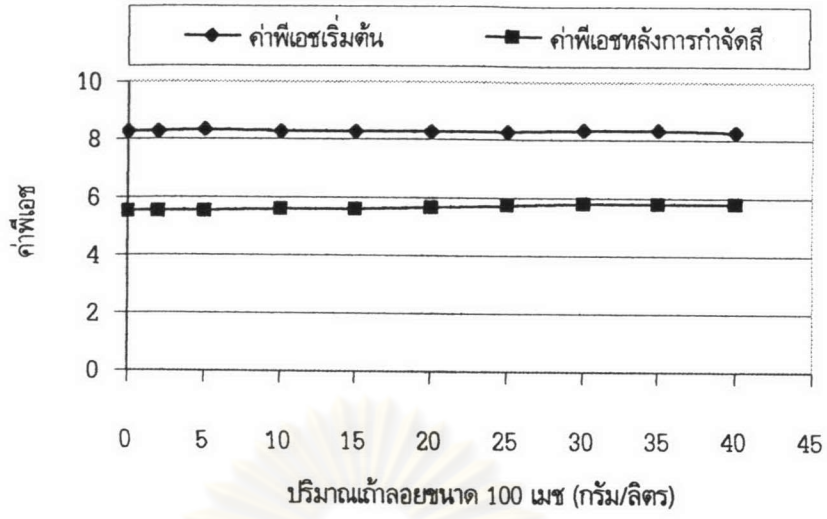
รูปที่ 4.40 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.41 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.42 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



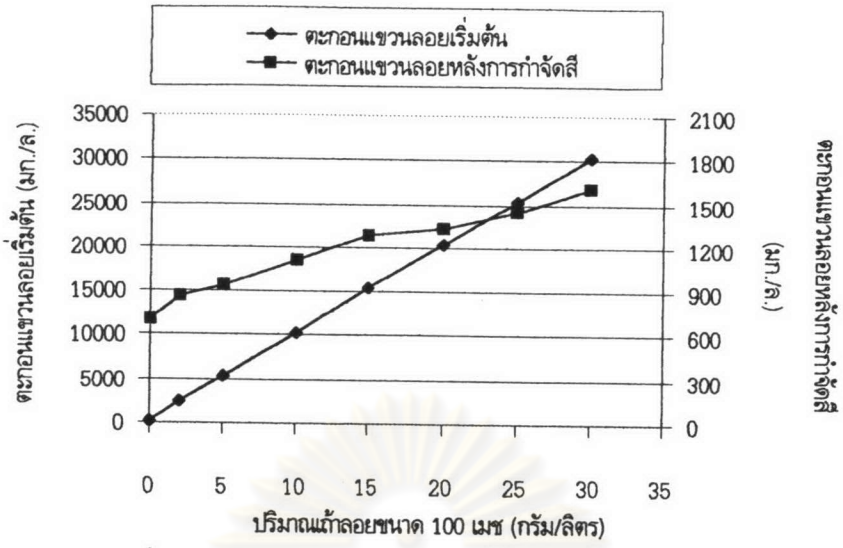
รูปที่ 4.43 ค่าพีเอชของน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.9 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

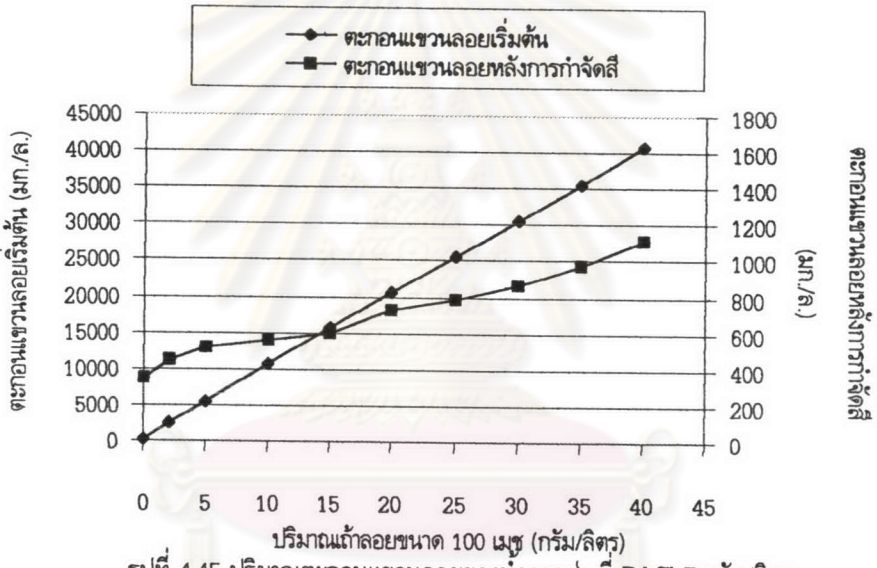
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
6	25	8.14 (8.11)	6.74 (6.67)
7	25	8.36 (8.29)	6.23 (6.15)
8	30	8.35 (8.29)	6.41 (6.14)
9	30	8.34 (8.29)	5.85 (5.75)
10	35	8.35 (8.29)	5.81 (5.43)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้เถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

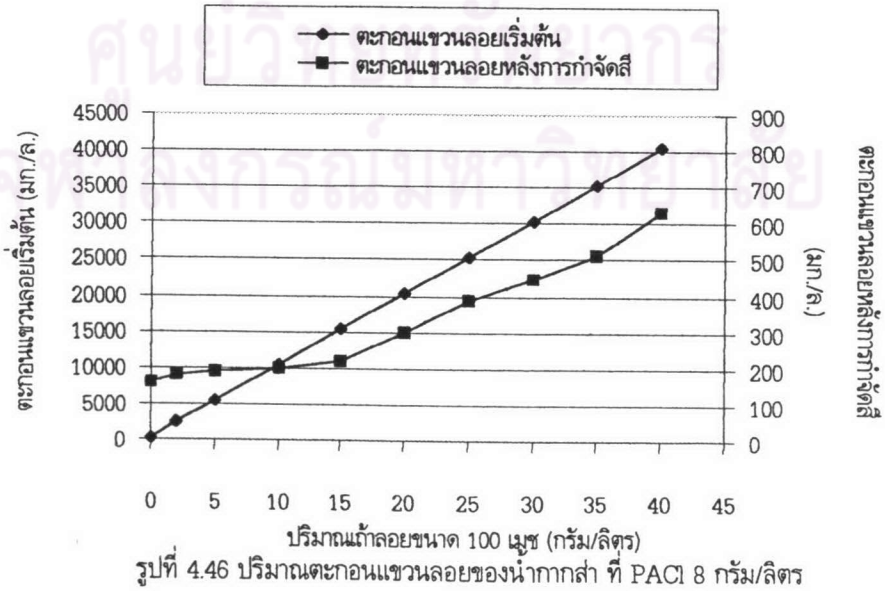
ปริมาณตะกอนแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 4.44 - 4.48 ที่ค่า PACl 6 - 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่า มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณเถ้าลอย และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเถ้าลอยที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



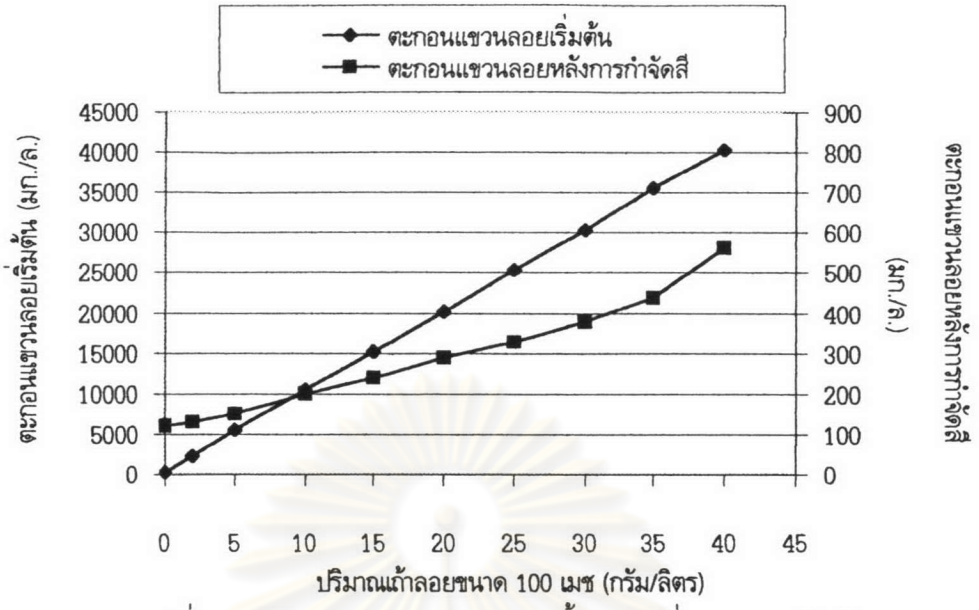
รูปที่ 4.44 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



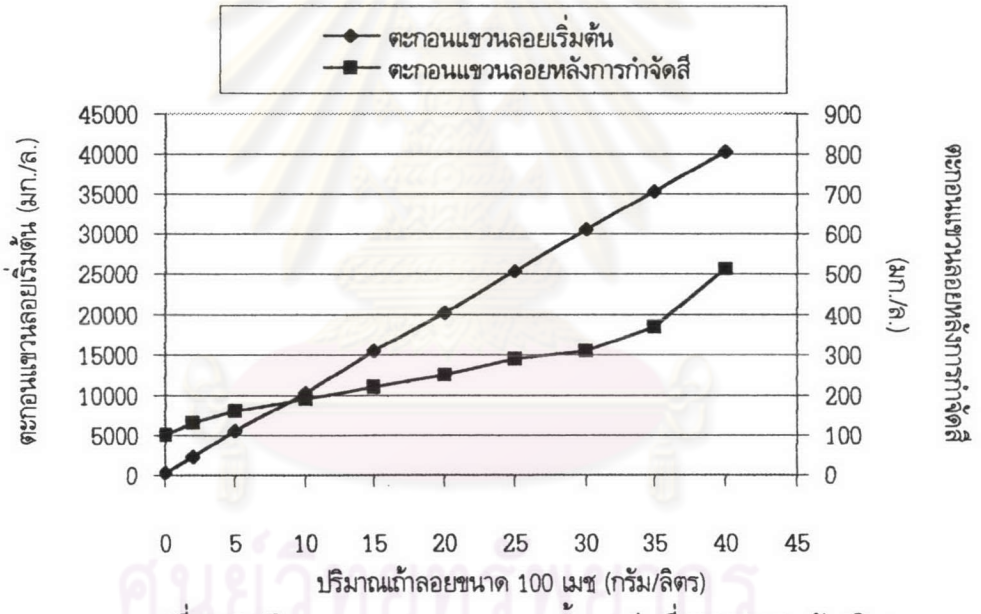
รูปที่ 4.45 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.46 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.47 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.48 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.10 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ณ ปริมาณเถ้าลอยที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะเกิดการจับกับเมลานอยดิน และเถ้าลอยที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของ PACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยกว่ากว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ข-12 ถึง ข-16 ตามลำดับ

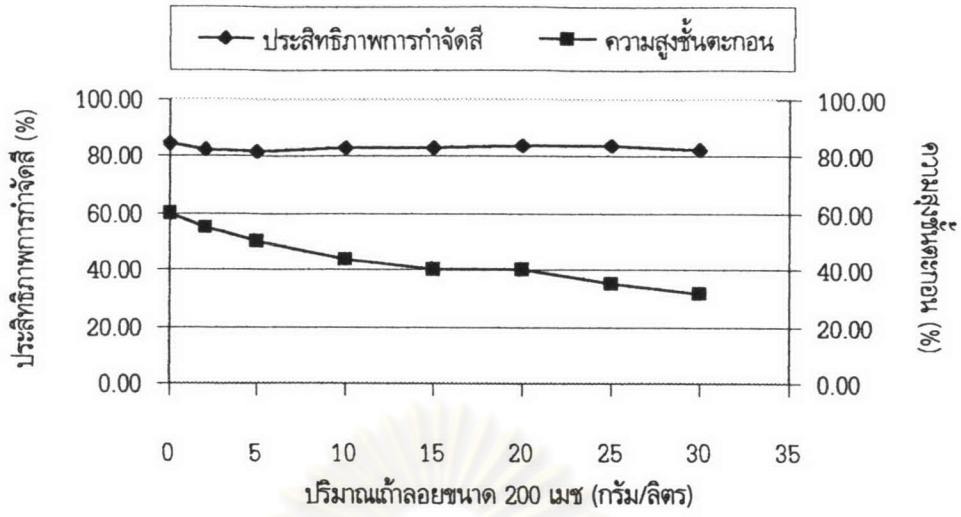
ตารางที่ 4.10 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
6	25	25,300	1,450
7	25	25,630	790
8	30	30,430	450
9	30	30,440	380
10	35	35,300	370

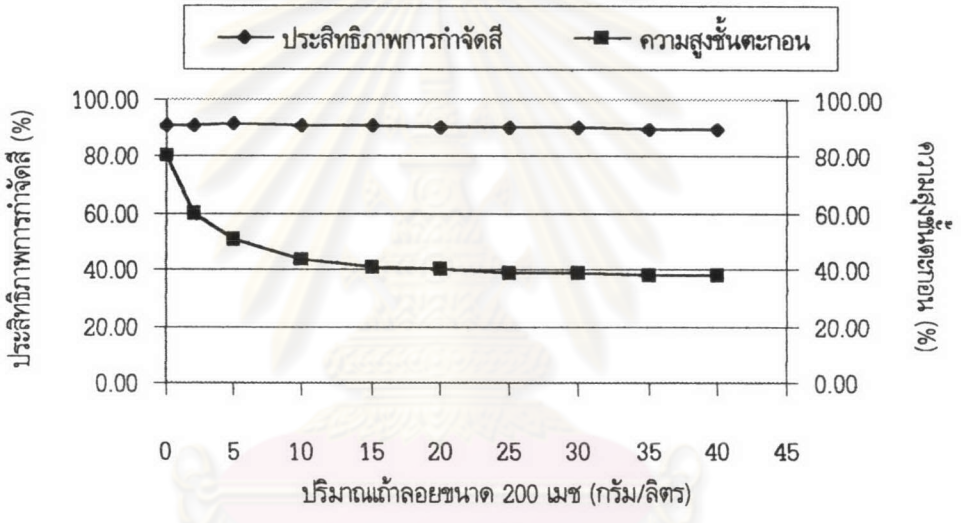
4.4.2 การใช้ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช

การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้เถ้าลอยขนาด 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 6 - 10 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 6 - 10 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.49 - 4.53 ตามลำดับ

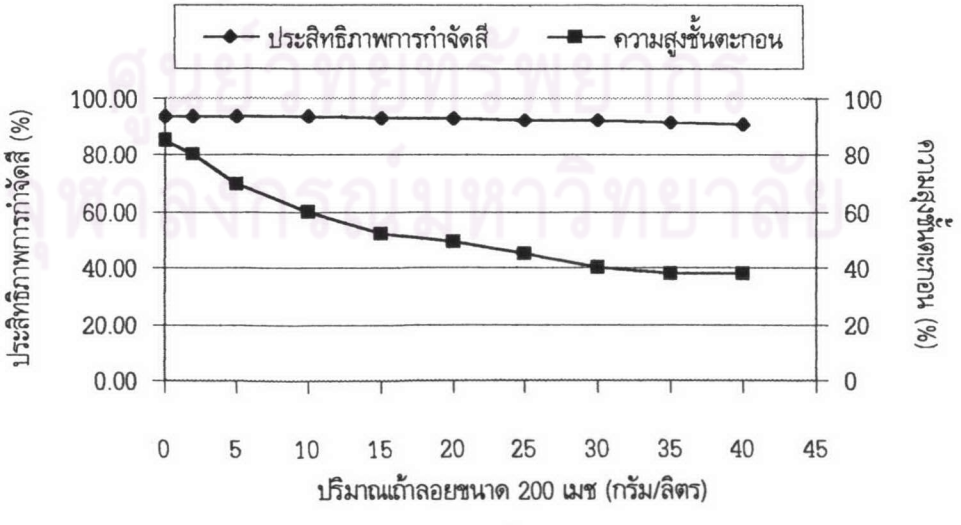
ผลการทดลองโดยใช้เถ้าลอยขนาด 200 เมช จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนโคแอกูเลชัน แต่จะแตกต่างกันอยู่เล็กน้อยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสีของการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช จะสูงกว่าการใช้เถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่ปริมาณ PACl ที่เท่ากัน หากพิจารณาในด้านการกำจัดตะกอนแขวนลอยแล้ว ขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอยเล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนในปริมาณที่มากกว่า อนุภาคตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นการใช้ เถ้าลอยขนาด 200 เมช ย่อมทำให้ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าน้อยกว่าการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช



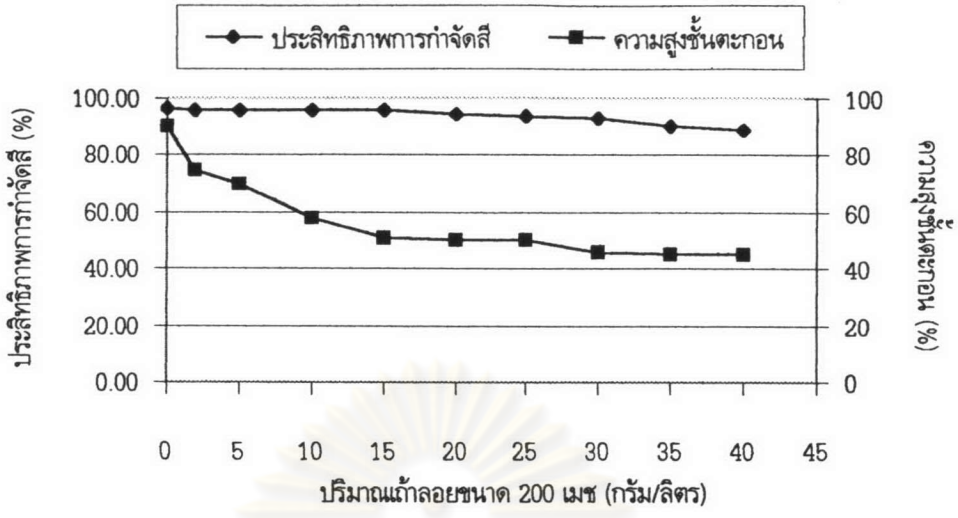
รูปที่ 4.49 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



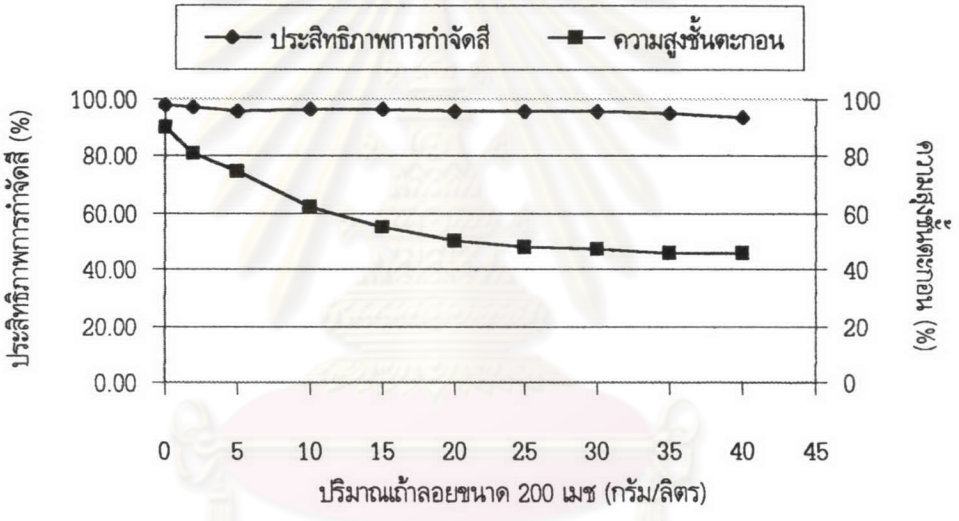
รูปที่ 4.50 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.51 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.52 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.53 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

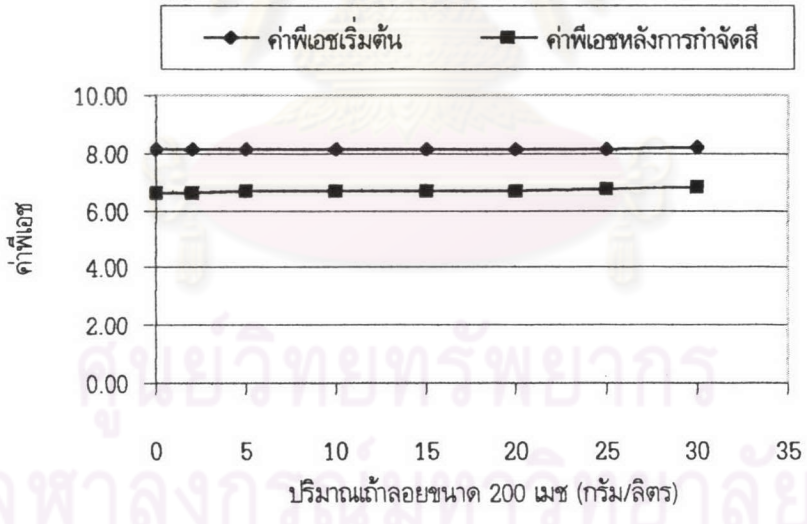
ข้อแตกต่างอีกประการของการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช และ 200 เมช ที่ปริมาณของเถ้าลอย และ PACl ที่เท่ากัน คือ ความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่าความสูงของชั้นตะกอนกรณีเถ้าลอยขนาด 200 เมช จะต่ำกว่ากรณีเถ้าลอยขนาด 100 เมช เนื่องจากสาเหตุที่อนุภาคเถ้าลอยขนาด 200 เมช (0.08 มม.) เล็กว่าอนุภาคเถ้าลอยขนาด 100 เมช (0.16 มม.) ทำให้มีโอกาสแขวนลอยอยู่ในน้ำในชั้นตะกอนกระบวนการฟล็อกกูเลชันได้นานกว่า จึงมีโอกาสสร้างฟล็อกให้มีขนาดใหญ่และง่ายต่อการจมตัวได้ดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

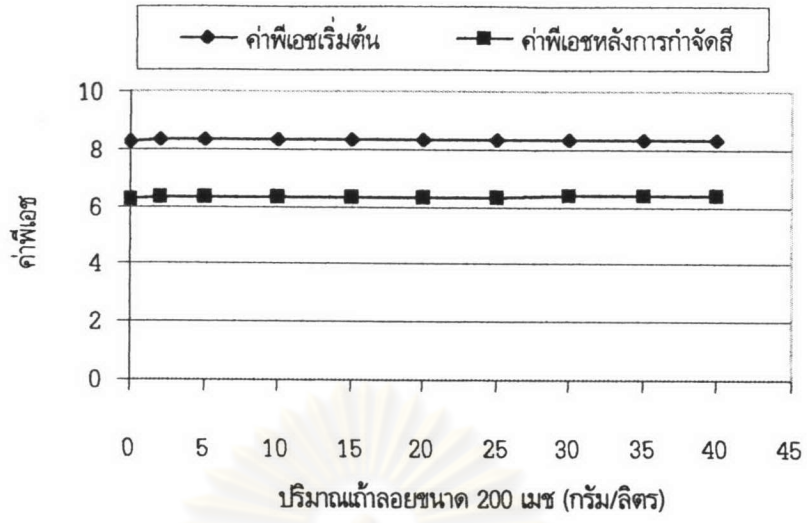
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
6	20	83.90 (84.21)	155.04	40 (60)
7	25	90.11 (90.88)	98.70	39 (80)
8	30	92.16 (93.94)	79.02	40 (85)
9	30	92.96 (96.55)	70.75	46 (90)
10	30	95.48 (97.93)	42.30	47 (90)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้เถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

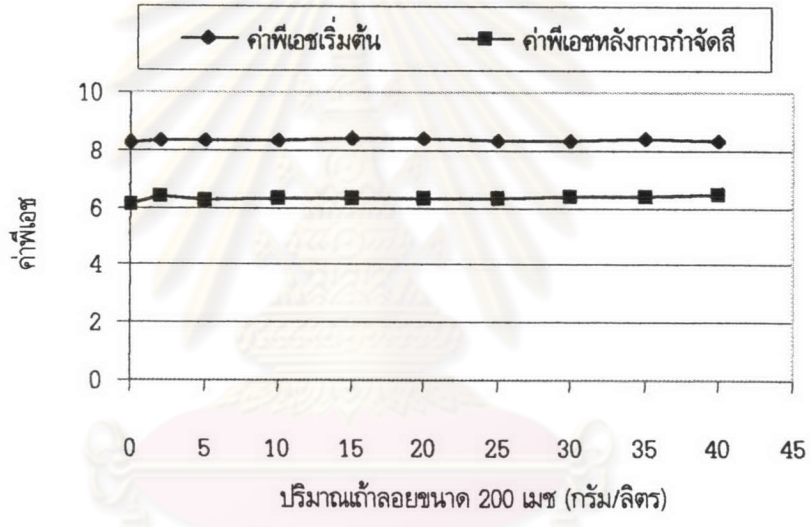
ผลของค่าพีเอชก่อนและหลังการกำจัดสีของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.54 – 4.58 สำหรับปริมาณของ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ซึ่งค่าพีเอชของน้ำกากส่าระหว่างการใช้เถ้าลอยขนาด 100 และ 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.12 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม



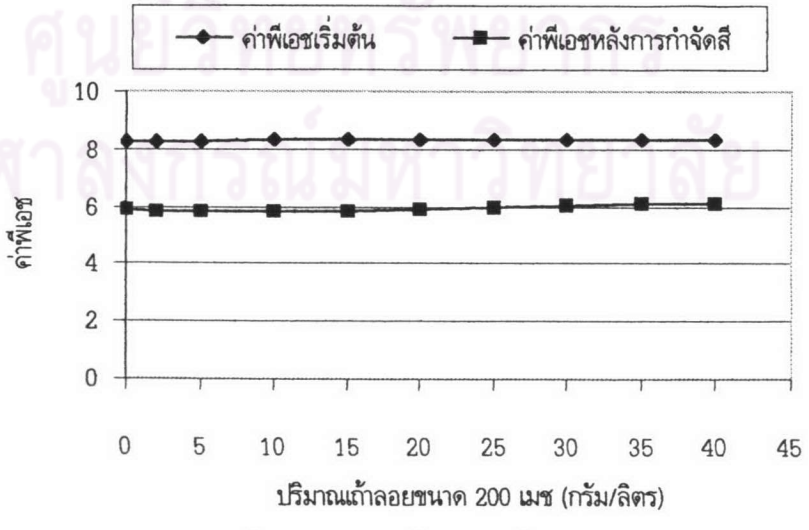
รูปที่ 4.54 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



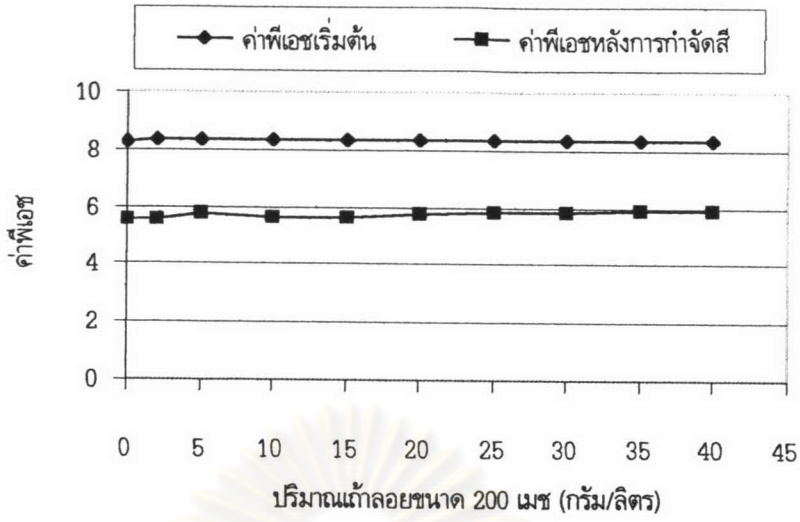
รูปที่ 4.55 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.56 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.57 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



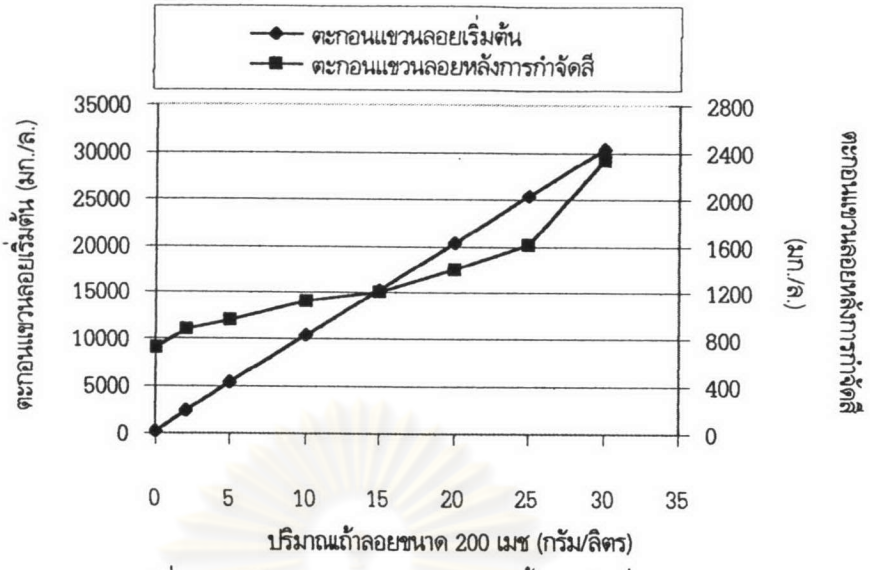
รูปที่ 4.58 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.12 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

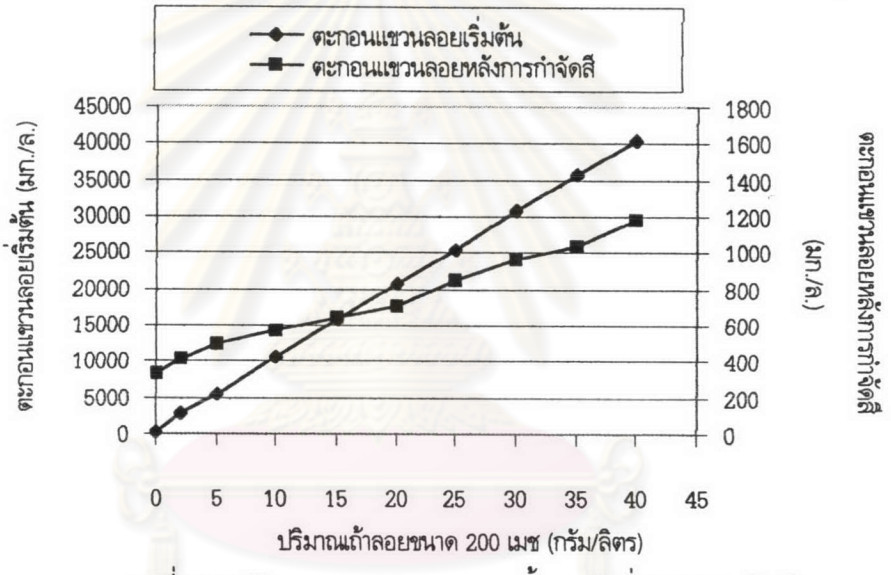
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
6	20	8.13 (8.10)	6.69 (6.61)
7	25	8.34 (8.24)	6.35 (6.26)
8	30	8.36 (8.29)	6.37 (6.14)
9	30	8.33 (8.29)	6.04 (5.90)
10	30	8.34 (8.29)	5.82 (5.55)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

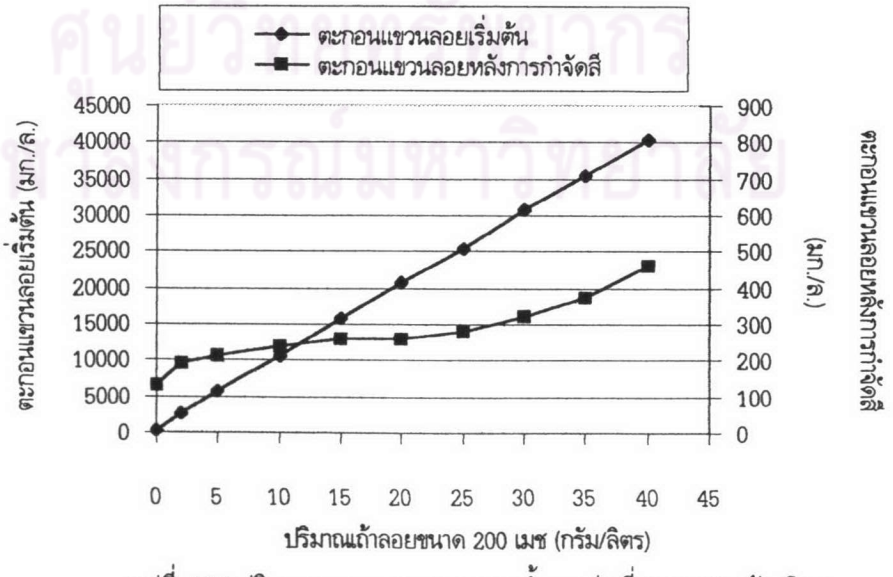
ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.59 – 4.63 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่า มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณถ้าลอย และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของถ้าลอยที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า ซึ่งผลการทดลองคล้ายกับการใช้ถ้าลอยขนาด 100 เมช แต่มีข้อแตกต่างกันอยู่ คือ ความปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีของถ้าลอยขนาด 200 เมช จะมากกว่าถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่ปริมาณของถ้าลอย และ PACl ที่เท่ากัน หากพิจารณาในแง่ของการกำจัดตะกอนแขวนลอย เนื่องมาจากขนาดอนุภาคตะกอนแขวนลอยที่เล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนที่มากกว่า ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยของถ้าลอยขนาด 200 เมช มากว่าการใช้ถ้าลอยขนาด 100 เมช



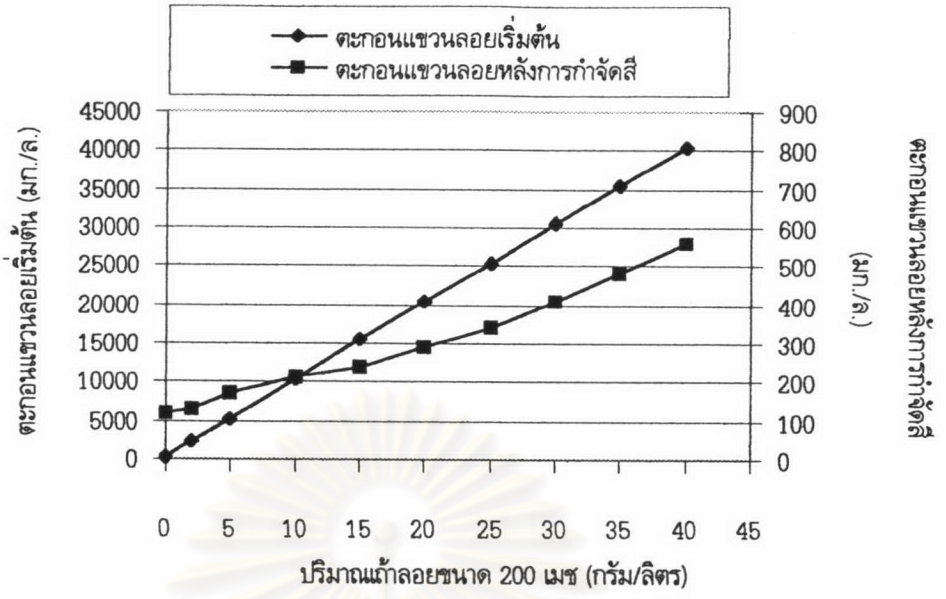
รูปที่ 4.59 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



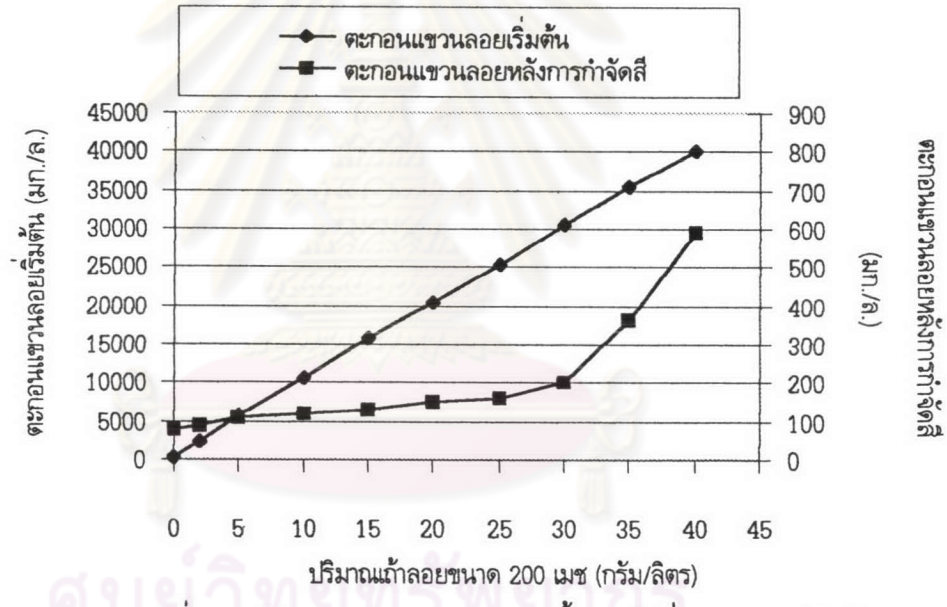
รูปที่ 4.60 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.61 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.62 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.63 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.13 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม และผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ข-17 ถึง ข-21 ตามลำดับ

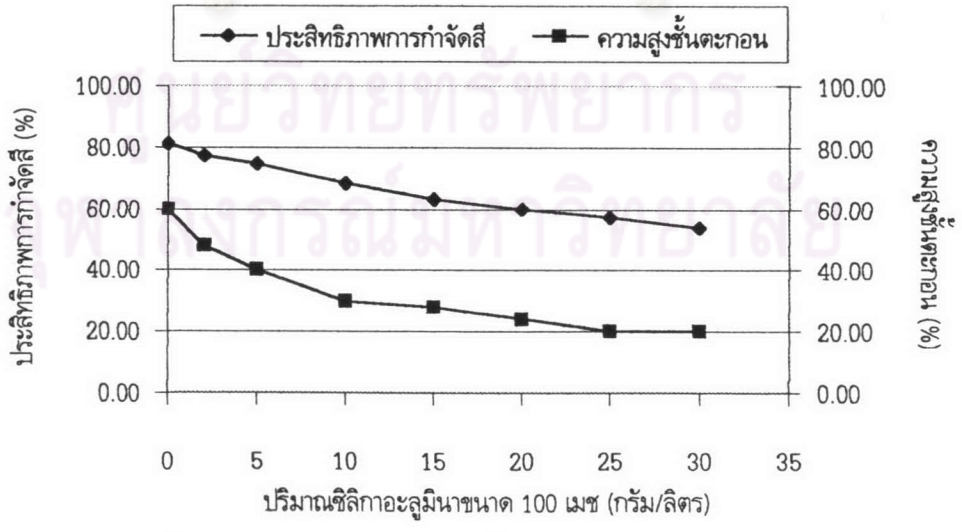
ตารางที่ 4.13 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
6	20	20,410	1,400
7	25	25,340	850
8	30	30,730	320
9	30	30,450	410
10	30	30,540	200

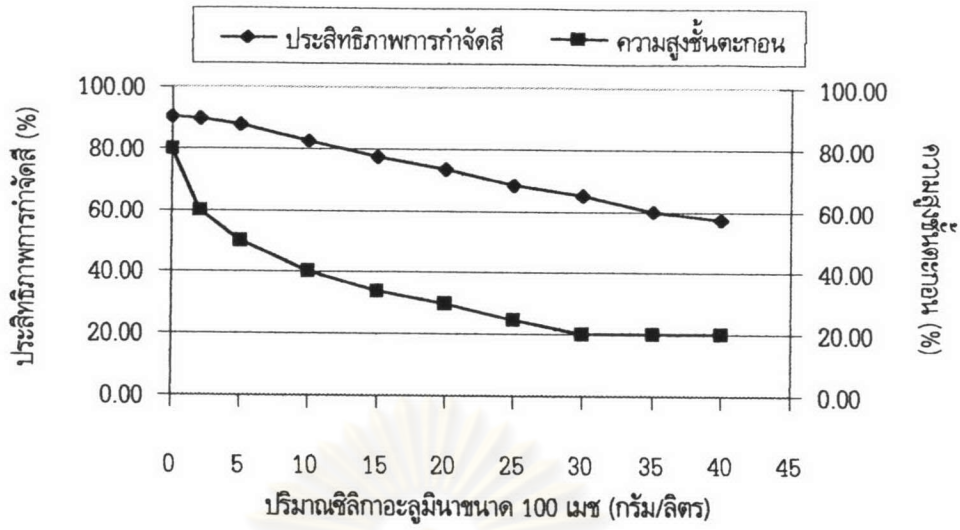
4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วันโดยใช้ PACIร่วมกับซิลิกาอะลูมินา

4.5.1 การใช้ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช

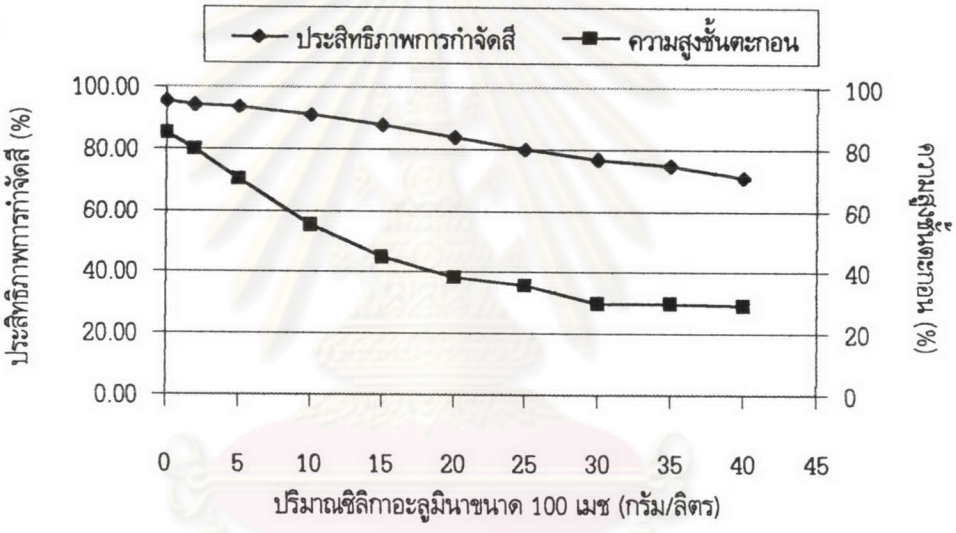
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 6 – 10 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของซิลิกาอะลูมินาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 6 – 10 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.64 – 4.68 ตามลำดับ



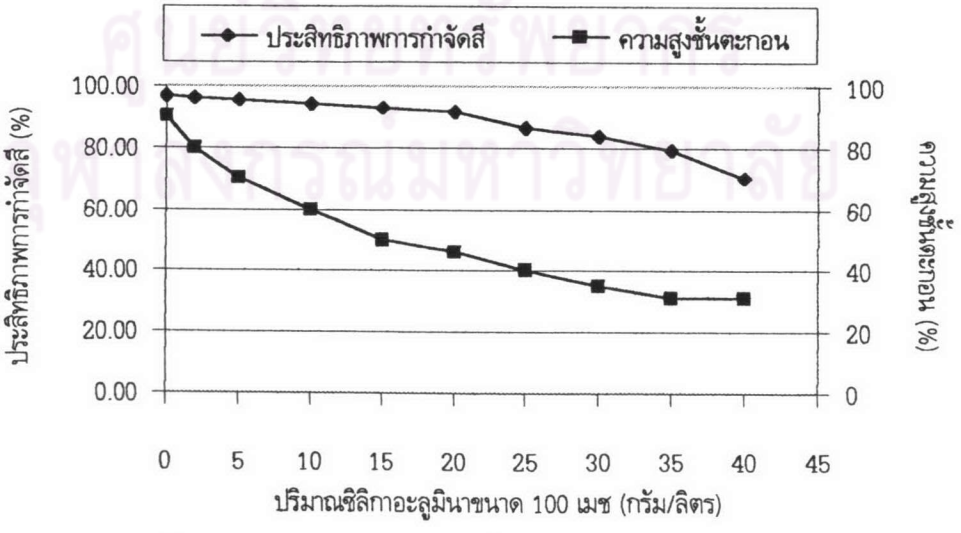
รูปที่ 4.64 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



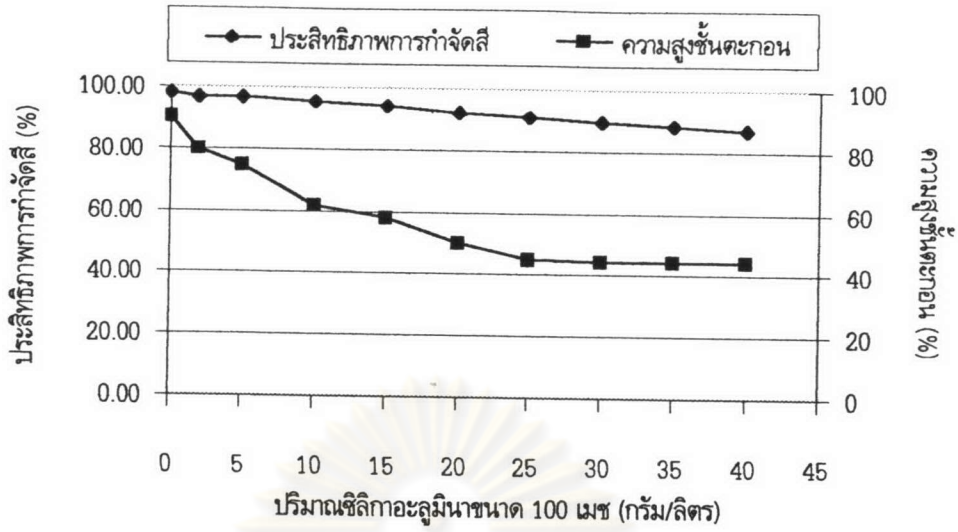
รูปที่ 4.65 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.66 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.67 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.68 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

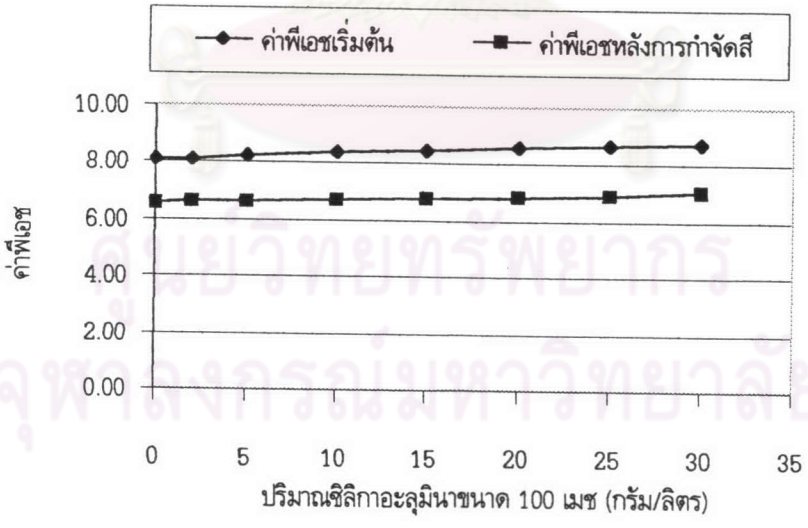
ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน เมื่อใส่ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เพื่อใช้เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันนั้น จะมีลักษณะของผลการทดลองที่แตกต่างกับกรณีการใช้แกลบเผา และเถ้าลอย เป็นแกนเกาะ ดังนี้ คือ กรณีใช้ซิลิกาอะลูมินาเพียงเล็กน้อย จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าลดลงอย่างมาก เมื่อเปรียบกับกรณีการใช้แกลบเผา และเถ้าลอยเป็นแกนเกาะ อาจจะมาจากสาเหตุที่ซิลิกาอะลูมินามีความเป็นด่างสูงมาก หรือการมีประจุลบมาก เมื่อเทียบกับแกลบเผา และเถ้าลอย ทำให้อะลูมิเนียมอิออน (Al^{3+}) จากโมเลกุลของ PACl มาจับกับอนุภาคของซิลิกาอะลูมินา แทนที่จะไปสร้างเป็นฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [$Al(OH)_3$] เพื่อจับกับโมเลกุลของเมลานอยดิน ทำให้ปริมาณการใช้ซิลิกาอะลูมินามีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำกากส่าที่ลดลง มากกว่ากรณีการใช้แกลบเผา และเถ้าลอย สำหรับข้อดีของซิลิกาอะลูมินาในด้านของการเพิ่มน้ำหนักของฟล็อกเพื่อให้เกิดการตกตะกอนที่ดีนั้น ก็มีลักษณะคล้ายคลึงการแกลบเผา และเถ้าลอย คือ การเพิ่มปริมาณซิลิกา-อะลูมินา จะช่วยให้ชั้นตะกอนที่เกิดมีความสูงลดลง แต่จะลดลงถึงจุดหนึ่งเท่านั้น เมื่อเพิ่มปริมาณของซิลิกา-อะลูมินาขึ้นก็จะไม่มีผลช่วยในการลดความสูงของชั้นตะกอน โดยการพิจารณาความเหมาะสมของปริมาณซิลิกาอะลูมินาที่ใช้ กับปริมาณของ PACl ในแต่ละความเข้มข้นจะไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.14 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

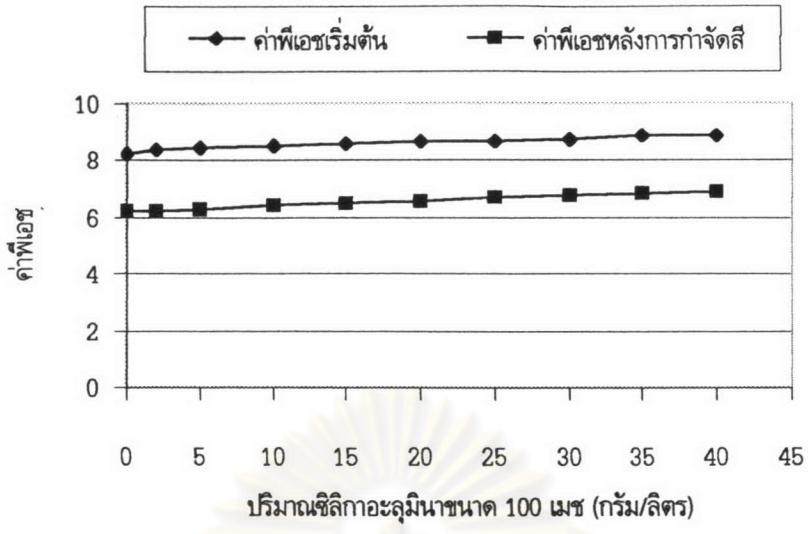
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
6	10	68.35 (81.26)	298.87	30 (60)
7	15	77.42 (90.08)	243.39	34 (80)
8	20	83.93 (95.34)	172.64	38 (85)
9	25	86.68 (96.77)	136.16	40 (90)
10	30	89.46 (97.78)	94.21	44 (90)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

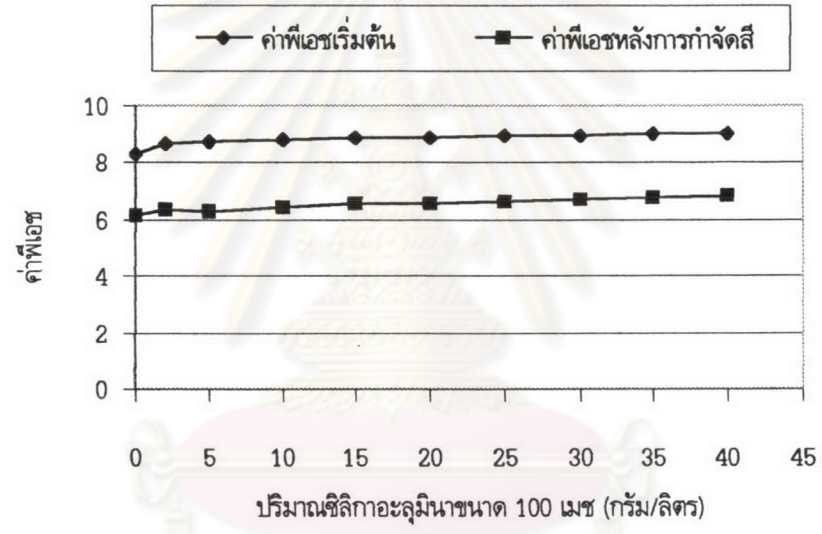
ค่าพีเอชของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.69 – 4.73 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าซิลิกาอะลูมินามีความสามารถในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับแกลบเผา และเถ้าลอย คือ เมื่อเพิ่มปริมาณของซิลิกาอะลูมินาจะทำให้ค่าพีเอชของน้ำกากส่าเริ่มต้น มีการเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ซิลิกาอะลูมินาอย่างชัดเจน หรืออาจกล่าวได้ว่าซิลิกาอะลูมินา มีความเป็นด่างอย่างมากเมื่อเทียบกับแกลบเผา และเถ้าลอย



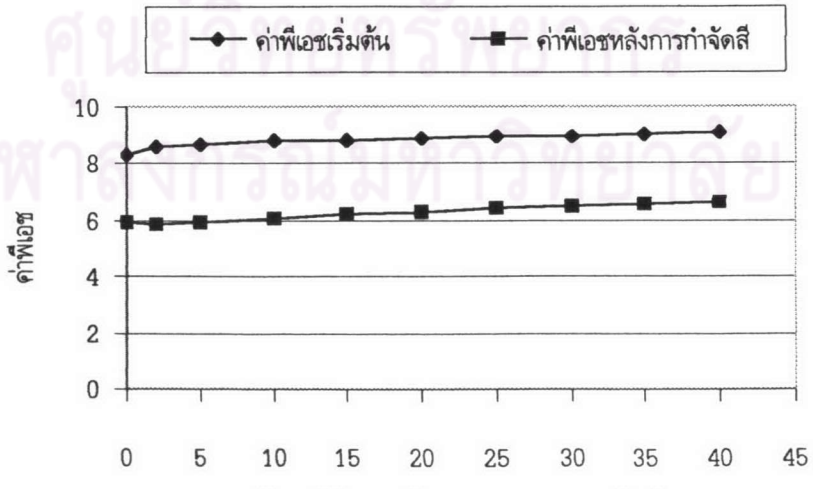
รูปที่ 4.69 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



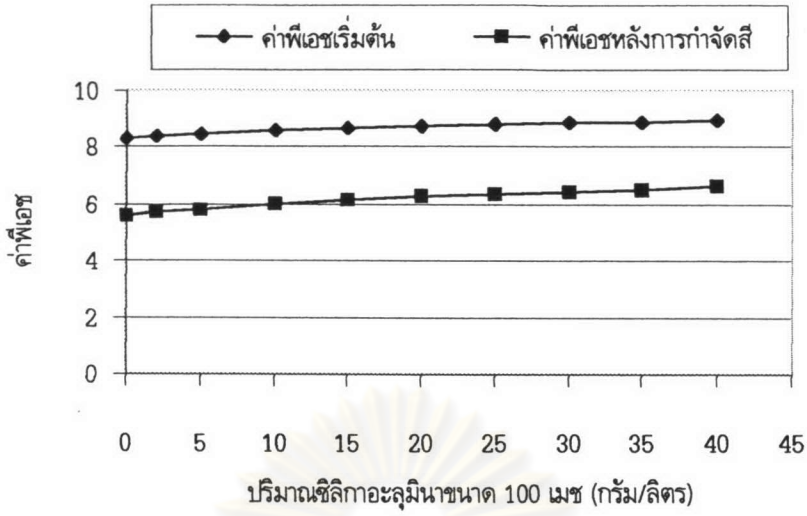
รูปที่ 4.70 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.71 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.72 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.73 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

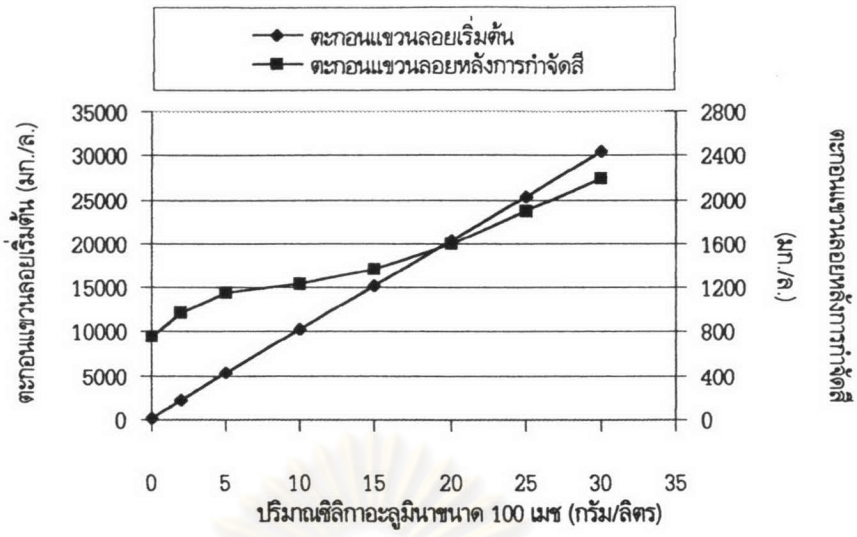
ผลของค่าพีเอชของน้ำกากส่าก่อนและหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นแกนเกาะที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.15 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกา-อะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.15 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

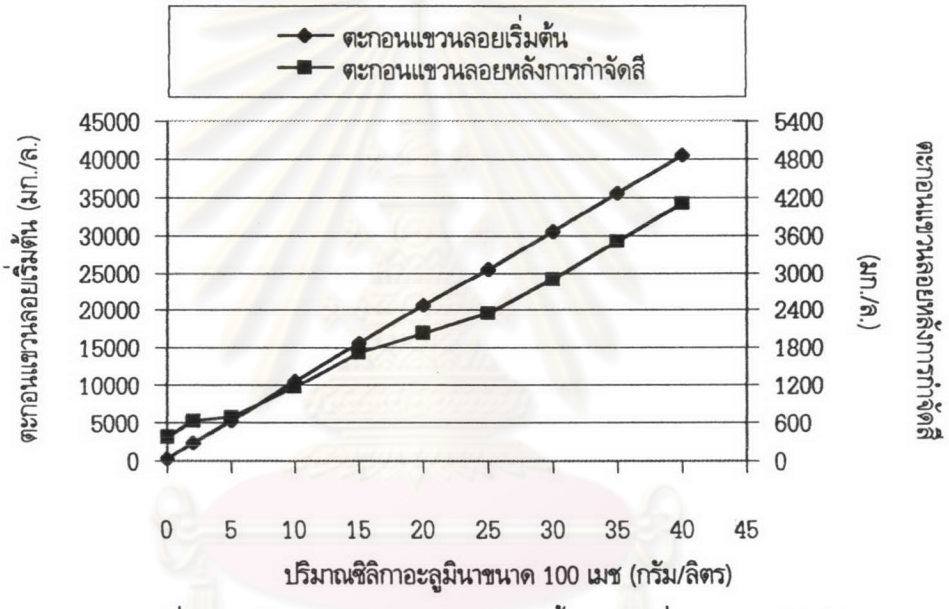
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
6	10	8.39 (8.11)	6.67 (6.57)
7	15	8.58 (8.27)	6.48 (6.22)
8	20	8.90 (8.29)	6.56 (6.14)
9	25	8.92 (8.29)	6.38 (5.90)
10	30	8.87 (8.29)	6.44 (5.57)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

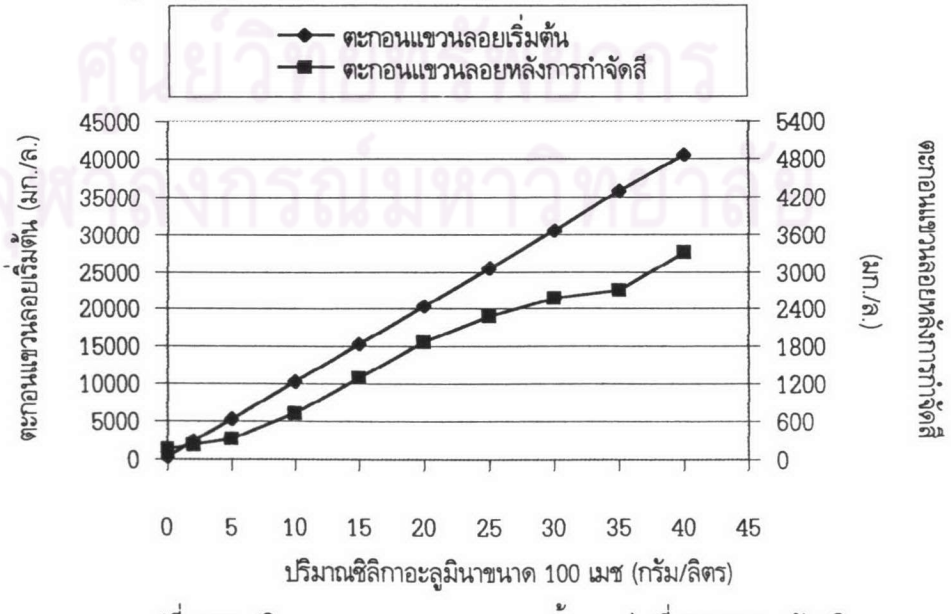
ปริมาณตะกอนแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 4.74 – 4.78 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่า มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณซิลิกาอะลูมินา และปริมาณ PACl ที่ใช้เช่นเดียวกับแกลบเผา และเถ้าลอย โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของซิลิกาอะลูมินาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูงย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



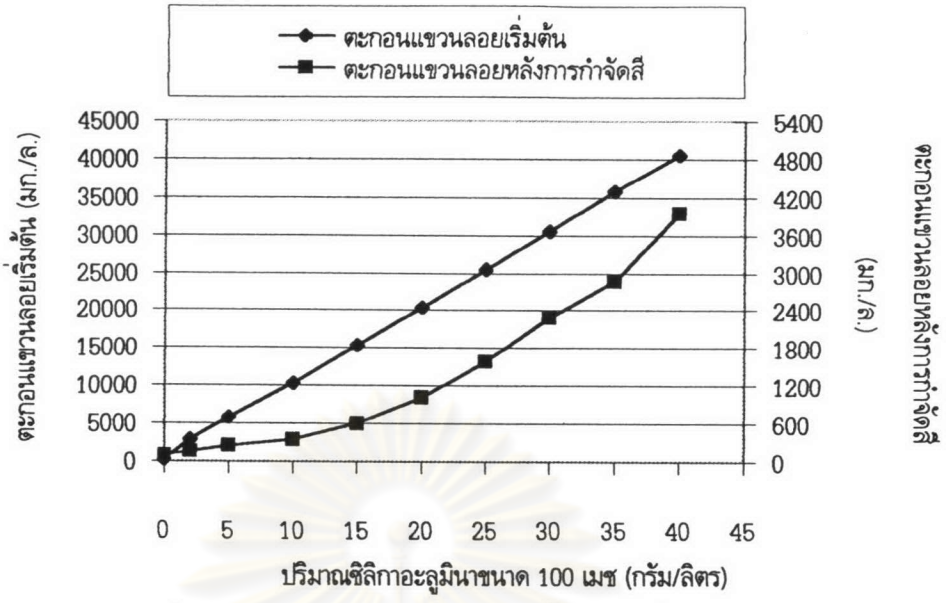
รูปที่ 4.74 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



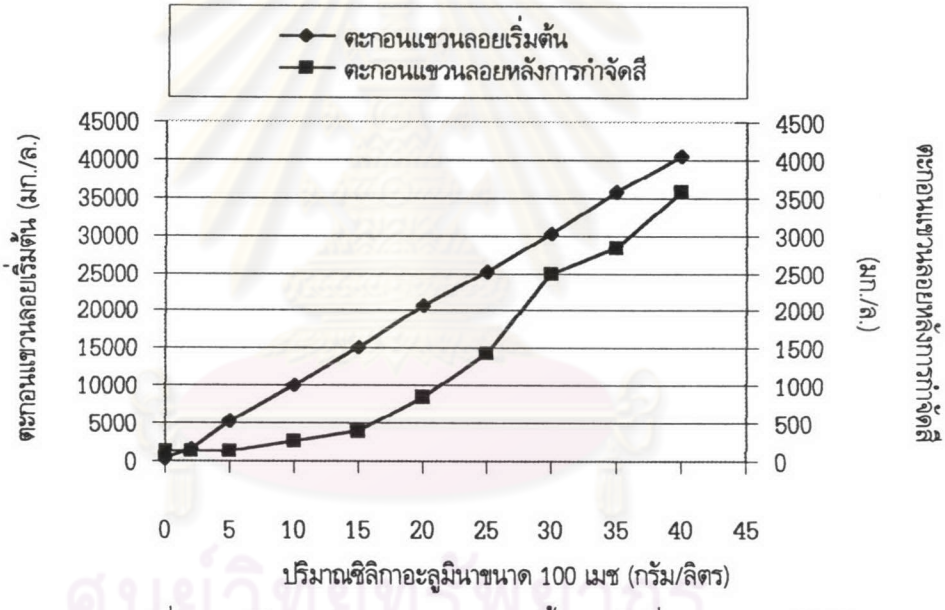
รูปที่ 4.75 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.76 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.77 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.78 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.16 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่ เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ณ ปริมาณซิลิกาอะลูมินาที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [$Al(OH)_3$] จะเกิดการจับกับ เมลานอยดิน และซิลิกาอะลูมินาที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของ PACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยกว่ากว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช แสดงในตาราง ภาคผนวก ข-22 ถึง ข-26 ตามลำดับ

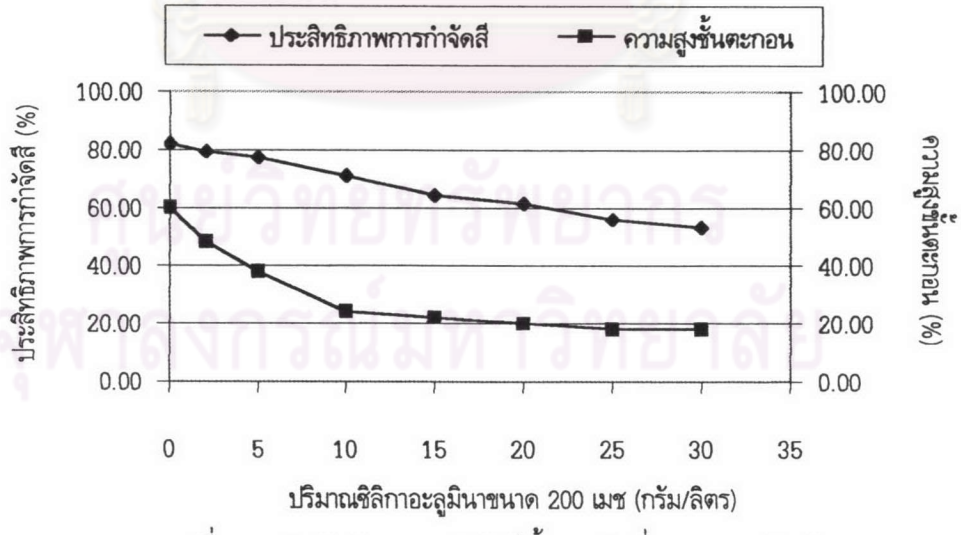
ตารางที่ 4.16 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่ เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
6	10	10,360	1,230
7	15	15,650	1,730
8	20	20,470	1,780
9	25	25,530	1,800
10	30	30,540	2,480

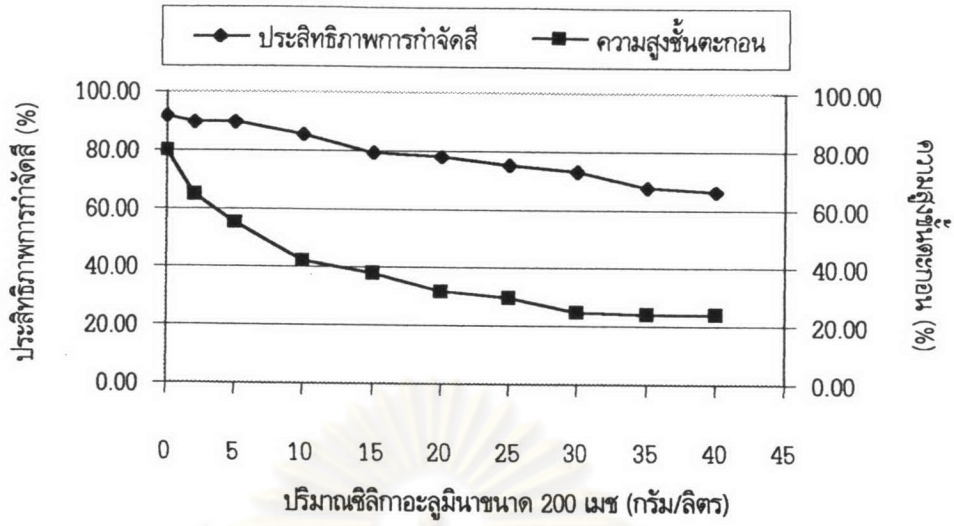
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

4.5.2 การใช้ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช

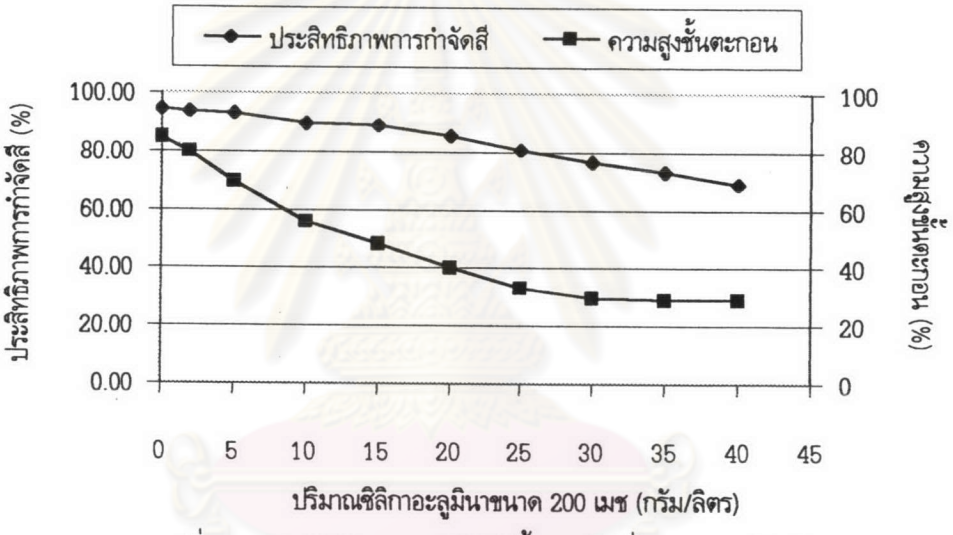
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 6 – 10 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของซิลิกาอะลูมินาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 6 – 10 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.79 – 4.83 ตามลำดับ



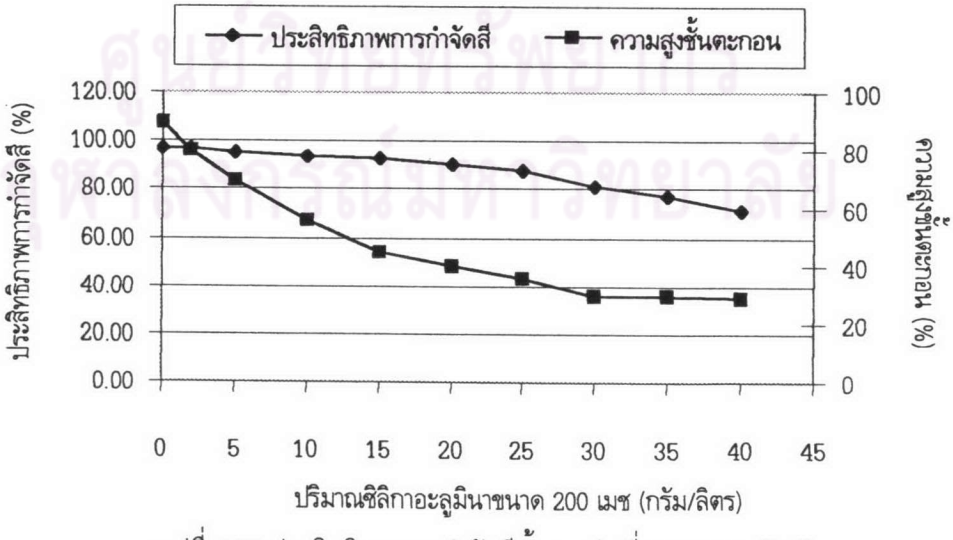
รูปที่ 4.79 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



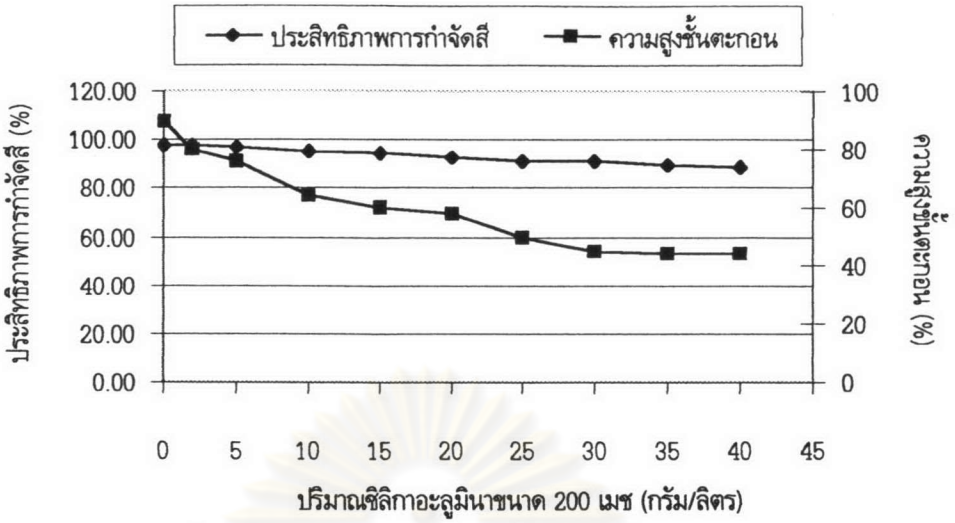
รูปที่ 4.80 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.81 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.82 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.83 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

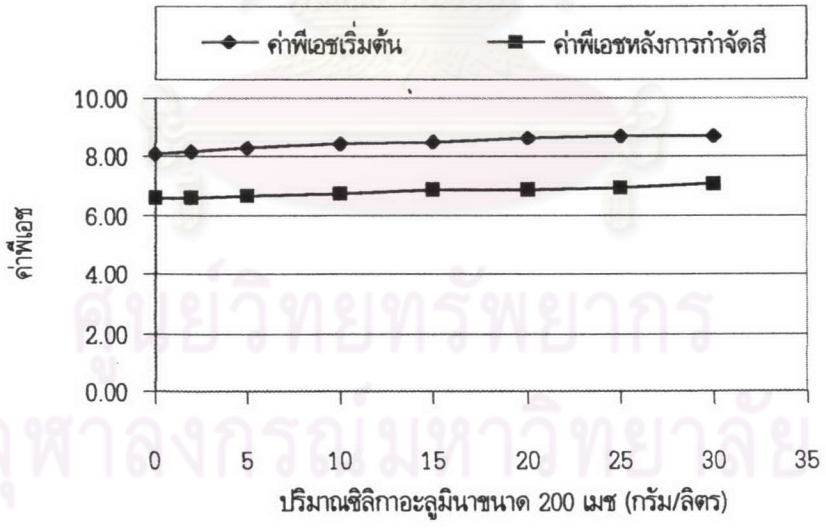
ผลการทดลองโดยใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนโคแอกูเลชัน แต่จะแตกต่างกันอยู่เล็กน้อยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสีของการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช จะสูงกว่าการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่ปริมาณ PACl และซิลิกาอะลูมินาที่เท่ากัน หากพิจารณาในด้านการกำจัดตะกอนแขวนลอยแล้ว ขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอยเล็กกว่า ย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนในปริมาณที่มากกว่าอนุภาคตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ย่อมทำให้ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าน้อยกว่าการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ข้อแตกต่างอีกประการของการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช และ 200 เมช ที่ปริมาณของซิลิกาอะลูมินาและ PACl ที่เท่ากัน คือ ความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่าความสูงของชั้นตะกอนกรณีซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช จะต่ำกว่ากรณีซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เนื่องจากสาเหตุที่อนุภาคซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช (0.08 มม.) เล็กกว่าอนุภาคซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช (0.16 มม.) ทำให้มีโอกาสแขวนลอยอยู่ในน้ำในชั้นตะกอนกระบวนการฟล็อกกูเลชัน (การกวนช้า) ได้นานกว่า จึงมีโอกาสสร้างฟล็อกให้มีขนาดใหญ่และง่ายต่อการจมตัวได้ดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.17 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม.

ตารางที่ 4.17 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

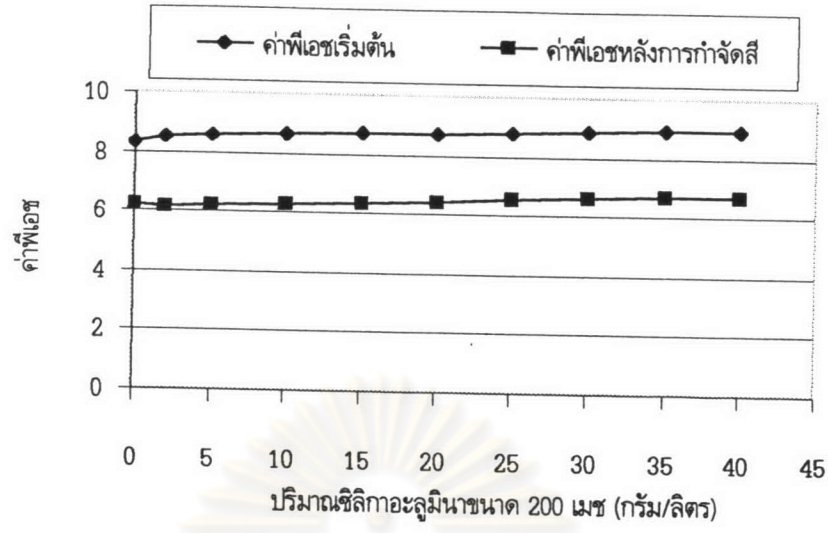
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
6	15	63.85 (82.27)	335.97	22 (60)
7	20	77.62 (91.49)	243.02	32 (80)
8	25	80.83 (64.61)	178.59	33 (85)
9	30	81.42 (96.99)	183.53	30 (90)
10	30	90.80 (97.70)	83.133	45 (90)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

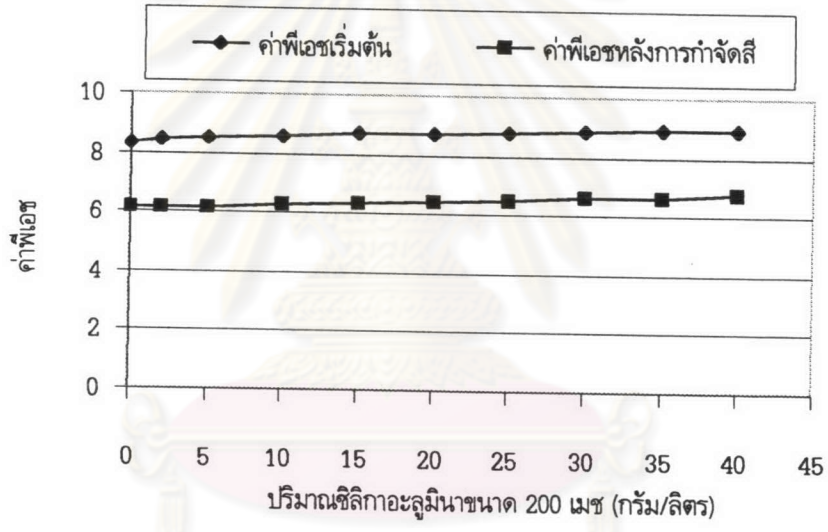
ผลของค่าพีเอชก่อนและหลังการกำจัดสีของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.84 – 4.88 สำหรับปริมาณของ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ซึ่งค่าพีเอชของน้ำกากส่าระหว่างการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 และ 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.18 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม



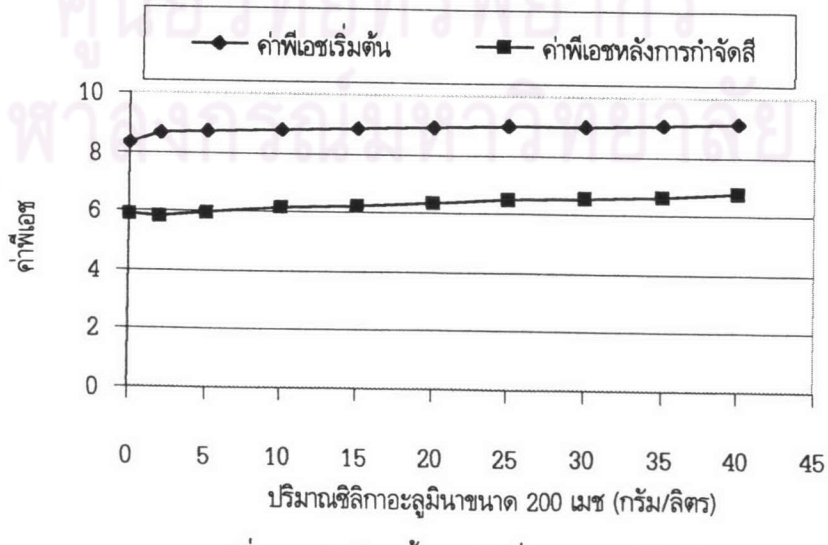
รูปที่ 8.84 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



รูปที่ 8.85 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร

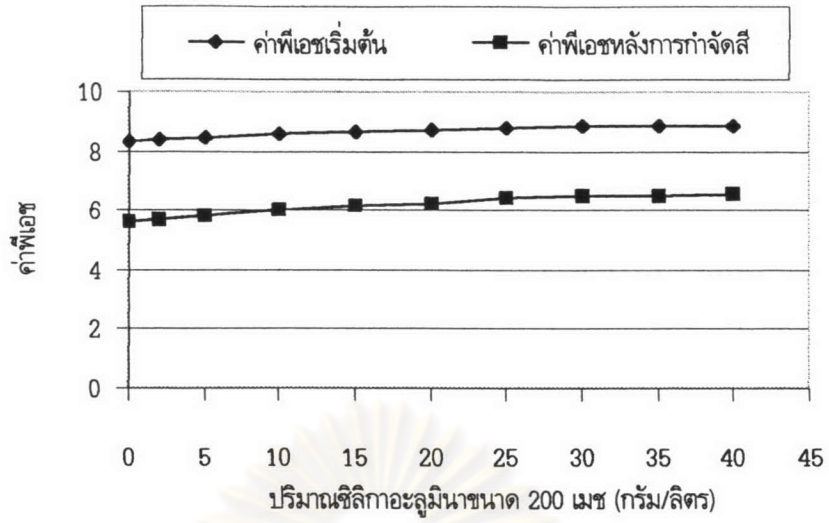


รูปที่ 8.86 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 8.87 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



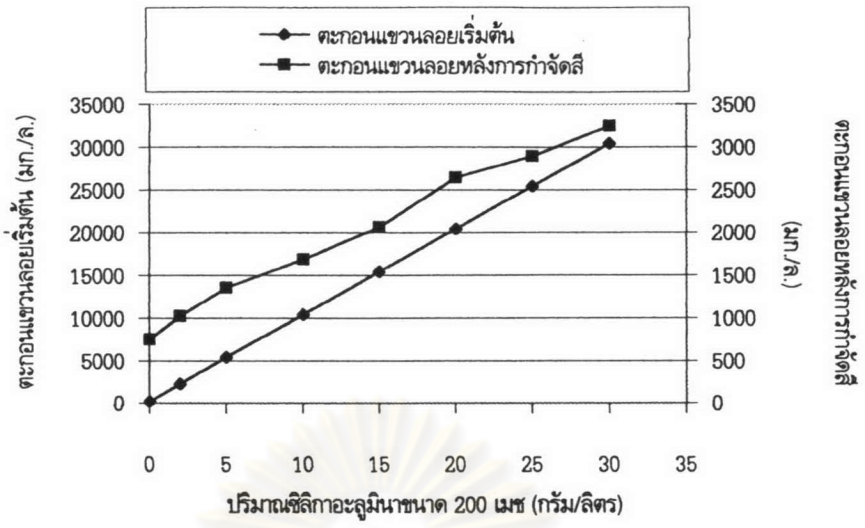
รูปที่ 4.88 ค่าพีเอชน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.18 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

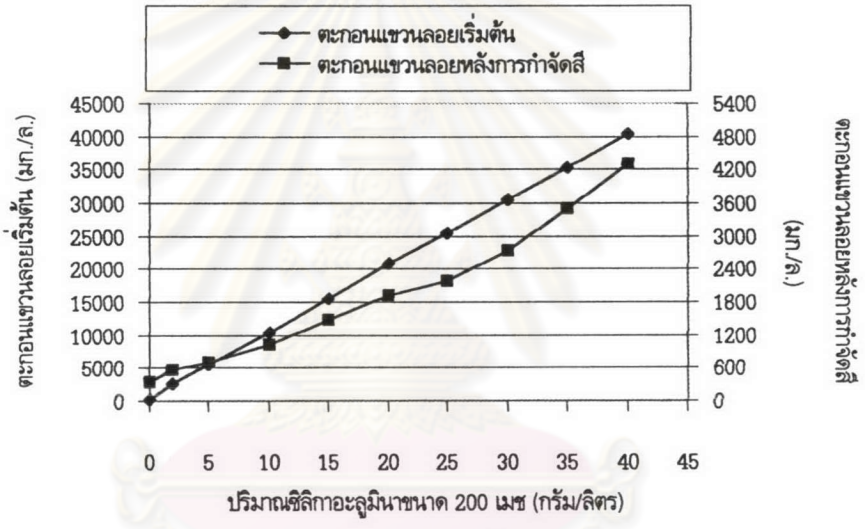
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
6	15	8.53 (8.12)	8.64 (6.59)
7	20	8.75 (8.29)	6.45 (6.24)
8	25	8.79 (8.29)	6.51 (6.14)
9	30	9.01 (8.29)	6.57 (5.90)
10	30	8.84 (8.29)	6.49 (5.59)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

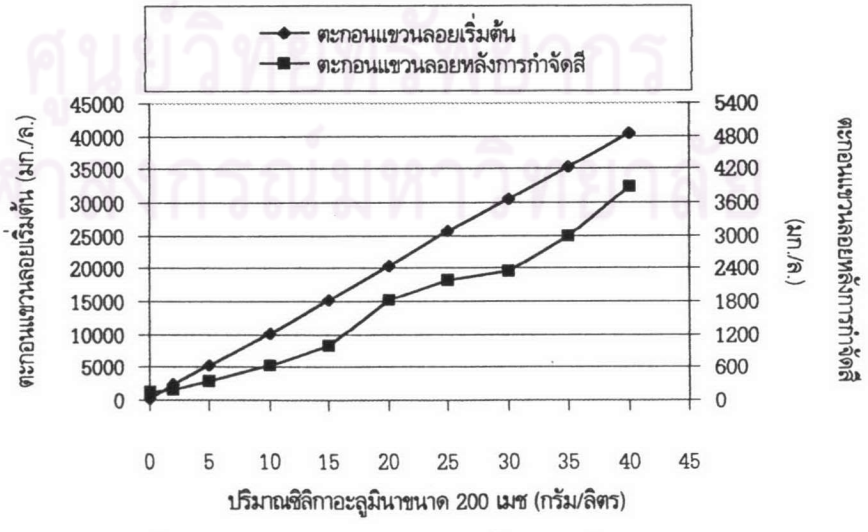
ปริมาณตะกอนแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 4.89 – 4.93 ที่ค่า PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่า มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณซิลิกาอะลูมินา และปริมาณ PACl ที่ใช้เช่นเดียวกับแกลบเผา และเถ้าลอย โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของซิลิกาอะลูมินาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูงย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



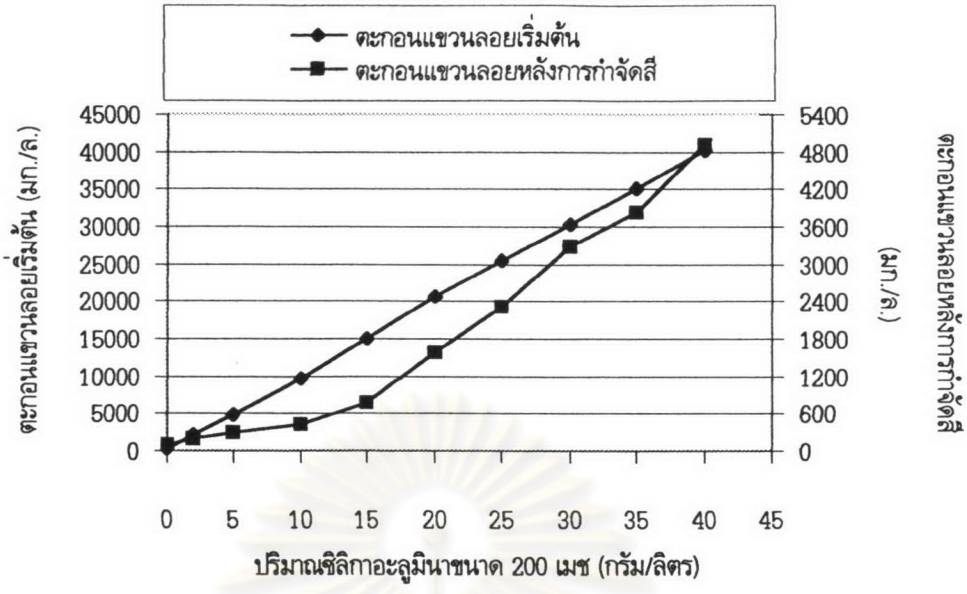
รูปที่ 4.89 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 6 กรัม/ลิตร



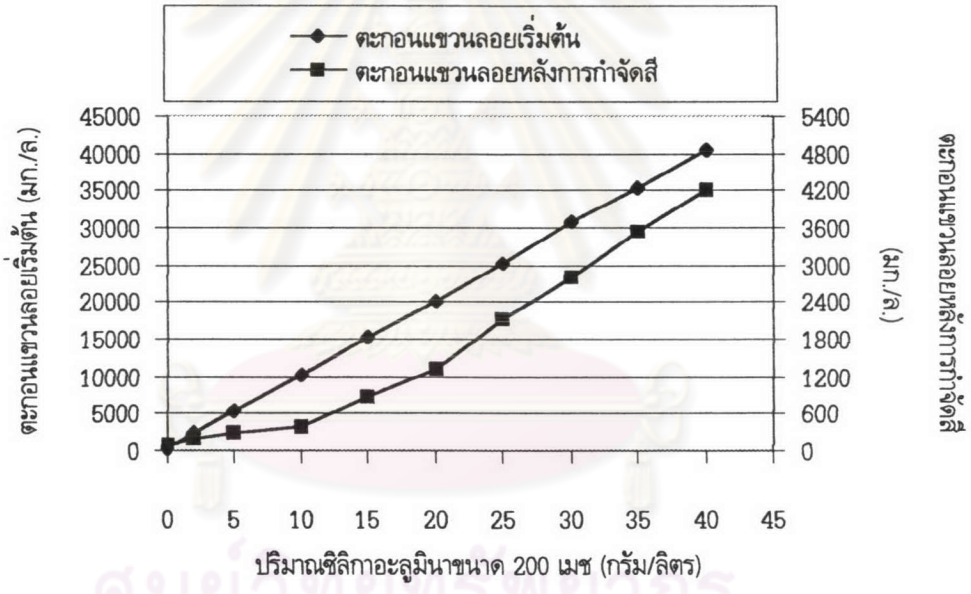
รูปที่ 4.90 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 7 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.91 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 8 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.92 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.93 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.19 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ณ ปริมาณซิลิกาอะลูมินาที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [$Al(OH)_3$] จะเกิดการจับกับเมลานอยดิน และซิลิกาอะลูมินาที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของ PACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยกว่ากว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช แสดงในตาราง ภาคผนวก ข-27 ถึง ข-31 ตามลำดับ

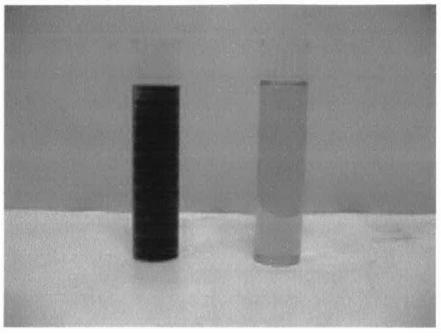
ตารางที่ 4.19 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่ เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
6	15	15,430	2,070
7	20	20,940	1,920
8	25	25,590	2,180
9	30	30,240	3,270
10	30	30,730	3,540

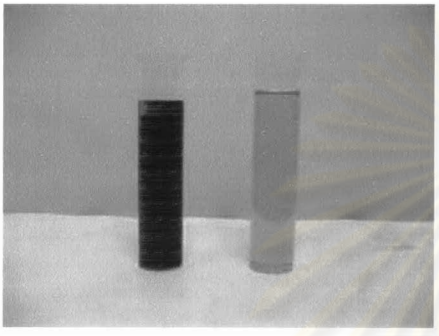
ผลการทดลองในขั้นตอน 4.3 – 4.5 แสดงให้เห็นว่าการใช้วัสดุแกนเกาะทั้ง 3 ประเภท ในกระบวนการโคแอกูเลชัน ไม่ได้ช่วยให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการกำจัดสี โดยใช้วัสดุแกนเกาะเพียงอย่างเดียว ซึ่งการทดลองในส่วนนี้จะเพิ่มปริมาณวัสดุแกนเกาะในปริมาณที่เท่ากับการใช้ร่วมกับปริมาณของ PACl ดังแสดงในภาคผนวก ข ตาราง ข-32 ถึง ข-37 คือ ตารางแสดงค่าความเข้มสีของน้ำกากส่าโดยใช้ แกลบเผา เถ้าลอย และซิลิกาอะลูมินา ขนาด 100 และ200 เมช ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมที่สุดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสูงสุดของปริมาณของ PACl ที่ใช้ร่วมกับปริมาณและขนาดของวัสดุแกนเกาะทั้ง 3 ประเภท โดยประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าจะพิจารณาในด้านของความเข้มสีน้ำกากส่าที่ลดลง และความสูงของชั้นตะกอนที่เกิด สำหรับการทดลองในขั้นตอนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกำจัดค่า ซีโอดี และการหาขนาดของฟล็อกที่เกิด พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของ PACl และวัสดุแกนเกาะประเภทต่างๆ ดังนี้ คือ PACl 8 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 และ 200 เมช ที่ปริมาณ 25 กรัม/ลิตร PACl 8 กรัม/ลิตร ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 และ200 เมช ที่ปริมาณ 30 กรัม/ลิตร PACl 8 กรัม/ลิตร ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 และ200 เมช ที่ปริมาณ 25 กรัม/ลิตร โดยแสดงในรูปที่ 4.94 – 4.95

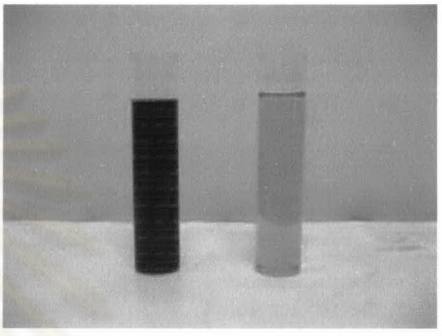
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



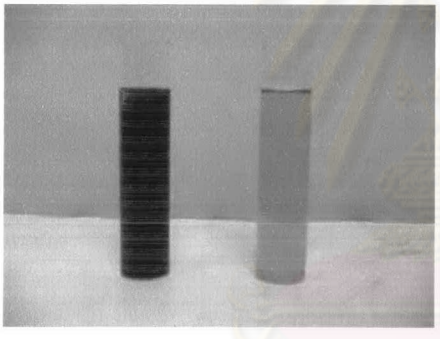
ก. PACl อย่างเดียว



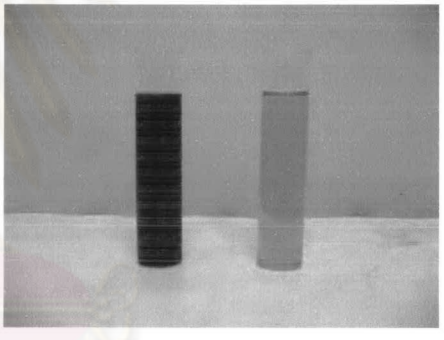
ข. แกลบเผาขนาด 100 เมช



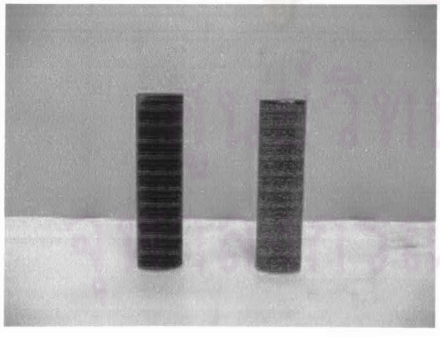
ค. แกลบเผาขนาด 200 เมช



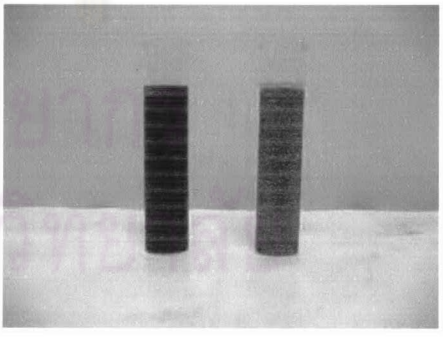
ง. เถ้าลอยขนาด 100 เมช



จ. เถ้าลอยขนาด 200 เมช



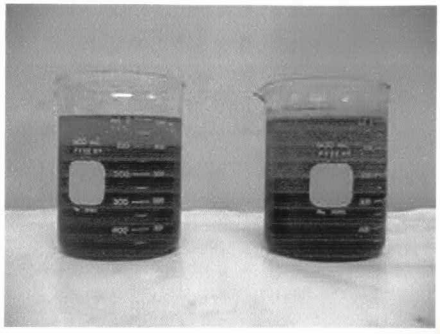
ฉ. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช



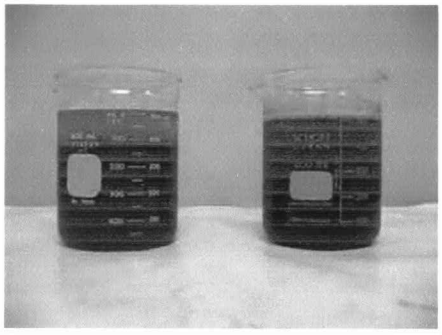
ช. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช

รูปที่ 4.94 ภาพประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อกักเก็บระยะเวลา 392 วัน โดยใช้ PACl 8 กรัม/ลิตร ร่วมกับวัสดุแกนเกาะต่างๆ

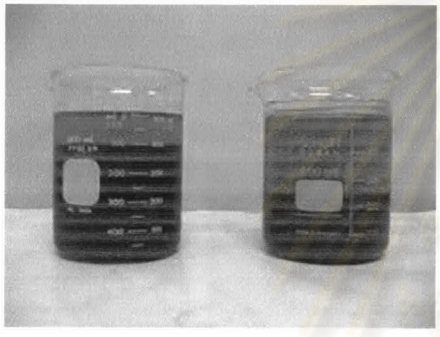
หมายเหตุ แกลบเผา และซิลิกาอะลูมินาใช้ปริมาณ 25 กรัม/ลิตร เถ้าลอยใช้ปริมาณ 30 กรัม/ลิตร



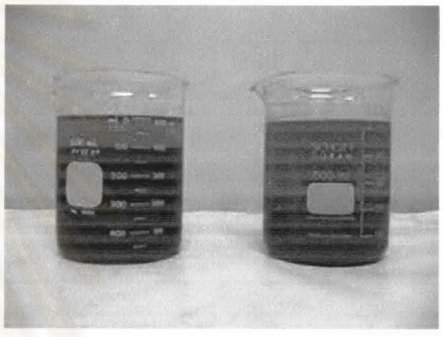
ก. แกลบเผาขนาด 100 เมช



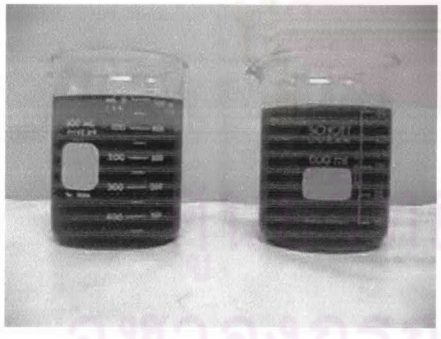
ข. แกลบเผาขนาด 200 เมช



ค. เถ้าลอยขนาด 100 เมช



ง. เถ้าลอยขนาด 200 เมช



จ. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช

ฉ. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช

รูปที่ 4.95 ภาพเปรียบเทียบความสูงของชั้นตะกอนก่อนและหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อกักเก็บระยะเวลา 392 วัน โดยใช้ PACl 8 กรัม/ลิตร ร่วมกับวัสดุแกนเกาะต่างๆ

หมายเหตุ แกลบเผา และซิลิกาอะลูมินาใช้ปริมาณ 25 กรัม/ลิตร เถ้าลอยใช้ปริมาณ 30 กรัม/ลิตร

4.6 คุณสมบัติน้ำกากส่าสด ที่ใช้ในการทดลอง

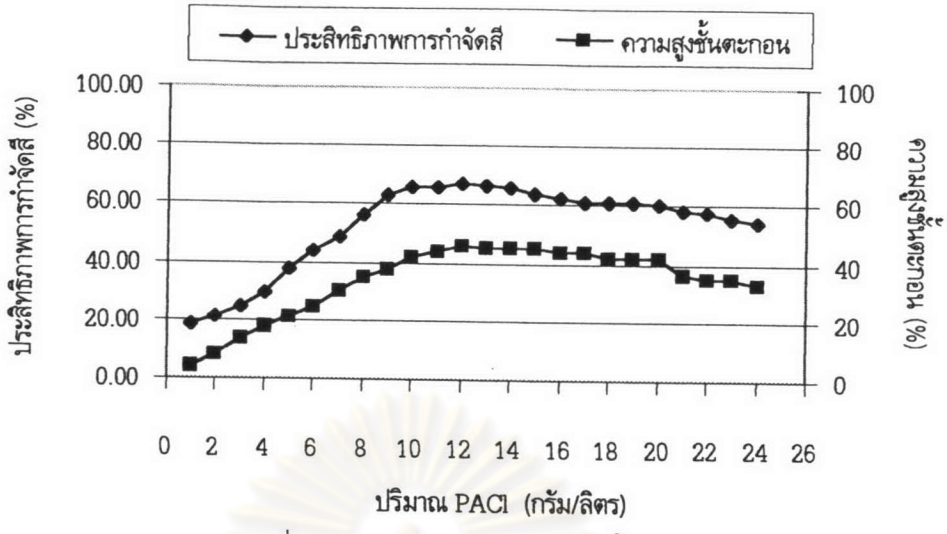
น้ำกากส่าสดที่ใช้สำหรับการทดลองเป็นน้ำกากส่าที่เกิดจากกระบวนการผลิตสุราของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม การเตรียมน้ำกากส่าที่ใช้ในการทดลองด้วยการเจือจางเป็น 5 เท่า ด้วยน้ำประปา ตามด้วยการปรับค่าพีเอชด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ซึ่งคุณสมบัติน้ำกากส่าสดที่ใช้ในการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.20 คุณสมบัติน้ำกากส่าสด ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 4.20 คุณสมบัติน้ำกากส่าสด ที่ใช้ในการทดลอง

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้	หน่วย
พีเอช	8.0 – 8.3	-
ปริมาณตะกอนแขวนลอย	900 – 1,000	มิลลิกรัม/ลิตร
ความเข้มสี	1,300 – 1,500	เอสยู
ซีโอดี	16,000 – 17,000	มิลลิกรัม/ลิตร

4.7 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ PACl

ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ PACl อย่างเดียวนั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.96 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ PACl ที่ใช้ ซึ่งการเพิ่มปริมาณของ PACl ในช่วงแรกนั้นแนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าเกือบจะเป็นเส้นตรง แต่หากเพิ่มปริมาณของ PACl มากขึ้น จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จนการเพิ่มปริมาณของ PACl ที่ระดับหนึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดนั้นลดลง และความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่ามีลักษณะความสัมพันธ์กับปริมาณของ PACl ที่ใช้ เช่นเดียวกันกับประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด คือ ความสูงของชั้นตะกอนนั้นจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ PACl ที่เพิ่มขึ้น ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดสูงสุดอยู่ที่ 67.07% (438.49 เอสยู) โดยใช้ PACl เท่ากับ 12 กรัม/ลิตร และความสูงของชั้นตะกอนสูงสุดจะอยู่ที่ 46% โดยใช้ PACl เท่ากับ 12 กรัม/ลิตร เหตุที่ PACl สามารถกำจัดสีน้ำกากส่าสดได้ เนื่องมาจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของกระบวนการโคแอกูเลชัน คือ อะลูมิเนียมอิออน (Al^{3+}) ในโมเลกุลของ PACl จะดึงเอาไฮดรอกไซด์อิออน (OH^-) จากโมเลกุลของน้ำ เพื่อให้เกิดฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [$Al(OH)_3$] โดยฟล็อกที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นตัวในการจับเมลานอยดิน ที่เป็นสาเหตุของสีในน้ำกากส่า



รูปที่ 4.96 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด

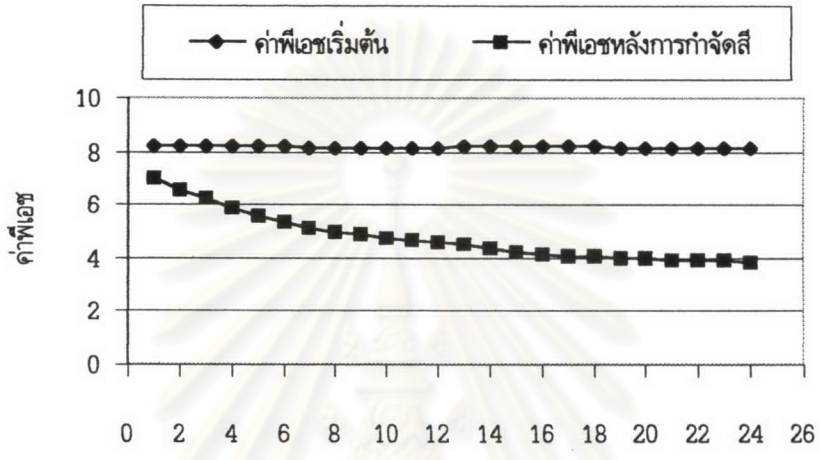
เมื่อสังเกตประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดเทียบกับประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดนั้นต่ำกว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน อาจจะมีสาเหตุจากน้ำกากส่าสดมีองค์ประกอบของสารบางชนิดที่รบกวนกระบวนการโคแอกูเลชันของ PACl ดังแสดงในตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม

พารามิเตอร์	น้ำกากส่าที่ผ่านการบำบัด	น้ำกากส่าสด	หน่วย
พีเอช	8.10	4.70	-
บีโอดี	2,700	26,000	มก./ล.
ซีโอดี	33,447	105,440	มก./ล.
ค่าความเป็นด่าง	10,850	3,250	มก./ล.
ฟอสเฟต (PO_4^{3-})	0.0144	0.1052	มก./ล.
ซัลเฟต (SO_4^{2-})	292	1,535	มก./ล.
โปรแตสเซียม (K^+)	7,845	8,750	มก./ล.
แคลเซียม (Ca^{2+})	2,810	2,800	มก./ล.
โซเดียม (Na^+)	141	427	มก./ล.

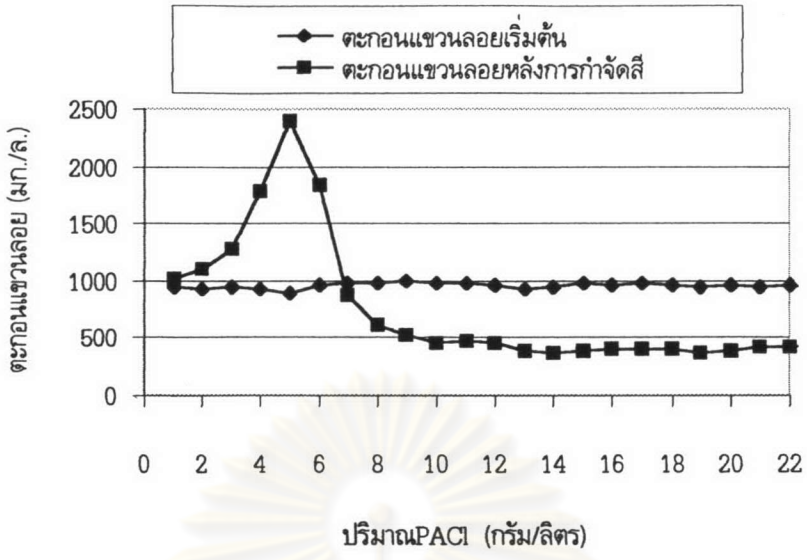
ที่มา รายงานการวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม ปีพ.ศ.2545

ค่าพีเอชของน้ำกากส่าดังแสดงในรูปที่ 4.97 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด พบว่าพีเอชของน้ำกากส่าสดเริ่มต้นอยู่ประมาณ 8 และจะลดลงตามปริมาณของ PACl ที่ใช้ เนื่องมาจากปฏิกิริยาของ PACl ที่เกิดขณะรวมตะกอนสีของน้ำกากส่า โดยเมื่ออะลูมิเนียมอิออนดึงเอาไฮดรอกไซด์อิออนจากโมเลกุลของน้ำมาใช้ เพื่อให้เกิดเป็นฟล็อกแล้ว จะเหลือไฮโดรเจนอิออน (H^+) ซึ่งเป็นสาเหตุของการทำให้ค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชันในการกำจัดสีมีค่าต่ำกว่าพีเอชเริ่มต้น โดยค่าพีเอชน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีอยู่ที่ 4.59 เมื่อใช้ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.97 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด

ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ดังแสดงในรูปที่ 4.98 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด พบว่าในช่วงแรกของการเพิ่มปริมาณ PACl คือ ปริมาณ PACl ที่ใช้ตั้งแต่ 1 – 7 กรัม/ลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เกิดขึ้น จะมีปริมาณตะกอนมากกว่าตะกอนแขวนลอยเริ่มต้นของน้ำกากส่าสด โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงสุดจะอยู่ที่ 2,400 มก./ล. ที่ PACl 5 กรัม/ลิตร อาจมาจากสาเหตุหลักอยู่ 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง ฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นนั้นมีปริมาณน้อย ดังนั้นจึงมีโอกาสในการสัมผัสกันน้อยในขั้นตอนของกระบวนการฟล็อกกูเลชัน ทำให้ฟล็อกที่เกิดนั้นมีขนาดเล็กเกินไป จนไม่เหมาะสมต่อการตกตะกอนในเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการทดลอง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของ PACl ขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ฟล็อกที่เกิดมีขนาดใหญ่จนเหมาะสำหรับการตะกอน ประการที่สอง การกำจัดสีน้ำกากส่าของกระบวนการโคแอกูเลชันนี้ จะเกิดการกำจัดโมเลกุลของสีก่อนการกำจัดตะกอนแขวนลอย คือ ฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะจับการโมเลกุลของเมลานอยดินก่อน ที่จะจับกับอนุภาคตะกอนแขวนลอย แต่หากเพิ่มปริมาณของ PACl ให้เพียงพอต่อการกำจัดโมเลกุลของสีแล้ว PACl ที่เหลือจึงไปกำจัดตะกอนแขวนลอย ดังจะเห็นได้จากผลการทดลอง เมื่อใช้ PACl 8 กรัม/ลิตร ขึ้นไปจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีมีปริมาณน้อยกว่าตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น และปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีต่ำสุด คือ 370 มก./ล. ที่ PACl 14 กรัม/ลิตร ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-1



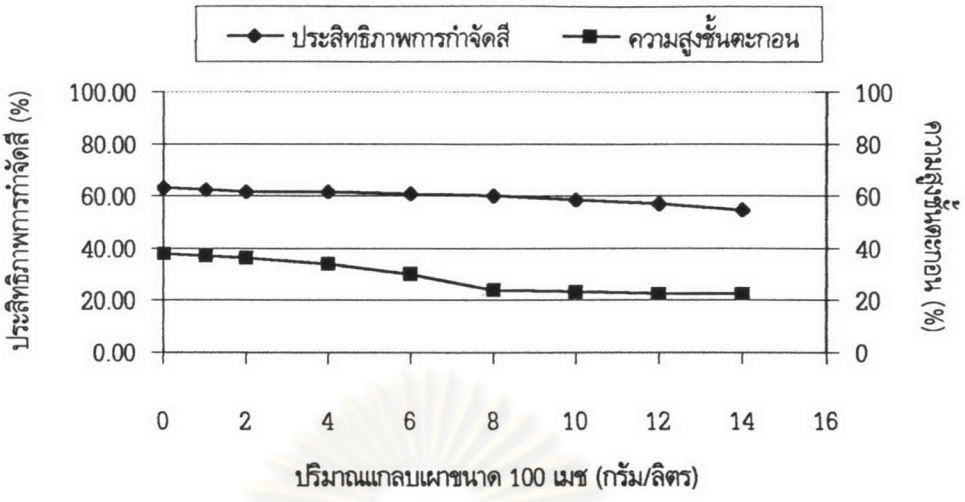
รูปที่ 4.98 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด

การทดลองในขั้นตอนต่อไปจะศึกษาผลของปริมาณวัสดุแกนเกาะทั้ง 3 ประเภท คือ แกลบเผา เถ้าลอย และซิลิกาอะลูมินา โดยแต่ละประเภทจะใช้วัสดุอยู่ 2 ขนาด คือ 100 และ200 เมช ว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด และความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชันในการกำจัดสีเช่นไร โดยจะพิจารณาเลือกค่าประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าตั้งแต่ 60% ขึ้นไป หรือปริมาณ PACl ที่ใช้ 9 - 13 กรัม/ลิตร เหตุที่ไม่เลือกปริมาณ PACl มากกว่านี้ เพราะว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบกับปริมาณของ PACl ที่ใช้

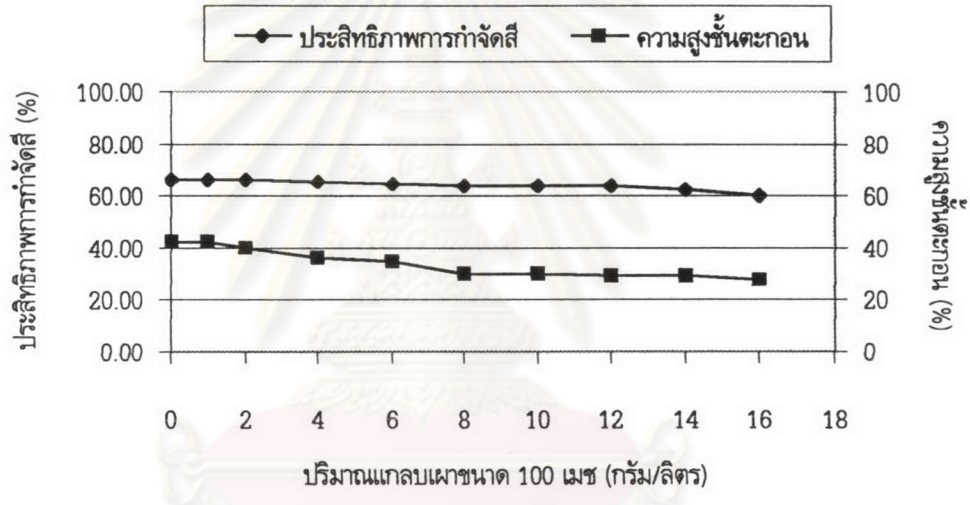
4.8 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ PACl ร่วมกับแกลบเผา

4.8.1 การใช้ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช

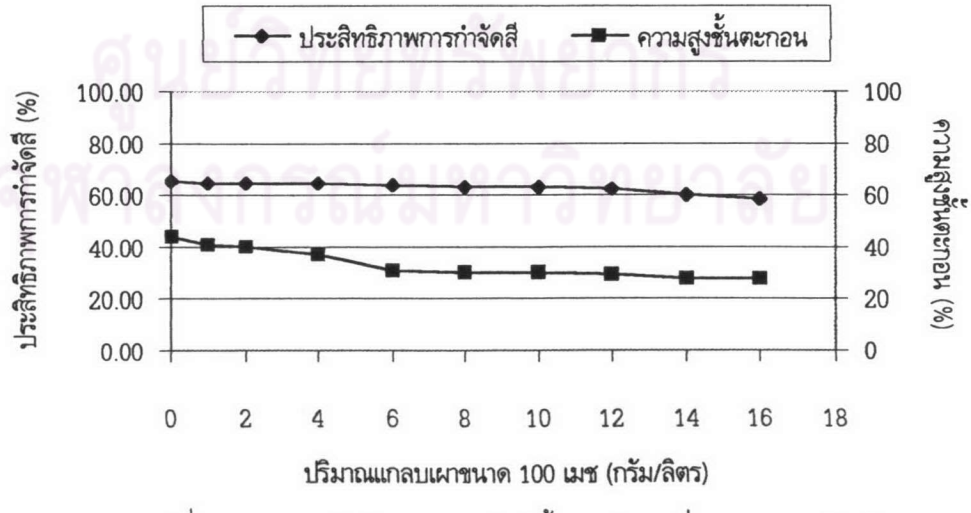
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 9 – 13 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของแกลบเผาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 9 – 13 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.99 – 4.103 ตามลำดับ



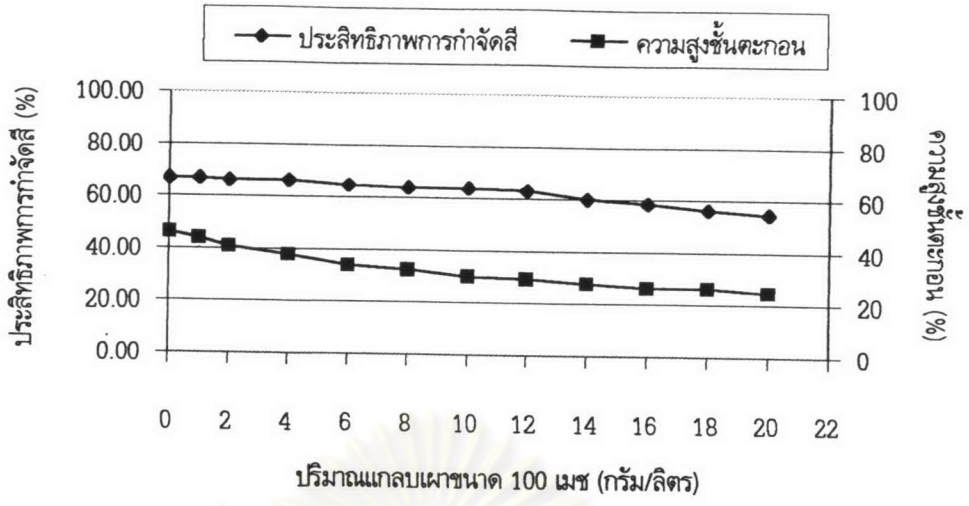
รูปที่ 4.99 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



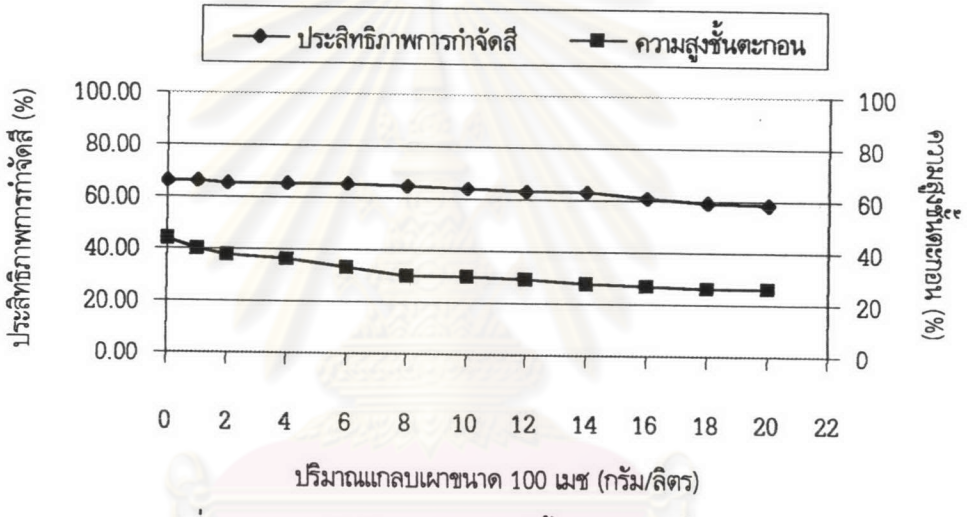
รูปที่ 4.100 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.101 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 102 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.103 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด เมื่อใส่แกลบเผาขนาด 100 เมช เพื่อใช้เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันนั้น พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของแกลบเผา จะมีผลต่อแนวโน้มของประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับการเพิ่มปริมาณของแกลบเผาในช่วงแรก เนื่องมาจากตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่านั้นมีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับความเข้มของสีของน้ำกากส่าที่ต้องการกำจัด ทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้จะไปทำปฏิกิริยาในการกำจัดสีน้ำกากส่าก่อนที่จะไปกำจัดตะกอนแขวนลอย แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของแกลบเผามากขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้บางส่วนจะไปกำจัดตะกอนแขวนลอยด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าลดลง สำหรับข้อดีของแกลบเผาที่ได้ คือ จะช่วยทำให้ฟล็อกที่เกิดมีน้ำหนักเหมาะสมในการตกตะกอน ดังจะเห็นได้จากรูปแสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าข้างต้น แต่การเพิ่มปริมาณของแกลบเผาจะมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ปริมาณแกลบเผาที่ใช้ต้องพิจารณาถึงปริมาณของ PACl ที่ใช้ต้องมีความเหมาะสม หากเพิ่มปริมาณแกลบเผามากเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นลดลง และประการที่สอง ปริมาณแกลบจะมีผลทำให้ความสูง

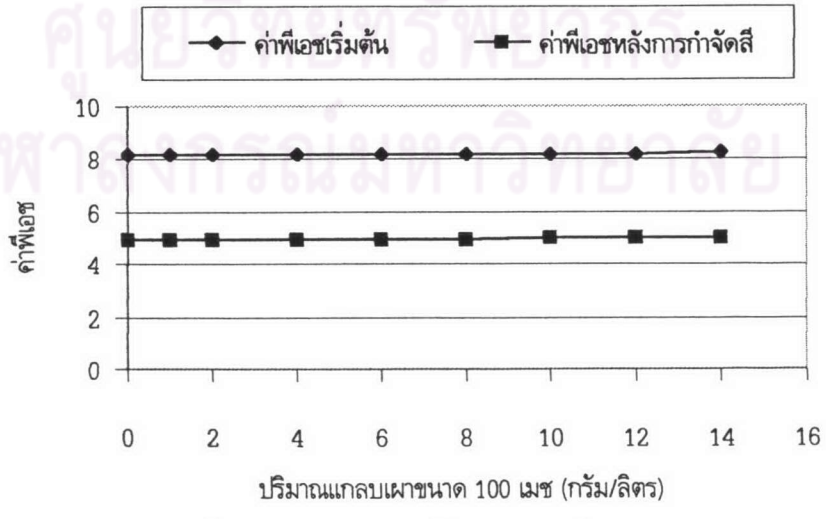
ชั้นของตะกอนลดลงถึงค่าหนึ่งเท่านั้น หากเพิ่มปริมาณแกลบเผามากขึ้นจะไม่มีผลในการลดความสูงของชั้นตะกอน แต่จะเป็นการลดประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า โดยปริมาณของแกลบเผาที่ใช้จะมีความเหมาะสมกับปริมาณของ PACl ที่ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.22 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.22 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PAClร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

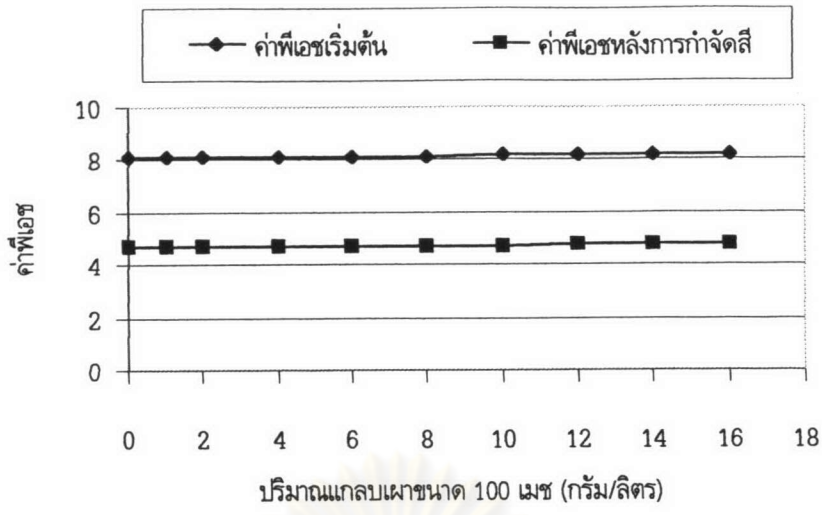
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
9	8	59.98 (62.77)	568.12 (528.40)	24 (38)
10	10	64.05 (66.07)	498.37 (473.28)	30 (42)
11	12	62.52 (65.13)	520.67 (494.05)	29 (44)
12	14	60.02 (66.78)	558.14 (465.30)	28 (46)
13	14	62.93 (66.46)	498.34 (458.12)	28 (44)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ

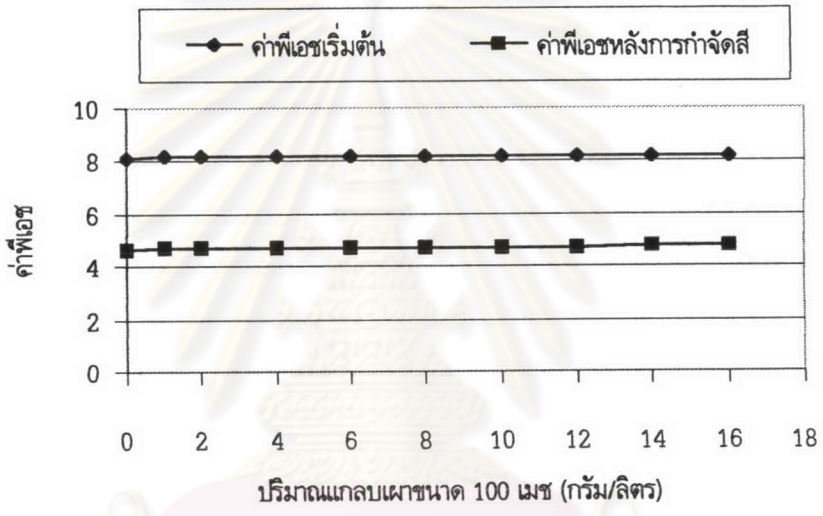
ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.104 – 4.108 ที่ค่า PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแกลบเผามีคุณสมบัติในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชัน โดยค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแกลบเผาที่ใช้ ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดหลังการกำจัดสี ที่เหมาะสมดังตารางที่ 4.23 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม



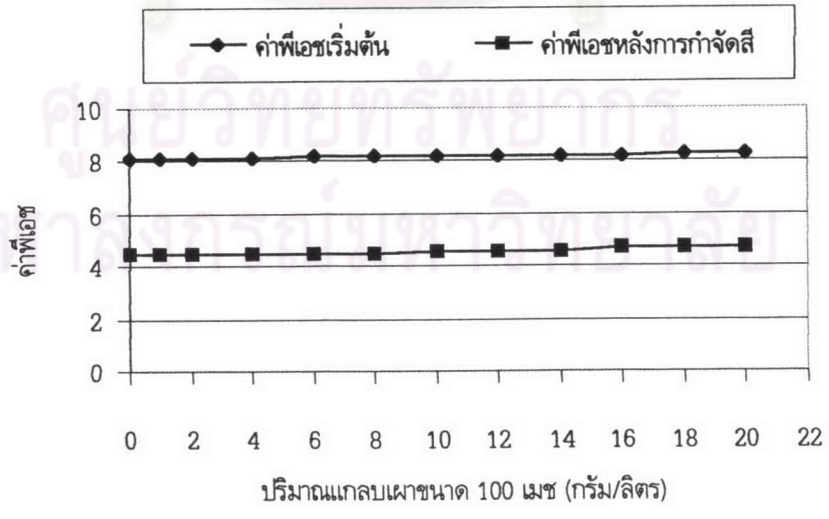
รูปที่ 4.104 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



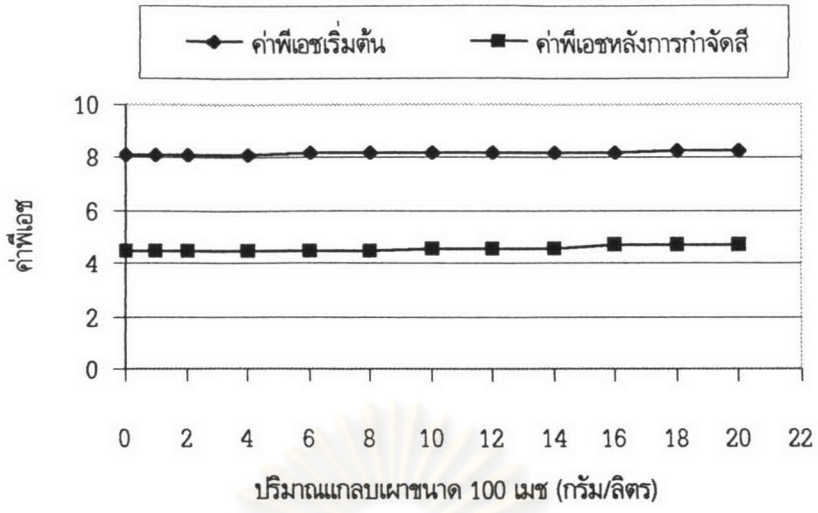
รูปที่ 4.105 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.106 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.107 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



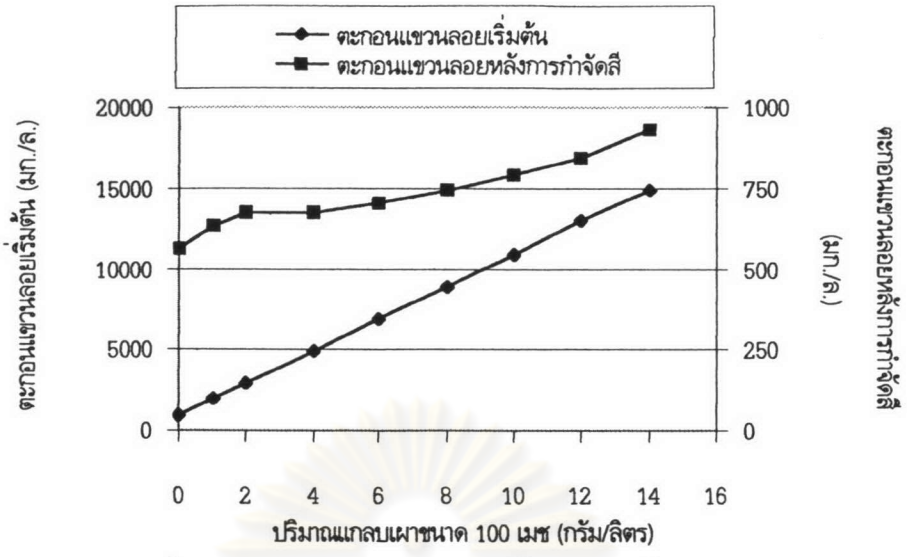
รูปที่ 4.108 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.23 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

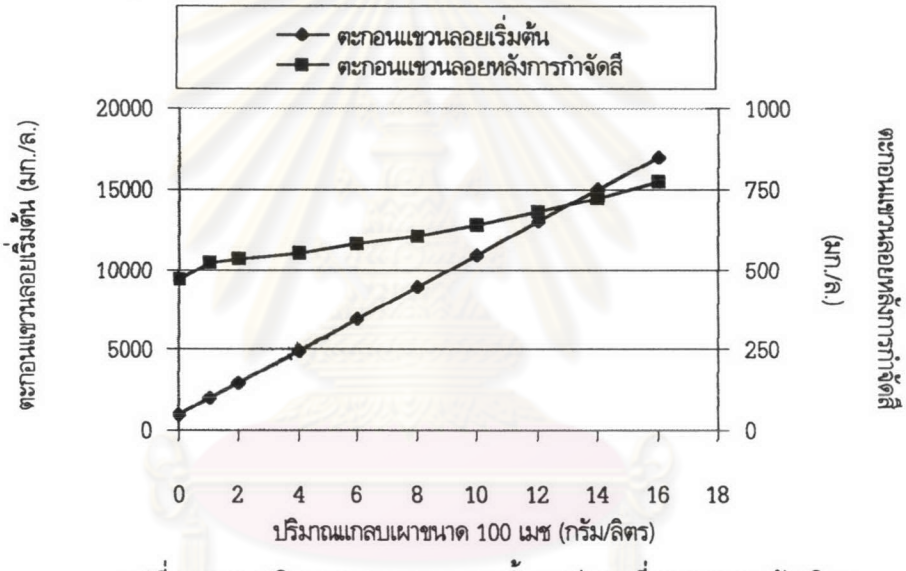
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
9	8	8.18 (8.15)	4.96 (4.89)
10	10	8.15 (8.12)	4.73 (4.68)
11	12	8.19 (8.14)	4.73 (4.65)
12	14	8.18 (8.11)	4.55 (4.38)
13	14	8.21 (8.12)	4.55 (4.45)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ

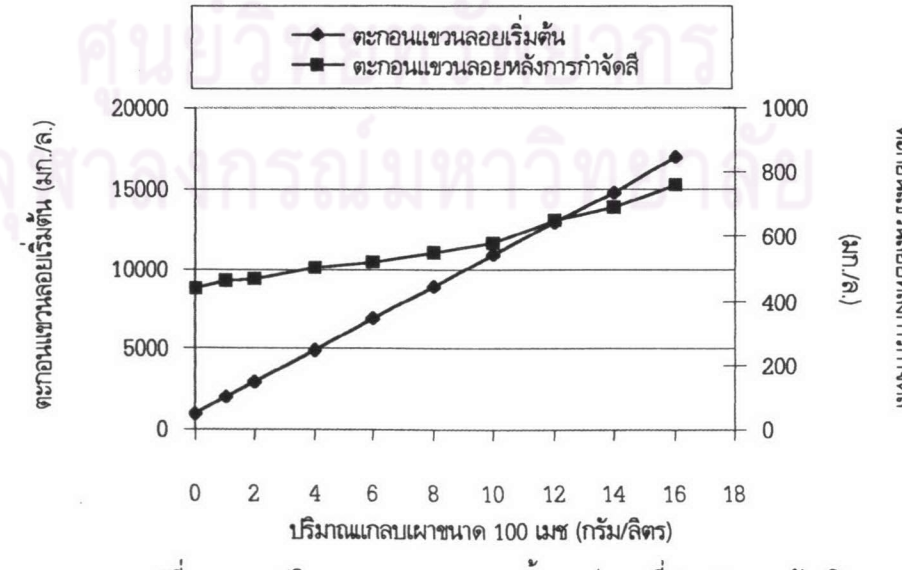
ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ดังแสดงในรูปที่ 4.109 - 4.113 ที่ค่า PACl 9 - 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าสด มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณแกลบเผา และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแกลบเผาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



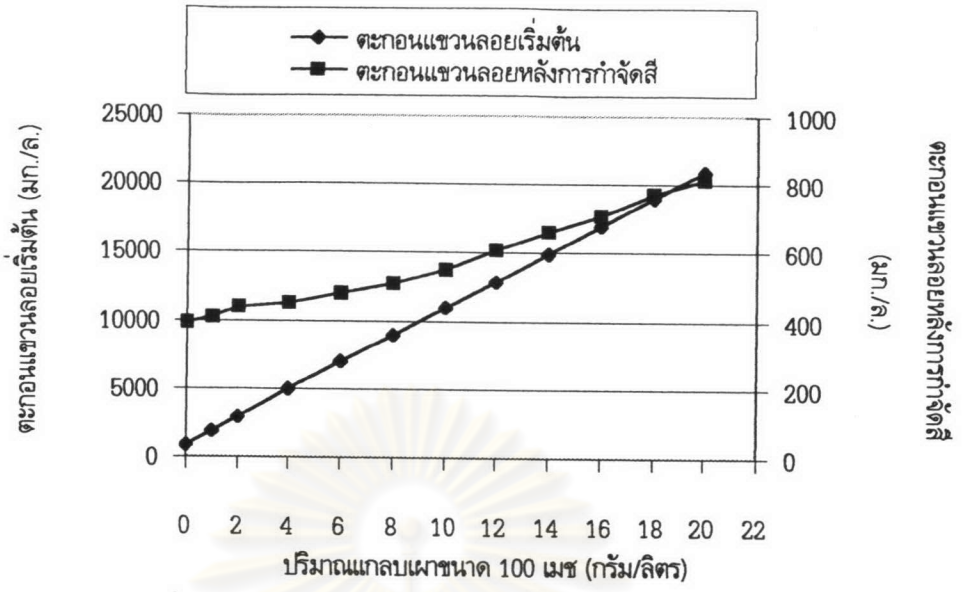
รูปที่ 4.109 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



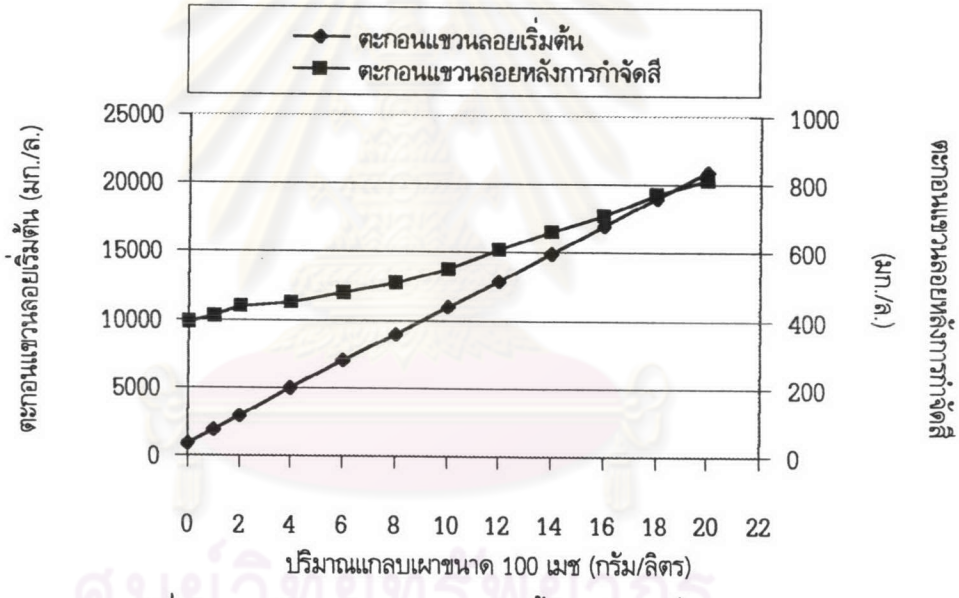
รูปที่ 4.110 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.111 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.112 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.113 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.24 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ณ ปริมาณแกลบเผาที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะเกิดการจับกับเมลานอยดิน และแกลบเผาที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของPACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยกว่ากว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ค-2 ถึง ค-6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

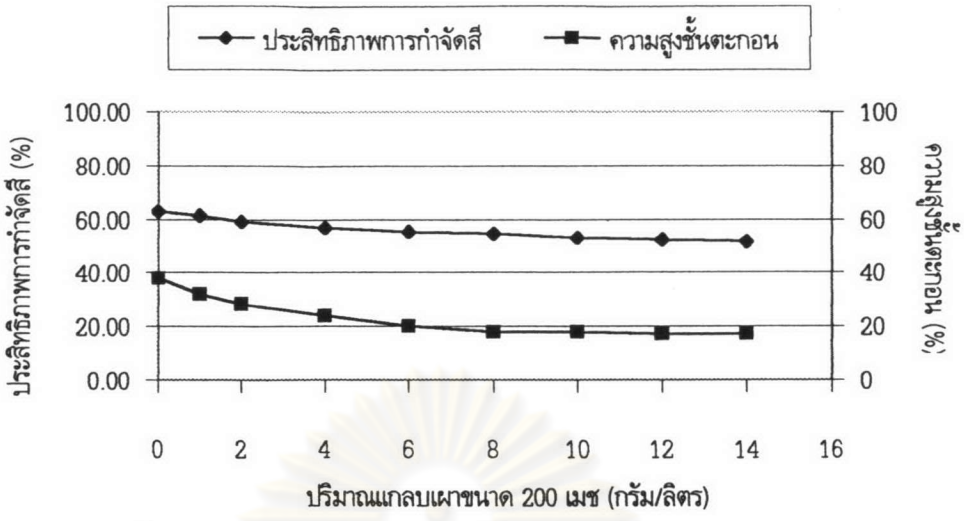
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
9	8	8,910	740
10	10	10,920	640
11	12	12,880	650
12	14	14,960	710
13	14	14,920	660

4.8.2 การใช้ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช

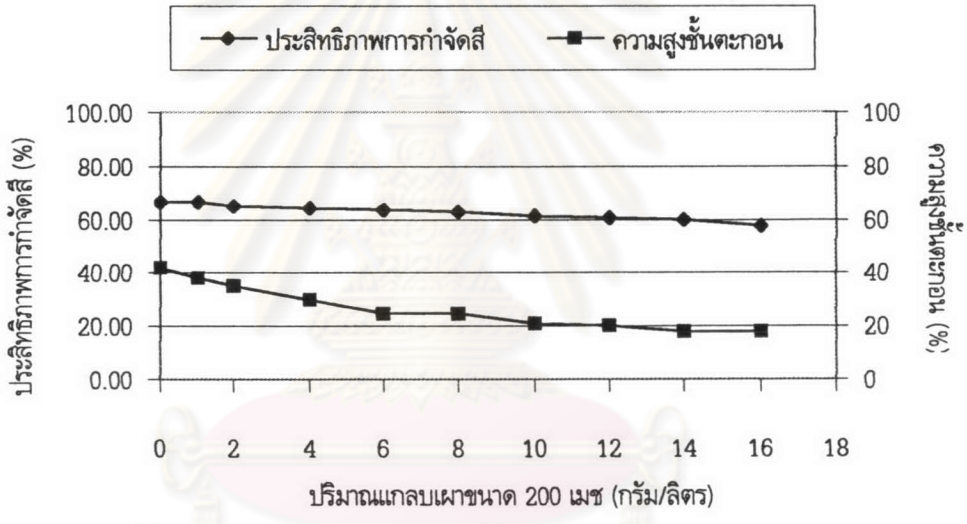
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 9 – 13 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของแกลบเผาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 9 – 13 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.118 – 4.118 ตามลำดับ

ผลการทดลองโดยใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนโคแอกูเลชัน แต่จะแตกต่างกันอยู่เล็กน้อยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสีของการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช จะสูงกว่าการใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช ที่ปริมาณ PACl และแกลบเผาที่เท่ากัน หากพิจารณาในด้านการกำจัดตะกอนแขวนลอยแล้ว ขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอยเล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนในปริมาณที่มากกว่า อนุภาคตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นการใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช ย่อมทำให้ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าน้อยกว่าการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช

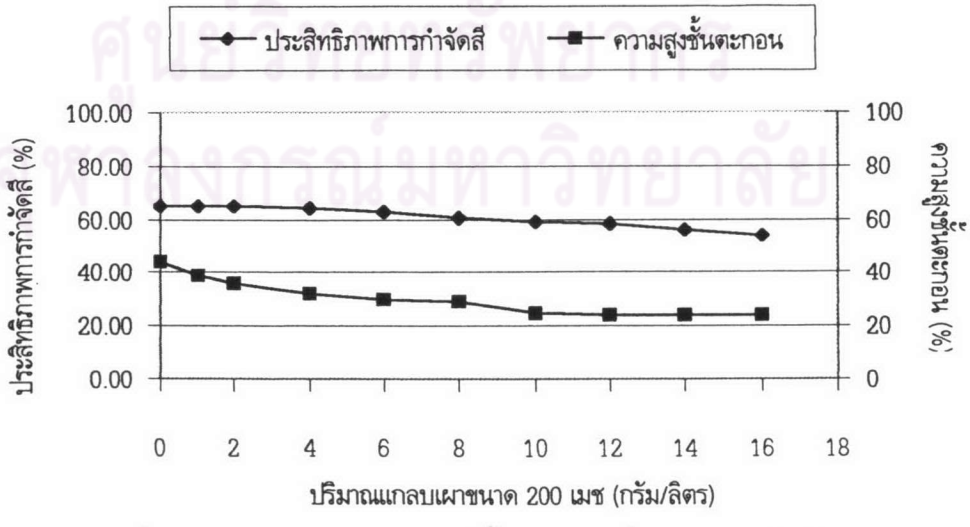
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



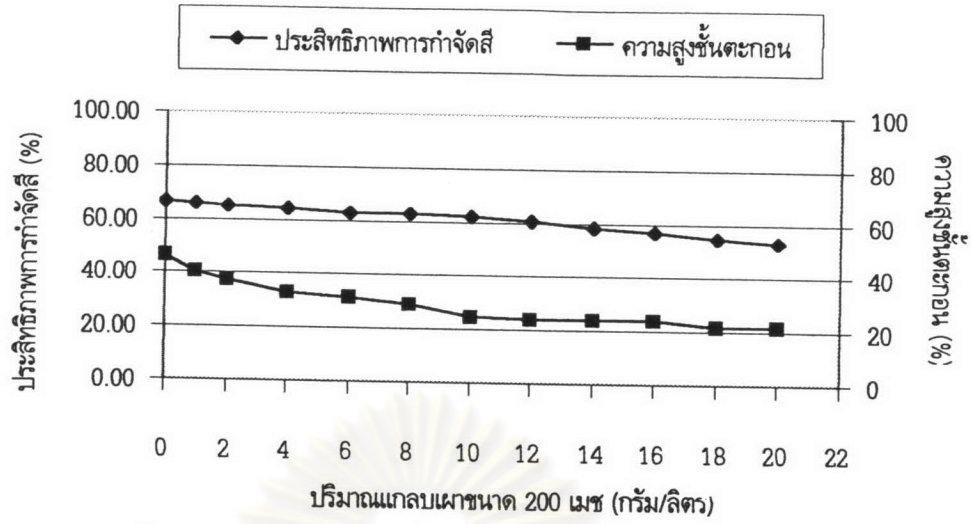
รูปที่ 4.114 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



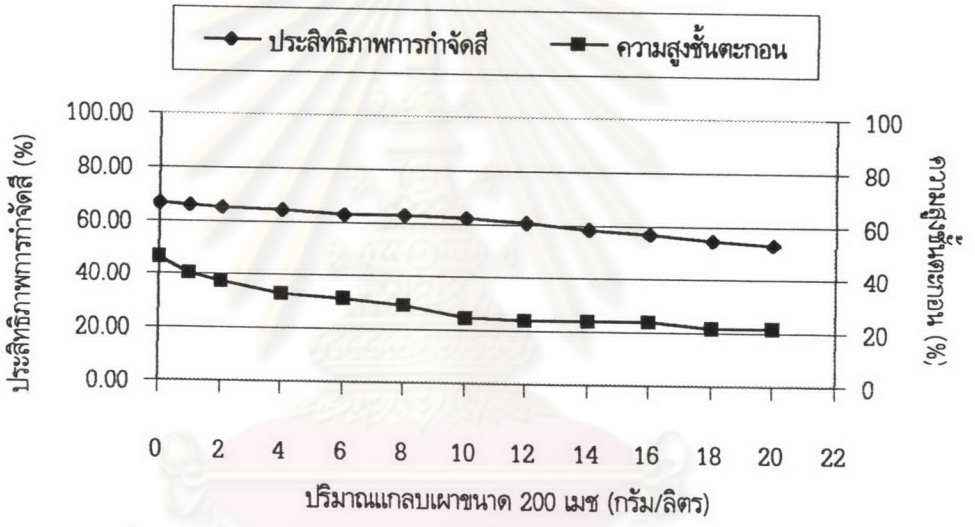
รูปที่ 4.115 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.116 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.117 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.118 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

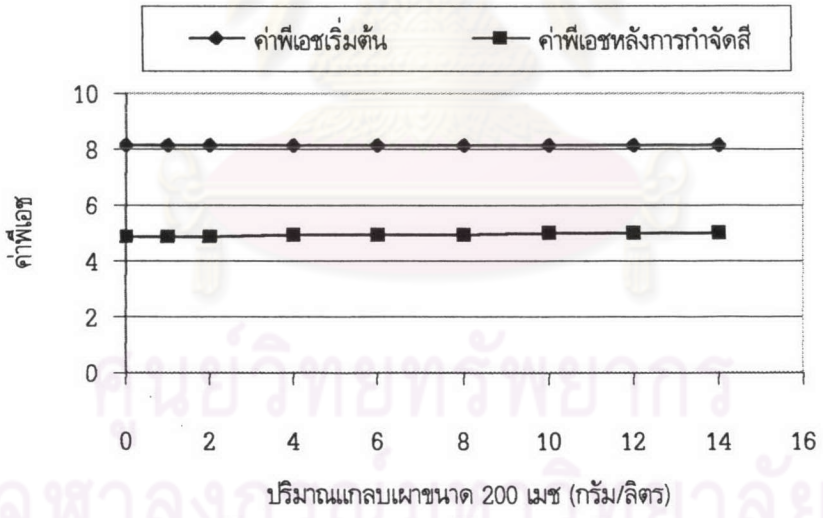
ข้อแตกต่างอีกประการของการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช และ 200 เมช ที่ปริมาณของแกลบเผาและ PACl ที่เท่ากัน คือ ความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่าความสูงของชั้นตะกอนกรณีแกลบเผา 200 เมช จะต่ำกว่ากรณีแกลบเผา 100 เมช เนื่องจากสาเหตุที่อนุภาคแกลบเผาขนาด 200 เมช (0.08 มม.) เล็กว่าอนุภาคแกลบเผา 100 เมช (0.16 มม.) ทำให้มีโอกาสแขวนลอยอยู่ในน้ำในชั้นตะกอนกระบวนการฟล็อกกูเลชัน (การกวนช้า) ได้นานกว่า จึงมีโอกาสสร้างฟล็อกให้มีขนาดใหญ่และง่ายต่อการจมตัวได้ดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.25 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACIร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

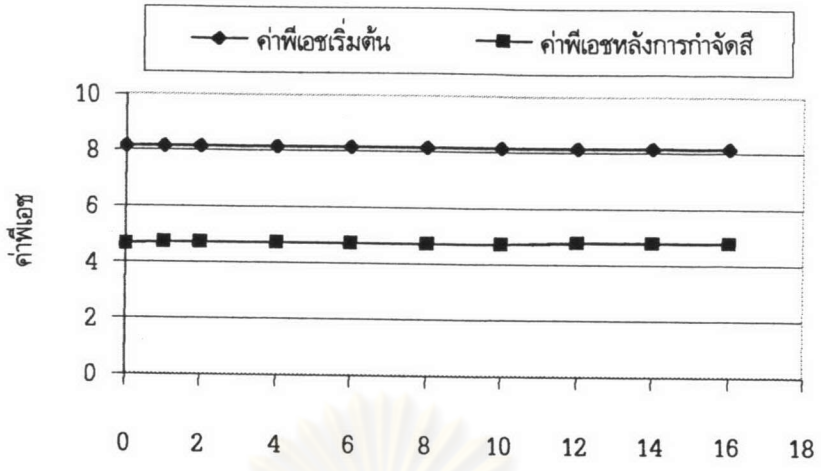
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
9	8	54.84 (62.80)	628.06 (528.37)	18 (38)
10	10	61.39 (66.43)	531.86 (468.60)	21 (42)
11	12	58.47 (65.05)	598.68 (507.75)	24 (44)
12	12	60.69 (66.61)	546.68 (467.97)	24 (46)
13	14	58.34 (66.61)	576.39 (467.97)	24 (46)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ

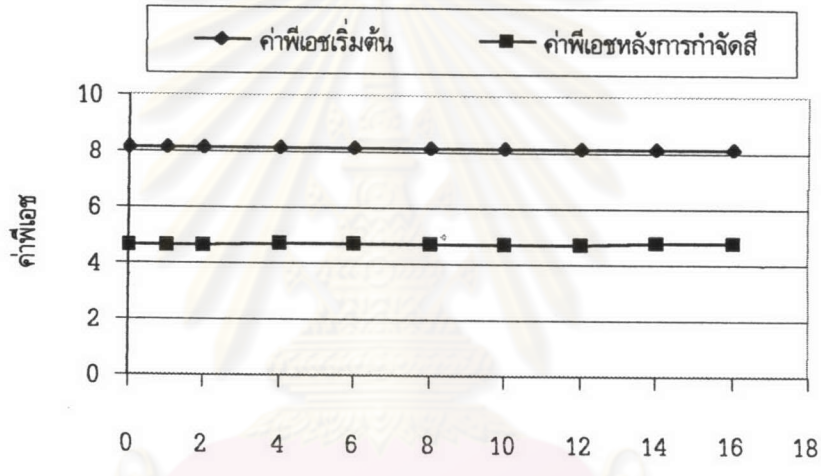
ผลของค่าพีเอชก่อนและหลังการกำจัดสีของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.119 – 4.123 สำหรับปริมาณของ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ซึ่งค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดระหว่างการใช้แกลบเผาขนาด 100 และ 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.26 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม



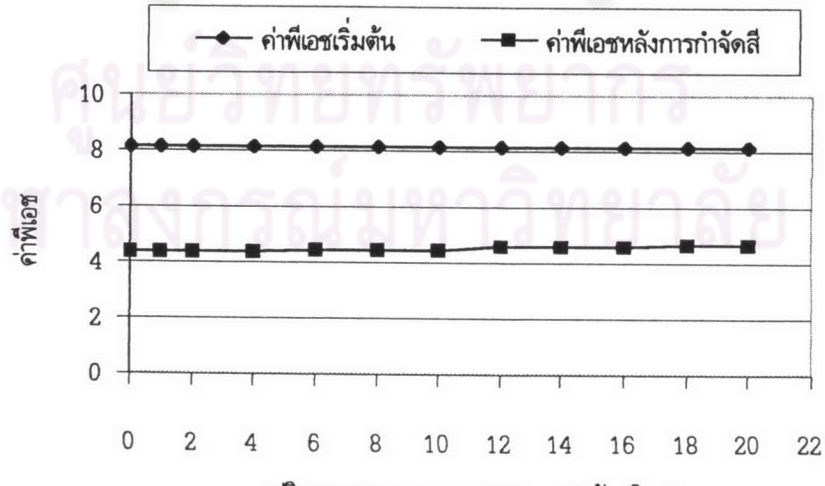
รูปที่ 4.119 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



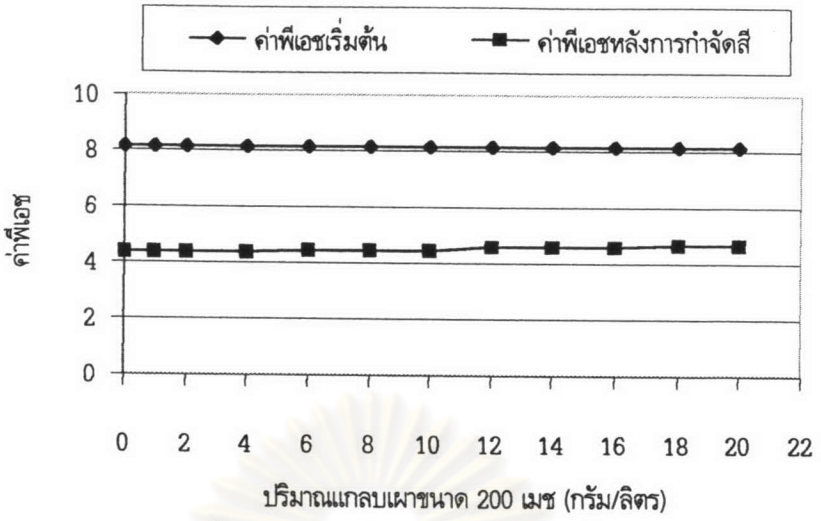
รูปที่ 4.120 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.121 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.122 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



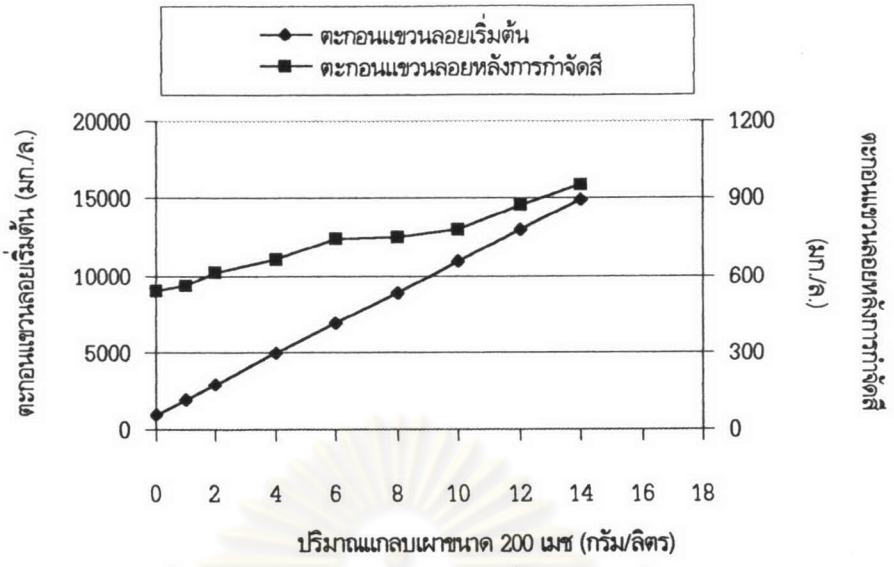
รูปที่ 4.123 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.26 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

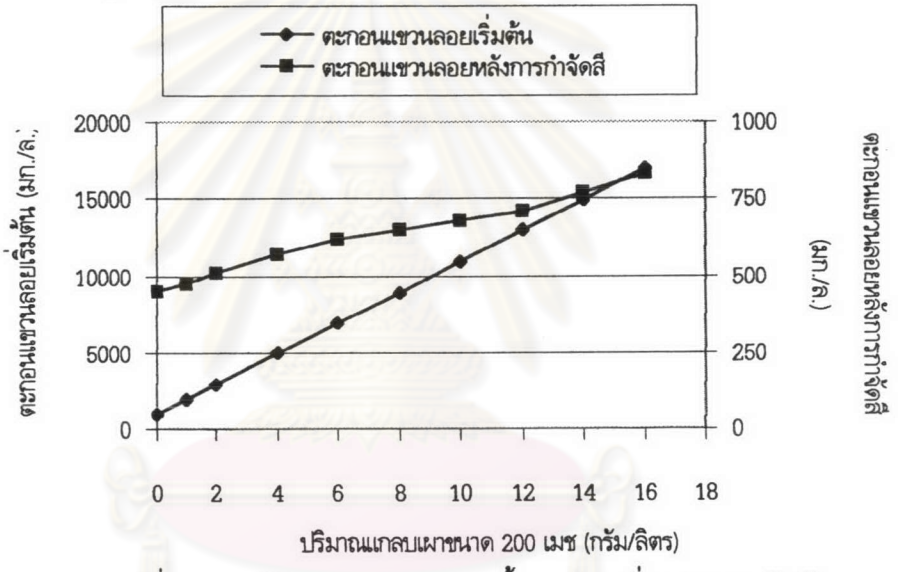
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
9	8	8.16 (8.14)	4.95 (4.89)
10	10	8.15 (8.13)	4.75 (4.66)
11	12	8.15 (8.16)	4.75 (4.64)
12	12	8.15 (8.12)	4.55 (4.34)
13	14	8.16 (8.12)	4.56 (4.34)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้แกลบเผาเป็นวัสดุแกนเกาะ

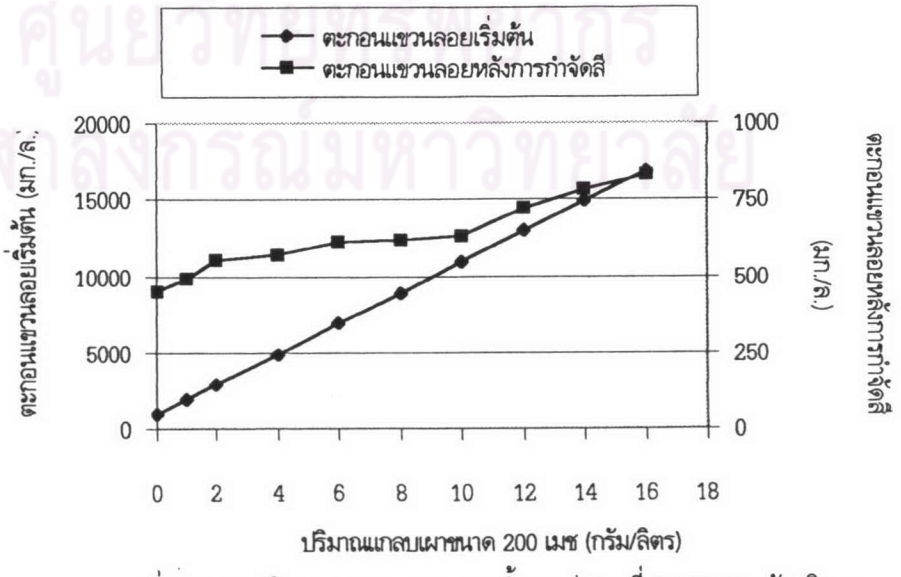
ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.124 – 4.128 ที่ค่า PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าสด มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณแกลบเผา และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแกลบเผาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า ซึ่งผลการทดลองคล้ายกับการใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช แต่มีข้อแตกต่างกันอยู่ คือ ความปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีของแกลบเผาขนาด 200 เมช จะมากกว่าแกลบเผาขนาด 100 เมช ที่ปริมาณของแกลบเผา และ PACl ที่เท่ากัน หากพิจารณาในแง่ของการกำจัดตะกอนแขวนลอย เนื่องมาจากขนาดอนุภาคตะกอนแขวนลอยที่เล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนที่มากกว่า ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยของแกลบขนาด 200 เมช มากกว่าการใช้แกลบขนาด 100 เมช



รูปที่ 4.124 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร

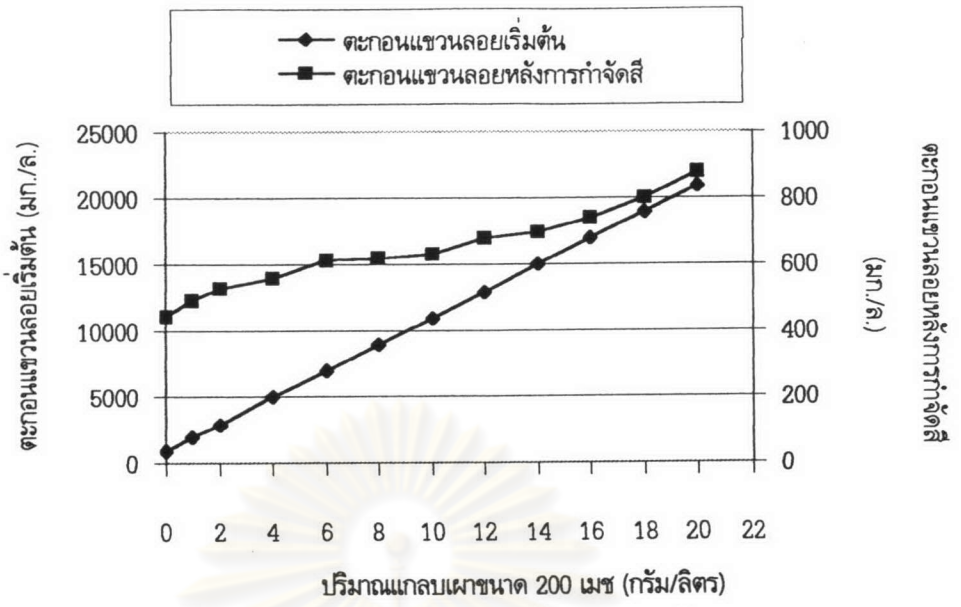


รูปที่ 4.125 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

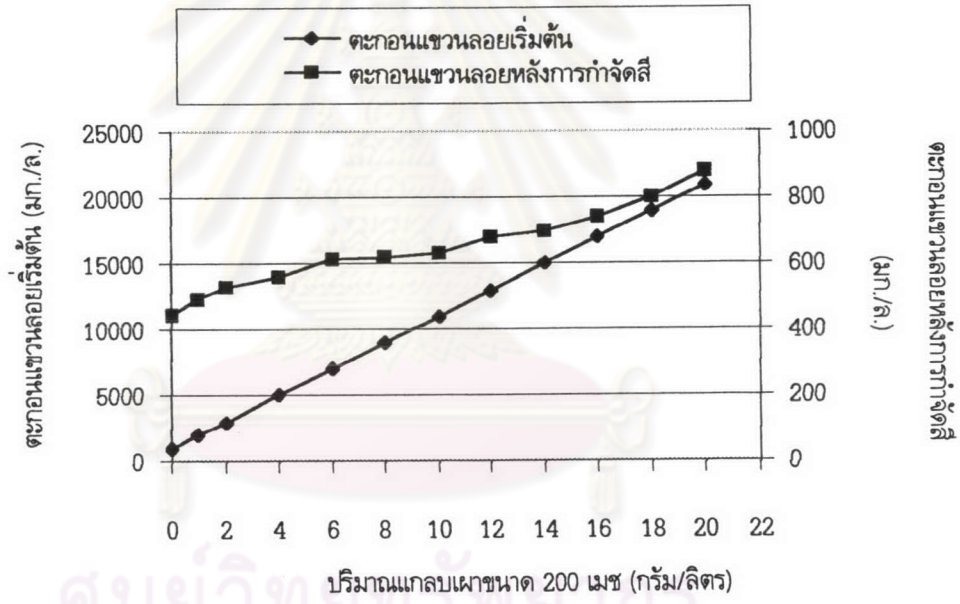


รูปที่ 4.126 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.127 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.128 ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.27 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม และผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ค-7 ถึง ค-11 ตามลำดับ

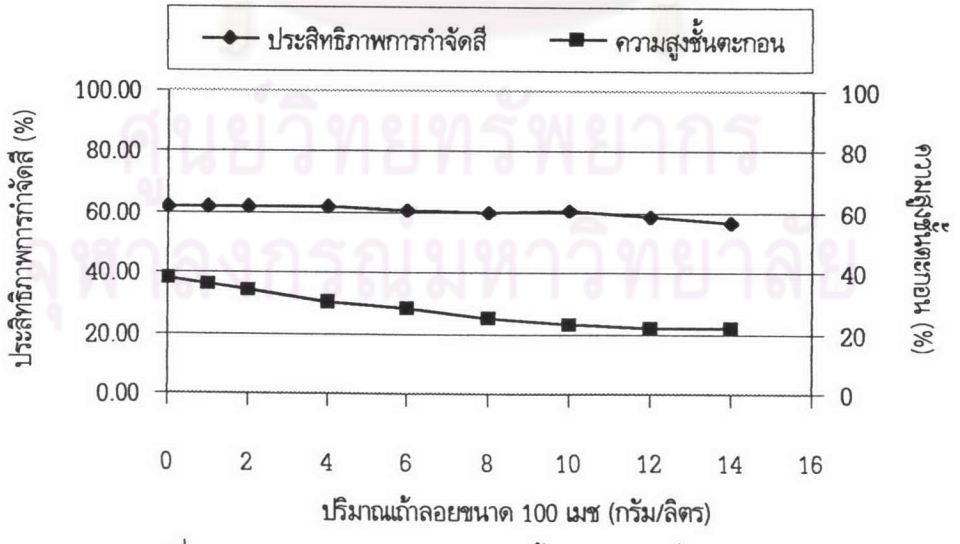
ตารางที่ 4.27 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบเผา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
9	8	8,900	750
10	10	10,940	680
11	12	12,950	720
12	12	12,930	680
13	14	14,950	700

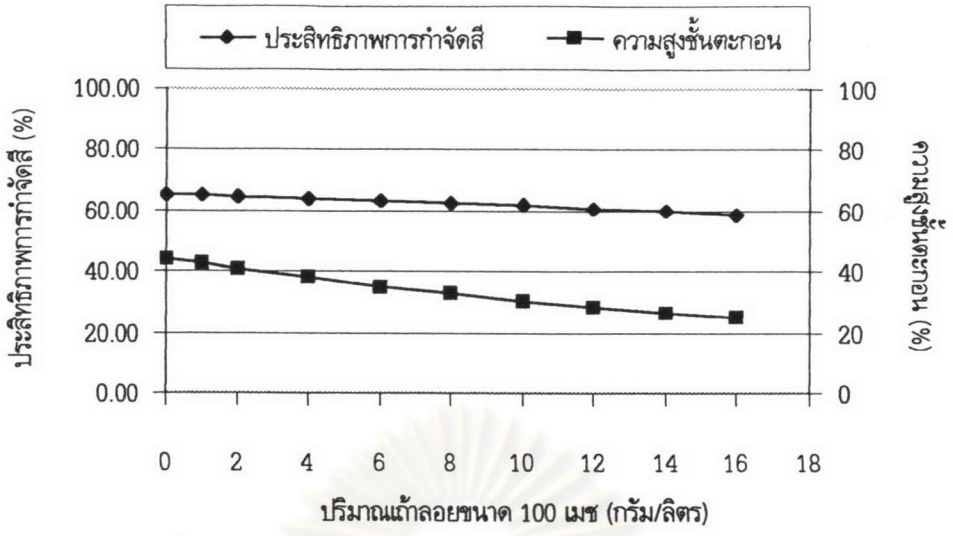
4.9 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ PACl ร่วมกับเถ้าลอย

4.9.1 การใช้ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช

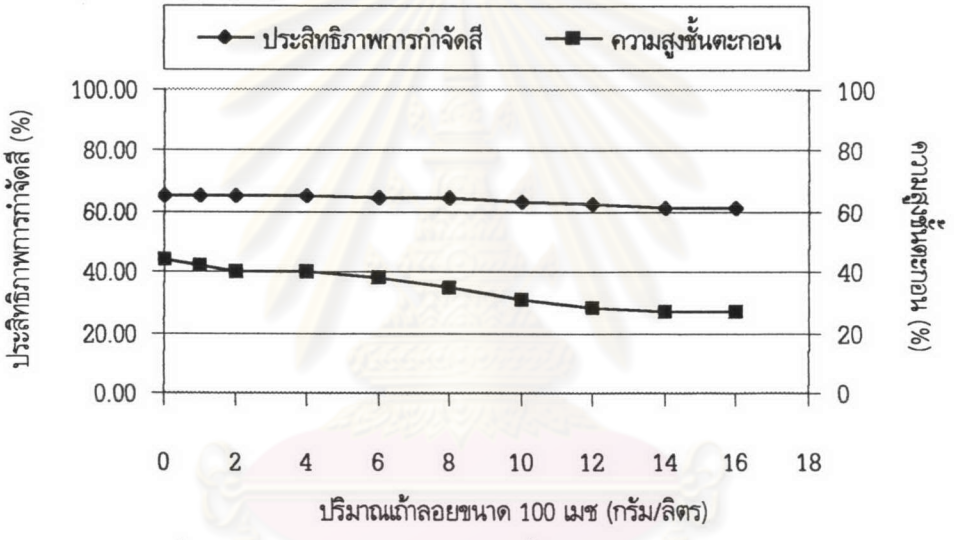
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 9 - 13 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 9 - 13 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.127 - 4.131 ตามลำดับ



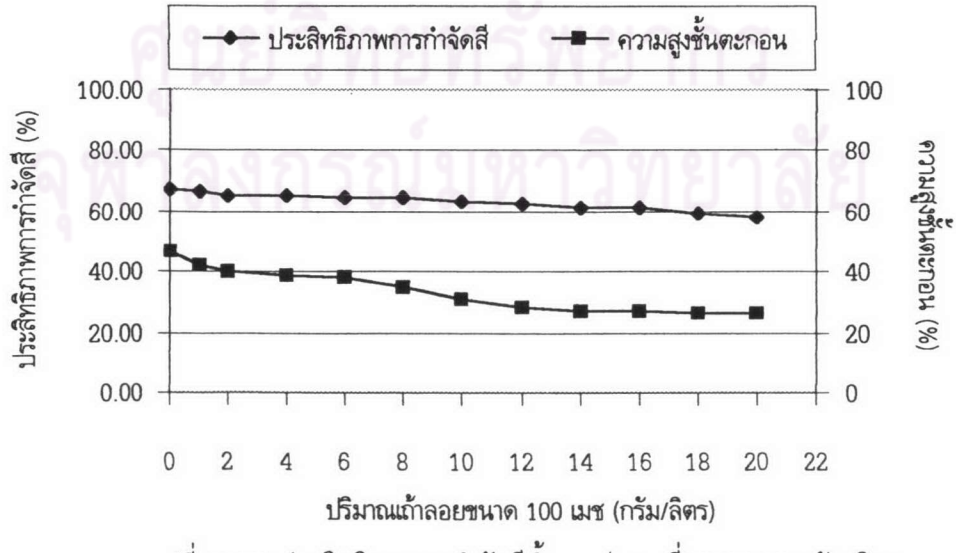
รูปที่ 4.129 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



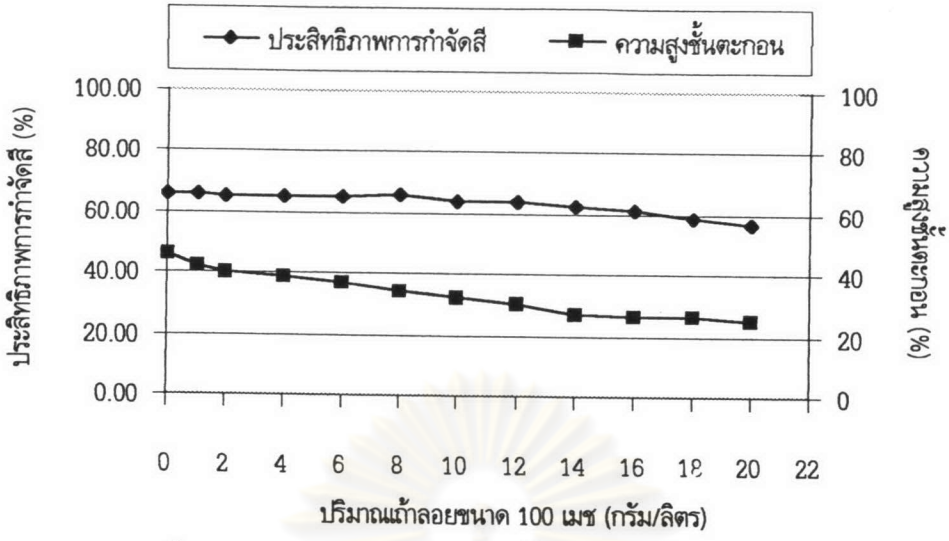
รูปที่ 4.130 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.131 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.132 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.133 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

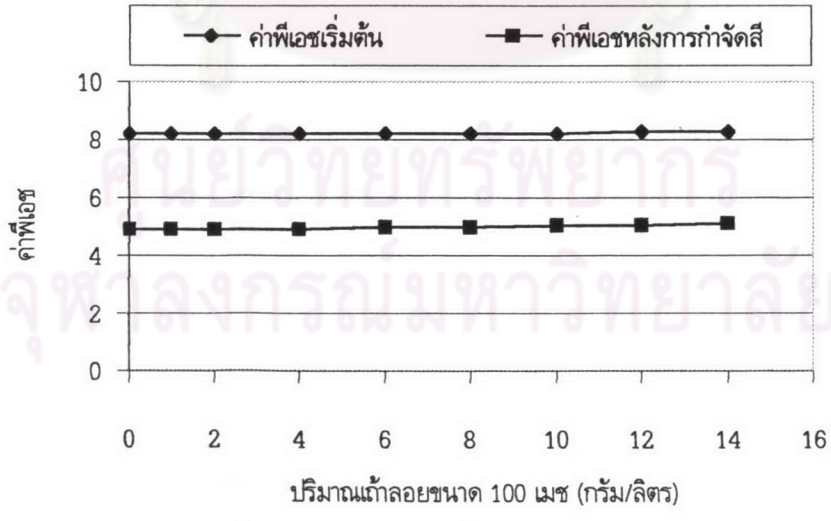
ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด เมื่อใส่เถ้าลอยขนาด 100 เมช เพื่อใช้เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันนั้น จะมีลักษณะของผลการทดลองคล้ายคลึงกับการใช้แกลบเผาเป็นแกนเกาะ คือ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของเถ้าลอย จะมีผลต่อแนวโน้มของประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับการเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยในช่วงแรก เนื่องมาจากตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่านั้นมีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับความเข้มของสีของน้ำกากส่าที่ต้องการกำจัด ทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้จะไปทำปฏิกิริยาในการกำจัดสีน้ำกากส่าก่อนที่จะไปกำจัดตะกอนแขวนลอย แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยมากขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณของ PACl ที่ใช้บางส่วนจะไปกำจัดตะกอนแขวนลอยด้วยทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าลดลง สำหรับข้อดีของเถ้าลอยที่ได้ คือ จะช่วยทำให้ฟล็อกที่เกิดมีน้ำหนักเหมาะสมในการตกตะกอน ดังจะเห็นได้จากรูปแสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดข้างต้น แต่การเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยจะมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ปริมาณเถ้าลอยที่ใช้ต้องพิจารณาถึงปริมาณของ PACl ที่ใช้ต้องมีความเหมาะสม หากเพิ่มปริมาณเถ้าลอยมากเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นลดลง และประการที่สอง ปริมาณเถ้าลอยจะมีผลทำให้ความสูงชั้นของตะกอนลดลงถึงค่าหนึ่งเท่านั้น หากเพิ่มปริมาณเถ้าลอยมากขึ้นจะไม่มีผลในการลดความสูงของชั้นตะกอน โดยปริมาณของเถ้าลอยที่ใช้จะมีความเหมาะสมกับปริมาณของ PACl ที่ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.28 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.28 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

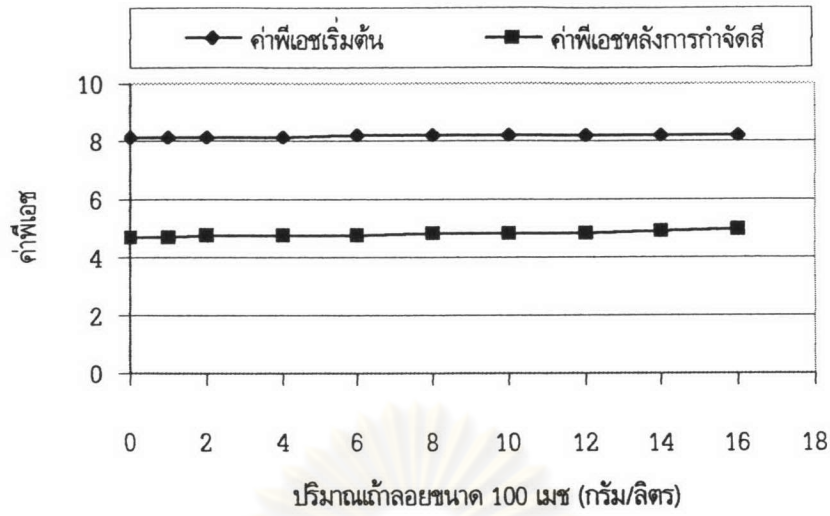
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
9	8	59.94 (62.08)	511.84 (488.23)	25 (38)
10	10	61.60 (65.08)	484.25 (441.61)	30 (44)
11	12	62.29 (65.11)	487.73 (453.57)	28 (44)
12	12	62.31 (67.11)	487.47 (427.57)	28 (47)
13	14	62.21 (65.70)	494.42 (445.25)	27 (46)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้เถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

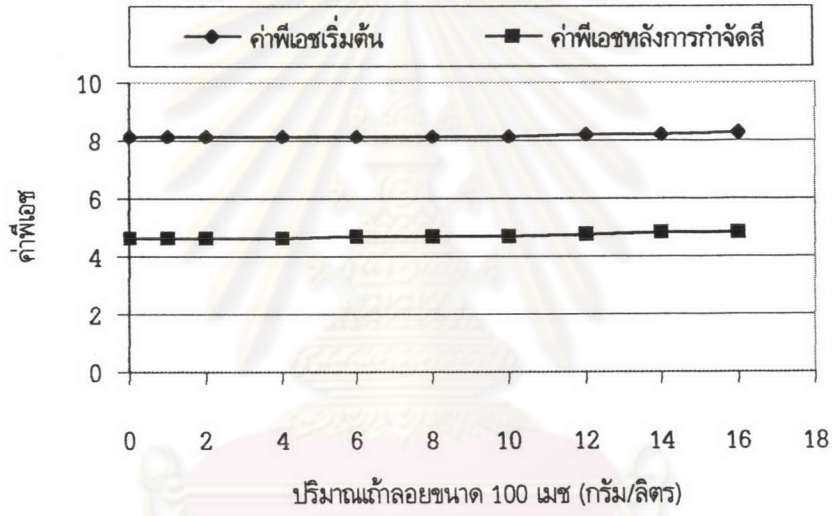
ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.134 – 4.138 ที่ค่า PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเถ้าลอยมีคุณสมบัติในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังจากกระบวนการโคแอกูเลชัน ในลักษณะเดียวกับแกลบเผา โดยค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเถ้าลอยที่ใช้ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชหลังการกำจัดสีแล้ว พบว่าเถ้าลอยมีความสามารถในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังกระบวนการโคแอกูเลชันมากกว่าแกลบเผา การเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าหลังการกำจัดสีที่เหมาะสม ดังตารางที่ 4.29 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม



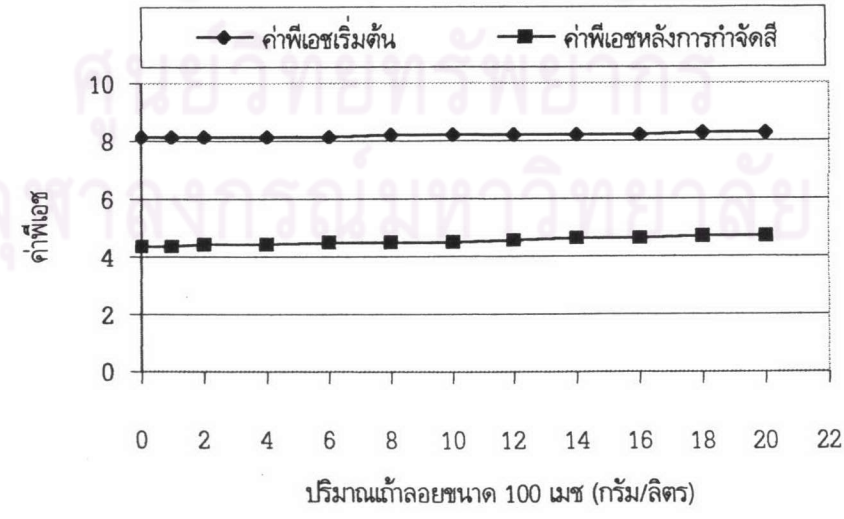
รูปที่ 4.134 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



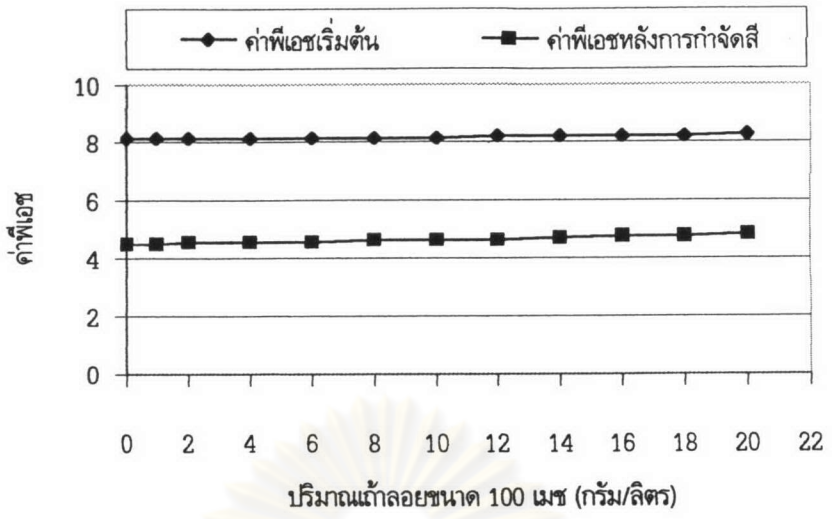
รูปที่ 4.135 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.136 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.137 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



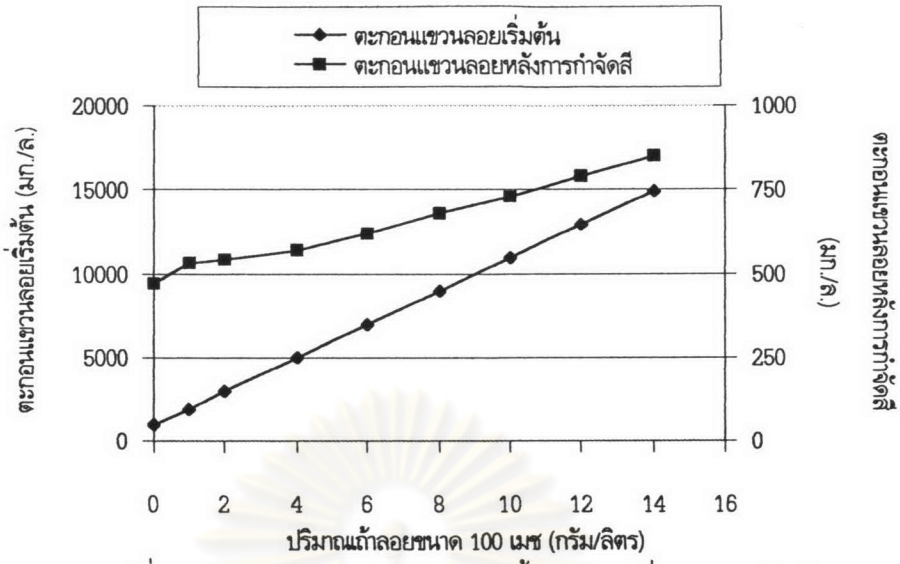
รูปที่ 4.138 ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.29 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

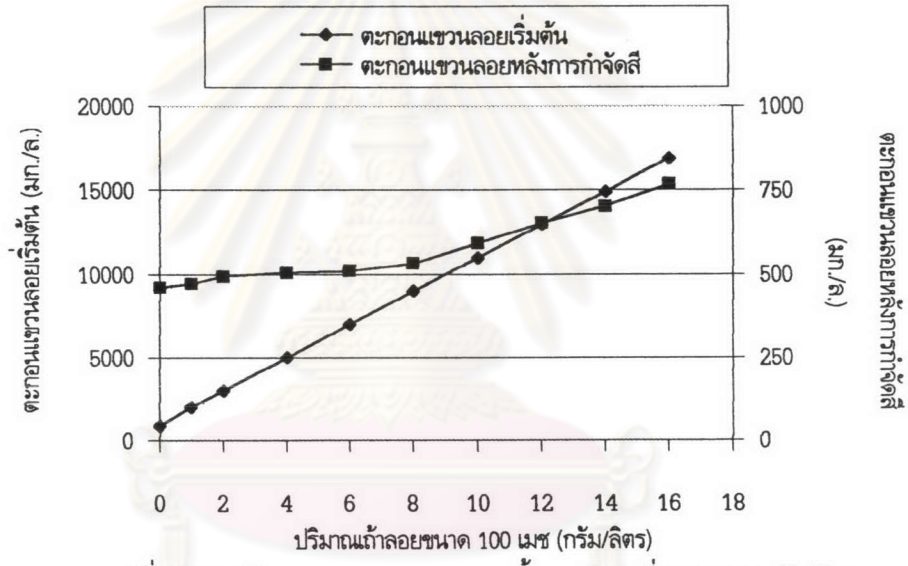
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
9	8	8.24 (8.18)	5.00 (4.87)
10	10	8.18 (8.15)	4.82 (4.67)
11	12	8.19 (8.13)	4.75 (4.60)
12	12	8.20 (8.14)	4.55 (4.36)
13	14	8.21 (8.13)	4.70 (4.50)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้เถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

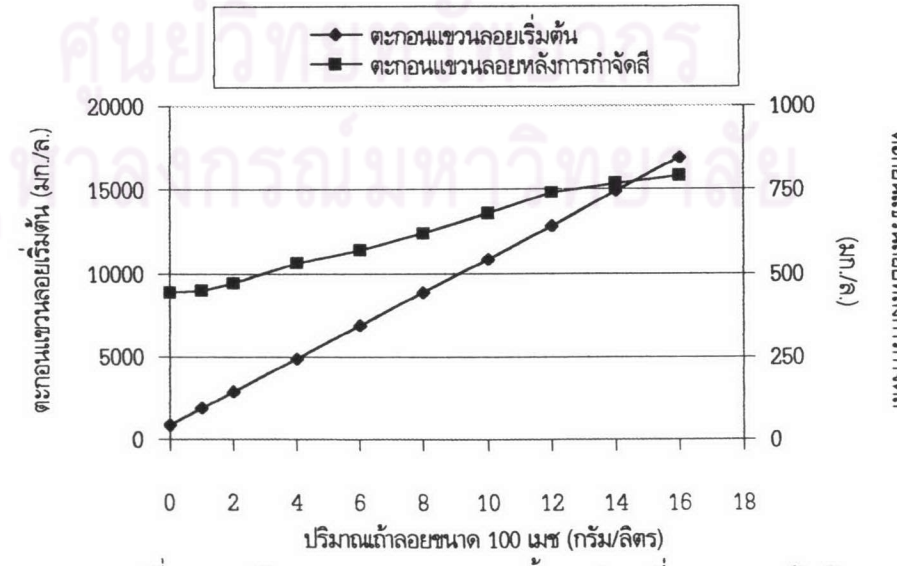
ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสด ดังแสดงในรูปที่ 4.139 - 4.143 ที่ค่า PACl 9 - 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าสด มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณเถ้าลอย และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเถ้าลอยที่ใช้ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



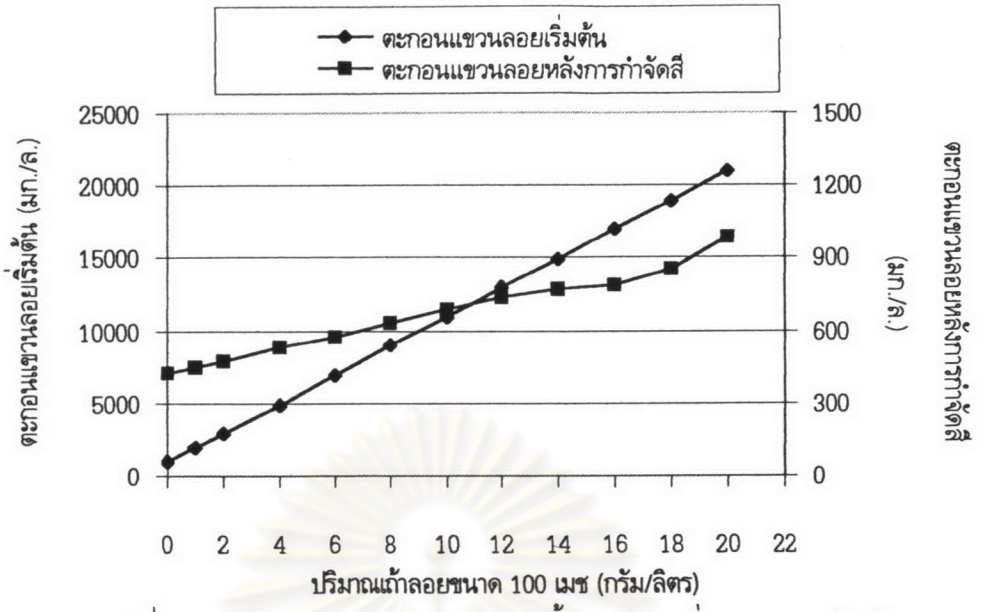
รูปที่ 4.139 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



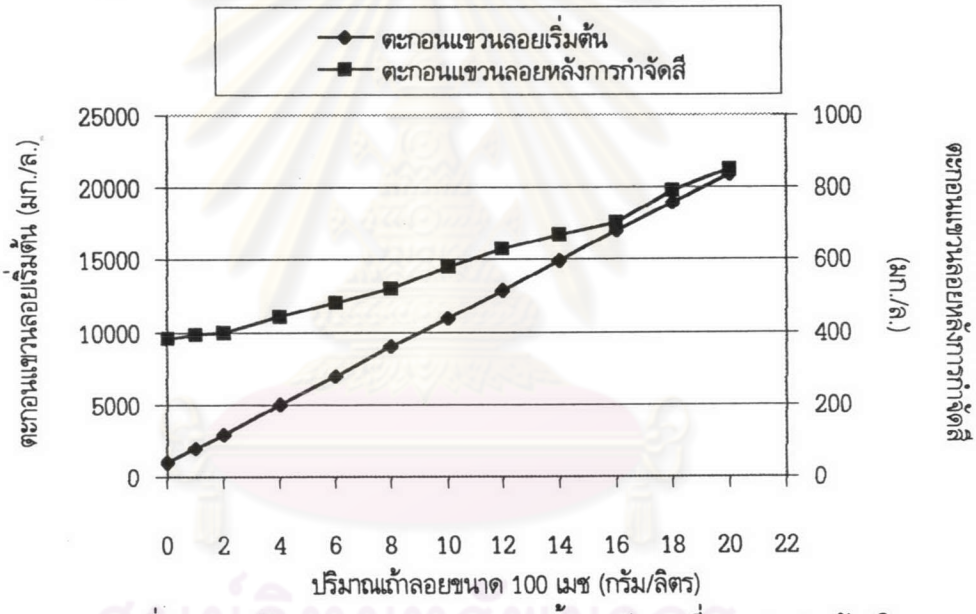
รูปที่ 4.140 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.141 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.142 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.143 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.30 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ณ ปริมาณเถ้าลอยที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะเกิดการจับกับเมลานอยดิน และเถ้าลอยที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของ PACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยกว่ากว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 9 - 113 กรัม/ลิตร ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ค-12 ถึง ค-16 ตามลำดับ

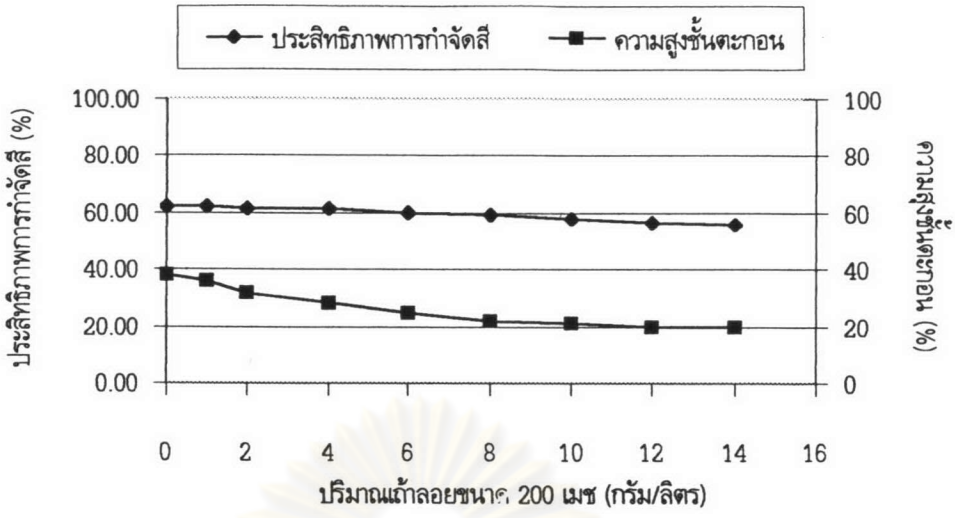
ตารางที่ 4.30 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 เมช

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
9	8	8,910	680
10	10	10,900	590
11	12	12,870	740
12	12	12,920	740
13	14	14,930	670

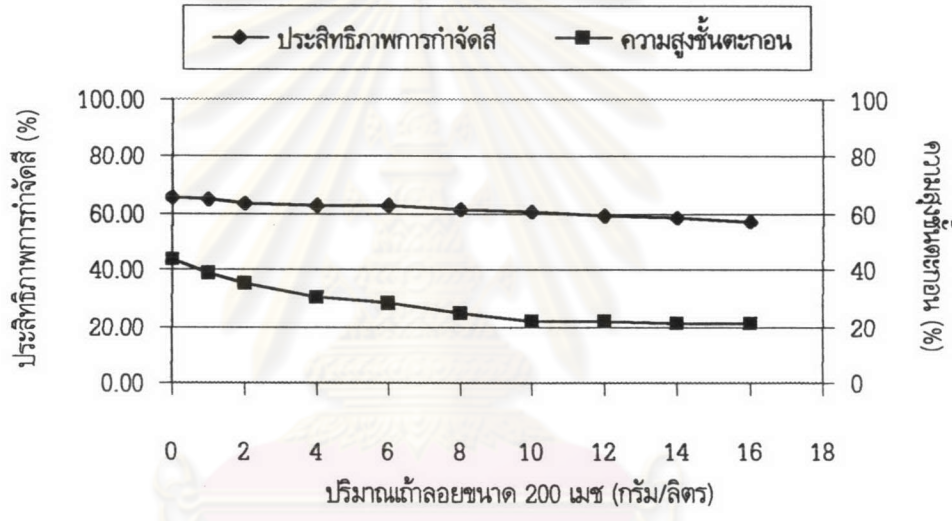
4.9.2 การใช้ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช

การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้เถ้าลอยขนาด 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 9 – 13 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของเถ้าลอยต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 9 – 13 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.144 – 4.148 ตามลำดับ

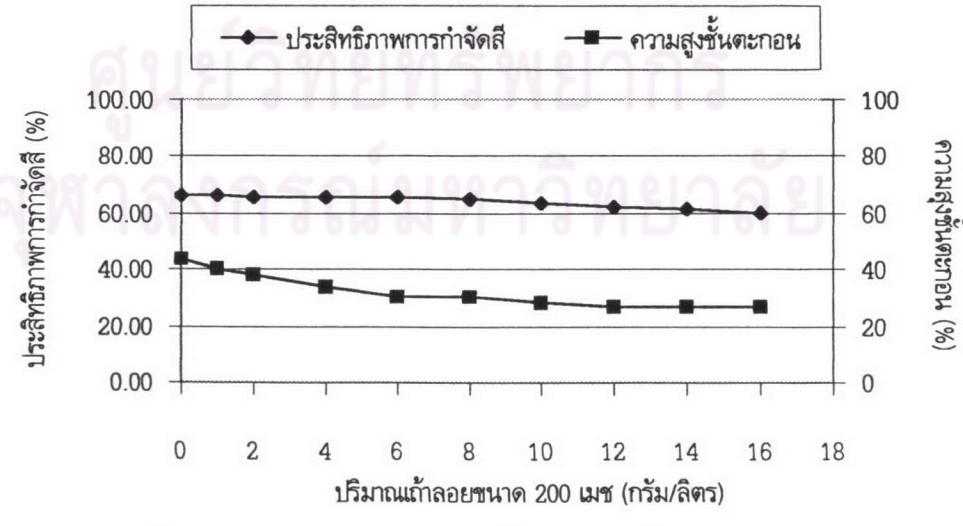
ผลการทดลองโดยใช้เถ้าลอยขนาด 200 เมช จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนโคแอกูเลชัน แต่จะแตกต่างกันอยู่เล็กน้อยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสีของการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช จะสูงกว่าการใช้เถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่ปริมาณ PACl ที่เท่ากัน หากพิจารณาในด้านการกำจัดตะกอนแขวนลอยแล้ว ขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอยเล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนในปริมาณที่มากกว่า อนุภาคตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นการใช้ เถ้าลอยขนาด 200 เมช ย่อมทำให้ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าน้อยกว่าการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช



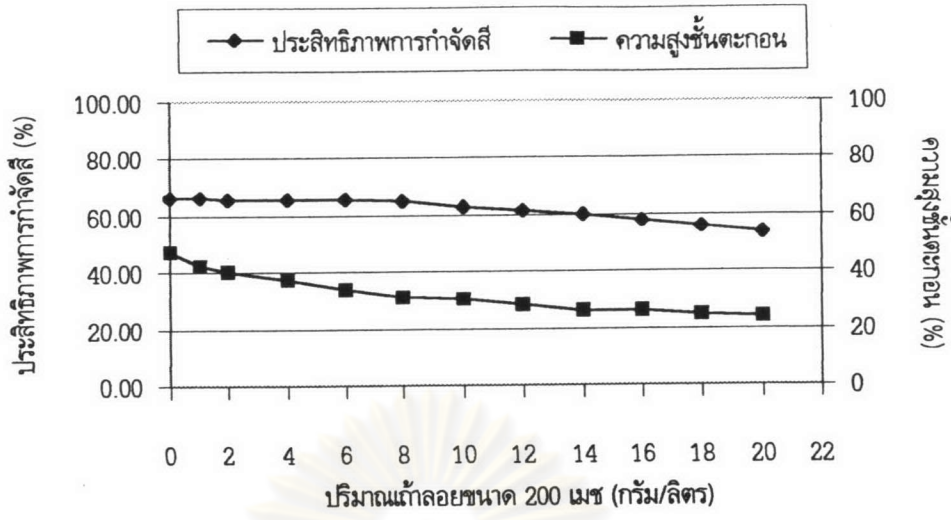
รูปที่ 4.144 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



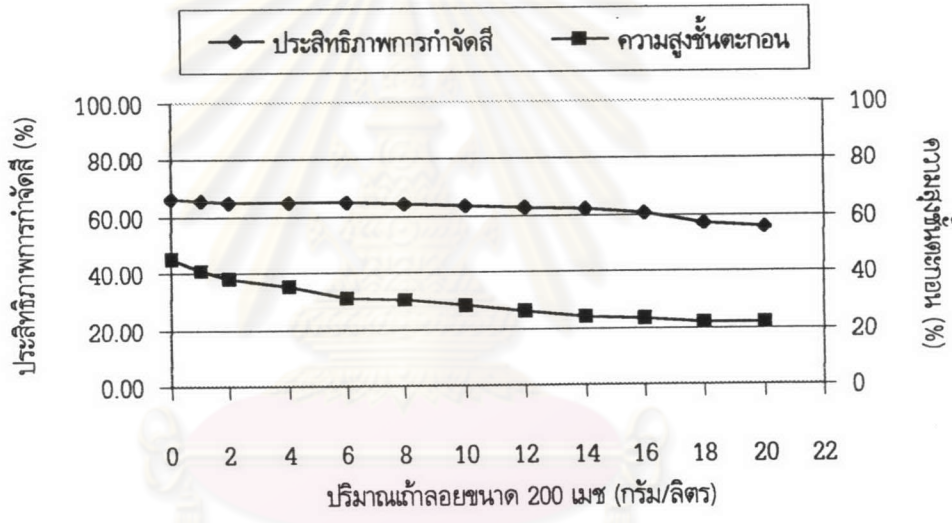
รูปที่ 4.145 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.146 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.147 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.148 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่า ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

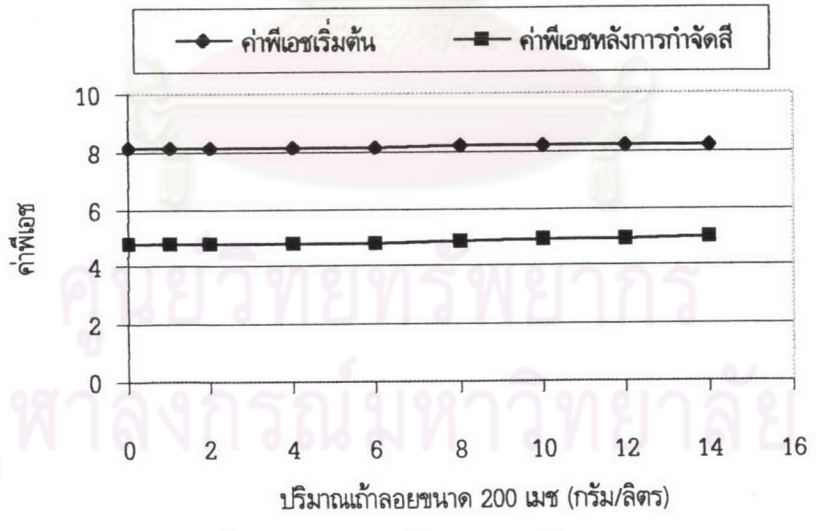
ข้อแตกต่างอีกประการของการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช และ 200 เมช ที่ปริมาณของเถ้าลอย และ PACl ที่เท่ากัน คือ ความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่าความสูงของชั้นตะกอนกรณีเถ้าลอยขนาด 200 เมช จะต่ำกว่ากรณีเถ้าลอยขนาด 100 เมช เนื่องจากสาเหตุที่อนุภาคเถ้าลอยขนาด 200 เมช (0.08 มม.) เล็กว่าอนุภาคเถ้าลอยขนาด 100 เมช (0.16 มม.) ทำให้มีโอกาสแขวนลอยอยู่ในน้ำในชั้นตะกอนกระบวนการฟล็อกกูเลชันได้นานกว่า จึงมีโอกาสสร้างฟล็อกให้มีขนาดใหญ่และง่ายต่อการจมตัวได้ดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.31 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.31 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

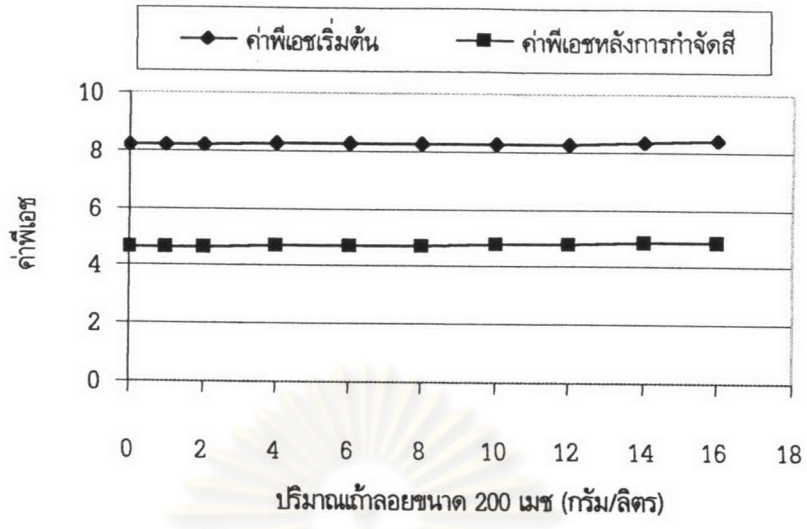
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
9	8	58.81 (62.01)	545.69 (495.14)	22 (38)
10	10	60.66 (65.63)	503.20 (435.14)	22 (44)
11	12	63.67 (66.36)	479.88 (451.93)	28 (44)
12	12	61.12 (66.28)	500.99 (452.97)	28 (47)
13	14	61.98 (95.98)	498.03 (448.89)	24 (45)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้เถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

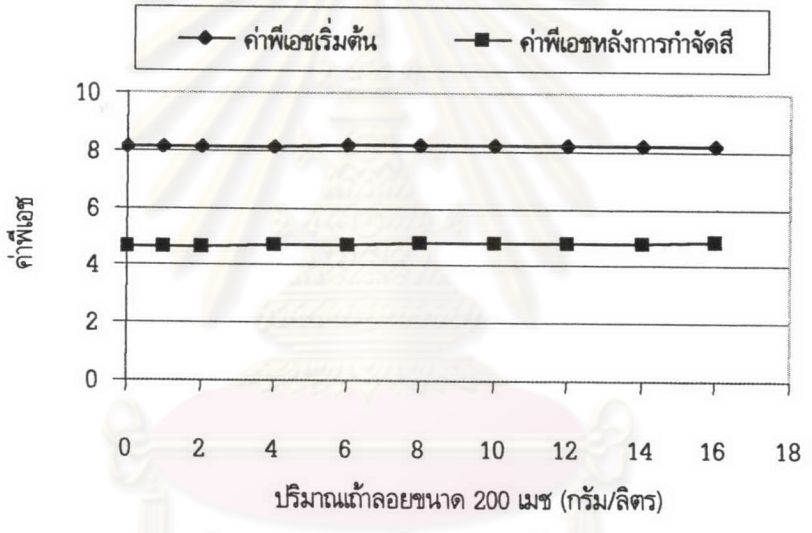
ผลของค่าพีเอชก่อนและหลังการกำจัดสีของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.149 – 4.153 สำหรับปริมาณของ PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ซึ่งค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดระหว่างการใช้เถ้าลอยขนาด 100 และ 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่าสดนั้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.32 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม



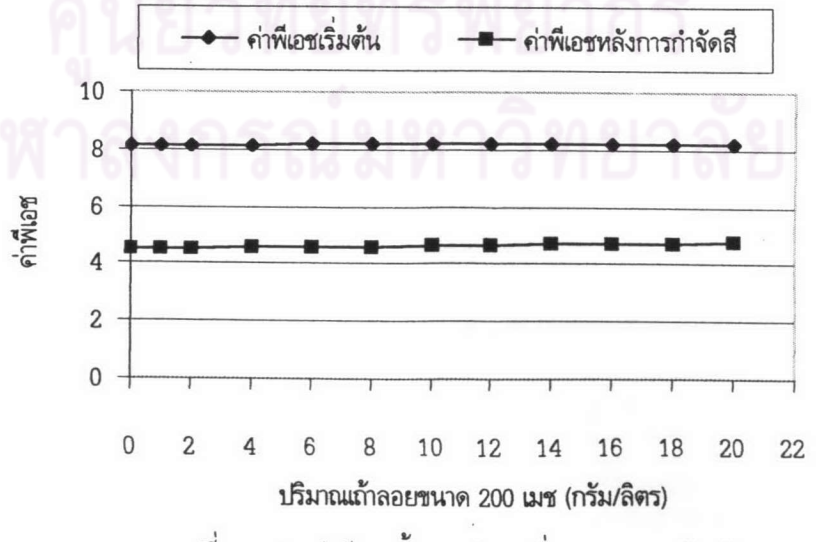
รูปที่ 4.149 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



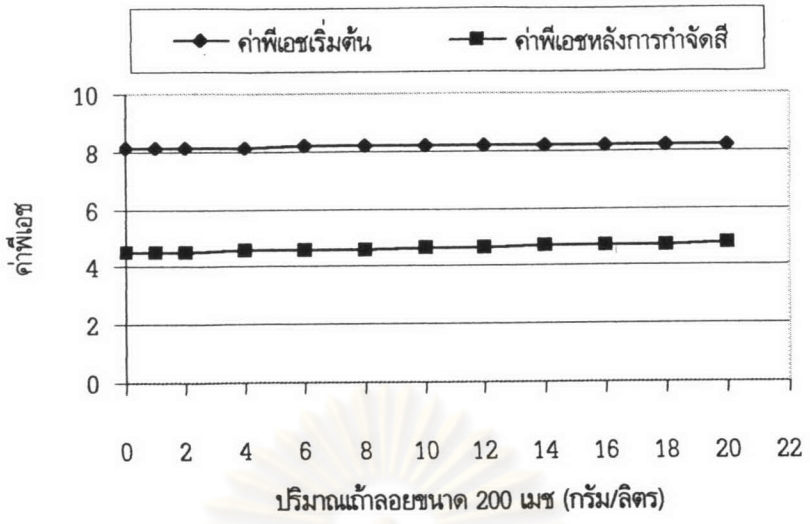
รูปที่ 4.150 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.151 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.152 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



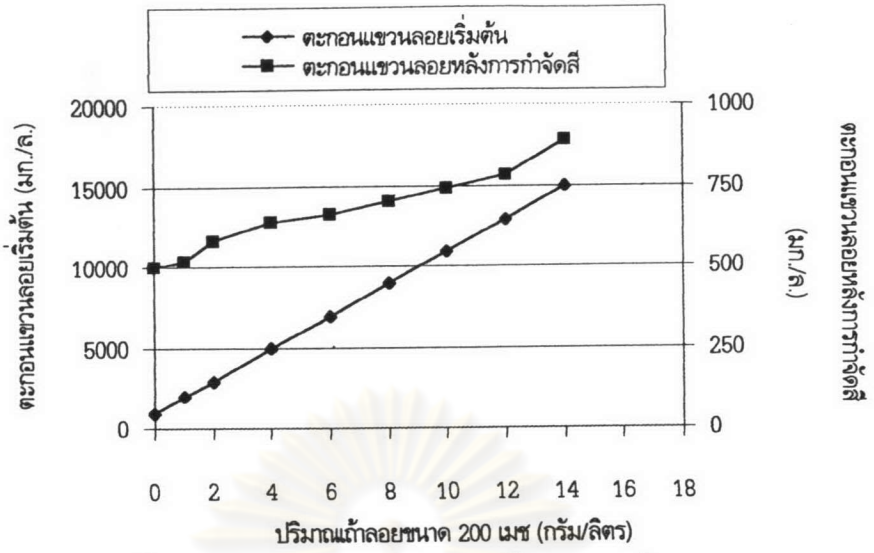
รูปที่ 4.153 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.32 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

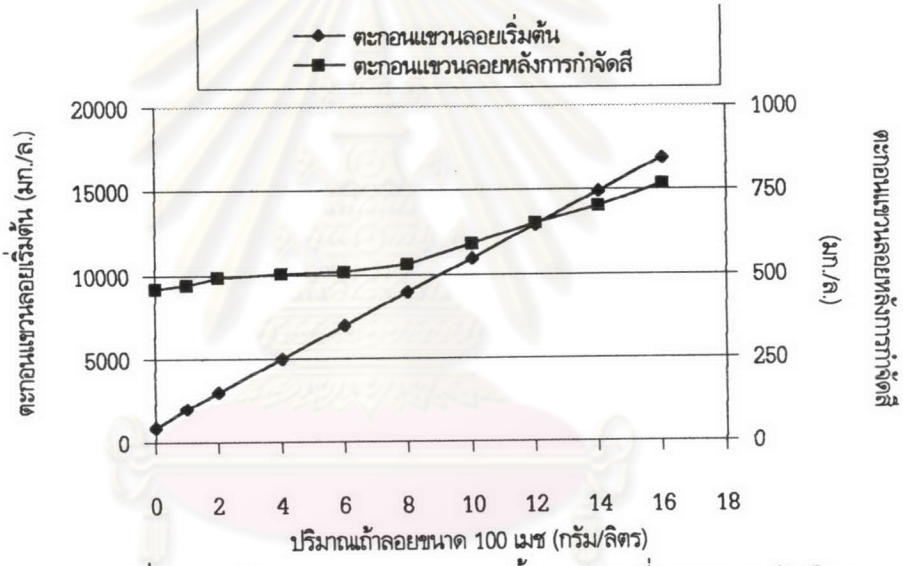
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
9	8	8.16 (8.11)	4.87 (4.77)
10	10	8.25 (8.18)	4.77 (4.65)
11	12	8.16 (8.13)	4.78 (4.66)
12	12	8.17 (8.13)	4.50 (4.36)
13	14	8.19 (8.13)	4.70 (4.50)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้เถ้าลอยเป็นวัสดุแกนเกาะ

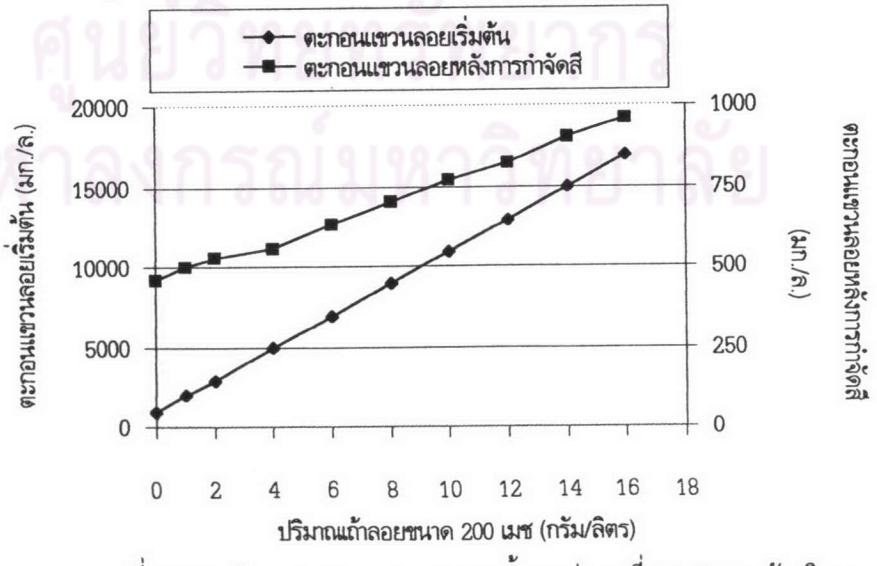
ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.154 - 4.158 ที่ค่า PACl 9 - 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าสด มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณเถ้าลอย และปริมาณ PACl ที่ใช้ โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเถ้าลอยที่ใช้ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า ซึ่งผลการทดลองคล้ายกับการใช้ เถ้าลอยขนาด 100 เมช แต่มีข้อแตกต่างกันอยู่ คือ ความปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีของเถ้าลอยขนาด 200 เมช จะมากกว่าเถ้าลอยขนาด 100 เมช ที่ปริมาณของเถ้าลอย และ PACl ที่เท่ากัน หากพิจารณาในแง่ของการกำจัดตะกอนแขวนลอย เนื่องมาจากขนาดอนุภาคตะกอนแขวนลอยที่เล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนที่มากกว่า ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยของเถ้าลอยขนาด 200 เมช มากกว่าการใช้เถ้าลอยขนาด 100 เมช



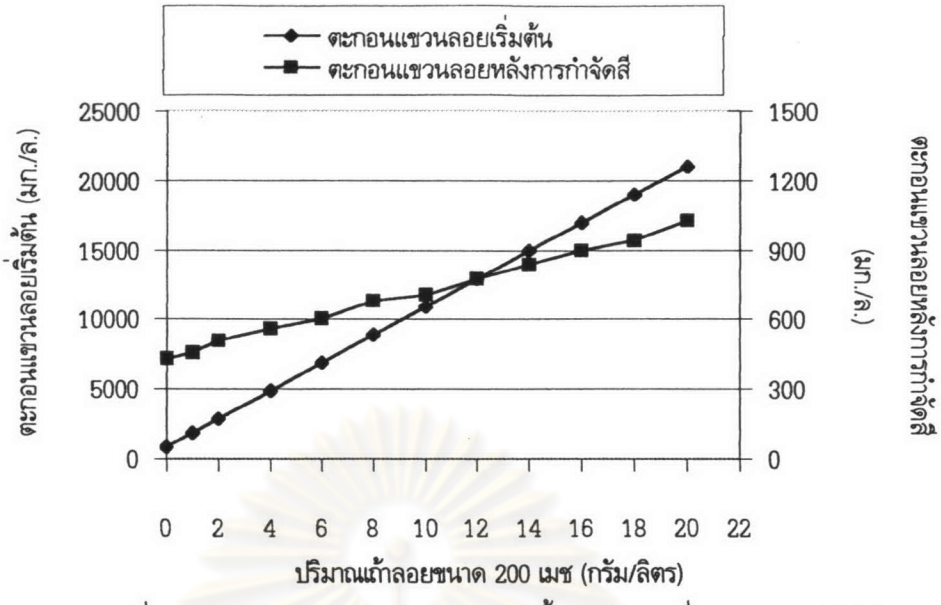
รูปที่ 4.154 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



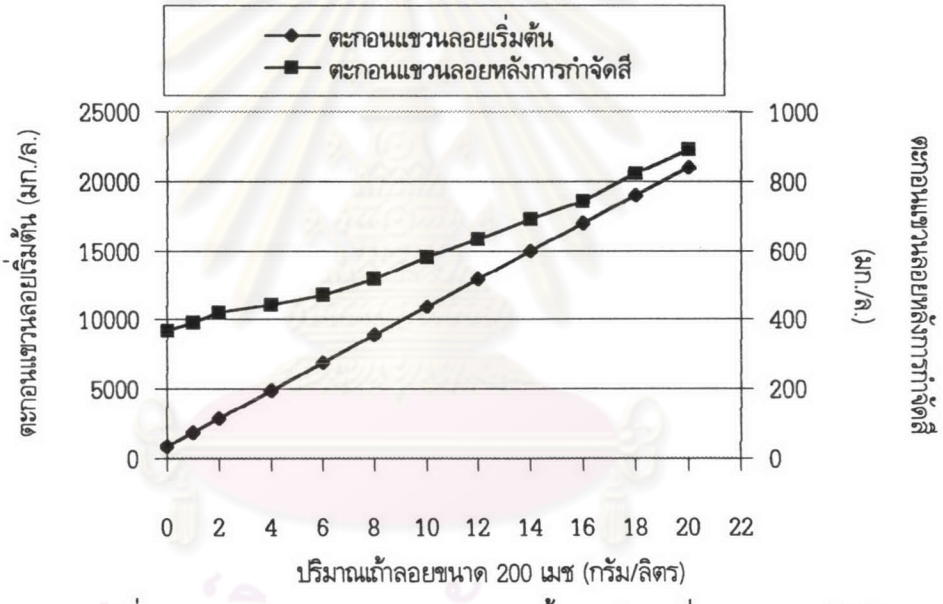
รูปที่ 4.155 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.156 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.157 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.158 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.33 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม และผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าสดโดยใช้ PACl 6 – 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช แสดงในตารางภาคผนวก ค-17 ถึง ค-21 ตามลำดับ

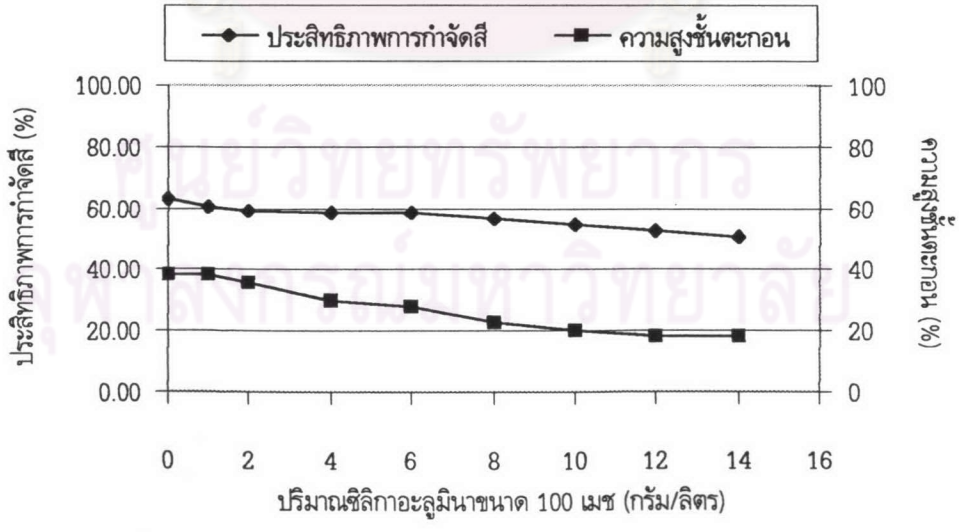
ตารางที่ 4.33 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณเถ้าลอย (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
9	8	8,970	700
10	10	10,960	610
11	12	10,970	770
12	12	12,910	780
13	14	14,930	690

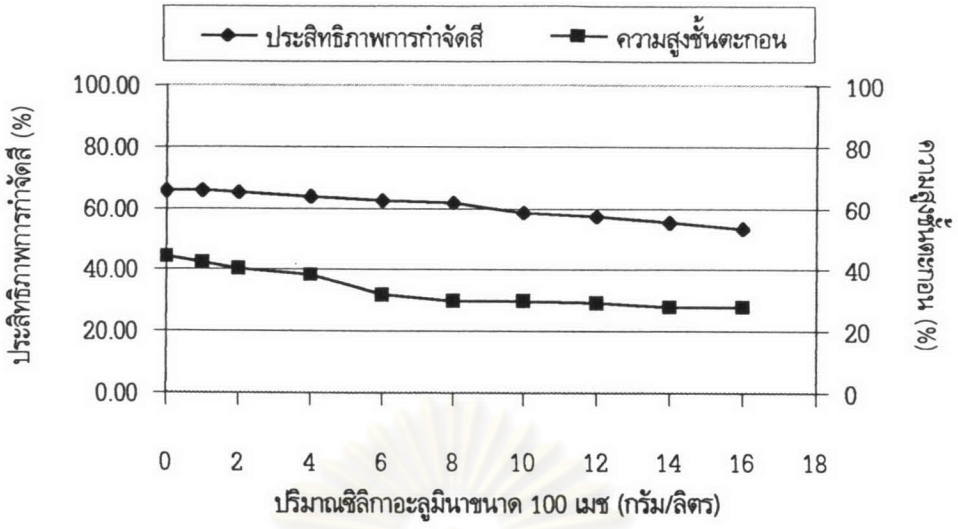
4.10 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ PACIร่วมกับซิลิกาอะลูมินา

4.10.1 การใช้ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช

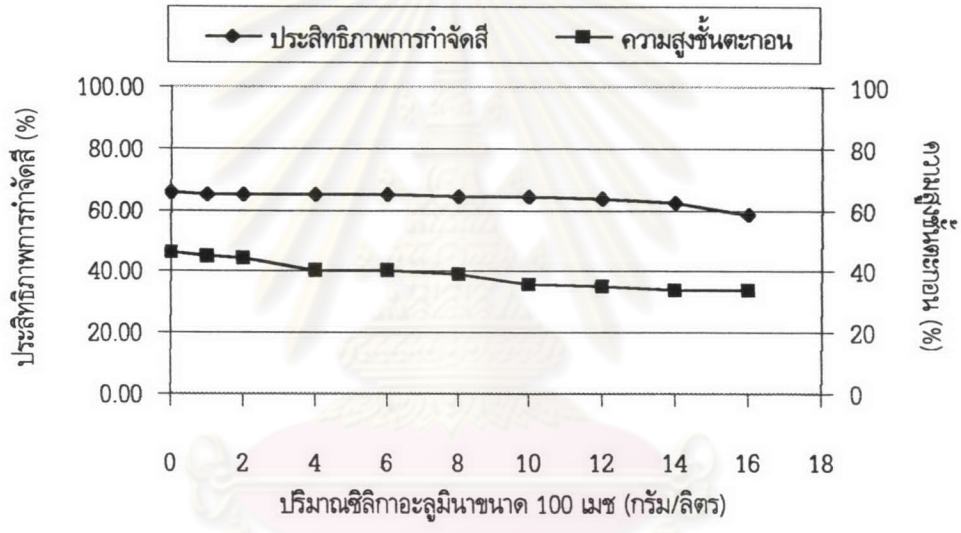
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 9 – 13 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของซิลิกาอะลูมินาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 9 – 13 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.159 – 4.163 ตามลำดับ



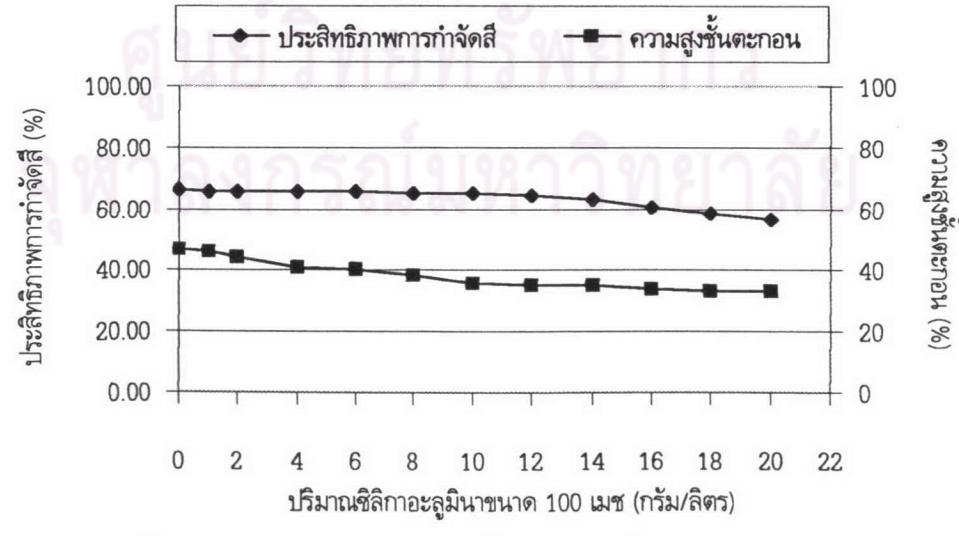
รูปที่ 4.159 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



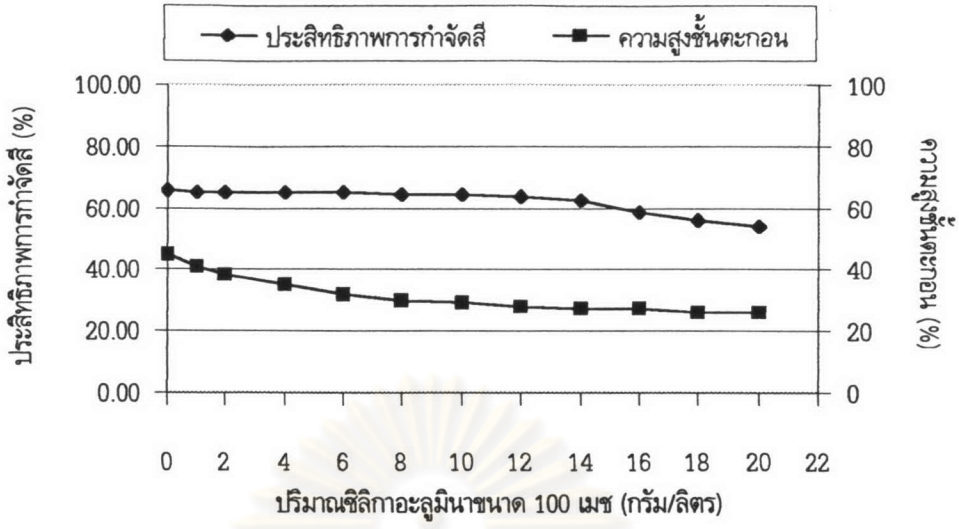
รูปที่ 4.160 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.161 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.162 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.163 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

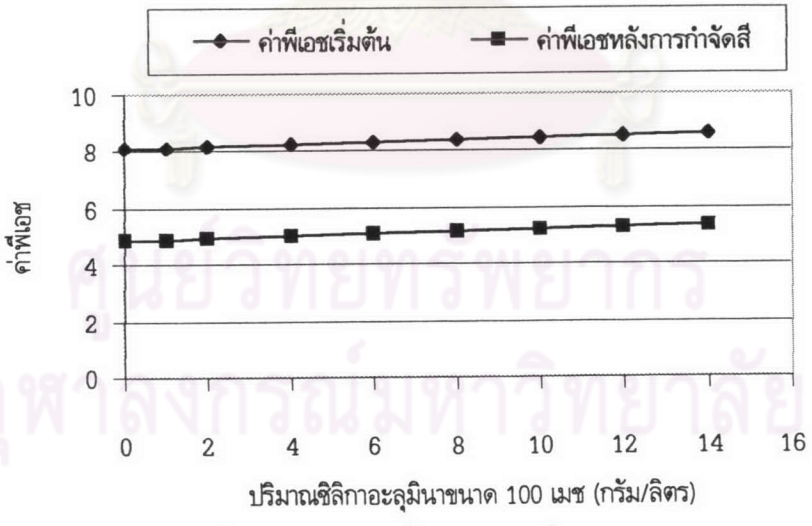
ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด เมื่อใส่ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เพื่อใช้เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันนั้น จะมีลักษณะของผลการทดลองที่แตกต่างกับกรณีการใช้แกลบเผา และเถ้าลอย เป็นแกนเกาะ ดังนี้ คือ กรณีใช้ซิลิกาอะลูมินาเพียงเล็กน้อย จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดลดลงอย่างมาก เมื่อเปรียบกับกรณีการใช้แกลบเผา และเถ้าลอยเป็นแกนเกาะ อาจจะมาจากสาเหตุที่ซิลิกาอะลูมินามีความเป็นด่างสูงมาก หรือการมีประจุลบมาก เมื่อเทียบกับแกลบเผา และเถ้าลอย ทำให้อะลูมิเนียมอิออน (Al^{3+}) จากโมเลกุลของ PACl มาจับกับอนุภาคของ ซิลิกาอะลูมินา แทนที่จะไปสร้างเป็นฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [$Al(OH)_3$] เพื่อจับกับโมเลกุลของ เมลานอยดิน ทำให้ปริมาณการใช้ซิลิกาอะลูมินามีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำกากส่าที่ลดลง มากกว่ากรณีการใช้แกลบเผา และเถ้าลอย สำหรับข้อดีของซิลิกาอะลูมินาในด้านของการเพิ่มน้ำหนักของฟล็อก เพื่อให้เกิดการตกตะกอนที่ดีนั้น ก็มีลักษณะคล้ายคลึงการแกลบเผา และเถ้าลอย คือ การเพิ่มปริมาณซิลิกาอะลูมินา จะช่วยให้ชั้นตะกอนที่เกิดมีความสูงลดลง แต่จะลดลงถึงจุดหนึ่งเท่านั้น เมื่อเพิ่มปริมาณของซิลิกาอะลูมินาขึ้นก็จะไม่มีผลช่วยในการลดความสูงของชั้นตะกอน โดยการพิจารณาความเหมาะสมของปริมาณ ซิลิกาอะลูมินาที่ใช้ กับปริมาณของ PACl ในแต่ละความเข้มข้นจะไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.34 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.34 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

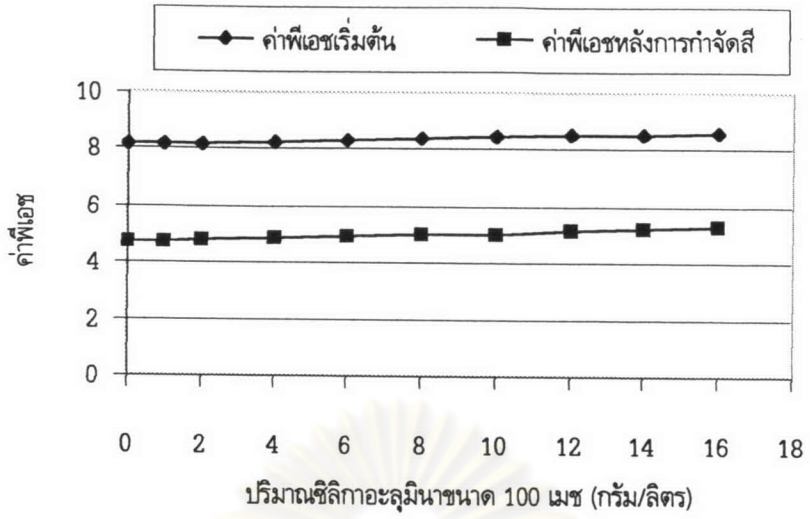
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
9	8	56.41 (62.73)	575.12 (544.91)	23 (38)
10	10	58.25 (65.67)	571.71 (472.39)	30 (44)
11	12	64.31 (65.73)	520.34 (496.39)	36 (46)
12	12	64.05 (66.34)	507.75 (470.39)	35 (47)
13	12	63.53 (66.06)	533.75 (491.71)	28 (45)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

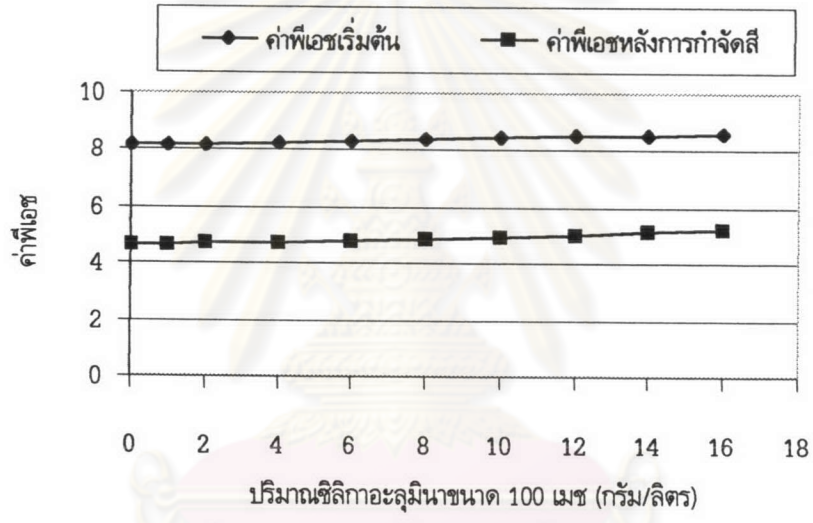
ค่าพีเอชของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.164 – 4.168 ที่ค่า PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าซิลิกาอะลูมินามีความสามารถในการเพิ่มค่าพีเอชของน้ำกากส่าได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับแกลบเผา และเถ้าลอย คือ เมื่อเพิ่มปริมาณของซิลิกาอะลูมินาจะทำให้ค่าพีเอชของน้ำกากส่าเริ่มต้น มีการเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ซิลิกาอะลูมินาอย่างชัดเจน หรืออาจกล่าวได้ว่าซิลิกาอะลูมินา มีความเป็นด่างอย่างมาก เมื่อเทียบกับแกลบเผา และเถ้าลอย



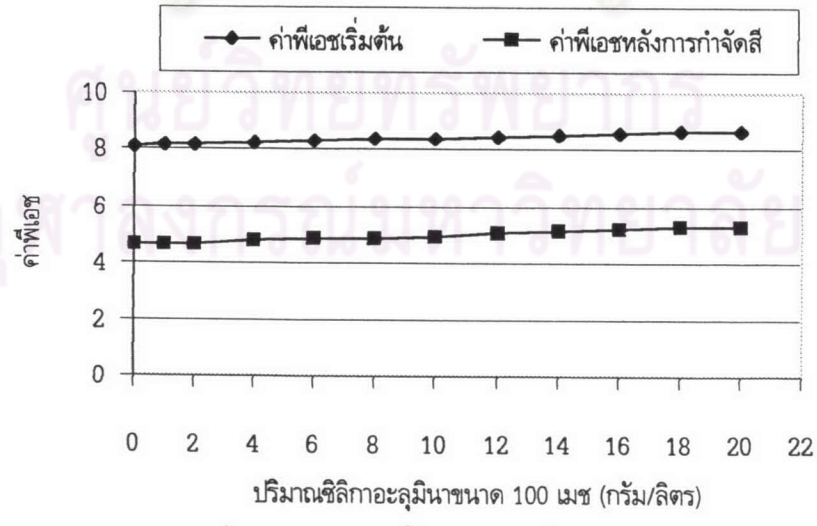
รูปที่ 4.164 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



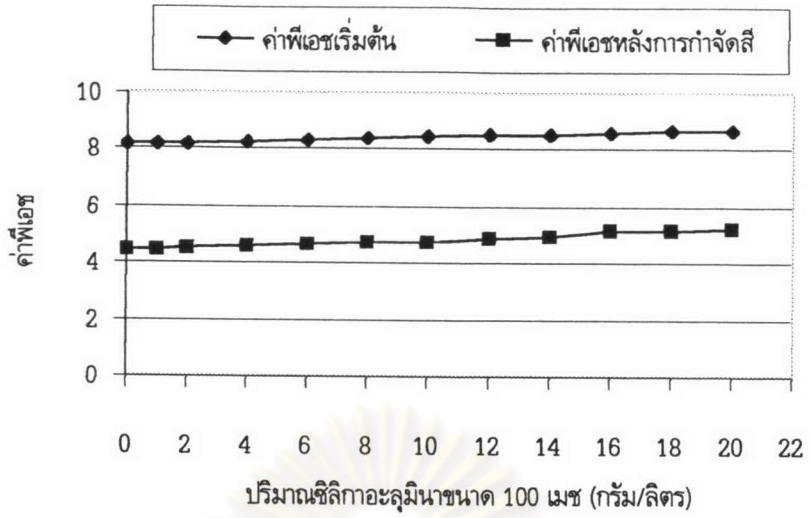
รูปที่ 4.165 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.166 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.167 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.168 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

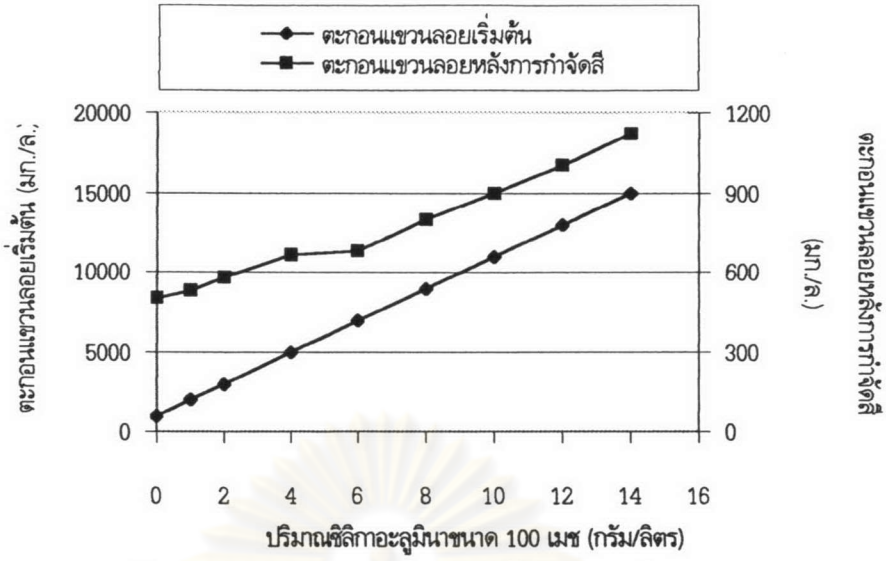
ผลของค่าพีเอชของน้ำกากส่าก่อนและหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าโดยใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นแกนเกาะที่ค่า PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.35 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกา-อะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.35 ค่าพีเอชน้ำกากส่าที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

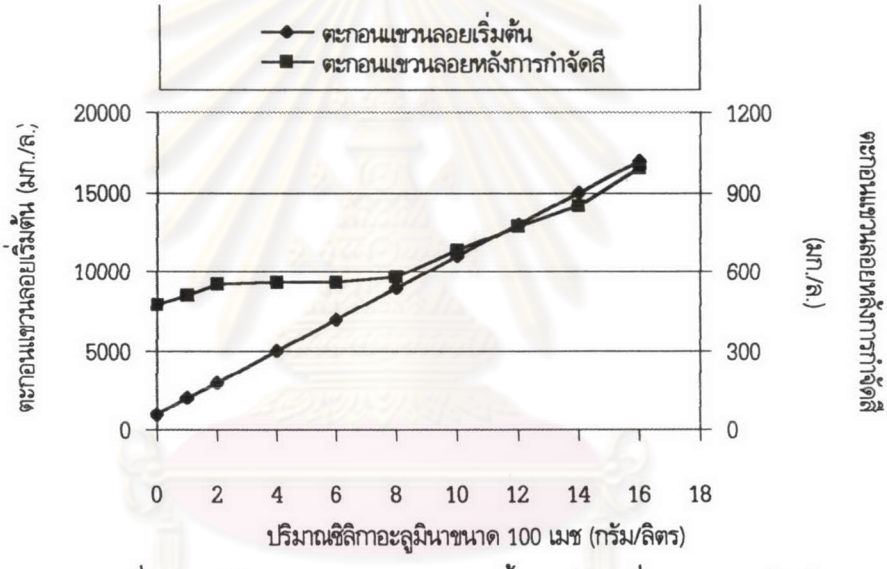
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
9	8	8.35 (8.11)	5.15 (4.87)
10	10	8.42 (8.14)	5.02 (4.70)
11	12	8.43 (8.14)	4.95 (4.63)
12	12	8.48 (8.13)	5.04 (4.62)
13	12	8.49 (8.14)	4.83 (4.43)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

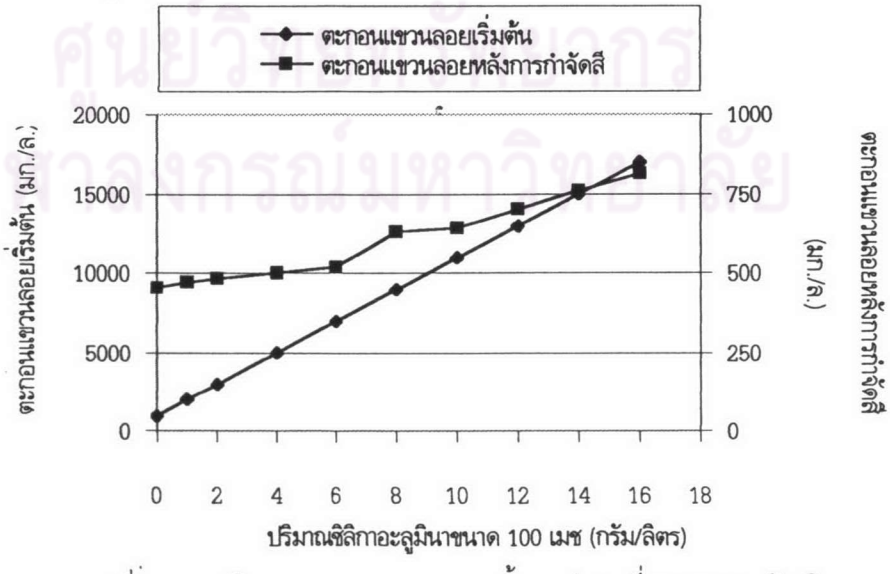
ปริมาณตะกอนแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 4.169 – 4.173 ที่ค่า PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าสด มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณซิลิกาอะลูมินาและปริมาณ PACl ที่ใช้เช่นเดียวกับแกลบเผา และเถ้าลอย โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ ซิลิกาอะลูมินาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



รูปที่ 4.169 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร

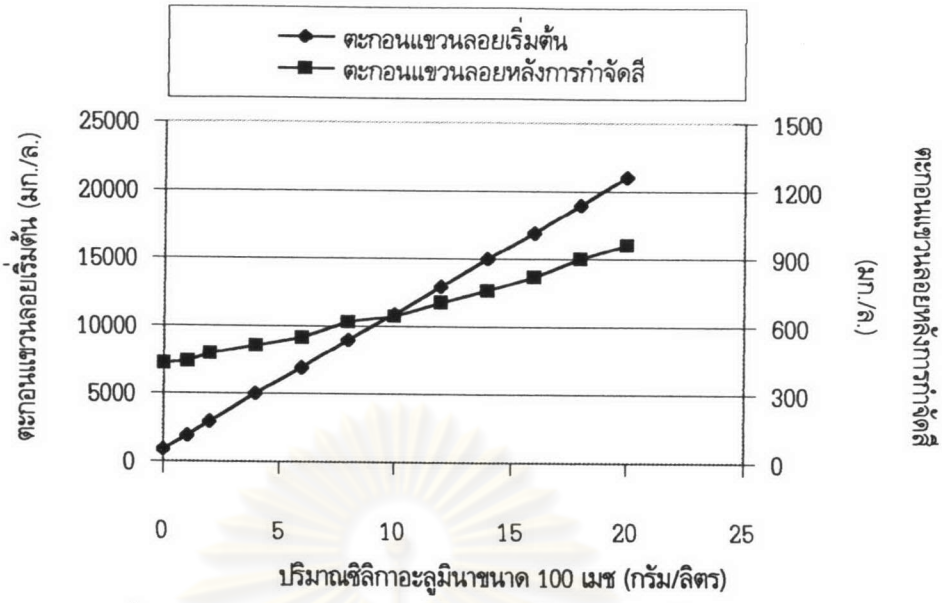


รูปที่ 4.170 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร

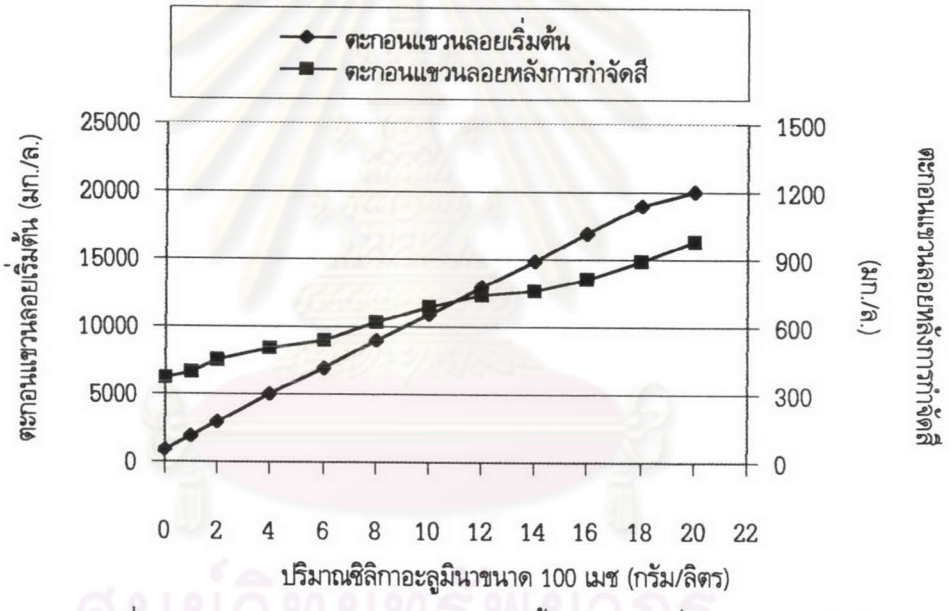


รูปที่ 4.171 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.172 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.173 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

จากตารางที่ 4.36 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ณ ปริมาณซิลิกาอะลูมินาที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [$Al(OH)_3$] จะเกิดการจับกับเมลานอยดิน และซิลิกาอะลูมินาที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของ PACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยกว่ากว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 9 - 13 กรัม/ลิตร ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช แสดงในตาราง ภาคผนวก ค-22 ถึง ค-26 ตามลำดับ

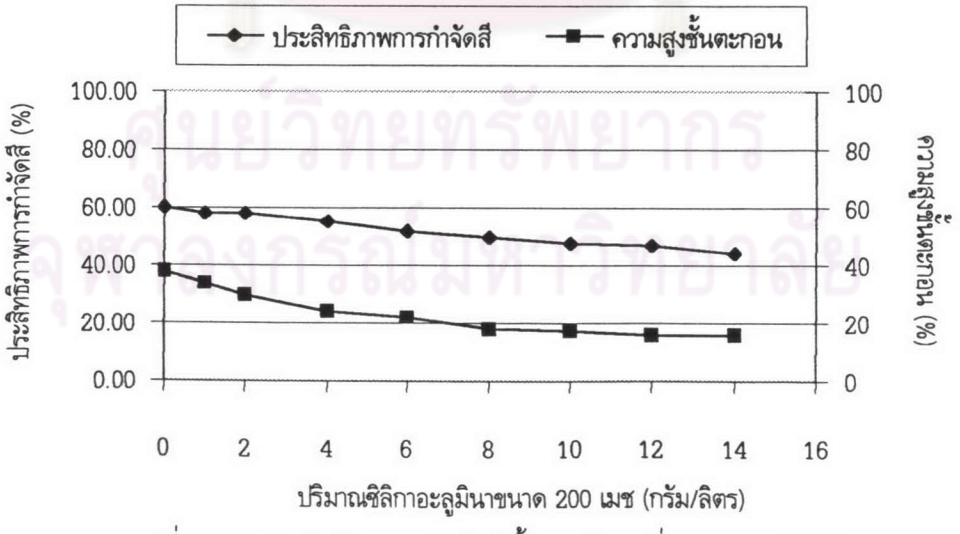
ตารางที่ 4.36 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ที่เหมาะสม

ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
9	8	8,930	800
10	10	10,970	680
11	12	10,920	700
12	12	12,920	710
13	12	12,930	740

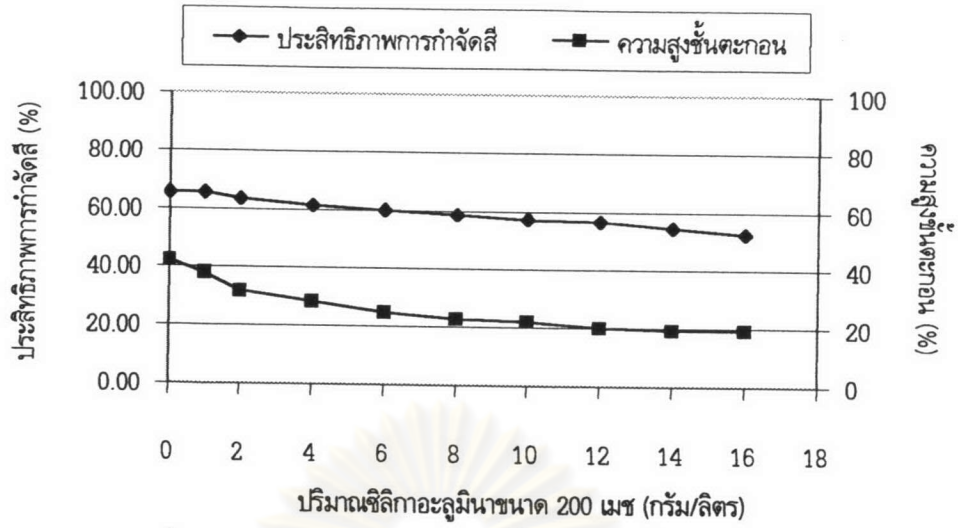
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

4.10.2 การใช้ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช

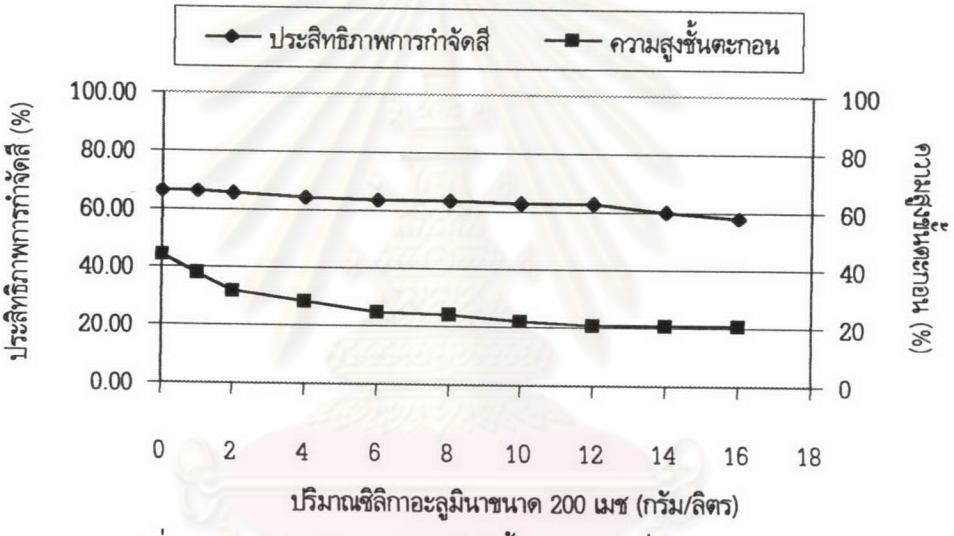
การทดลองในขั้นตอนนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดโดยใช้ PACl เป็นสารรวมตะกอน และใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชัน ซึ่งปริมาณ PACl ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 9 – 13 กรัม/ลิตร และปริมาณ PACl ในแต่ละค่าที่ใช้ในการทดลองจะทำการเพิ่มปริมาณของซิลิกาอะลูมินาต่างๆ กัน ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ปริมาณ PACl ตั้งแต่ 9 – 13 กรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4.174 – 4.178 ตามลำดับ



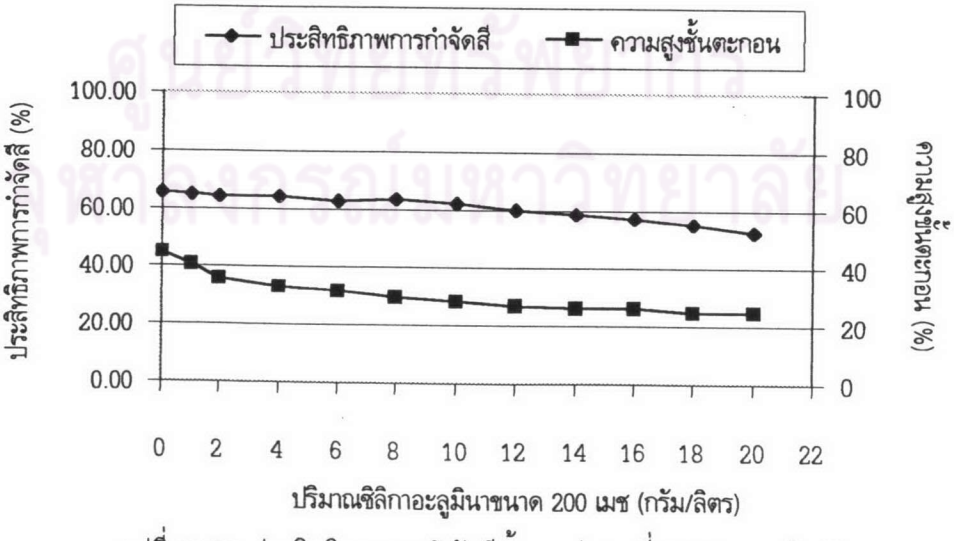
รูปที่ 4.174 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



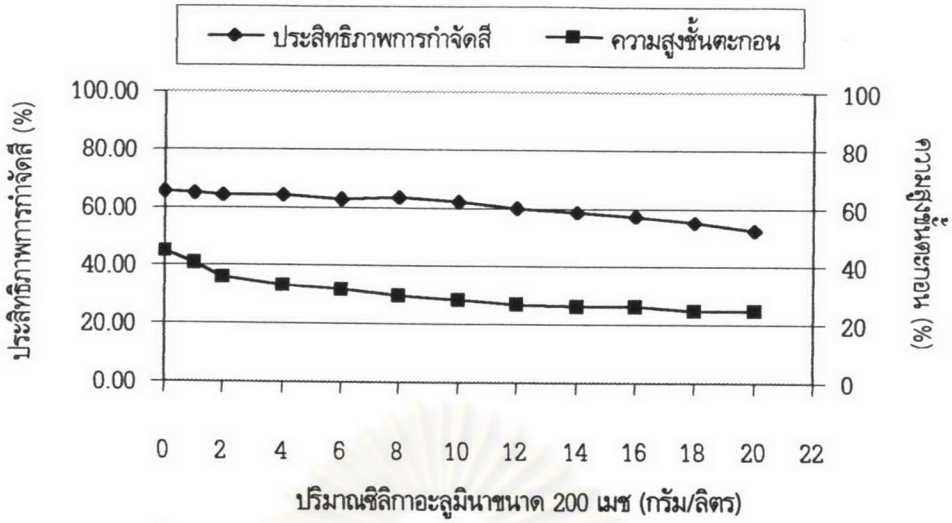
รูปที่ 4.175 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.176 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.177 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.178 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

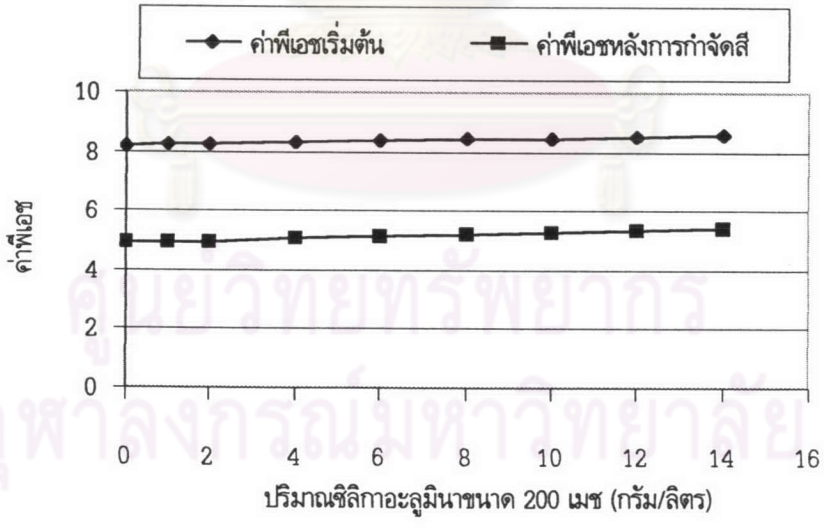
ผลการทดลองโดยใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนโคแอกูเลชัน แต่จะแตกต่างกันอยู่เล็กน้อยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสีของการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช จะสูงกว่าการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่ปริมาณ PACl และซิลิกาอะลูมินาที่เท่ากัน หากพิจารณาในด้านการกำจัดตะกอนแขวนลอยแล้ว ขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอยเล็กกว่าย่อมต้องการปริมาณของสารรวมตะกอนในปริมาณที่มากกว่า อนุภาคตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ย่อมทำให้ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าน้อยกว่าการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช ข้อแตกต่างอีกประการของการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช และ 200 เมช ที่ปริมาณของซิลิกาอะลูมินาและ PACl ที่เท่ากัน คือ ความสูงของชั้นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการโคแอกูเลชัน พบว่าความสูงของชั้นตะกอนกรณีซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช จะต่ำกว่ากรณีซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช เนื่องจากสาเหตุที่อนุภาคซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช (0.08 มม.) เล็กกว่าอนุภาคซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช (0.16 มม.) ทำให้มีโอกาสแขวนลอยอยู่ในน้ำในชั้นตะกอนกระบวนการฟล็อกกูเลชัน (การกวนช้า) ได้นานกว่า จึงมีโอกาสสร้างฟล็อกให้มีขนาดใหญ่และง่ายต่อการจมตัวได้ดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.37 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม.

ตารางที่ 4.37 ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

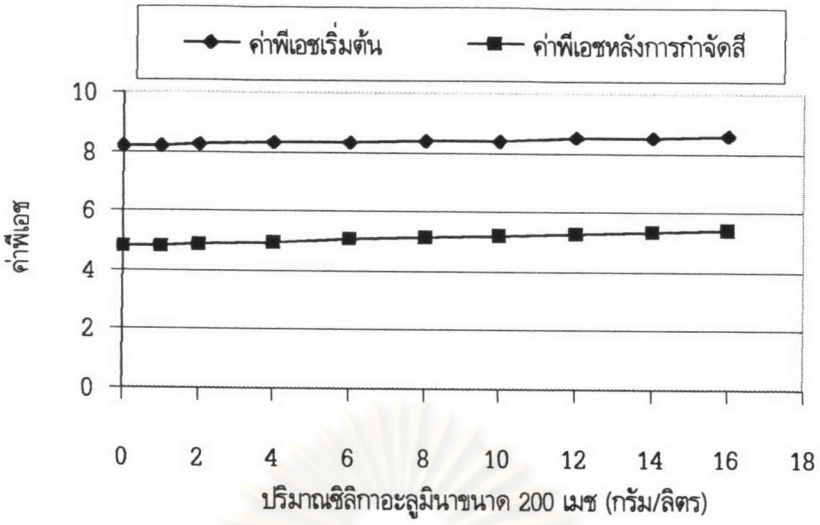
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (%)	ความเข้มสีหลังการกำจัดสี (เอสยู)	ความสูงชั้นตะกอน (%)
9	8	49.80 (60.29)	714.25 (572.31)	18 (38)
10	10	57.47 (65.86)	596.60 (474.71)	22 (42)
11	10	62.67 (66.53)	532.17 (484.85)	22 (44)
12	12	62.42 (66.73)	552.89 (481.91)	22 (44)
13	12	60.15 (65.31)	565.89 (484.85)	27 (45)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

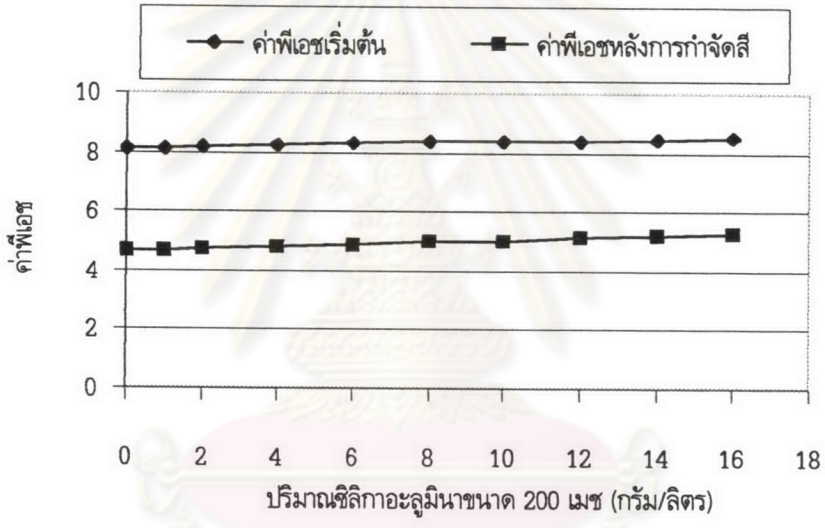
ผลของค่าพีเอชก่อนและหลังการกำจัดสีของน้ำกากส่าสดดังแสดงในรูปที่ 4.179 – 4.183 สำหรับปริมาณของ PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ซึ่งค่าพีเอชของน้ำกากส่าระหว่างการใช้ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 และ 200 เมช เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกูเลชันสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่านั้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.38 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมชที่เหมาะสม



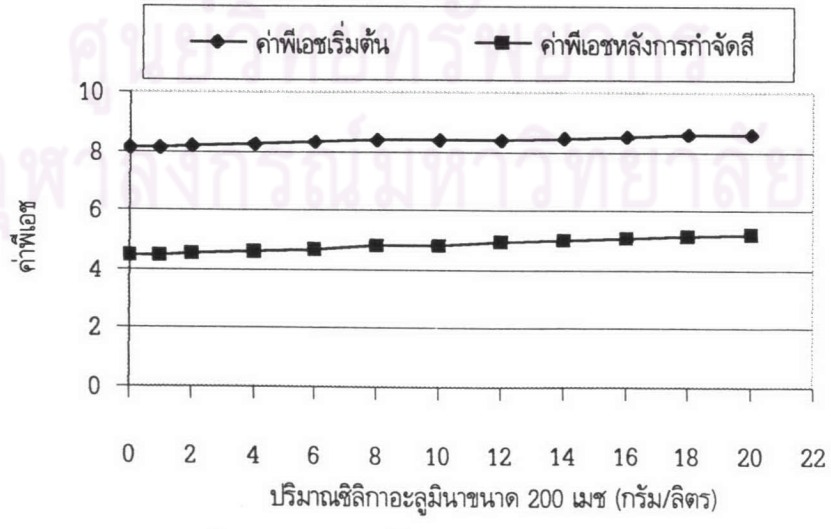
รูปที่ 4.179 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



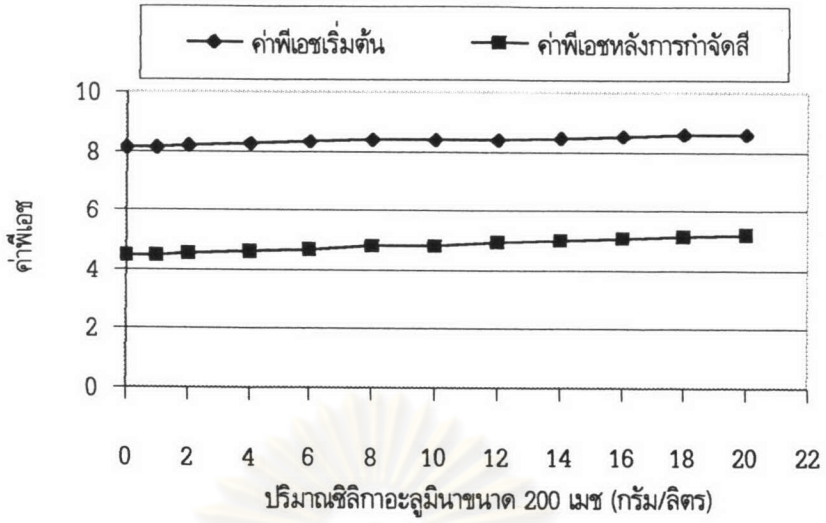
รูปที่ 4.180 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.181 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.182 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



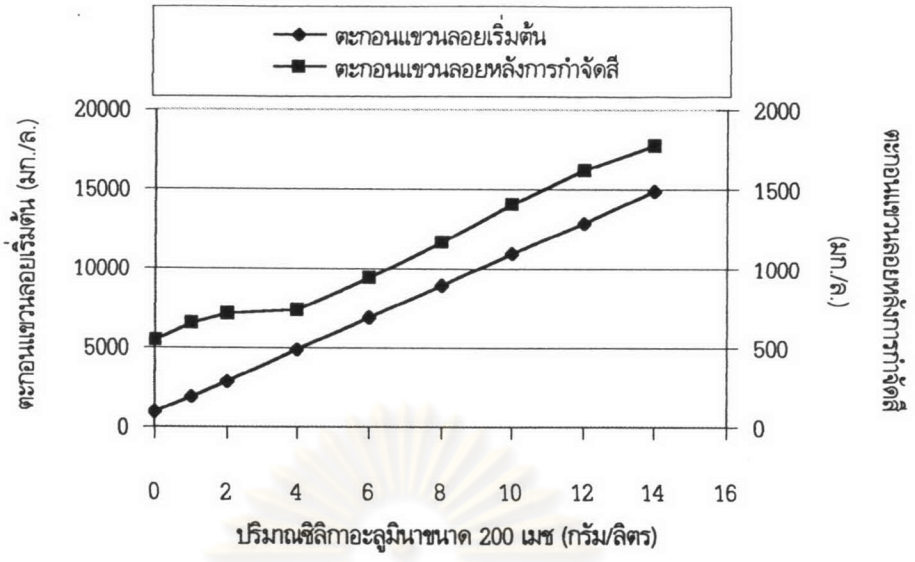
รูปที่ 4.183 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.38 ค่าพีเอชน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

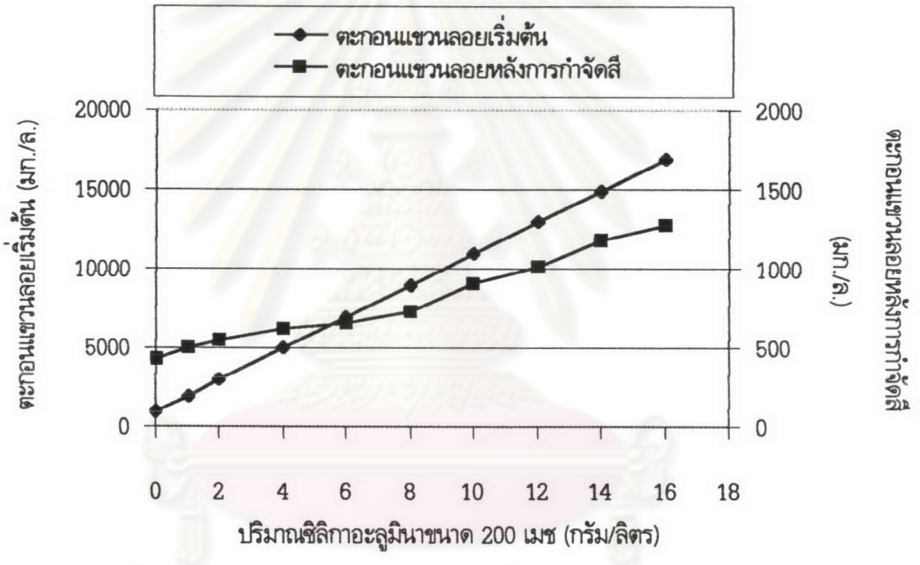
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ค่าพีเอชเริ่มต้น	ค่าพีเอชหลังการกำจัดสี
9	8	8.44 (8.20)	5.23 (4.90)
10	10	8.41 (8.16)	5.22 (4.79)
11	10	8.38 (8.12)	5.02 (4.66)
12	12	8.41 (8.12)	5.11 (4.66)
13	12	8.41 (8.12)	4.91 (4.46)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าในกรณีไม่ใช้ซิลิกาอะลูมินาเป็นวัสดุแกนเกาะ

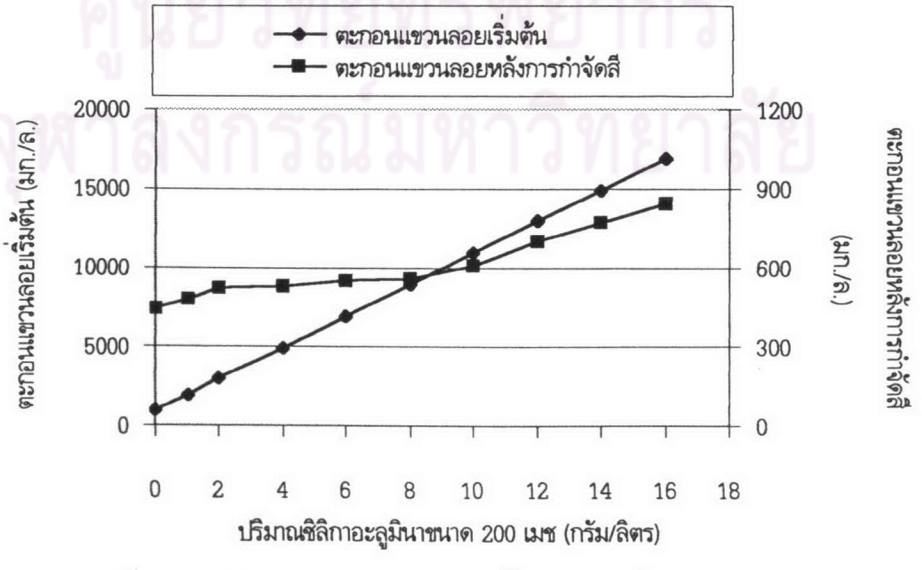
ปริมาณตะกอนแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 4.184 – 4.188 ที่ค่า PACl 9 – 13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าสด มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณซิลิกาอะลูมินาและปริมาณ PACl ที่ใช้เช่นเดียวกับแกลบเผา และเถ้าลอย โดยปริมาณตะกอนหลังการกำจัดสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ ซิลิกาอะลูมินาที่ใช้ ทุกค่าความเข้มข้นของ PACl ที่ใช้ เนื่องจากที่ปริมาณ PACl ที่ค่าหนึ่งๆ จะมีความเหมาะสมในการกำจัดสี และตะกอนแขวนลอยในน้ำกากส่าได้ไม่เท่ากัน โดยความเข้มข้นของ PACl ที่สูง ย่อมมีผลในการกำจัดสีและตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่า ได้มากกว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าต่ำกว่า



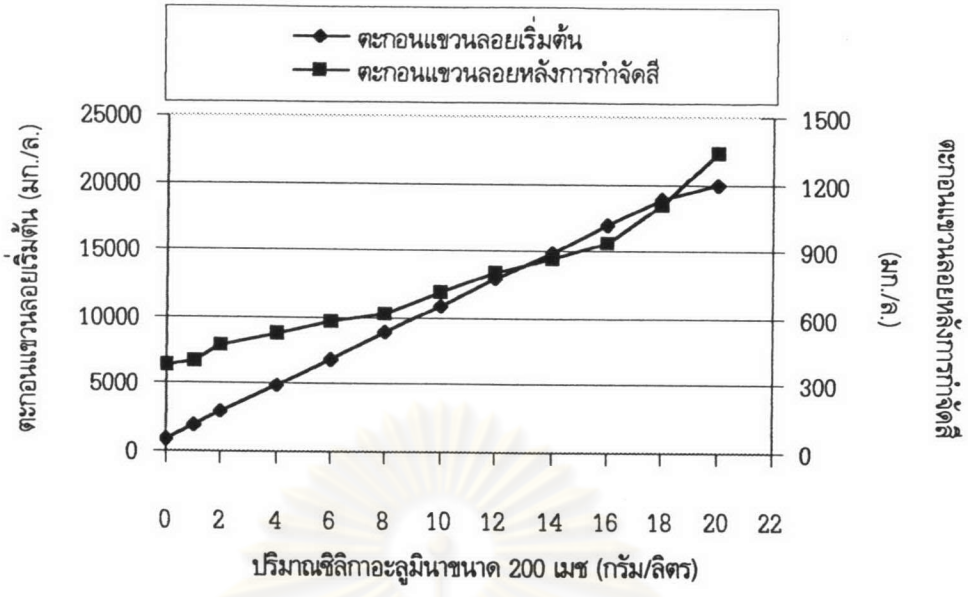
รูปที่ 4.184 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 9 กรัม/ลิตร



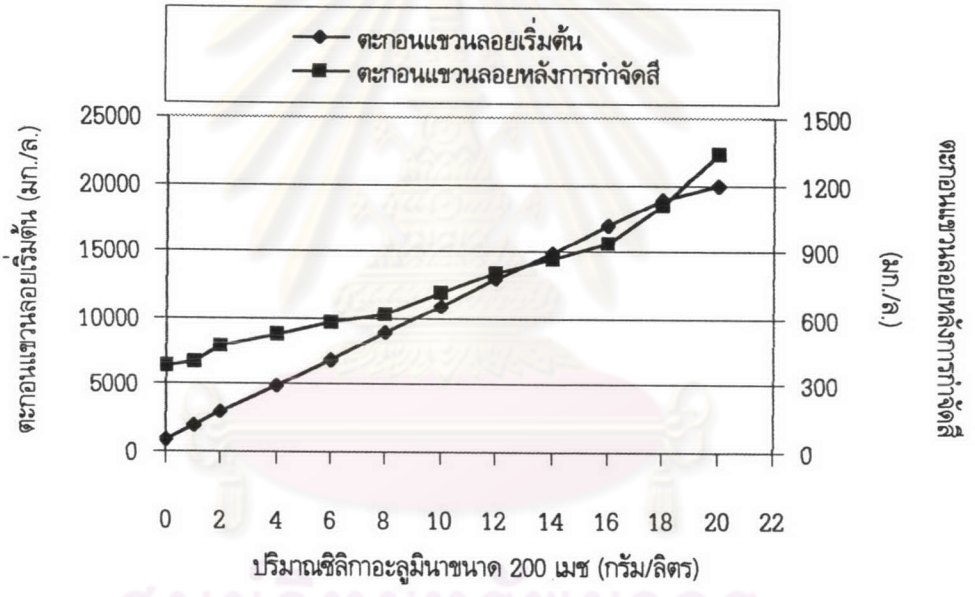
รูปที่ 4.185 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 10 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.186 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 11 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.187 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 12 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.188 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำกากส่าสด ที่ PACl 13 กรัม/ลิตร

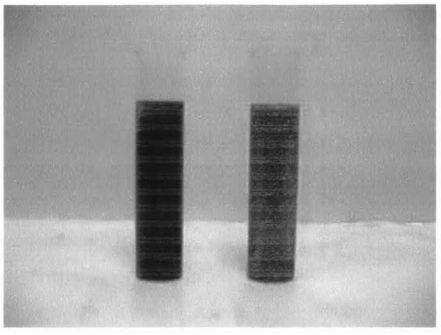
จากตารางที่ 4.39 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่ เหมาะสม โดยมีข้อสังเกต คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี ที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ค่าสูง จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี น้อยกว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ PACl ที่ต่ำกว่า ที่ปริมาณซิลิกาอะลูมินาที่ใช้เท่ากัน เนื่องมาจากฟล็อกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [$Al(OH)_3$] จะเกิดการจับกับเมลานอยดิน และซิลิกาอะลูมินาที่เติมเข้าไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ของ PACl ย่อมเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยกว่ากว่าที่ความเข้มข้นของ PACl ที่สูงกว่า โดยผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกาส่าโดยใช้ PACl 9 - 13 กรัม/ลิตร ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช แสดงในตาราง ภาคผนวก ค-27 ถึง ต-31 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.39 ตะกอนแขวนลอยน้ำกากส่าสดที่ปริมาณ PACl ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสม

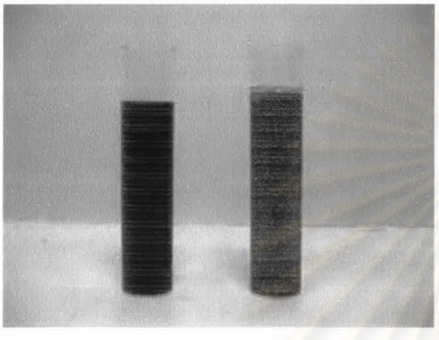
ปริมาณ PACl (กรัม/ลิตร)	ปริมาณซิลิกาอะลูมินา (กรัม/ลิตร)	ตะกอนแขวนลอยเริ่มต้น (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอยหลังการกำจัดสี (มก./ล.)
9	8	8,970	1,170
10	10	10,930	900
11	10	10,900	610
12	12	12,930	800
13	12	12,910	780

ผลการทดลองในขั้นตอน 4.7 – 4.10 แสดงให้เห็นว่าการใช้วัสดุแกนเกาะทั้ง 3 ประเภท ในกระบวนการโคแอกูเลชัน ไม่ได้ช่วยให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการกำจัดสี โดยใช้วัสดุแกนเกาะเพียงอย่างเดียว ซึ่งการทดลองในส่วนนี้จะเพิ่มปริมาณวัสดุแกนเกาะในปริมาณที่เท่ากับการใช้ร่วมกับปริมาณของ PACl ดังแสดงในภาคผนวก ค ตาราง ค-32 ถึง ค-37 คือ ตารางแสดงค่าความเข้มสีของน้ำกากส่าสดโดยใช้ แกลบเผา เถ้าลอย และซิลิกาอะลูมินา ขนาด 100 และ 200 เมช ตามลำดับ

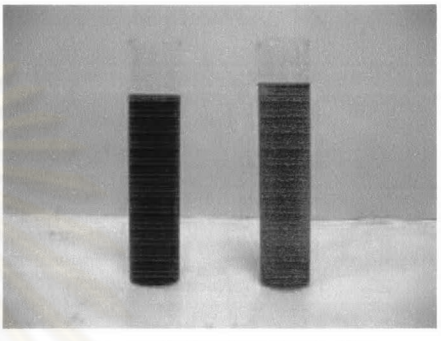
เมื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมที่สุดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดสูงสุดของปริมาณของ PACl ที่ใช้ร่วมกับปริมาณและขนาดของวัสดุแกนเกาะทั้ง 3 ประเภท โดยประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสดจะพิจารณาในด้านของความเข้มสีน้ำกากส่าที่ลดลง และความสูงของชั้นตะกอนที่เกิด สำหรับการทดลองในขั้นตอนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกำจัดค่า ซีโอดี และการหาขนาดของฟล็อกที่เกิด พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของ PACl และวัสดุแกนเกาะประเภทต่างๆ ดังนี้ คือ PACl 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 และ 200 เมช ที่ปริมาณ 10 กรัม/ลิตร PACl 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับเถ้าลอยขนาด 100 และ200 เมช ที่ปริมาณ 10 กรัม/ลิตร PACl 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 และ200 เมช ที่ปริมาณ 10 กรัม/ลิตร



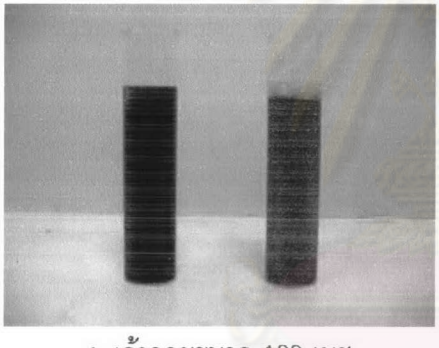
ก. PACl อย่างเดียว



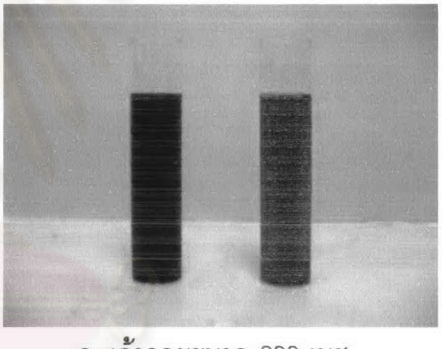
ข. แกลบเผาขนาด 100 เมช



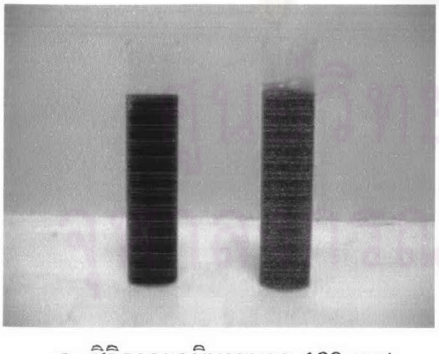
ค. แกลบเผาขนาด 200 เมช



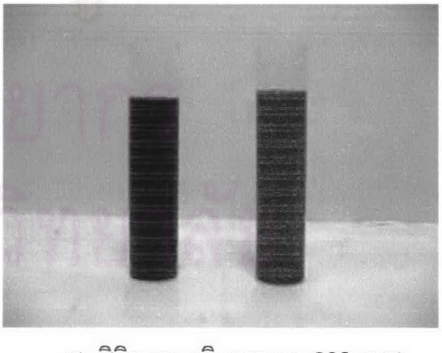
ง. เถ้าลอยขนาด 100 เมช



จ. เถ้าลอยขนาด 200 เมช



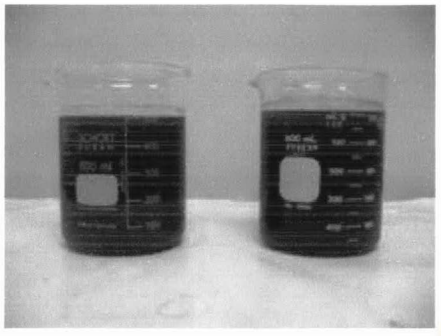
ฉ. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช



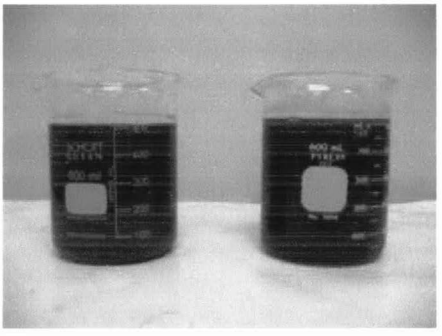
ช. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช

รูปที่ 4.189 ภาพประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ PACl 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับวัสดุแกนเกาะต่างๆ

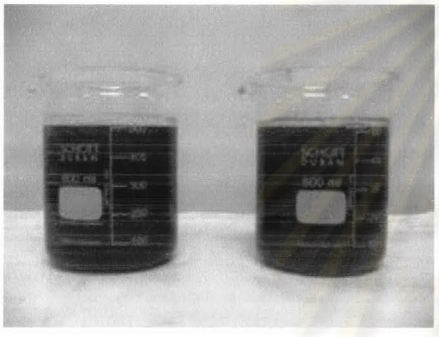
หมายเหตุ แกลบเผา เถ้าลอย และซิลิกาอะลูมินาใช้ปริมาณ 10 กรัม/ลิตร



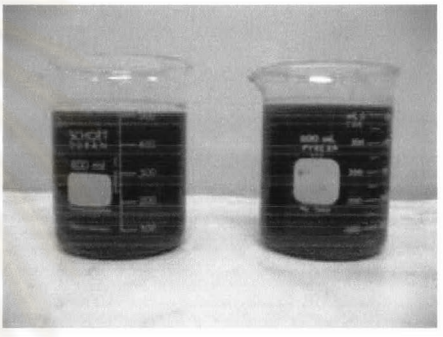
ก. แกลบเผาขนาด 100 เมช



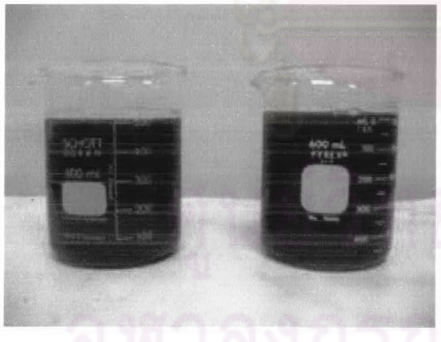
ข. แกลบเผาขนาด 200 เมช



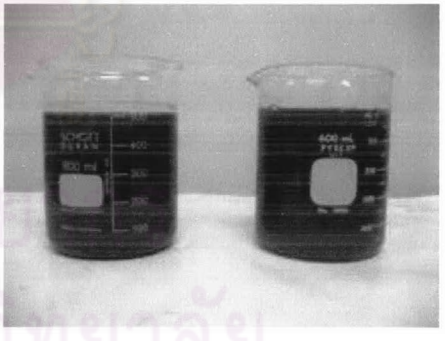
ค. เถ้าลอยขนาด 100 เมช



ง. เถ้าลอยขนาด 200 เมช



จ. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช



ฉ. ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช

รูปที่ 4.190 ภาพเปรียบเทียบความสูงของชั้นตะกอนก่อนและหลังการกำจัดสีน้ำกากส่าสด โดยใช้ PACl 10 กรัม/ลิตร ร่วมกับวัสดุแกนเกาะต่างๆ

หมายเหตุ แกลบเผา เถ้าลอย และซิลิกาอะลูมินาใช้ปริมาณ 10 กรัม/ลิตร

4.11 ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดี

4.11.1 ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีของน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน

ตารางที่ 4.40 ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีของน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดี มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำกากส่าในทางเดียวกัน คือ ค่าซีโอดีลดลง ย่อมทำให้ความเข้มสีลดลงด้วย เนื่องจากเมลานอยดินที่เป็นสาเหตุของสีน้ำตาลเข้มในน้ำกากส่านั้น เป็นพารามิเตอร์หนึ่งของค่าซีโอดี

ตารางที่ 4.40 ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีของน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน

วัสดุแกนเกาะ	ปริมาณ (กรัม/ลิตร)	ค่าซีโอดีเริ่มต้น (มก./ล.)	ค่าซีโอดีหลังการกำจัดสี (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดี (%)
-	-	4,877	840	82.78
แกลบเผา ขนาด 100 เมช	25	4,854	899	81.48
แกลบเผา ขนาด 200 เมช	25	4,866	923	81.03
เถ้าลอย ขนาด 100 เมช	30	4,881	899	81.58
เถ้าลอย ขนาด 200 เมช	30	4,864	907	81.35
ซิลิกาอะลูมินา ขนาด 100 เมช	25	4,859	1,050	78.39
ซิลิกาอะลูมินา ขนาด 200 เมช	25	4,872	1,117	77.07

หมายเหตุ ปริมาณ PACl 8 กรัม/ลิตร เท่ากันทุกวัสดุแกนเกาะ

4.11.2 ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีของน้ำกากส่าสด

ตารางที่ 4.41 ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีของน้ำกากส่าสด พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำกากส่าในทางเดียวกัน คือ ค่าซีโอดีลดลง ย่อมทำให้ความเข้มสีลดลงด้วย เนื่องจากเมลานอยดินที่เป็นสาเหตุของสีน้ำตาลเข้มในน้ำกากส่านั้น เป็นพารามิเตอร์หนึ่งของค่าซีโอดี ข้อสังเกตจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีของน้ำกากส่าสดลดลงไม่มากเท่า เมื่อเทียบกับน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน เนื่องจากค่าซีโอดีมีองค์ประกอบจากพารามิเตอร์ต่างๆ หลายค่าในน้ำกากส่า ไม่ได้ขึ้นกับค่าความเข้มสีน้ำกากส่าอย่างเดียว

ตารางที่ 4.41 ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีของน้ำกากส่าสด

วัสดุแกนเกาะ	ปริมาณ (กรัม/ลิตร)	ค่าซีโอดีเริ่มต้น (มก./ล.)	ค่าซีโอดีหลังการกำจัดสี (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดี (%)
-	-	16,320	11,440	29.90
แกลบเผา ขนาด 100 เมช	10	16,540	11,835	28.45
แกลบเผา ขนาด 200 เมช	10	16,660	12,280	26.29
เถ้าลอย ขนาด 100 เมช	10	16,745	12,260	26.78
เถ้าลอย ขนาด 200 เมช	10	16,720	12,390	25.89
ซิลิกาอะลูมินา ขนาด 100 เมช	10	16,440	12,465	24.18
ซิลิกาอะลูมินา ขนาด 200 เมช	10	16,480	12,600	23.54

หมายเหตุ ปริมาณ PACl 10 กรัม/ลิตร เท่ากันทุกวัสดุแกนเกาะ

4.12 การศึกษาขนาดอนุภาคของตะกอน

4.12.1 ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนของน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน

ตารางที่ 4.42 ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนของน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน พบว่าขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนของน้ำกากส่าที่ใช้วัสดุแกนเกาะ เพื่อช่วยเพิ่มน้ำหนักให้ตะกอนจมตัวได้ดียิ่งขึ้น นั้นตะกอนมีขนาดใหญ่กว่าตะกอนที่ใช้ PACl อย่างเดียว และวัสดุแกนเกาะที่ขนาด 200 เมช จะมีขนาดของอนุภาคตะกอนใหญ่กว่าวัสดุแกนเกาะที่ขนาด 100 เมช โดยรูปขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนแสดงในภาคผนวก ง รูปที่ ง-1 ถึง ง-7

ตารางที่ 4.42 ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนของน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน

วัสดุแกนเกาะ	ปริมาณ (กรัม/ลิตร)	ขนาดอนุภาคตะกอน (ไมโครเมตร)
-	-	39.8
แกลบเผาขนาด 100 เมช	25	108.0
แกลบเผาขนาด 200 เมช	25	125.1
เถ้าลอยขนาด 100 เมช	30	124.9
เถ้าลอยขนาด 200 เมช	30	139.2
ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช	25	121.7
ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช	25	144.9

หมายเหตุ ปริมาณ PACl 8 กรัม/ลิตร เท่ากันทุกวัสดุแกนเกาะ

4.12.1 ขนาดตะกอนของน้ำกากส่าสด

ตารางที่ 4.43 ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนของน้ำกากส่าสด พบว่าขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนของน้ำกากส่าที่ใช้วัสดุแกนเกาะ เพื่อช่วยเพิ่มน้ำหนักให้ตะกอนจมตัวได้ดียิ่งขึ้นนั้นตะกอนมีขนาดใหญ่กว่าตะกอนที่ใช้ PACl อย่างเดียว และวัสดุแกนเกาะที่ขนาด 200 เมช จะมีขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนใหญ่กว่าวัสดุแกนเกาะที่ขนาด 100 เมช ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับกรณีของน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน แต่ขนาดของอนุภาคตะกอนนั้นจะมีขนาดที่เล็กกว่า โดยรูปขนาดเฉลี่ยอนุภาคตะกอนแสดงในภาคผนวก ง รูปที่ ง-8 ถึง ง-14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.43 ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอนน้ำกากส่าสด

วัสดุแกนเกาะ	ปริมาณ (กรัม/ลิตร)	ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคตะกอน (ไมโครเมตร)
-	-	19.4
แกลบเผาขนาด 100 เมช	10	24.9
แกลบเผาขนาด 200 เมช	10	27.7
เถ้าลอยขนาด 100 เมช	10	31.1
เถ้าลอยขนาด 200 เมช	10	32.6
ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช	10	24.0
ซิลิกาอะลูมินาขนาด 200 เมช	10	27.1

หมายเหตุ ปริมาณ PACl 10 กรัม/ลิตร เท่ากันทุกวัสดุแกนเกาะ

4.13 ประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้น

ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่า ดังแสดงในตารางที่ 4.44 และรายละเอียดการคำนวณการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นดังแสดงในภาคผนวก จ

ตารางที่ 4.44 ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับการกำจัดสีน้ำกากส่า

วัสดุ	ค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน (บาท/ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำกากส่าสด (บาท/ลบ.ม.)
-	80.0	163.0
แกลบเผาขนาด 100 เมช	89.0	166.6
แกลบเผาขนาด 200 เมช	91.5	167.6
เถ้าลอยขนาด 100 เมช	85.4	164.8
เถ้าลอยขนาด 200 เมช	86.6	165.2
ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช	89.0	166.2
ซิลิกาอะลูมินาขนาด 100 เมช	91.5	164.8

หมายเหตุ น้ำกากส่าที่ผ่านบ่อเก็บกักระยะเวลา 392 วัน ใช้ PACl 8 กรัม/ลิตร
น้ำกากส่าสด ใช้ PACl 10 กรัม/ลิตร